



UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México

“Facultad de Planeación Urbana y Regional”



***CONTROL DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN UNA
EMPRESA INDUSTRIAL DE CELULOSA MEDIANTE EL USO DE LA
CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

RICARDO TÉLLEZ LICONA

DIRECTOR DE TESIS;

DR. EN C.A. EDUARDO CAMPOS MEDINA

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO MARZO 2025

ÍNDICE

Introducción	11
Planteamiento del problema	13
Justificación	15
Hipótesis	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Capítulo 1. Industrialización	17
1.1 Industria química	18
1.1.1 Industria	18
1.1.2 Industria química	19
1.2 Contaminación industrial	19
1.2.1 Contaminación ambiental	19
1.2.1.1 Contaminación de agua	20
1.2.1.2 Contaminación atmosférica	20
1.2.1.3 Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios	21
1.2.1.4 Clasificación de gases contaminantes de la atmósfera	21
1.2.2 Contaminación del suelo	22
1.3 Principales fuentes de contaminación antropogénicas	23
1.3.1 Contaminación antropogénica del agua	23
1.3.2 Contaminación antropogénica del aire	24
1.3.3 Contaminación antropogénica del suelo	24
1.4 Descargas de agua residual	26
1.5 Residuos peligrosos	26
Capítulo 2. Extracción de la celulosa	27

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

2.1	Producción de celulosa	28
2.1.1	Celulosa	28
2.1.2	Lignina	29
2.2	Proceso de producción de celulosa	29
2.3	Contaminación por celulosa	33
2.3.1	Efectos por contaminación en el proceso de celulosa	34
2.3.2	Antecedentes	34
2.3.3	Efectos del proceso productivo de celulosa en el agua	35
2.3.4	Efectos del proceso productivo de celulosa en el aire	35
2.3.5	Efectos del proceso productivo de celulosa en el suelo	36
2.3.6	Otros efectos ambientales	37
2.4	Emisión de contaminantes	37
2.4.1	Gases altamente peligrosos	38
2.4.2	Contaminantes de efecto acumulativo	38
2.4.3	Material particulado	39
2.5	Impacto social	39
2.5.1	Impacto social por contaminación atmosférica	39
2.5.2	Impacto social por contaminación al agua	40
2.5.3	Impacto social por residuos solidos	40
Capítulo 3. Cédula de Operación Anual (COA)		42
3.1	Cédula de Operación Anual	43
3.1.1	Funcionamiento de la COA	48
3.1.2	Aplicación de la COA	48

3.2	Instrumentos normativos	50
Capítulo 4. Metodología		53
4.1	Selección de la industria química (celulosa)	55
4.2	Recopilación de información	55
4.3	Análisis del proceso	56
4.4	Aplicación de la COA	60
4.5	Detección de problemas ambientales	108
Capítulo 5. Resultados.		109
5.1	Selección de la industria	110
5.2	Análisis del proceso con detección de actividades	115
5.3	Aplicación de la COA	117
5.4	Detección de problemas ambientales	167
5.5	Generación de propuestas	169
5.6	Conclusiones	171
Referencias bibliográficas		173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proceso de fabricación de papel	31
Figura 2.	Proceso de separación de lignina	32
Figura 3.	Metodología de investigación	54
Figura 4.	Etapas del proceso	57
Figura 5.	Servicios generales	115
Figura 6.	Producción	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Tipos de emisiones atmosféricas que se generan y etapas del proceso productivo	36
Tabla N°2. Tipos de residuos sólidos, fase del proceso productivo y nivel de peligrosidad	37
Tabla N°3 Instrumentos normativos	51
Tabla N°4. Resumen	62
Tabla N°5. Eventos programados y no programados	62
Tabla N°6. Insumos	64
Tabla N°7. Producción y Uso de Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrofluorocarbonos, Perfluorocarbonos, Éteres halogenados y Halocarbonos	65
Tabla N°8. Productos, subproductos y productos intermedios	68
Tabla N°9. Generación de energía eléctrica	70
Tabla N°10. Consumo anual energético	71
Tabla N°11. Consumo anual de energía eléctrica	72
Tabla N°12. Descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados	73
Tabla N°13. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes	74
Tabla N°14. Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas	76
Tabla N°15. Descripción de las actividades correspondientes al Sector Agropecuario, Subsector Ganadería	77
Tabla N°16. Descripción de las actividades correspondientes al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos	78
Tabla N°17. Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones	79
Tabla N°18. Registro de emisiones anuales a la atmósfera	80
Tabla N°19. Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua	82

Tabla N°20. Descarga de aguas residuales _____	83
Tabla N°21. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento _____	84
Tabla N°22. Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales _____	85
Tabla N°23. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos _____	86
Tabla N°24. Transferencia de residuos peligrosos _____	89
Tabla N°25. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios ____	90
Tabla N°26. Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos ____	92
Tabla N°27. Tratamiento de suelos contaminados _____	93
Tabla N°28. Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento ____	94
Tabla N°29. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programado _____	96
Tabla N°30. Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC _____	101
Tabla N°31. Acciones de prevención realizadas en la fuente _____	102
Tabla N°32. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero _____	104
Tabla N°33. Información general del centro de trabajo _____	111
Tabla N°34. Simbología _____	114
Tabla N°35. Resumen _____	120
Tabla N°36. Eventos programados y no programados por año _____	123
Tabla N°37. Insumos _____	124
Tabla N°38. Producción y uso de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, éteres halogenados y halocarbonos _____	126

Tabla N°39. Productos, subproductos y productos intermedios por año _____	128
Tabla N°40. Generación de energía eléctrica por año _____	129
Tabla N°41. Consumo anual energético _____	130
Tabla N°42. Consumo anual de energía eléctrica _____	131
Tabla N°43. Descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados _____	132
Tabla N°44. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminante _____	134
Tabla N°45. Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas	136
Tabla N°46. Descripción de las actividades correspondientes al Sector Agropecuario, Subsector Ganadería _____	137
Tabla N°47. Descripción de las actividades correspondientes al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos _____	138
Tabla N°48. Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones _	139
Tabla N°49. Registro de emisiones anuales a la atmósfera _____	140
Tabla N°50. Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua por año _____	144
Tabla N°51. Descarga de aguas residuales por año _____	145
Tabla N°52. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento _____	146
Tabla N°53. Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales _____	147
Tabla N°54. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos por año _____	149
Tabla N°55. Transferencia de residuos peligrosos _____	153
Tabla N°56. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios _	156
Tabla N°57. Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos _	157
Tabla N°58. Tratamiento de suelos contaminados _____	157

Tabla N°59. Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento	158
Tabla N°60. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados	159
Tabla N°61. Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC	162
Tabla N°62. Acciones de prevención realizadas en la fuente	163
Tabla N°63. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero	165

Resumen

En las últimas décadas la expansión de la industria ha tenido un gran impacto en la economía de nuestro país para mejorar el desarrollo, sin embargo, esto conlleva una inestabilidad negativa en el medio ambiente. Esto ha generado el incremento de emisión de contaminantes a la atmósfera, descargas de agua contaminada y de sustancias químicas al suelo y el incremento de residuos peligrosos. Como consecuencia de estas transformaciones existe un desequilibrio en nuestro entorno ambiental, afectando la calidad de vida de la población.

La industria química es un sector a gran escala que utiliza energía para la transformación de los recursos naturales o material sintético en un producto final con características diferentes a las originales. Esto requiere de un sistema muy complejo para transformar la materia prima en productos finales, a su vez estas sustancias químicas producen alteraciones significativas generando un impacto negativo afectando al medio ambiente y al ser humano.

Dentro de esta industria química la producción de papel es fundamental la extracción de celulosa, hemicelulosa y lignina, las cuales son polímeros orgánicos abundantes en plantas y troncos de árboles, los cuales pasan por un proceso complejo para la obtención de estas sustancias.

Este proceso productivo se caracteriza por la generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones a la atmósfera son los efectos ambientales más importantes, existe una serie de consecuencias ambientales de la actividad industrial que son de segundo orden y que pueden tomar una relevancia más significativa dependiendo de las condiciones particulares de cada caso (olores, ruido, paisaje, ecosistema, desplazamiento de especies, consumo de recursos hídricos, entre otros).

Es por ello que tratando de tener un control ambiental se manipula la Cédula de Operación Anual (COA) que es un instrumento político encargado de llevar un control en la industria, analizando las corrientes de entradas y salidas para tratar de mitigar los contaminantes, de igual forma permite determinar indicadores ambientales los cuales sirven como base para nuevas propuestas de solución ante problemas ambientales.

De manera puntual esta herramienta se utilizó para visualizar las actividades de la industria de la celulosa, estableciendo las problemáticas que generan en sus actividades cotidianas y con ello

permitió formular indicadores de evaluación continua para implementar medidas de acción que permitan disminuir el impacto ambiental.

Palabras clave:

Industria de celulosa, Cédula de Operación Anual, impacto ambiental, emisión atmosférica, descarga de agua residual, residuos peligrosos.

Keywords:

Cellulose industry, Annual Operation Report, environmental impact, atmospheric emission, waste water discharge, hazardous waste.

Introducción

Cada vez existe mayor contaminación ocasionada por la industria, provocando desequilibrio a los ecosistemas e induciendo el daño al medio ambiente, afectando significativamente la calidad de vida de la población humana. Esta consecuencia ambiental tiene un origen las actividades antrópicas, principalmente en la industria química que maneja gran cantidad de insumos para sus procesos de producción. Por ello la presente investigación se enfocó principalmente a la industria de celulosa, ya que, es considerada una de las más contaminantes en el planeta. Esto es debido a que, la materia prima para la fabricación del papel son los árboles y los cuales son talados en grandes cantidades provocando derivaciones irreparables en el ecosistema.

De igual forma este proceso de producción maneja métodos que son altamente contaminantes diseminando gases a la atmósfera, vertiendo descargas de aguas residuales, contaminando suelos y generando residuos peligrosos. Todos estos escenarios representan un serio problema para la población aledaña, por lo que, se debe de llevar a cabo el control de la emisión de contaminantes.

Por ello las dependencias gubernamentales han implementado instrumentos normativos que ayudan a controlar la producción, emisión generación y descarga de contaminantes. Y los cuales están regulados por reglamentos, leyes y normas en los que participan la federación, el estado y el municipio, quienes son los encargados de vigilar el cumplimiento de dichas políticas ambientales. Sin embargo, el cumplimiento ambiental por parte del sector privado con sus industrias no ha sido mutuo ya que la gran cantidad de estas actividades han exhibido un mal manejo de estos lineamientos en pro del ambiente y son clasificadas con baja la responsabilidad ambiental.

Para esta investigación se utilizó la Cédula de Operación Anual (COA) como instrumento normativo, con el fin de evaluar la cantidad de contaminantes que se producen de manera específica en la industria de celulosa. Este instrumento permite evaluar y contabilizar los contaminantes que se producen en el proceso de producción de la empresa, en el transcurso de un año.

El análisis y registro de datos de la Cédula de Operación Anual muestra el desglose y descripción de las etapas de producción, lo que permite identificar las etapas en donde se produce el mayor número de contaminantes y determinar las estrategias de implementación tecnológica para disminuir la contaminación que se emite al medio ambiente.

El manejo de la información que solicita la COA implica la medición puntual de indicadores ambientales que permiten obtener cifras reales de las cantidades que se generan y realizar una proyección de los efectos negativos que se pueden suscitar en el transcurso del tiempo. A la par de la evaluación de estos parámetros se realiza una comparación con límites máximos permisibles que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, permitiendo juzgar el proceso de producción de cualquier industria química que este presentado su información por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Planteamiento del problema

A través de los años se ha visto un incremento potencial de la industria, especialmente la química, propiciado por el incremento de la población. Lo anterior ha producido un incremento de los estándares de producción para poder satisfacer la demanda y las necesidades de la sociedad, lo que implica un incremento en el uso de agentes químicos tóxicos que se emplean para la transformación del producto y que es seguro su transferencia al ambiente.

Esta situación de polución es muy crítica debido a que la ubicación de zonas industriales es aledaña las ciudades, lo que provocaría una afectación de forma directa a la población, provocando enfermedades respiratorias, de la piel y en casos específicos pueden llegar a ser mortales.

El aumento del crecimiento de la industrialización en México durante la segunda mitad del siglo pasado, originó una mayor demanda de recursos naturales para satisfacer la demanda de consumo de bienes y servicios de una población. A la par de este fenómeno se detectaron una acentuada generación de residuos de distintos tipos y los problemas asociados para su disposición adecuada, así como las afectaciones a la salud humana y a los ecosistemas.

De manera puntual en el escenario de contaminación por industria química, la producción de papel a lo largo de los años ha sido identificada como una de las principales fuentes con mayor generación de contaminantes a la media ambiente. Debido a esto es preocupante la magnitud del impacto que produce esta industria, durante años se han reportado en varias investigaciones diversos casos de enfermedades, mismas que se han generado al estar expuestos a los contaminantes emitidos por este tipo de industria.

Es por ello que el control ambiental de todas las empresas químicas y de manera específica la industria papelera debe de ser inspeccionadas de manera constante. Es por ello que el manejo de la COA es la herramienta más adecuada para detectar los problemas.

En la situación de polución que hoy en día sufre el país es requisito un cambio en los procesos industriales de producción, la implementación de nuevas estrategias, que permitan identificar la cantidad de desechos químicos peligrosos transferidos al ambiente y proponer alternativas de solución considerar un cambio en niveles máximos permisibles. Toda esta narrativa está orientada a abatir la contaminación que generan las empresas industriales del giro federal, con ello el ambiente se verá

favorecido y la población en general disfrutará de un entorno sano para poder realizar sus actividades cotidianas de una manera segura. Esto sin riesgo de sufrir intoxicaciones por sustancias químicas que usualmente son generada por la actividad industrial.

Justificación

En las últimas décadas la expansión de la industria ha tenido un gran impacto en la economía de nuestro país para mejorar el desarrollo. Sin embargo, también esto conlleva un gran impacto negativo, ocasionado por la emisión de residuos y sustancias peligrosas al medio ambiente, como consecuencia de estas transferencias de sustancias se desarrolla un desequilibrio en nuestro entorno ambiental, especialmente en la calidad de aire, agua y suelo.

Una de las características de la industria es que tienden a aumentar su producción por lo cual de manera proporcional aumentan los daños al ambiente, de manera puntual la contaminación al suelo provocadas por los desechos sólidos y peligrosos que producen cambios físicos y químicos en este. La calidad de aire se ve alterada por las partículas suspendidas y tóxicas que liberan los procesos industriales y la calidad del agua se compromete por la presencia de químicos disueltos en la fase acuosa.

Esta contaminación se genera desde el proceso de producción, por lo que la industria debe de adaptar medidas de acuerdo con su infraestructura con la finalidad de disminuir la cantidad de contaminantes que esta produce de manera directa. Con base en esta problemática de control la COA, permite identificar tanto la materia prima manipulada, las emisiones a la atmósfera, las descargas de agua residual y los residuos peligrosos que la empresa produce, así como elaborar proyecciones de las consecuencias que se podrían generar por causa de las sustancias residuales dispersadas al ambiente.

En esta investigación se plantea utilizar a la Cédula de Operación Anual (COA) como un instrumento en el proceso de producción de la industria de la celulosa, para identificar y controlar los contaminantes y residuos que se generan en la etapa de producción, utilizando normas oficiales que regulan las sustancias peligrosas que son emitidas al ambiente.

De esta forma se pretende que sirva como base para futuras investigaciones ante la aplicación de nuevos instrumentos de política de aplicación en la industria, de esta forma se pretende evaluar los resultados y de alguna forma contribuir a la población.

Hipótesis

La Cédula de operación anual (COA) es el instrumento regulatorio en la industria química de celulosa, permitiendo con ello el control de los problemas ambientales que se generan, por lo que se evaluará, dimensionará y se establecerá la magnitud del daño ocasionado al medio ambiente.

Objetivo general

Analizar y determinar la información obtenida y generada en la Cédula de Operación Anual de una industria de celulosa para obtener medidas de control y posibilidades de disminuir el efecto adverso emitido por la industria química sobre el medio ambiente.

Objetivos específicos

- Identificar los principales contaminantes emitidos por la industria química en el proceso de celulosa con la aplicación de la Cédula de Operación Anual.
- Determinar las emisiones (atmósfera, descarga de agua, generación de residuos peligrosos) en las diferentes etapas de producción de celulosa a través de la Cédula de Operación Anual.
- Detectar los principales contaminantes al agua mediante la Cédula de Operación Anual.
- Conseguir la cantidad de residuos peligrosos que se producen en la industria de celulosa mediante la Cédula de Operación Anual.
- Interpretar los resultados obtenidos por la Cédula de Operación Anual para determinar la situación en la que se encuentra la empresa.

Capítulo 1. Industrialización

El Capítulo 1 está integrado por conceptos que establece la relación de la industria química, en el que se especifican las características y el impacto significativo relacionado al medio ambiente y al ser humano.

De igual forma se establece el impacto que la industria genera sobre el medio ambiente, se mencionan conceptos de contaminación atmosférica, contaminación de agua, contaminación de suelo y producción de residuos peligrosos, así como, sus principales fuentes de contaminación, de las cuales se diferencia la contaminación natural y contaminación antropogénica.

1.1 Industria química

1.1.1 Industria

La industria se basa en la producción de bienes a gran escala empleando energía, maquinaria y personal para la transformación de materia prima en productos para consumo o para satisfacción de las necesidades de la población, es un proceso complejo que requiere suficiente energía y mano de obra por lo que tiene un gran impacto en la economía de la sociedad.

Se considera industria a toda aquella actividad cuya finalidad sea transformar materias primas en productos de consumo final o intermedio. El propio concepto de industria implica siempre un proceso productivo, que empleará una cantidad determinada de trabajo y capital, y que estará basado en la transformación de las materias primas. Además, requerirá otra clase de abastecimientos como recursos energéticos que si bien no participan directamente en el proceso industrial sí son indispensables para la existencia de éste (Ferrari, 2020).

De manera integral la industria es el conjunto de las operaciones realizadas para la extracción, producción, transformación o transporte de materiales naturales, de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española (RAE). Pero en términos más sencillos un proceso industrial se conforma por la producción de ciertos bienes o servicios dentro de una economía, para ello, requiere: materias primas, energía eléctrica, maquinaria y mano de obra.

Este concepto hace referencia al grupo de operaciones que se desarrollan para obtener, transformar o transportar productos naturales (Pérez Porto, 2009).

1.1.2 Industria química

La industria química requiere de un sistema muy complejo para transformar la materia prima en productos finales, los factores más comunes de contaminación por la industria química son: contaminación de agua, contaminación de aire, contaminación de suelo y producción de residuos peligrosos, algunas industrias químicas cuentan con planta tratadora de agua, sin embargo, la mayoría de estas vierten el agua contaminada en ríos.

Este tipo de industria utiliza una extensa gama de recursos: combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, productos vegetales y animales, su proceso de producción puede llegar a ser muy complejo, por lo que estas empresas suelen localizarse en ciudades.

En su conjunto es suministradora de productos para prácticamente todos los sectores de la economía, los grandes clientes industriales de productos químicos son las industrias del plástico, construcción, pulpa, papel, y la industria automotriz (Federación Empresarial de la Industria Química Española , 2014).

1.2 Contaminación industrial

Se considera contaminación industrial a la degradación del medio ambiente por el crecimiento industrial no planeado, el cual se encuentra directamente relacionado con la descarga a los ecosistemas de sustancias contaminantes. Estas sustancias son producidas principalmente durante el proceso de transformación de un producto, dicha emisión de contaminantes es por; producción de energía (quema de combustión a gran escala), emitiendo contaminación atmosférica y agua contaminada la cual es descargada en ríos (CHUBB, 2024).

1.2.1 Contaminación ambiental

Este término considera a la presencia de agentes externos de origen ya sea físico; químico o biológico, que atentan contra la integridad de la naturaleza, llegando a ser nocivo no solo para el ambiente, sino también para los seres vivos que vivimos en él (Pueblos, 2017).

Toda alteración que afecte directa o indirectamente la estructura original de los recursos naturales, por concentración de sustancias o agentes patógenos causando impactos significativos a los seres vivos,

esta emisión de sustancias puede ser de forma natural o antropogénica, para lo cual se exponen los puntos de cada rubro del ambiente a continuación:

1.2.1.1 Contaminación de agua

Se denomina contaminación del agua cuando esta se ve afectada por las actividades del hombre, cambiando en esta sus propiedades físicas y químicas que de algún modo repercuten a la salud e integridad de los organismos vivos. Principalmente a la salud de los humanos, ocasionando diversos problemas, el agua se ve afectada principalmente por descarga de aguas negras y residuales por la industrialización (CONAGUA, 2010).

Las principales fuentes de contaminación del agua en México tienen su origen en la basura que se arroja a los sistemas de alcantarillado, a ríos y lagos; a las descargas de los centros urbanos, las industrias, las áreas agrícolas principales responsables de la contaminación difusa en el país. El impacto de estas descargas se refleja en los cuerpos receptores, la demanda bioquímica del oxígeno (DBO₅) es un indicador de contaminación de origen municipal y doméstico y las regiones más contaminadas de acuerdo con este indicador son Valle de México, Golfo Norte, Lerma-Santiago-Pacífico y algunos sitios de Golfo Centro. Con relación a la demanda química, que es un indicador que normalmente se asocia a la contaminación por descargas industriales (CONAGUA, 2010).

Los impactos de la escasez y contaminación del agua afectan a grandes sectores de la población, pero inciden de manera desproporcionada en los pobres. La relación agua-pobreza es de la mayor importancia desde el punto de vista de salud pública y equidad social. Analizar la relación que existe entre la pobreza y la problemática del agua es una tarea compleja por la inherente circularidad que existe entre ambos fenómenos (CONAGUA, 2010).

1.2.1.2 Contaminación atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos. Estos analitos vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas (Contaminación atmosférica, S/F).

Siempre ha existido contaminación atmosférica de origen natural, por erupciones volcánicas, incendios, tormentas de arena, descomposición de la materia orgánica o polen, pero es a partir del descubrimiento del fuego por el hombre cuando aparece la contaminación atmosférica antropogénica o contaminación atmosférica en sentido estricto (Emiliano Aránguez, 1999).

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad de este, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza (Carnicer, 2007).

1.2.1.3 Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Primarios: emitidos principal y directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre SO_2 , que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones (Amable Álvarez I, 2017).

Secundarios: son formados mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico, H_2SO_4 , que se forma por la oxidación del SO_2 , el dióxido de nitrógeno NO_2 , que se forma al oxidarse el contaminante primario NO y el ozono, O_3 , que se forma a partir del oxígeno O_2 . Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por precipitación (Amable Álvarez I, 2017).

1.2.1.4 Clasificación de gases contaminantes de la atmósfera

Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil (Contaminación atmosférica, S/F) :

Clorofluorocarburos (CFC): desde los años 1960, se ha demostrado que los (CFC, también llamados "freones") tienen efectos potencialmente negativos que contribuyen de manera muy importante a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, así como a incrementar el efecto invernadero. El protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de estos productos.

Monóxido de carbono (CO): los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera. Por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración

excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

Dióxido de carbono (CO₂): Se genera de una combustión general y su concentración en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía.

Monóxido de nitrógeno (NO): también llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO₂, y posteriormente en ácido nítrico, HNO₃, produciendo así lluvia ácida.

Dióxido de azufre (SO₂): su principal fuente de emisión a la atmósfera es por la combustión del carbón que contiene azufre, el SO₂ resultante se oxida y forma ácido sulfúrico, H₂ SO₄. El cual es un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, generando manchas donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.

Metano (CH₄): es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta tierra, ya que, aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.

Ozono (O₃): es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante.

1.2.2 Contaminación del suelo

De acuerdo a Sánchez (2005). El suelo es un recurso vital para la vida, es el soporte físico sobre el que se asientan todos los seres vivos. Desde hace siglos la humanidad ha utilizado el suelo para desarrollarse y conseguir mejorar sus condiciones de vida, sobre él se realizan todos los procesos de producción del hombre, como la agricultura, la industria, las infraestructuras urbanas, etc.

La contaminación del suelo consiste en la introducción de elementos extraños al sistema suelo, también se considera como la existencia en un nivel inusual de uno propio que, por sí mismo o por su efecto sobre los restantes componentes. La presencia de este factor tóxico genera un efecto nocivo para los organismos del suelo, sus consumidores, o es susceptible de transmitirse a otros sistemas (Sánchez, 2005).

El incremento en compuestos tóxicos (metales pesados, pesticidas, etc.) en suelos afecta a la salud humana y/o la provisión de servicios ecosistémico. La contaminación del suelo puede reducir la seguridad alimenticia, decreciendo el rendimiento agrícola y convirtiendo cultivos en inseguros para consumición. Las tres principales vías para la contaminación difusa del suelo son la deposición atmosférica, agricultura e inundaciones (FAO, 2016).

1.3 Principales fuentes de contaminación antropogénicas

Es considerada contaminación antropogénica a todo cambio, modificación, alteración en el estado natural del medio ambiente, resultado de la actividad humana. Esto deriva principalmente en la introducción de sustancias químicas que son producidas y emitidas durante el proceso de elaboración de un producto.

1.3.1 Contaminación antropogénica del agua

Las principales fuentes de contaminación del agua en México (CEMDA, 2006) son:

Prácticas agrícolas: Los principales contaminantes son los pesticidas, llevados hasta los ríos por la lluvia y la erosión del suelo, cuyo polvo vuela hacia los ríos o el mar y los contamina. Además, los campos pierden fecundidad por el abuso de las técnicas agrícolas. Las aguas de retorno agrícola son una fuente de contaminación importante cuyo impacto se manifiesta en el alto porcentaje de cuerpos de agua que se encuentran en condiciones de eutrofización.

Urbanización: Descargas de residuos de origen doméstico y público que constituyen las aguas residuales municipales. Está relacionada con la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, se incrementa en los grandes asentamientos urbanos.

Sector pecuario: Constituido por los efluentes de las instalaciones dedicadas a la crianza y engorda de ganado mayor y menor.

Uso turístico y de navegación: Hay más de 850 sitios asociados a cuerpos de agua que podrían destinarse al establecimiento de lugares recreativos. Algunos ríos y estuarios son aprovechados, también, por embarcaciones de pequeño calado para el transporte de productos comerciales y para el turismo.

Contaminación de agua freática o subterránea: esto se presenta por lixiviados de desechos sólidos, descargas de agua residual no incorporadas al drenaje municipal y disolución de minerales y formaciones rocosas. También se presenta un problema general de contaminación difusa en los acuíferos que subyacen en las zonas agrícolas (CEMDA, 2006).

1.3.2 Contaminación antropogénica del aire

Las principales fuentes de contaminación atmosférica (SEMARNAT , 2018) son:

Fuentes puntuales: que se caracterizan por ser estacionarias o estar en un punto fijo como las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas.

Fuentes móviles: que abarcan todas las formas de transporte y los vehículos automotores.

Fuentes de área: Todas aquellas actividades que en conjunto afectan la calidad del aire, como el uso de madera, imprentas, tintorerías o actividades agrícolas, por mencionar algunas, y

Fuentes naturales o biogénicas: Son resultado de fenómenos de la vida animal y vegetal, como las emisiones producidas por los volcanes, océanos y la erosión del suelo.

1.3.3 Contaminación antropogénica del suelo

Las fuentes antrópicas se extienden desde la:

Agricultura: fertilizantes, abonos animales, plaguicidas, etc.

Metalurgia: minería, fundición, manufactura metálica, etc.

Producción de energía: plantas de energía.

Microelectrónica: Se consideran todas las piezas de equipos electrónicos hasta los depósitos de residuos.

Minería y fundición metalífera: Aunque las técnicas actuales de la minería y fundición son generalmente bastante eficientes, los fragmentos de roca finamente molidos y partículas residuales de minerales contienen concentraciones de metal pequeñas. Estas al ser incorporadas al suelo, los fragmentos de mineral experimentan reacciones de oxidación y meteorización que dan como resultado la incorporación y posterior distribución de iones metálicos

Hortícolas y materiales agrícolas: Las prácticas agrícolas tienen una importante fuente de metales en el suelo, especialmente en zonas de cultivo, las principales fuentes son:

- Aguas y fangos residuales; especialmente que contienen los elementos (Ni, Zn, Cd, Cu, Pb)
- Conservantes de la madera: se encuentran elementos (As, Cu, Cr).
- Corrosión de objetos metálicos: provocando (Zn, Cd)
- Combustión de combustible fósil, en general, este tipo de combustión da como resultado la dispersión de un amplio número de metales pesados, como (Pb, Cd, Cr, Zn, As, Sb, Se, Ba, Cu, Mn, U y V).
- Estiércoles, principalmente de aves y cerdos, de la intensa producción animal: generando la producción de (Cu, As, Zn).
- Plaguicidas: Que contienen elementos como (Cu, As, Hg, Pb, Mn, Zn).
- Residuos derivados de los fertilizantes orgánicos: produciendo (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn).
- Impurezas en los fertilizantes

Actividades deportivas, guerras y entrenamientos militares: Estas actividades deportivas como la caza pueden ocasionar la incorporación de determinados metales pesados como Pb, Sb, que son constituyentes del material utilizado en dicha actividad.

Descargas industriales: Descargas generadas por las actividades de extracción y transformación de recursos naturales usados como bienes de consumo y satisfactores para la población. Las descargas industriales contienen metales pesados y otras sustancias químicas tóxicas, que no se degradan fácilmente en condiciones naturales. El volumen de agua usada en la industria es de 6 km^3 /año, del cual se descargan cerca de 5.36 km^3 /año como aguas residuales, es decir más de 6 millones de toneladas al año de carga orgánica expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de las cuales son tratadas sólo el 15% (CEMDA, 2006).

Las industrias más contaminantes para el medio ambiente por el tipo de proceso son la: azucarera, química, petrolera, automotriz, metalúrgica, de papel y celulosa.

1.4 Descargas de agua residual

Toda empresa que genere contaminación en el agua debe de realizar un estudio para validar los parámetros de contaminación y evitar sobrepasar los niveles máximos permisibles.

De manera específica el agua residual de la industria de celulosa está conformada por una composición variada, de residuos provenientes de los procesos en diferentes etapas de fabricación del producto. Estos mantienen cantidades considerables de sustancias, que se mezclan con diferentes componentes que alteran y modifican de una manera drástica la calidad del agua.

Para esta evaluación se consideran parámetros fisicoquímicos como son: grasas y aceites, material flotante, sólidos sedimentales (SS), sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitrógeno total (NT), nitritos, nitratos, metales, cianuros (CN), fosforo total (PT), temperatura, pH, patógenos y parásitos que conforman aquellos microorganismos, quistes, huevos de parásitos que están presentes en las aguas residuales.

1.5 Residuos peligrosos

De acuerdo con la LGEEPA y sus reglamentos, hacen mención que las empresas consideradas como grandes generadores de residuos peligrosos deben de realizar sus reportes anuales sobre la generación de estos residuos que se producen durante el proceso de producción, en donde se debe de llevar una relación con las características de peligrosidad.

Las industrias que se consideran de jurisdicción federal son aquellas que se identifican como las más contaminantes por lo que el listado de estas se encuentra en la LGEEPA. Cabe mencionar que la industria de celulosa se encuentra en este listado.

En las diferentes etapas del proceso de fabricación del papel se usa materias primas con características CRETIB, en actividades de mantenimiento constante se generan también residuos impregnados con aceite, grasas y sustancias químicas con particularidades semejantes. Estas sustancias residuales usualmente se no se reutilizan y se deben de disponer en un almacén temporal de residuos peligrosos.

Capítulo 2. Extracción de la celulosa

El capítulo dos consistió en describir la extracción de celulosa, en el cual se describen tres procesos diferentes, uno de estos utiliza extracción por medio de sustancias químicas lo que hace más rápida y eficaz la extracción. Sin embargo, existe un mayor impacto ambiental y daño al ser humano, de igual forma se describen estos daños ocasionados por las sustancias químicas expulsadas a la atmósfera, agua y suelo.

2.1 Producción de celulosa

El procesamiento de la madera para la obtención de la principal materia prima para la producción de papel genera una pulpa o pasta, de la cual se realiza la extracción de celulosa, hemicelulosa y lignina, que están constituidas por unidades orgánicas aromáticas. Generalmente este proceso implica grandes fábricas situadas en las mismas zonas donde se recolecta la madera, es decir cerca de bosques o plantaciones de monocultivos de árboles, donde se facilite el transporte de troncos abaratando así los costos de transporte (WRM, 2004).

La materia prima (pulpa) mencionada se tritura y se usan dos procesos (WRM, 2004):

Pulpa mecánica: consiste en triturar la madera y liberar las fibras, este procedimiento convierte hasta el 95% de la madera en pulpa. Pero conserva la lignina, lo que posteriormente le da un tinte amarronado o amarillento al papel.

Pulpa química: La madera es transformada primero en pequeñas astillas y luego sometida a un cocimiento con productos químicos, seguido por un proceso de refinado. La extracción química separa la lignina de la celulosa para que ésta quede como producto final. Eso se logra mediante hidrólisis (reacción con agua) en condiciones de mayor temperatura, con uso de productos químicos y con un gran consumo de energía.

2.1.1 Celulosa

La celulosa (50% de la madera) es la principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas, la celulosa está constituida por una larga cadena de carbohidratos polisacáridos. La estructura de la celulosa se forma por la unión de moléculas de β -glucosa a través de enlaces β -1,4-glucosídico, lo que hace que sea insoluble en agua (Cruz, 2014).

La celulosa es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa, es pues un homopolisacárido (compuesto por un solo tipo de monosacárido). Es rígido, insoluble en agua, y contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de β -glucosa. Químicamente se considera como un polímero natural, formado por un gran número de unidades de glucosa ($C_6H_{10}O_5$), cuyo peso molecular oscila entre varios cientos de miles (EcuRed, 2023).

Este compuesto desde un punto de vista biológico es una fibra vegetal que conforma las paredes de las células que dan origen a la madera. La estructura química de la celulosa está formada por uniones de moléculas de glucosa adheridas entre sí por la lignina, sustancia que refuerza las células y da resistencia a la madera (Luraschi, 2007).

La celulosa es un material abundante en la tierra que se identifica por su gran disponibilidad y por ser una fuente de energía renovable, no obstante, su uso en diferentes campos está restringido por unas limitaciones derivadas de su estructura, dado que el punto de fusión de la celulosa es superior a la de su temperatura de degradación, su disolución es la única vía para la fabricación de formas utilizables (CAPÍTULO I, s.f.)

2.1.2 Lignina

La lignina (es un 25% de la madera) es un tipo de celulosa compuesta, combinada con moléculas u otras sustancias químicas llamadas pentosanos y compuestos químicos aromáticos o cíclicos. Dicha composición la vuelve rígida y más oscura, por lo que debe ser separada y/o blanqueada para poder obtener una pasta de papel de calidad adecuada (López, S/F).

El tipo de proceso de fabricación de la pasta de celulosa empleada por la industria papelera determina el tipo de lignina industrialmente disponible, o al menos las más asequibles en la actualidad. Hay tres tipos de ligninas que corresponden a los tres procesos químicos mayoritarios para la fabricación de pasta de celulosa, a saber: del tipo sulfito, Kraft y soda; los cuales se describen a continuación (Marvin Chávez, 2013).

2.2 Proceso de producción de celulosa

Para realizar la extracción de los polímeros orgánicos, las empresas de producción de papel usan diferentes métodos para la sustracción de celulosa. Para ello requiere de diversos procesos para poder

generar el producto final, es fundamental el uso de diversas sustancias químicas. Debido a sus características estas son transferidas al ambiente en cantidades enormes.

a. Proceso pasta mecánica:

Este método de elaboración de pasta, inventado aproximadamente en 1840, es el más antiguo. Este proceso consiste en que los troncos descortezados se presionan contra una muela giratoria, que separa las fibras a través de un procedimiento de arranque. Posteriormente se añade agua para facilitar el proceso y también refrigerar la muela recalentada por la intensa fricción de los troncos presionados contra ella (SCA, 2010).

La pasta atraviesa unas finas cribas, lo que permite sólo el paso de las fibras, depurándose además de todo material extraño, como, por ejemplo, arena o polvo (SCA, 2010).

b. Proceso pasta termo mecánica (TMP):

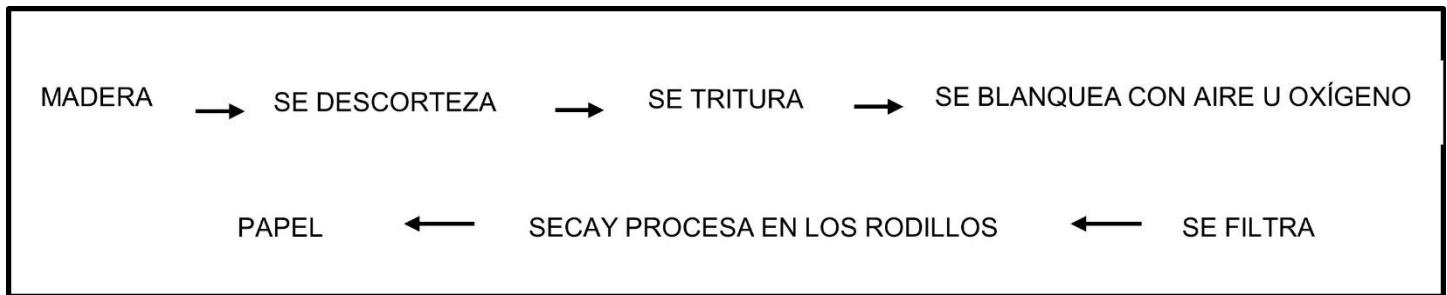
En este método los troncos se cortan en astillas, las cuales son lavadas para eliminar cualquier resto de arena o polvo que pudiera desgastar o desgarrar la maquinaria. Posteriormente las astillas se calientan mediante vapor para ablandarlas y son introducidas con agua a presión en el refinador.

El refinador consta de dos discos de contra rotación, ambos con canales radiales desde el centro hasta el borde exterior (SCA, 2010).

Los canales mencionados van estrechándose conforme se aproximan al borde del disco las astillas reblandecidas son introducidas entonces por el centro y, gracias a la acción de los discos, se separan en fibras individuales al alcanzar el borde exterior de éstos. (SCA, 2010)

Las fibras no desprendidas completamente se desechan en la etapa de cribado, enviándose al refinador de desechos para su posterior tratamiento (SCA, 2010). Es el proceso más simple para fabricar papel de baja calidad, por ejemplo, el papel para periódicos, esto se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Proceso de fabricación de papel



Fuente: Propia del autor, 2022

Como condición solo se pueden usar en este proceso maderas blandas como las de pino, no así eucaliptos que son maderas duras.

Ventaja de este proceso: se emplea toda la madera excepto la corteza.

Desventaja: Debido a que se forman fibras cortas se obtiene un papel de propiedades mecánicas pobres y baja calidad de reciclado. Parte de la lignina que permanece en el papel TMP, aunque blanqueada, se vuelve rápidamente amarilla cuando se expone a la luz (López, S/F).

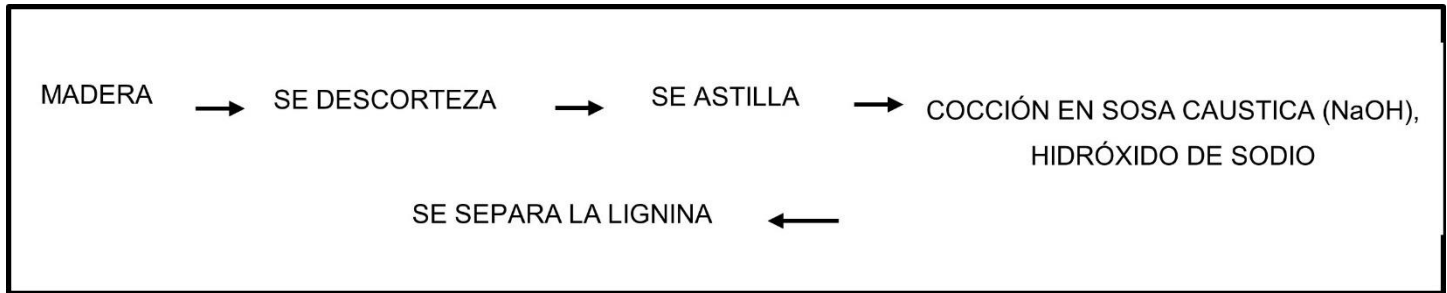
c. Pasta química también denominada pasta Kraft – Procedimiento al sulfato:

Al igual que con la TMP, los troncos descortezados son cortados en astillas y lavadas antes de pasar a la etapa de fabricación de pasta, los pasos a seguir son los siguientes:

- Las astillas se introducen en un amplio recipiente de cocción llamado digestor.
- Se añaden productos químicos para disolver la lignina y liberar las fibras.
- El proceso se propicia aumentando la temperatura del digestor hasta los 150-200°C.
- La pasta se criba y se extraen los haces de fibras que no se han separado, lavándose seguidamente para eliminar cualquier resto químico, arena o polvo.
- Las sustancias químicas utilizadas son recicladas para su posterior reaprovechamiento en el proceso.

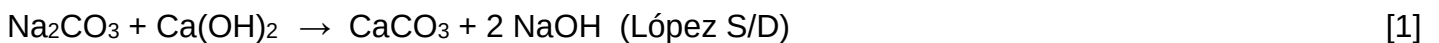
Este proceso (Figura 2) combina buena calidad con bajo costo, pueden usarse tanto maderas blandas como duras (pinos o eucaliptos).

Figura 2. Proceso de separación de lignina



Fuente: Propia del autor, 2022

La pulpa obtenida hasta aquí es de gran resistencia debido a la calidad y longitud de sus fibras, pero aún es oscura, aunque puede usarse así para la fabricación de cartón. En cuanto a la sosa cáustica utilizada en el proceso se la obtiene por lo general mediante el método llamado caustificación, a partir de soda Solvay (carbonato de sodio) como se muestra en la reacción [1]



A su vez el producto químico se utiliza en los siguientes procesos:

1) El proceso “Kraft” o “al sulfato”: (actualmente el más común), que cuece las astillas de madera con sosa cáustica.

2) El proceso “al sulfito”: (este proceso dominó la industria papelera desde finales del siglo XIX hasta mediados del XX), que cuece las astillas de madera en una solución ácida.

3) El proceso termo mecánico químico: donde se calienta al vapor y se trata las astillas con productos químicos antes de molerlas.

La pulpa producida, tanto por procesos mecánicos como químicos, generalmente requiere ser blanqueada, esto por las alternativas de:

- Con cloro gas (también llamado cloro elemental).
- Libre de cloro elemental (ECF), que utiliza dióxido de cloro (que dentro de esta técnica se ha desarrollado también el ECF que emplea ozono en las etapas iniciales del proceso de blanqueo y dióxido de cloro en la etapa final. Y el ECF “mejorado”, que elimina la mayor parte de la lignina

que da el color amarillento antes del blanqueo, reduciendo así la utilización de energía y de productos químicos para el mismo).

- “Totalmente libre de cloro” (TCF) que se trata de un blanqueo sin compuestos clorados, que utiliza oxígeno y peróxido de hidrógeno u ozono (López, S/F).

2.3 Contaminación por celulosa

Esta contaminación es uno de los grandes problemas que tiene nuestro país, ejemplo de esto se han detectado en municipios conurbados a la ciudad de México. De igual manera se ha detectado esta problemática en ciudades tales como Guadalajara, Monterrey, Toluca, Puebla, Pachuca. El desarrollo económico de nuestro país se debe sustentar en un modelo económico que se ajuste a las necesidades de la población y de protección al ambiente donde se apliquen criterios ecológicos siempre persiguiendo el mejoramiento y protección de nuestro medio ambiente (Téllez, 2016).

Debido a la creciente demanda de producción, se ha incrementado con gran rapidez la instalación de industrias, lo que al mismo tiempo estas generan impactos ambientales en el aire, suelo y agua. Los cuales generan consecuencias adversas a la salud, para ello se requiere generar y aplicar los instrumentos ambientales para minimizar los impactos ambientales y al mismo tiempo salvaguardar la vida y al ambiente.

De manera específica la industria de celulosa es una de las más contaminantes a nivel mundial, debido a la cantidad de sustancias químicas que se utilizan durante el proceso de elaboración de papel. El punto principal de esta polución es la generación del agua residual.

Las dioxinas y los furanos son contaminantes ubicuos de comida, agua, aire, tierra, vegetación y productos comerciales. Las concentraciones de estos compuestos en aguas se redujeron considerablemente entre 1989 y 1991 debido a los cambios en el proceso de blanqueado con cloro introducidos por las fábricas de papel y pulpa (Moretton, 2006).

Las sustancias contaminantes están presentes en los tejidos y fluidos de la población debido a las exposiciones laborales o por alto consumo de peces capturados en aguas contaminadas. Cualquier trabajo relacionado con fuentes de dioxinas y furanos representa una exposición significativa (Moretton, 2006).

Los niveles de dioxinas y furanos en el plasma de individuos residentes en varias comunidades aisladas del Quebec, donde se depende para la manutención de los alimentos silvestres, es tres veces más alta que los encontrados en residentes en zonas urbanas (56.7 ng contra 20.6 ng TEQ/kg plasma, respectivamente). Resultados similares, con niveles altos de dioxinas y furanos en la sangre, se dan entre los habitantes que viven cerca del Mar Báltico en Suecia y que consumen grandes cantidades de pescado (Moretton, 2006).

Estudios a largo plazo realizados en trabajadores de la industria química, que han estado altamente expuestos a TCDD-2,3,7,8, mostraron excesiva mortalidad por diferentes tipos de cáncer. Debe tenerse en cuenta que durante muchos años este compuesto no fue considerado riesgoso y se permitió la exposición a niveles muy altos durante prácticamente toda la jornada laboral (Moretton, 2006).

En estudios de seguimiento de los residentes de Seveso, Italia, que habían estado expuestos a niveles altos de TCDD-2,3,7,8, como resultado de un accidente industrial, se encontró un aumento en cáncer biliar, de cerebro, pleuro-respiratorio, y linfhemático. A diferencia de los casos laborales, aquí la exposición fue durante períodos prolongados a una dosis en principio alta pero que disminuyó con el tiempo (Moretton, 2006).

2.3.1 Efectos por contaminación en el proceso de celulosa

2.3.2 Antecedentes

El descuido de las industrias, especialmente con sustancias tóxicas han ocasionado graves daños ambientales y a la sociedad, entre algunos que más han destacado a lo largo de la historia y se citan:

Accidente de Seveso, Italia (1976): Accidente en la Planta Hoffman-La Roche, se liberaron 34 a 126 kg de dioxina al ambiente. Emanaciones tóxicas que contenían dicho analito, mataron a 73000 animales domésticos, la zona fue evacuada y cerrada. Se documentaron aumentos en la incidencia de cáncer de la sangre y sistema linfático entre la población afectada (López, S/F).

Bélgica: La contaminación de huevos, pollos y carnes por dioxinas aún no ha sido aclarada. Se sospecha que existió una contaminación de los pastos empleados para alimentar a los animales por PCB (compuestos órganos clorados presentes en distintos tipos de aceites refrigerantes para transformadores). Esto provocó un aumento del nivel de dioxinas en la leche de distintas especies, siendo curiosamente la leche materna la que presenta mayor nivel de dioxinas (10 veces más que la

leche de vaca). Luego de serios estudios acerca de los posibles daños sobre los bebés de la lactancia con un alto contenido de dioxina y PCB en la leche materna, se concluyó que produjo en los niños un desarrollo motor ligeramente inferior a lo normal a los 7 meses de edad, a los 18 meses estos niños ya no presentan diferencias (López, S/F).

Francia: Se detectó mayor contenido de dioxinas en la leche de vaca en la zona de Lille, esto obligó a suspender temporalmente su consumo. Esto propició el cierre de tres incineradoras de residuos de la región, sospechosas de haber contaminado la atmósfera y el entorno vegetal en muchos kilómetros a la redonda de sus puntos de emisión (López, S/F).

2.3.3 Efectos del proceso productivo de celulosa en el agua

El agua es un insumo de gran importancia durante el proceso productivo de la celulosa, el cual se requiere en diferentes etapas. Una de las más importantes es la etapa de blanqueado, no obstante, también suelen haber otras fuentes de emisión en otras etapas. Algunos de ellos son ciertos derrames de la digestión o en la preparación de la madera.

Los residuos líquidos de este proceso productivo contienen compuestos orgánicos presentes en la madera que se disuelven y que se constituyen en las reacciones con los reactivos de blanqueo y pulpage. Algunos de estos compuestos son: carbohidratos, moléculas fenólicas, derivados de la lignina, ácidos resínicos y ácidos grasos.

Como resultado de las reacciones químicas se citan a los compuestos organoclorados, mercaptanos, compuestos orgánicos semi oxidados. Mientras que algunos de los principales reactivos que se transfieren hacia los efluentes son, reactivos inorgánicos como hidróxido de sodio, sulfatos, cloratos y agentes floculantes (Luraschi, 2007).

2.3.4 Efectos del proceso productivo de celulosa en el aire

El proceso productivo de celulosa, específicamente del tipo Kraft genera emisiones al aire, principalmente, de compuestos sulfurados como el dióxido de azufre que se denominan normalmente con la sigla TRS (Total Reduced Sulphur). Estos compuestos provienen mayoritariamente del proceso de digestión. Además, se emiten compuestos clorados provenientes del proceso de blanqueo y compuestos orgánicos volátiles provenientes de la acumulación de astillas o chips. Junto con ello, puede haber emisiones de metales pesados (Luraschi, 2007).

El proceso de digestión genera dos tipos de gases, los gases de gran volumen y baja concentración (HVLC) y los gases de bajo volumen y alta concentración (LVHC) (Luraschi, 2007).

En la Tabla N°1 se muestran los tipos de compuestos que se producen en las etapas productivas en la industria de celulosa, en la que se clasifica el tipo de compuesto y la forma de medición analítica lo que permite identificar los principales contaminantes emitidos a la atmósfera durante la generación del papel.

Tabla N°1. Tipos de emisiones atmosféricas que se generan y etapas del proceso productivo

Etapas del proceso productivo	Tipo de compuestos	Forma de medición analítica, sigla o denominación de compuestos
Proceso de digestión	Compuestos sulfurados	TRS
Proceso de blanqueo con cloro	Compuestos sulfurados	COPs
Acumulación de materia prima	Compuestos orgánicos volátiles	COV
Combustión	Óxidos de nitrógeno	NOx
General	Partículas sólidas	PTS

Fuente; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Luraschi, 2007).

2.3.5 Efectos del proceso productivo de celulosa en el suelo

Los principales efectos directos sobre el suelo provienen de los residuos sólidos generados en el proceso productivo. Por lo que los residuos sólidos del proceso productivo de la celulosa provienen del tratamiento de efluentes líquidos que genera los denominados “lodos” remanentes del tratamiento de aguas (sedimentos). Adicionalmente, los procesos paralelos a la fase de digestión producen sustancias que alteran los componentes originales. En este se procesa el licor negro para dar lugar a licor blanco, también generan residuos sólidos peligrosos (Luraschi, 2007).

En la Tabla N°2 se muestran identificados algunos residuos considerados como peligrosos que se producen en las fases del proceso productivo, los cuales pueden contaminar el suelo. La vigilancia de

residuos peligrosos le compete a la federación por lo que la generación de residuos que produzca la industria debe de ser dispuestos en un sitio de disposición final autorizado por la SEMARNAT.

Tabla N°2. Tipos de residuos sólidos, fase del proceso productivo y nivel de peligrosidad

Fase del proceso productivo	Tipo de residuo sólido	Peligrosidad
Tratamiento de efluentes líquidos	Lodo o sedimento	Baja
Fase de digestión	Residuos de licores	Baja
General	Residuos domésticos	Baja
General	Residuos de mantención industrial	Alta
Análisis de laboratorio	Residuos de laboratorio	Alta

Fuente; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Luraschi, 2007).

2.3.6 Otros efectos ambientales

De acuerdo a Luraschi (2007), la generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones a la atmósfera son los efectos ambientales más importantes del proceso productivo de la celulosa. Existen una serie de otros efectos ambientales de la actividad industrial que son de segundo orden y que pueden tomar una relevancia más significativa dependiendo de las condiciones particulares de cada caso son: olores molestos, ruido, daño ecológico, consumo de recursos hídricos, transporte terrestre, disminución de servicios ecosistémicos y desplazamiento de especie.

2.4 Emisión de contaminantes

De acuerdo a Cruz (2014) En la industria actual de celulosa, mediante el proceso KRAFT se emiten los siguientes contaminantes:

- Material orgánico en los efluentes líquidos finales, cuya degradación en el río por los microorganismos consume oxígeno disuelto en el agua
- Gases Altamente Peligrosos, no todos descargados por la chimenea principal.
- Contaminantes de Efecto Acumulativo.
- Material Particulado.
- Material orgánico en los efluentes líquidos finales

La degradación de este material en el río por los microorganismos consume oxígeno disuelto en el agua. Esto se evalúa a través de diversas pruebas fisicoquímicas, siendo los más comunes la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅ o BOD₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO o COD).

Cuanto mayor es la descarga de DBO₅ y DQO, en términos de Kg/día o Kg/año, mayor es el riesgo para todos los habitantes vivos del río. Esto es si el nivel de oxígeno disuelto previo a la descarga, relativamente muy bajo.

2.4.1 Gases altamente peligrosos

Los gases generados son el dióxido de cloro (ClO₂), producido en planta para blanqueo de la celulosa), y los gases producidos por combustión como, sulfhídrico (H₂S), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el anhídrido sulfuroso (SO₂). Todos tienen efectos sobre los seres vivos, efecto directamente relacionado con el producto "toxicidad" esto es igual a la concentración por tiempo de exposición. El concepto de peligrosidad o toxicidad es relativo, ya que personas alérgicas, predispuestas o demasiado sensibles reaccionan de muy diferente manera cuando se las expone durante el mismo tiempo a idéntica concentración del contaminante (Matta, 2008)

2.4.2 Contaminantes de efecto acumulativo

De acuerdo con Matta (2008), se encuentran los órgano-halogenados en general (AOX), las dioxinas y furanos en particular, los "metales pesados" (arsénico, plomo, mercurio, cromo, etc.). Son casi todos altamente tóxicos, pero difícilmente tienen efectos inmediatos - excepto si penetran directamente al torrente sanguíneo. Si la penetración es vía sistema respiratorio, traen serias consecuencias (ampliamente conocidas en la actualidad), usualmente en el largo plazo.

Matta (2008), el ciclo de estos contaminantes comienza cuando se depositan y acrecientan en pastizales, aguadas y ríos (fijas a partículas y sedimentos), ya que la mayoría son compuestos estables que no reaccionan ni se alteran por meses o años. En el caso de las dioxinas y furanos, los compuestos se almacenan en tejidos y células grasas, se traslada así al resto de la cadena alimenticia, por la carne, la leche (incluida la leche materna) y huevos. Se estima que actualmente en Europa una persona ingiere unos 0,13-0,15 nanogramos (ngTEQ) diarios de dioxinas y furanos a través de su alimentación normal, principalmente carnes, pescados y lácteos. La concentración del contaminante en el tejido

graso humano varía de 3-35 ngTEQ/Kg, pero puede llegar a valores mucho más altos, dependiendo del nivel de contaminación de los alimentos.

2.4.3 Material particulado

De acuerdo con Matta (2008), este es especialmente partículas de diez y dos puntos cinco micrómetros PM₁₀ y PM_{2.5}, provenientes de las chimeneas. Son un caso singular de gran impacto en la salud, a través de las vías respiratorias. Al ingresar a los pulmones, generan fuerte irritación en los bronquios y agudos problemas de transferencia de oxígeno y expulsión de monóxido (respiratorios), que con el tiempo derivan en cáncer y cardiopatías. Las partículas provenientes de chimeneas (mayormente sulfato de calcio) son mucho más peligrosas, pues contienen - adsorbidos en su superficie-, contaminantes como el H₂S, NO_x, Dioxinas y Furanos, que agudizan los problemas pulmonares. Este efecto del material particulado se hace notar incluso con muy pequeñas concentraciones en el aire. Y se agrava con la exposición reiterada, prolongada o no.

El material particulado que no termina en los pulmones de seres vivos superiores (ganado y seres humanos) se deposita en tierras y aguas, contribuyendo con su carga de contaminantes a alterar químicamente los sedimentos del río y a incrementar el contenido de tóxicos en la cadena alimenticia (SEMARNAT, Disponibilidad del agua reservas de agua dulce en el mundo, 2015).

2.5 Impacto social

El derecho humano al medio ambiente es indispensable para que este se desarrolle adecuadamente, el artículo 4° de la constitución de 1999 establece que “toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su bienestar”. Por lo tanto, es fundamental adoptar medidas adecuadas que mitiguen la prolongación de contaminantes al medio ambiente, con la finalidad de tener una mejor calidad de vida y salvaguardar el bienestar de las futuras generaciones.

2.5.1 Impacto social por contaminación atmosférica

La población queda expuesta a pequeñas concentraciones de contaminantes de origen químico, dichas partículas contaminadas repercuten en órganos del cuerpo, debido a al tamaño de partícula PM₁₀ y PM_{2.5}, estas afectan principalmente a los pulmones provocando problemas respiratorios y cardiacos e incluso enfermedades mortales como cáncer (SEMARNAT, Calidad del aire: una práctica de vida, 2013).

2.5.2 Impacto social por contaminación al agua

De acuerdo a SEMARNAT (2015). El factor que genera una mayor concentración de contaminantes al agua es por derramar los desechos industriales sin tratamiento previo. Esta concentración de contaminantes tiene un fuerte impacto en los ecosistemas y en la población

Algunos de los riesgos de contaminación de agua son:

- Agentes biológicos que entran al cuerpo al ingerir agua contaminada. Su consumo directamente de agua con bacterias o microorganismos patógenos son causantes de; fiebre tifoidea, diarrea, infecciones estomacales, pueden llegar a causar la muerte
- Presencia de agentes químicos y radioactivos, al ingerir dichos contaminantes generan riesgo toxico en las personas provocando enfermedades e incluso la muerte.

2.5.3 Impacto social por residuos solidos

Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser, negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Por lo cual se deben de disponer estos residuos de manejo especial y residuos peligrosos en sitios de disposición final, que permitan mantener el control y evitar que estos contaminen al medio ambiente. Algunos de sus impactos que pueden afectar a la sociedad (SEMARNAT, 2006), son los siguientes:

Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero: la descomposición de los residuos orgánicos produce biogases que resultan desagradables no sólo por los olores que generan, sino que pueden ser peligrosos debido a su toxicidad o por su explosividad. Algunos de ellos son también gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global. Entre estos gases destacan el bióxido y monóxido de carbono (CO_2 y CO , respectivamente), metano (CH_4), ácido sulfhídrico (H_2S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno.

Contaminación de los suelos y cuerpos de agua: la descomposición de los residuos y su contacto con el agua puede generar lixiviados que contienen, en forma disuelta o en suspensión, sustancias que se infiltran en los suelos o escurren fuera de los sitios de depósito. Los lixiviados pueden contaminar los suelos y los cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo para la salud humana y de los demás organismos.

Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades: los residuos orgánicos que se disponen atraen a un numeroso grupo de especies de insectos, aves y mamíferos. Que a su vez pueden transformarse en vectores de enfermedades peligrosas como la peste bubónica, tifus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras.

Adelgazamiento de la capa de ozono: las sustancias agotadoras del ozono (SAO) que se emplean en la fabricación de envases de unicel, como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes, plaguicidas, así como en refrigeradores y climas artificiales. Estos contribuyen al ser liberadas a la atmósfera, al adelgazamiento de la capa de ozono. Cuando los envases de estos productos son desechados de manera inadecuada se convierten en fuentes de emisión de SAO (SEMARNAT, 2013).

Capítulo 3. Cédula de Operación Anual (COA)

El capítulo 3 describe la funcionalidad que tiene el instrumento normativo Cédula de Operación Anual, (COA) para el desarrollo sustentable. La forma en la que está compuesta y la funcionalidad que tiene para el control de emisión de contaminantes en una industria, integra el marco normativo con aquellas instituciones gubernamentales y normas oficiales mexicanas, que regulan la emisión de contaminantes enfocadas a la industria de celulosa.

La COA es un instrumento político encargado de llevar un control principalmente en la industria, analizando las corrientes de entradas y salidas de sustancias. Esto para tratar de mitigar los contaminantes que la industria genera y de igual forma permite determinar indicadores ambientales los cuales sirven como base para nuevas propuestas de solución ante problemas ambientales.

3.1 Cédula de Operación Anual

Este es el trámite que se utiliza para reportar las emisiones y transferencias de los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal. Y que estos son: fuentes fijas de jurisdicción federal, grandes generadores de residuos peligrosos, prestadores de servicios de manejo de residuos, los que descarguen aguas residuales a cuerpos receptores que sean aguas nacionales. Y aquellos que generen 25,000 toneladas o más de Bióxido de Carbono Equivalente (tCO₂e) de emisiones de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los sectores productivos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones RENE (SEMARNAT, COA, s.f.).

De acuerdo con (LGEEPA, 2024) y sus reglamentos respecto a los residuos peligrosos, las empresas deberán de contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos el cual debe de cumplir con las medidas y condiciones de seguridad establecidas el artículo 40, 41 y 42 de la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos y artículos 46 fracción V. El artículo 82 fracciones I, II y III y el 83 fracciones I y II del Reglamento de la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos. De los cuales se deben de considerar los siguientes puntos:

- a) Estar separados de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenen residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

De la fracción II Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo se debe de considerar:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y

e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Fracción III Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material anti derrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Para monitorear el cumplimiento de estas emisiones corresponde a la procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) evaluar dichas actividades relacionadas a la generación, transporte, acopio, manejo, tratamiento, reciclaje y disposición final de materiales y residuos peligrosos, así como las emanaciones, emisiones descargas o depósitos que causen o puedan causar desequilibrio ecológico, daño al ambiente y contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas y sus componentes, para la salud pública y el bienestar de la población o rebasar los límites o condiciones señalados en dicha normatividad.

Licencia Ambiental Única

De acuerdo a SEMARNAT (S/D), la Licencia Ambiental Única (LAU) es una autorización oficial basada en la regularización para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal en materia atmosférica. Las fuentes fijas de competencia federal serán los sectores industriales químico, del petróleo, petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgico, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementero y calero y de tratamiento de residuos

peligrosos de acuerdo en lo establecido en el artículo 111 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para alcanzar la LAU se deben de realizar acciones que se consideran en los artículos 4º, 5º, 109 BIS, 111 BIS, 151, 151 BIS, de la LGEEPA que establece los lineamientos y mecanismos para obtener la Licencia Ambiental Única. Esto mediante un trámite único, así como la actualización de la emisión de las emisiones que se emiten a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 09 de abril de 1998. La licencia ampara el funcionamiento y operación del establecimiento condicionándolo a cumplir ciertos puntos.

Esta se emite por única vez y si el establecimiento no cambia de ubicación o de actividad por la que le fue autorizada la licencia no es necesario solicitar una nueva licencia. Si se da el cambio de razón social, aumento de producción, cambio de proceso, ampliación de instalaciones o generación de nuevos residuos peligrosos en el desarrollo de la actividad productiva, se deberá de solicitar la actualización respectiva, la licencia no es válida cuando se transfiere a otros establecimientos.

La Licencia Ambiental Única debe de cumplir con las siguientes condicionantes:

- ✓ Remitir Cédula de Operación Anual
- ✓ Cumplir con las condiciones asentadas por la NOM-085-SEMARNAT-1994
- ✓ Contar con plan de atención a emergencias en el que se incluya (acciones, sistemas, equipos, recursos humanos, que se destinaran en caso de emisión de olores, gases o partículas sólidas, extraordinarias no controladas, se presenten fugas o derrames de materiales o residuos peligrosos que pudieran afectar a la atmósfera, suelo y subsuelo o que puedan introducirse al alcantarillado.
- ✓ Las emisiones contaminantes a la atmósfera deberán de ajustarse al artículo 13,16,17,23 y 26 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera y normas oficiales mexicanas vigentes.
- ✓ Equipos de emisión a la atmósfera deberán ajustarse a la NOM-085-SEMARNAT-1994 en lo referente a los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.

- ✓ Las emisiones de partículas sólidas deberán ajustarse a la NOM-043-SEMARNAT-1993 que establece los niveles máximos permisibles de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- ✓ Los métodos y/o equipo de control de emisiones a la atmósfera consistente en colector de bolsas, con eficiencia al 90% para garantizar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.
- ✓ Deberá de participar en planes de contingencia que en el instrumenten las autoridades ambientales, con el fin de controlar la contaminación que se presente por condiciones meteorológicas desfavorables o emisiones extraordinarias no controladas.
- ✓ El manejo adecuado de los residuos peligrosos manifestados de acuerdo al artículo 151, 151 BIS, 152 y 152 BIS, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente a los artículos aplicables del 17º al 47º del reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en la materia.
- ✓ El almacenamiento de los residuos peligrosos generados dentro del establecimiento cumpla con lo establecido con los artículos 72 al 82 del reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.
- ✓ El establecimiento deberá de contratar servicios de empresas debidamente autorizadas por la SEMARNAT para el manejo de residuos peligrosos a fin de dar cumplimiento al artículo 13 del RLGPGR.
- ✓ La empresa deberá de cumplir con el artículo 35 del RLGPGR para la identificación de los residuos peligrosos
- ✓ La empresa debe de cumplir con el artículo 152 de la LGEEPA que establece que cuando la generación, manejo o disposición final de materiales y residuos peligrosos produzca contaminación del suelo.
- ✓ Cuando el establecimiento no cumple con alguna condicionante referida en la licencia por la LGEEPA, sus reglamentos, las normas oficiales y otros instrumentos jurídicos vigentes aplicables al establecimiento, podrá ser causa suficiente para que la SEMARNAT imponga las sanciones correspondientes de conformidad al título sexto capítulo IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La COA funciona como complemento de la LAU, es decir primero se obtiene el documento que da la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (CESE, 2013).

De manera puntual este instrumento reúne la información actualizada para la definición de políticas ambientales prioritarias y áreas críticas, mediante el Diagnóstico Ambiental Sectorial, Regional y Nacional; asimismo, permite la actualización del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. (Sustentable, S/F).

Se describe la COA como la herramienta principal de reporte para integración de la base de datos del RETC, su fundamento jurídico, ámbito de aplicación, objetivos y su relación con el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y la importancia del mismo, es presentada durante el primer cuatrimestre de cada año por los establecimientos de jurisdicción federal y a través de ella éstos informan anualmente a la Secretaría sobre sus procesos, emisiones y transferencia de contaminantes ocurridos en el año calendario anterior a su presentación (DOF, 2005).

3.1.1 Funcionamiento de la COA

La COA permite proponer alternativas ante los resultados obtenidos, esto se hace con la finalidad de disminuir los problemas ambientales ocasionados por la industria (SEMARNAT, 2016).

Ante esta producción de contaminantes se pretende usar a la COA como instrumento de análisis, el cual sirve como reporte de las emisiones y transferencias de contaminantes a la atmósfera, suelo, agua y de residuos peligrosos, del Sector Hidrocarburos. Con la información reportada se conforman reportes como el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, Registro de Emisiones de Gases y Compuestos de efecto Invernadero, cumplimiento normativo y seguimiento a la Licencia Ambiental Única, entre otros (SEMARNAT, 2016).

3.1.2 Aplicación de la COA

Las empresas que deben dar cumplimiento con sus obligaciones ambientales y aplicar el formato de la COA son todas aquellas en que realizan actividades que se consideran de jurisdicción federal descritas en la LGEEPA, dichas empresas mantienen emisiones a la atmósfera, producción de residuos peligrosos y descargas de agua a bienes nacionales que se consideran altamente contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente.

Además de la información contenida en la COA, el RETC se integran documentos, autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos y concesiones que en materia ambiental se tramiten ante la Secretaría. Esta recopilación de documentación permite al sector industrial detectar áreas de oportunidad, para establecer las acciones de solución a problemas específicos en el proceso productivo y también para la planeación ambiental. Debido al enfoque multimedios del formato de la COA, la empresa podrá analizar la información y definir prioridades en procesos que promuevan el uso de tecnologías limpias que solucionen problemas ambientales integrales específicos (DOF, 2005).

De acuerdo al DOF (2005), esto le permite ampliar el concepto de tecnologías limpias, evaluar y modificar prácticas o procedimientos. La conveniencia de sustituir materias primas y sustancias peligrosas que disminuyan el deterioro ambiental y obtener productos verdes.

La reestructuración o modernización de los procesos permitirá la racionalización y el adecuado uso de agua, energía y combustibles; además de considerar la reutilización, el reciclado, coprocesamiento o tratamiento de residuos y subproductos, antes de llegar a la disposición final (DOF, 2005).

El formato de la COA contiene seis secciones: I) información general, II) registro de emisiones contaminantes a la atmósfera, III) registro de transferencias de contaminantes en el agua, IV) registro de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, emisiones, V) transferencia de contaminantes y por último VI) registro de emisión de ruido o vibraciones.

Para el caso particular de la investigación la información obtenida del proceso de la de celulosa se vaciaron las secciones emitidas en la Cédula de Operación Anual, (SEMARNAT, S/D) menciona las siguientes secciones:

Sección I. Información técnica general

- Operación y funcionamiento
- Insumos
- Productos y subproductos.
- Consumo energético

Sección II. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera

- Generación de contaminantes a la atmósfera

- Emisiones anuales.

Sección III. Registro de descargas (emisiones) a cuerpos de agua y transferencias de contaminantes en el agua

- Aprovechamiento. Registro de las fuentes de extracción de agua por el establecimiento.
- Descarga de aguas residuales

Sección IV. Registro de la generación, manejo y transferencia de residuos peligrosos

- Registro de generación y transferencia de residuos peligrosos
- Almacenamiento de residuos peligrosos dentro del establecimiento
- Manejo de residuos peligrosos.

Sección V. Emisiones y transferencia de contaminantes

- Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento
- Emisiones y transferencia de sustancias RETC
- Emisiones o transferencias de sustancias derivadas de accidentes, contingencias, fugas o derrames, inicio de operaciones y paros programados
- Prevención y manejo de la contaminación
- Tratamiento y/o disposición de sustancias RETC por prestadores de servicio
- Razones de los cambios en emisiones y/o transferencia de sustancias
- Observaciones y aclaraciones
- Comentarios y sugerencias generales

Sección VI. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero

3.2 Instrumentos normativos

Para regular la operación y el funcionamiento de la industria existen diversos instrumentos que se deben de tomar en cuenta para cumplir con las obligaciones con el medio ambiente. Para el estudio de investigación, se consideraron aquellas normas que se han emitido para controlar la emisión de partículas a la atmósfera, descargas de agua residual, generación de residuos peligrosos que son fundamentales para el giro de la industria.

La industria de celulosa debe cumplir lo establecido por los instrumentos normativos los cuales emiten las dependencias LGEEPA, SEMARNAT, CONAGUA y que son responsables de verificar e inspeccionar en el centro de trabajo que se cumplan las leyes, normas y reglamentos por las autoridades federales, estatales y municipales; PROFEPA, PROEPA, MUNICIPIO, en sus diferentes.

La Tabla N°3 muestra los instrumentos normativos que aplican en la industria de celulosa, de acuerdo con el proceso de producción en la generación de contaminantes, por lo que se consideran los siguiente:

Tabla N°3 Instrumentos normativos

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Publicada en el D.O.F. el 28 de enero de 1988
Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental	Publicada en el D.O.F. el 30 de mayo de 2000
Reglamento De La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente En Materia De Prevención Y Control De La Contaminación De La Atmósfera	Publicada en el D.O.F. el 25 de noviembre de 1988
Reglamento De La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente En Materia De Registro De Emisiones Y Transferencia De Contaminantes	Publicada en el D.O.F. el 3 de junio de 2004
Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos	Publicada en el D.O.F. el 8 de octubre de 2003
Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos	Publicada en el D.O.F. el 30 de noviembre de 2006
Reglamento De La Ley General De Cambio Climático En Materia Del Registro Nacional De Emisiones Texto Vigente	Publicada en el D.O.F. el 28 de octubre de 2014
Ley De Aguas Nacionales	Publicada en el D.O.F. el 1º de diciembre de 1992
Reglamento De La Ley De Aguas Nacionales	Publicada en el D.O.F. el 12 de enero de 1994
NOM-052-Semarnat-2005 Establece Las Características, El Procedimiento De Identificación, Clasificación Y Listados De Los Residuos Peligrosos	Publicada en el D.O.F. el 23 de junio del 2006
NOM-054-Semarnat-1993 Establece El Procedimiento Para Determinar La Incompatibilidad Entre Dos O Más Residuos Considerados Como Peligrosos Por La Norma Oficial Mexicana NOM -052-Ecol-1993	Publicada en el D.O.F. de fecha 22 de octubre de 1993
Norma Oficial Mexicana NOM-087-Semarnatssa1-2002 Protección Ambiental-Salud Ambiental-Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos-Clasificación Y Especificaciones De Manejo	Publicada en el D.O.F. el 23 de abril de 2003
NOM-133-Semarnat-2015, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (Bpcs)-Especificaciones De Manejo	Publicada en el D.O.F. el 23 de febrero del 2016
NOM-004-Semarnat-2002, Protección Ambiental. - Lodos Y Biosólidos. - Especificaciones Y Límites Máximos Permisibles De Contaminantes Para Su Aprovechamiento Y Disposición Final.	Publicada en el D.O.F. el 15 de agosto del 2003.
NOM-043-Semarnat-1993 Que Establece Los Máximos Permisibles De Emisión A La Atmósfera De Partículas Sólidas De Partículas Sólidas Provenientes De Fuentes Fijas	Publicada en el D.O.F. el 23 de abril de 2003.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

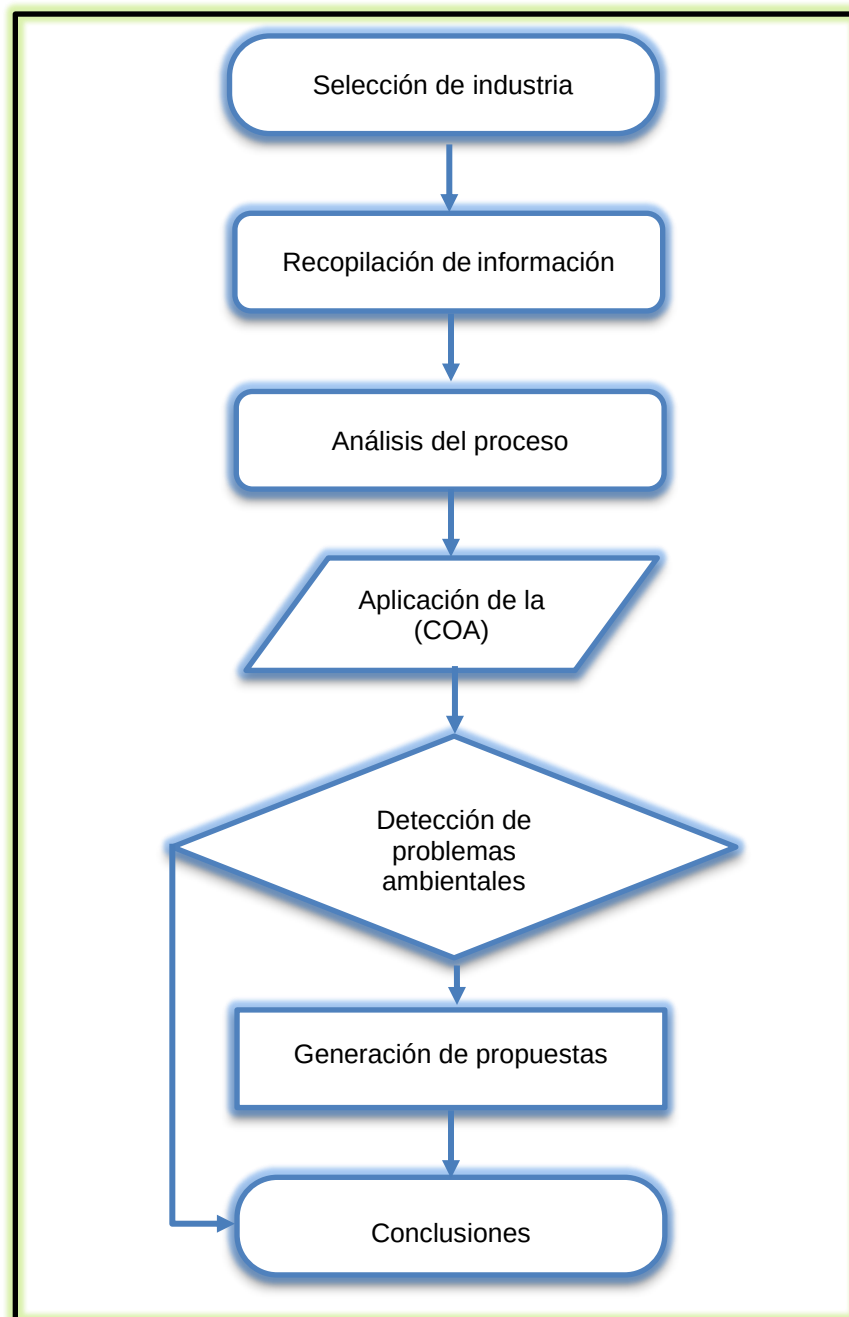
NOM-085-Semarnat-1994 Que Establece La Contaminación Atmosférica Fuentes Fijas, Para Fuentes Fijas Que Utilizan Combustibles Fósiles Sólidos, Líquidos O Gaseosos, O Cualquiera De Sus Combinaciones Que Establece Los Niveles Máximos Permisibles De Emisión A La Atmósfera	Publicada en el D.O.F. el 23 de octubre de 1993 y 02 de diciembre de 1994.
Normas Mexicanas NMX-Aa-009-Scfi-1993 Que Se Refiere A La Contaminación Atmosférica En Fuentes Fijas – Determinación De Flujo De Gases En Un Conducto Por Medio De Tubo Pilot	Publicada en el D.O.F. el 27 de diciembre de 1993.
NMX -Aa-010-Scfi-2001 Contaminación Atmosférica - Fuentes Fijas – Determinación De La Emisión De Partículas Contenidas En Los Gases Que Fluyen Por Un Conducto – Método Isocinético	Publicada en el D.O.F. el 27 de diciembre de 1993.
Norma Oficial Mexicana NOM-001-Semarnat-2021, Que Establece Los Límites Permisibles De Contaminantes En Las Descargas De Aguas Residuales En Cuerpos Receptores Propiedad De La Nación.	Publicada en el D.O.F. en 2021.
Norma Oficial Mexicana NOM-002-Ecol-1996, Que Establece Los Límites Máximos Permisibles De Contaminantes En Las Descargas De Aguas Residuales A Los Sistemas De Alcantarillado Urbano O Municipal.	Publicada en el D.O.F. el en 1996.

Fuente: Elaboración propia del autor con base en legislación ambiental 2023.

Capítulo 4. Metodología

En el capítulo 4 se describe la metodología que se utilizó para obtener la información de la investigación, la cual permitió conseguir los resultados deseados, la metodología se divide en 7 etapas, las cuales se muestran en la Figura 3.

Figura 3. Metodología de investigación



Fuente: Propia del autor, 2023

4.1 Selección de la industria química (celulosa)

Se seleccionó el proceso de producción de la celulosa debido a que esta industria en su proceso de elaboración del papel tiene un gran impacto negativo sobre el ambiente y sus recursos naturales. Aunado a lo anterior se ha identificado un aumento en la demanda del producto por parte de la población, esto ha generado que la producción de este satisfactor se incremente. Por ende, el escenario de contaminación se ve fortalecido, ya que la elaboración de celulosa manipula compuestos químicos que alteran principalmente la calidad del agua.

Al unisonó de esta problemática tanto la incorporación de gases a la atmósfera como la generación de residuos peligrosos también se ven acrecentados. Por ello el impacto ambiental de empresas que se orientan a este giro ha ido extendiéndose considerablemente a través de los años.

De un análisis básico del proceso de producción se identificaron sustancias tóxicas, y que al ser transferidas a la naturaleza germinan problemas tanto ambientales como a la vida cotidiana de la población. De manera general se muestran estos indicios que fortalecieron la selección de la industria y plantear su diseño en la esfera ambiental, entre estos tenemos:

- Consumo excesivo de madera, debido a que es la principal materia prima.
- Generación de CO₂ por la oxidación del combustible lo que ocasionó liberación de gases contaminantes a la atmósfera impactando en la calidad de aire.
- Elevado consumo de agua, ya que manipula en diferentes etapas del proceso y los volúmenes residuales presentan problemas en los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.
- Emisión de sustancias gaseosas contaminantes a la atmósfera, ya que el proceso productivo se caracteriza por la liberación de partículas sólidas y compuestos que afectan a la capa de ozono.
- Generación de residuos peligrosos, este rubro es importante ya que normalmente se requieren sustancias de naturaleza química. Que posteriormente sufren transformaciones a restos característicos de la producción de celulosa.

4.2 Recopilación de información

Se realizó la búsqueda de información bibliográfica correspondiente del proceso de manera general y se contrastó con un escenario real. Esto implica que se tuvo acceso a una empresa del giro de

fabricación de celulosa y a partir de esta se obtuvieron los datos que se muestran en este trabajo de investigación. Cabe señalar que mucho de la información es catalogada como confidencial propia de la empresa, por lo cual en algunos datos que se muestran son propuestos.

Posteriormente se buscó el instrumento de control ambiental, para generar la interpretación y evaluación de datos previos del proceso. Cabe señalar que estos resultados se midieron y compararon lo señalado por las Normas Oficiales Mexicanas en control ambiental.

El instrumento normativo propuesto y desarrollado fue la Cédula de Operación Anual (COA), en la cual se capturó la información de las diferentes etapas de producción de la industria de celulosa. Esto implicó el uso de la información, su análisis y vaciado de datos que se solicitan en las diferentes secciones del documento que se manejan en este medio regulado.

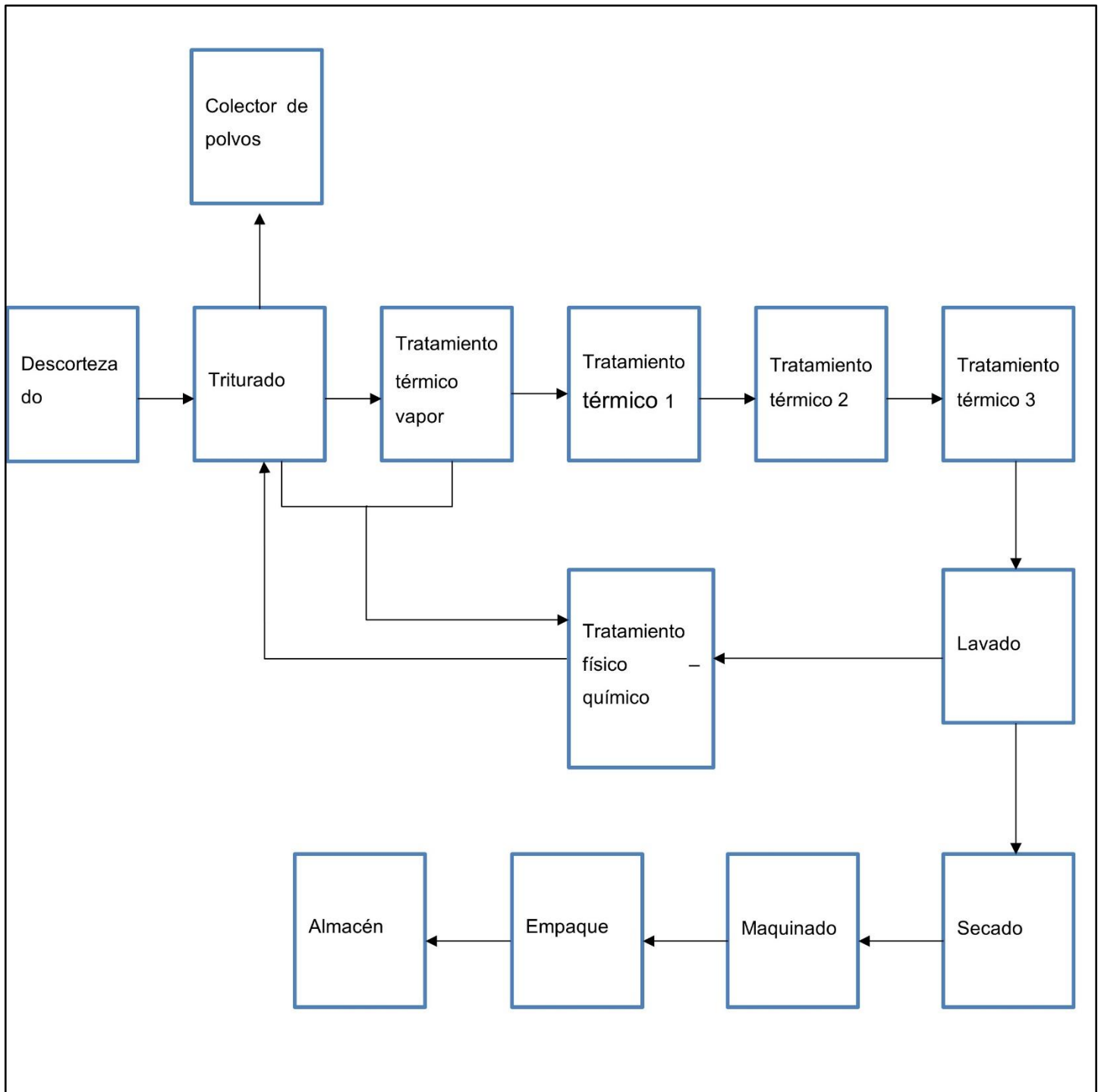
A la par de este análisis realizó la búsqueda del marco normativo correspondiente giro comercial de la industria de celulosa. Esto permitió identificar las leyes, normas, reglamentos que son de cumplimiento obligatorio y que el establecimiento debe de cumplir para ser responsable con el medio ambiente. Con esta recopilación de información permitió establecer si la empresa cuenta con los permisos y autorizaciones que se requieren y saber si la generación de contaminantes a la atmósfera, agua y suelo están dentro de los niveles máximos permisibles.

La información recopilada contiene datos similares a los reales en el proceso de producción de celulosa, debido a la confidencialidad de la empresa no se pudo colocar nombres ni cantidades reales.

4.3 Análisis del proceso

Una vez analizado el proceso de producción en sus todas sus etapas, se consideraron los rubros más importantes, los cuales son fundamentales en el proceso de producción en la industria de celulosa, en la Figura 4.

Figura 4. Etapas del proceso



Fuente: Propia del autor, 2023

Desglose de etapas

A continuación, se describen las etapas del proceso de producción, en dónde se indica de forma breve las principales actividades que se realizan dentro de la empresa para poder generar al producto final, estas etapas son de gran importancia debido a que se proporciona información útil que permite identificar rápidamente las áreas que generan emisiones y descargas al medio ambiente.

Descortezado: En esta etapa se revisaron las siguientes actividades: a) operaciones de descortezado consiste en quitar la corteza y las ramas para poder dejar solamente el tronco que es el que contiene mayor cantidad de celulosa, b) empleo de máquinas mecánicas, las cuales funcionan a través de energía eléctrica y c) mantenimiento regular del equipo mínimo cada año, d) generación de residuos de trapos y gasas con aceite y aceite gastado como resultado del mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Triturado: En esta etapa se realizaron las labores de: a) triturado, cuando el tronco de madera se encuentra libre de corteza y sin ramas debe de pasar por máquinas mecánicas que tienen la función de empezar a cortar el tronco en pedazos más pequeños, b) el mantenimiento que genera residuos propios.

Colector de polvos: En esta etapa se evaluó la recolección de polvos, a través de un sistema de conducción y uso de filtros. Estas partículas sólidas se produjeron a causa del triturado de madera, de igual forma el recolector permite, conducir, medir y controlar la emisión de partículas que se emiten al aire.

Tratamiento térmico: Esta fase es importante en la verificación, ya que dicho tratamiento térmico consiste en colocar todos los pedazos de madera dentro de un recipiente de presión metálico de paredes gruesas que permite la cocción de la madera. En esta transformación se utilizaron sustancias químicas que permitieron separar la celulosa. De igual manera fue necesario monitorear la fuente de calentamiento del sistema se utilizó gas natural, lo que generó una emisión de contaminantes a la atmósfera. De esta actividad se produjeron una mezcla de sustancias que son vertidas a una descarga residual, de manera puntual se realizó un estudio de emisiones y descargas para llevar a cabo un contraste con el cumplimiento de lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.

Tratamiento térmico 1, 2 y 3: En la etapa de tratamiento térmico 1, 2 y 3 es una forma continua del tratamiento térmico, en esta se revisaron tres hornos para el calentamiento de la sustancia. En cuanto a consumo de combustible gas natural, por lo tanto, existe emisión de contaminantes a la atmósfera y de igual forma se ejecutó el estudio para determinar si cumple o no con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas establecidas por la SEMARNAT.

Lavado: Después del proceso térmico, se lava el material. De ahí que la verificación estuvo orientado al lavado, ya que esta actividad se mantuvo hasta que la pasta empezó a cambiar de color. En este proceso el agua se reutiliza varias veces, por lo cual se tomaron en cuenta los parámetros de calidad del agua residual.

Tratamiento físico químico: En esta etapa del tratamiento fisicoquímico las revisiones fueron diversas, ya que en este punto confluyen todas las descargas de agua residual de tres etapas del proceso. Se revisaron los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, esperando como resultados la remoción de un gran número de contaminantes, bacterias y minerales para ser nuevamente reutilizada

Secado: En este proceso donde la pasta es colocada en salas de control. Se verifico todo lo relacionado a emisiones a la atmósfera debido a que se utilizó fuentes de calor para extraer el agua de la pasta con la finalidad de eliminar la humedad.

Maquinado: En esta etapa se utilizaron máquinas y rodillos que permiten adecuar la pasta en hojas de papel, el mecanismo emplea un proceso repetitivo. Las revisiones para esta etapa fueron orientadas a la generación de residuos por el mantenimiento frecuente a la maquinaria, por lo que se generaron residuos peligrosos por mantenimiento preventivo y fugas de aceite de las máquinas.

Empaque: En esta etapa se realiza el empaquetado del papel, utilizando principalmente emplaye para apilar el producto. Se realizo el control correspondiente para verificar la generación de residuos.

Almacén: Es la última etapa del proceso productivo, se llevó a cabo la inspección con la finalidad de asegurar que no hay ni descargas de agua, ni generación de residuos, ni emisiones a la atmósfera. En donde se realiza el resguardo del producto final. La única actividad es mantener el producto en espera antes de ser trasladado a los centros de distribución.

4.4 Aplicación de la COA

Una vez identificada y organizada la información, se aplicó la COA con el fin de analizar, verificar e identificar el desempeño ambiental que tiene la empresa, los formatos aplicados implicaron la revisión de las Tablas de la 4 a la 32. Para lo cual se especifica que este instrumento está dividido en seis secciones, las cuales permitieron el acomodo de información de acuerdo con el rubro que se ve perjudicado por la transferencia de sustancias al medio ambiente y que se citan a continuación:

La sección I. Información técnica general. Es el apartado que permitió obtener información general de la empresa que implico su información de operación y funcionamiento del establecimiento, los insumos que se utilizaron para el proceso productivo. Se consideran también los servicios generales en el establecimiento, los productos y subproductos que la empresa genera y el consumo energético que se utiliza como fuente principal.

La sección II. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Esta sección solicitó información en relación con los contaminantes gaseosos que se originaron en el centro de trabajo. La información se dividió desde el tipo de maquinaria que se utiliza, la actividad que provoca que se generen las emisiones. Asimismo, las características de las chimeneas que son utilizadas como medios de conducción y el monitoreo para detectar las inconformidades en relación con los niveles máximos permisibles por las Normas Oficiales Mexicanas.

La sección III. Registro de descargas a cuerpos da agua y transferencia de contaminantes en el agua. Se recopiló la información de los contaminantes que se generaron en el proceso productivo y que son vertidos al alcantarillado municipal. En este apartado se requirió información de las fuentes de extracción y aprovechamiento del agua, descargas y tratamiento que recibe el agua antes de ser transferida al municipio.

La sección IV. Registro de la generación, manejo y transferencia de residuos peligrosos. Se recabó información de todos los residuos peligrosos que se generaron en el proceso productivo. Dichos datos fueron trazados en el lugar en donde se originó el residuo, características del área o lugar en donde se mantiene almacenado por el propio generador.

La sección V. Emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) y prevención de la contaminación. En esta sección se solicitó la información específica de sustancias que se consideran

altamente dañinas para la capa de ozono. Dicha información está relacionada con el manejo de las sustancias que son emitidas, descargadas o producidas.

La sección VI. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. La revisión realizada verifico la información de las emisiones directas e indirectas de los gases o compuestos de efecto invernadero.

Cabe resaltar que la información corresponde al último año de reporte de la COA de la empresa del giro de producción de papel que fue el año 2022. Hay que recordar que los reportes que se entregan a la SEMARNAT son anuales y esta información en una parte corresponde a la información que reporto dicha empresa del año señalado.

A continuación, se presentan las tablas de la Número 4 a la 32, las culés fueron obtenidas directamente del documento oficial realizado por la SEMARNAT, dichas tablas son originales sin modificaciones en el contenido y publicadas por esta dependencia (SEMARNAT, S/D).

Tabla N°4. Resumen

Generación													
Entrada de insumo	Consumo de combustible	Uso de agua	Contaminantes a la atmósfera	Aguas residuales	Emisión al aire	Descarga de agua residual	Emisión al suelo	Residuos peligrosos	Residuos sólidos urbanos	Residuos de manejo especial	Pérdida de energía	subproducto	Evento

Tabla N°5. Eventos programados y no programados

Eventos programados											
Modalidad de evento	Número de evento ¹	Punto de origen del evento ²	Puntos de afectación en el diagrama de funcionamiento ³	Tipo del evento ^{4, 5}	Fecha en la que se suscitó el evento	Duración (hrs)	Causa del evento ^{6, 7}	Medio afectado ⁸	Tipo de afectación ⁹	Existen emisiones o transferencias de sustancias RETC derivadas del evento (Si/No)	
Eventos no programados											
Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento	Modalidad de evento

1. Asignar un número consecutivo (1, 2, 3, 4) de identificación a cada evento ocurrido en el establecimiento programado o no programado.
2. Especificar el punto de origen del evento (actividades, maquinaria o equipo) declarado en el Diagrama de Funcionamiento

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

3. Registrar los puntos adicionales (actividades, maquinaria o equipo) declarados en el Diagrama de Funcionamiento que fueron afectados o involucrados por el evento manifestado.
4. Si el evento fue programado, indicar si fue: combustión a cielo abierto con fines de adiestramiento (CCA), desfogue operacional (DEO), liberación conducida a quemador de fosa (LCF), liberación conducida al quemador elevado (LCQ), otros (Otra).
5. Si el evento fue No programado indicar si fue: accidente aéreo (AER), derrame durante desplazamiento marítimo, lacustre o fluvial (DVA), derrame durante desplazamiento terrestre (DET), derrame en sitio (DES), explosión (EX), fuga (FU), incendio (IN), liberación conducida a quemador de fosa (LCF), liberación conducida al quemador elevado (LCQ), ruptura de contención/liberación súbita directo al medio ambiente (LMA), otros (Otra).
6. Si el evento fue programado, anotar el origen o causa del evento: mantenimiento programado (MPR), capacitación (CAP), sustitución de maquinarias, equipos, válvulas o accesorios (SM), paro programado (PP), puesta en marcha (PM), otra causa de índole humana (OH).
7. Si el evento fue No programado, anotar el origen o causa del evento: descuido del operador (DE), sustitución de maquinarias, equipos, válvulas o accesorios (SM), falla de construcción de equipo o instalación (CO), falla de diseño de equipo o instalación (DI), falla de operación (OP), falla en el control de proceso (CP), falla en el suministro de energía eléctrica (SEE), falta de mantenimiento correctivo (MP), falta de mantenimiento preventivo (MC), falta de la capacitación del personal (CA), falta o falla en los protocolos relacionados (PR), huracán o ciclón (HU), inundación, desbordamiento de ríos, lagos o presas (ID), robo de materiales, combustibles, accesorios o equipos (RO), otra causa de índole humana (OH), otra causa de índole natural (ON).
8. Indicar si el medio afectado fue aire (AI), agua (AG), suelo (SU), subsuelo (SUB), se generan residuo peligroso (RES), otro especifique (OE).
9. Especificar el tipo de afectación: emisión (EM), transferencia (TRA), generación de residuos peligrosos (GEN).

Tabla N°6. Insumos

Insumos involucrados en:	Punto de consumo ¹	Mezcla (Si/No)	Contiene Sustancia(s) RETC	Nombre ²			Clasificación del insumo ³	Estado físico ⁴	Forma de almacenamiento ⁵	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	Unidad ⁶

Seleccionar el número correspondiente al punto (equipo, maquinaria, proceso, etc.) que aparece en los Diagramas de Funcionamiento y en la Tabla Resumen (aplica solamente para los sujetos a reporte obligados a presentar el Diagrama de Funcionamiento), en el cual se consume el insumo que se reporta.

- 1 Proporcionar el nombre comercial y químico de los insumos empleados, así como el número CAS. Cuando se trate de mezclas, indicar el nombre químico y número CAS de los componentes principales. Cuando no exista información disponible indicar ND.
- 2 Reportar si el insumo es un residuo peligroso generado dentro del establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (RP), residuo de manejo especial generado dentro del establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (ME), residuo sólido urbano generado dentro del establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (SU), residuo peligroso generado por otro establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (RPE), residuo de manejo especial generado por otro establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (MEE), residuo sólido urbano generado por otro establecimiento sujeto a plan de manejo y aprovechado como insumo (SUE), producto generado dentro del establecimiento (PI), producto generado por otro establecimiento (PE), subproducto generado dentro del establecimiento (SI), subproducto generado por otro establecimiento (SE), gases, vapores, partículas en corrientes gaseosas recuperadas (GR), otros, especifique (OE).
- 3 Indicar si es gaseoso (gases, vapores, partículas dentro de una corriente gaseosa) (GP), líquido acuoso, (LA), líquido no acuoso (LN), sólido (S), semisólido (SS).
- 4 Registrar si el tipo de almacenamiento es en bolsa de plástico (BP), bolsas de papel (BPA), cajas o contenedores de cartón (CC), contenedor metálico (CM), contenedor plástico (CP), a granel a la intemperie (GI), a granel bajo techo (GT), tambor metálico (TAM, tanque metálico (TAN), otra forma (OF).

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

- 5 El consumo anual se reportará en las siguientes unidades: kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), metros cuadrados (m2), metros cúbicos (m3), piezas (pza.), millones de metros cúbicos (MMm3), millones de barriles (MMb).
- 6 Proporcionar los insumos consumidos en actividades o equipos que son auxiliares para el proceso productivo, por ejemplo: calderas, sistemas de enfriamiento, baños, cocinas, mantenimiento, montacargas, entre otros.

Tabla N°7. Producción y Uso de Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrofluorocarbonos, Perfluorocarbonos, Éteres halogenados y Halocarbonos

En la fabricación de gases fluorados⁶					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵
Mantenimiento o eliminación de equipo o unidad de aire acondicionado, calefacción y de refrigeración; industrial y comercial⁷					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵
Uso en la industria electrónica⁸					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵

Continuación de la Tabla N°7. Producción y Uso de Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrofluorocarbonos, Perfluorocarbonos, Éteres halogenados y Halocarbonos

Adición como propelente en aerosoles⁹					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵
Uso de compuestos fluorados como agentes extintores⁹					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵
Uso de compuestos fluorados en la fabricación de espumas⁹					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia ¹	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg) ²	Tipo de unidad producida ³	Número de unidades o área tratada ⁴	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción ⁵

1 Conforme a los artículos 4 y 7 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones y del Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento, identificará la sustancia conforme a la Tabla

3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA.

2 Masa total de la sustancia que se declara como consumida, producida o eliminada; por todas las unidades producidas en el año de reporte, en kilogramos.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

- 3 Para las actividades de Fabricación de equipo o unidad de aire acondicionado, calefacción y de refrigeración; industrial y comercial y para el Mantenimiento o eliminación de equipo o unidad de aire acondicionado, calefacción y de refrigeración; industrial y comercial, seleccionar el Tipo de Unidad de la Tabla 3.3 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Para el resto de las actividades, registrar el tipo de unidad o producto.
- 4 Número de unidades producidas por tipo de unidad a reportar. La industria electrónica deberá reportar su consumo por unidad de área tratada.
- 5 Corresponde a la cantidad o masa de la sustancia, en kilogramos, que se utilizó en cada unidad extintora o la que se utilizó en la fabricación de la espuma.
- 6 Indicará sólo los Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrofluorocarbonos, Perfluorocarbonos, Éteres halogenados y Halocarbonos que se emitan de manera directa durante la fabricación de gases fluorados.
- 7 Solo deberá reportar el nombre de la sustancia, la masa consumida, el tipo de unidad producida y la producción por tipo de unidad.
- 8 Solo deberá reportar el nombre de la sustancia, la masa consumida, el tipo de unidad producida e indicará el área tratada en la cual se utilizó la sustancia para decapado, activación o como solvente.
- 9 Deberá reportar el nombre de la sustancia, la masa consumida, el tipo de unidad producida, la producción, especificando la cantidad del agente espumante o de expansión, propelente, solvente que se consume en kilogramos por unidad de producción.

Tabla N°8. Productos, subproductos y productos intermedios

	Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto ^{1,2,3,4,5} o producto intermedio ¹⁷	Nombre químico ¹	Tipo de proceso productivo ^{4,6,7,8,9}	Contiene Sustancia (s) RETC ¹⁰	Fracción de clínker en el cemento ¹¹	Proporción de cullet en el proceso ¹²	Estado Físico ¹³	Forma de Almacenamiento ¹⁴	Capacidad de producción instalada ¹⁵	Producción anual		Uso del subproducto ¹⁶	% Usado del subproducto
											Cantidad	Unidad		
Productos														
Subproductos														
Productos intermedios														

1. Proporcionar el nombre comercial de los productos, subproductos y productos intermedios, así como el nombre químico cuando se trate de sustancias químicas. En caso de que no exista información disponible del nombre químico indicar ND.
2. Especificar si el establecimiento produce: cemento (indicar el tipo de cemento producido conforme la Tabla 3.4), usa o produce cal, vidrio, carbonato de calcio, carburos y/o óxido de titanio.
3. Si el establecimiento no produce lo especificado en el numeral anterior, indicar el nombre químico del producto o subproducto según la Tabla 3.23 (sustancias RETC) y Tabla 3.2 Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, éteres halogenados y halocarbonos (Gases fluorados). Si el producto o subproducto no se identifica en las opciones anteriores, deberá registrar el nombre y número CAS. Cuando no exista información disponible indicar ND.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

4. Si el producto o subproducto registrado es negro de humo, metanol, etileno, dicloro etileno, cloruro de vinilo, óxido de etileno y acrilonitrilo deberá señalar el proceso mediante el cual éstos fueron producidos.
5. Si el producto reportado es magnesio, debe registrar el consumo de magnesita y dolomita en la Tabla 1.2 Insumos.
6. Si el establecimiento calcina el carbonato de calcio deberá precisar el proceso que aplica.
7. Si el establecimiento produce aluminio indicar el tipo de proceso: de consumo de ánodos y/o pasta de aluminio o proceso SØdeberg.
8. Si el establecimiento produce zinc, deberá indicar el tipo de proceso: proceso en Hornos Waelz, proceso en Horno Imperial, proceso electrotérmico.
9. Si el establecimiento produce hierro o acero, deberá indicar el tipo de proceso: Hierro de hornos básicos de oxígeno, hierro y acero en hornos de arco eléctrico, acero en horno de solera, arrabio, hierro reducido directo, pellets o sinterizado.
10. Los establecimientos sujetos a reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) conforme lo establecido en el artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia del RETC, deberán identificar las sustancias RETC contenidas en los productos y subproductos.
11. Esta información sólo la proporcionarán los Establecimientos Sujetos a Reporte de la Industria Cementera y Calera a que se refiere el artículo 4, fracción III, inciso j) del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, que fabriquen cemento, para lo cual deberá indicar la fracción (0 a 1) de clínker (escoria de cemento) que conforma el producto.
12. Esta información sólo la proporcionarán los Establecimientos Sujetos a Reporte de la Industria del Vidrio a que se refiere el artículo 4, fracción III, inciso k) del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, que fabriquen vidrio, para lo cual deberá indicar el porcentaje (0 a 100) de cullet (vidrio de recicló) utilizado.
13. Indicar si el producto o subproducto es gaseoso (gases, vapores, partículas dentro de una corriente gaseosa) (GP), líquido acuoso, (LA), líquido no acuoso (LN), sólido (S), semisólido (SS).
14. Registrar si el tipo de almacenamiento es en bolsa de plástico (BP), bolsas de papel (BPA), cajas o contenedores de cartón (CC), contenedor metálico (CM), contenedor plástico (CP), a granel a la intemperie (GI), a granel bajo techo (GT), tambor metálico (TAM), tanque metálico (TAN), otra forma (OF).

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

15. La producción anual se reportará en las siguientes unidades: kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), metros cuadrados (m2), metros cúbicos (m3), piezas (pza.), millones de metros cúbicos (MMm3), millones de barriles (MMb). Manifiestar la capacidad de producción de la planta en las mismas unidades en que se reporta la producción anual.
16. Especificar el tipo de proceso productivo en que se utiliza o utilizó el subproducto generado en el proceso productivo: reciclado interno (RI), venta como subproducto (VS), producto intermedio (PI), consumo interno como combustible (CI), consumo externo como combustible (CE), venta como combustible (VC), otros especifiquen (OE).
17. Esta información las proporciona únicamente los Establecimientos sujetos a Reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que produzcan negro de humo, amoníaco, metanol, etileno, dicloro etileno, cloruro de vinilo, óxido de etileno, acrilonitrilo, hierro, acero, ferroaleaciones como insumos para autoabastecerse en la fabricación de sus productos finales. En este rubro se incluirá la siguiente información:
 - a. Registrar la cantidad de producción del establecimiento durante el año de operación.
 - b. Si el producto intermedio es negro de humo, especificar el tipo de proceso productivo: negro de horno (Pros_GEI_1), negro térmico (Pros_GEI_2), negro de acetileno (Pros_GEI_3).
 - c. Manifiestar el porcentaje de la producción anual que se exportó.

Tabla N°9. Generación de energía eléctrica

Capacidad de producción instalada (MW) ¹	Tipo de planta ²	Generación Anual (MWh)		Consumo de combustible		
		Bruta	Neta	Tipo ³	Cantidad	Unidad ⁴

1 Indicar la capacidad de producción máxima de la planta en mega watts.

2 Registrar si la planta es: eólica (EO), solar térmica (SO), solar fotovoltaica (FV), hidroeléctrica (HE), carboeléctrica (CE), geo termoeléctrica (GT), ciclo

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

combinado (CC), térmica convencional (TC), motor de combustión interna (CI), turbina de vapor (TV), otra, especifique (OE).

3 Especificar el tipo de combustible conforme a la Tabla 3.5 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando no aplique indicar NA.

4 El consumo anual de combustible se reportará en cualquiera de las siguientes unidades: toneladas métricas (ton), metros cúbicos (m³), mega Joules (MJ).

Tabla N°10. Consumo anual energético

Área de consumo	Punto de consumo ¹	Tipo de combustible ²	Componente ³	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Número de autorización para uso de combustibles alternos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad ⁴
Proceso productivo ⁶								
Servicios auxiliares								
Generación de energía eléctrica in situ								

- 1 Seleccionar los números correspondientes a los puntos (equipo, maquinaria, proceso, etc.) que aparecen en los Diagramas de Funcionamiento y en la Tabla Resumen (aplica solamente para los sujetos a reporte obligados a presentar el Diagrama de Funcionamiento), en los cuales se consume el combustible que se reporta.
- 2 Indicar el tipo de combustible (especificando si es convencional o fósil, alternativo o formulado) conforme a la Tabla 3.5 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando no aplique ningún combustible especificado en esta Tabla deberá de incorporarlo.
- 3 En esta información se especificarán las sustancias RETC presentes en la composición del combustible. Tratándose de combustibles alternos o formulados se reportarán sólo aquellos que en su composición contengan residuos peligrosos, materiales peligrosos u otros residuos que aunque no tengan

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

características de peligrosidad sean importados en términos de los Tratados Internacionales de los que México es parte, a que se refiere la Tabla 3.6 del Instructivo para la Elaboración de la COA, precisando su porcentaje, el número de autorización expedida en favor del Establecimiento para su uso y la vigencia de dicha autorización. En el caso de los combustibles a reportar contengan azufre en su composición, especificar el porcentaje utilizado para la estimación de emisiones a la atmósfera de bióxido de azufre, conforme a lo establecido en la NOM-085-SEMARNAT-2011.

- 4 El consumo anual de combustible se reportará en cualquiera de las siguientes unidades: litros, (l) toneladas métricas (ton), metros cúbicos (m3), mega Joules (MJ).
- 5 Cuando se trate de Establecimientos Sujetos a Reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, únicamente se reportará la información relativa a Área de Consumo, Tipo de Combustible y Consumo Anual (Cantidad y Unidad)
- 6 Los establecimientos que generan energía eléctrica como actividad predominante que reportaron consumo de combustibles en la Tabla 1.3.1 no deberán reportar la información correspondiente al consumo en proceso productivo en esta Tabla.

Tabla N°11. Consumo anual de energía eléctrica

Suministro	Procedencia o modalidad ¹	Cantidad consumida (kWh)	Tipo tecnología ²
Externo			
Interno			

- 1 Especificar la procedencia o modalidad del suministro de energía eléctrica: Externo: red pública (REP), nacional proveniente de una sociedad de auto abasto (NSA), nacional proveniente de una sociedad de cogeneración (NSC), de importación (IMP), otros (OES). En caso de suministro interno indicar la modalidad en función del permiso de generación de energía eléctrica con que cuenta el establecimiento: autoabastecimiento (ABS), cogeneración (CGN), planta de energía (PLE), usos propios (USP), sociedad de auto abasto (SDA), Otros (OES).

- 2 Registrar el tipo de tecnología: eólica (EO), solar térmica (SO), solar fotovoltaica (FV), hidroeléctrica (HE), carboeléctrica (CE), geo termoeléctrica (GT), ciclo Combinado (CC), térmica convencional (TC), motor de combustión interna (CI), turbina de vapor (TV), otra, especifique (OE).

Tabla N°12. Descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados

Tipo de unidad ²	Número de unidades	Tipo de Combustible ³	Consumo anual de combustible	
			Cantidad	Unidad

- 1 Se consideran vehículos autopropulsados aquellos que operen en el Subsector de transporte aéreo y marítimo, y maquinaria agrícola y de construcción que opere en todos los sectores.
- 2 Registrar el tipo de vehículo conforme la Tabla 3.7 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
- 3 Indicar el tipo de combustible conforme a la Tabla 3.5 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando no aplique ningún combustible especificado en la Tabla 3.5 Tabla deberá incorporarlo.

Tabla N°13. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes

					Capacidad de operación del equipo				Capacidad de operación del quemador				Consumo anual de combustible				Identificación de la tecnología			Capacidad de diseño	
Tipo de emisión(es)	Identificador del equipo, maquinaria o actividad ²	Clave del equipo, maquinaria o actividad ³	Punto de generación ⁴	Puntos de emisión asociados ⁵	Tiempo de operación (hrs) ⁶	Cantidad ⁷	Unidad ⁸	Eficiencia ⁹ (fracción)	Tipo de quemador ¹⁰	Tiempo de operación (hrs) ¹¹	Cantidad ¹²	Unidad ¹³	Tipo ¹⁴	Cantidad ¹⁵	Unidad ¹⁶	Porcentaje de sustitución de combustible ¹⁷	Fecha de instalación de la maquinaria o equipo ¹⁸	Diseño de la tecnología de la maq. ¹⁹	Descripción de diseño de tecnología y equipo ²⁰	Cantidad ²¹	Unidad ²²

- 1 Indicar si la emisión es Conducida (CO), Fugitiva (FU) o Abierta (A) si es combustión a cielo abierto. Cuando la emisión es conducida se relacionará la maquinaria, equipo o actividad con la siguiente Tabla 2.1.2 en la que se solicitan las características de las chimeneas y ductos de descarga.
- 2 Anotar el nombre o identificador particular del equipo, actividad o maquinaria que genera contaminantes atmosféricos.
- 3 Indicar la clave de la instalación, equipo, maquinaria o actividad, en la cual se generan contaminantes atmosféricos de acuerdo a la Tabla 3.8 del Instructivo para la elaboración de la COA.
- 4 Anotar el número de identificación de la maquinaria, equipo o actividad en que se generan contaminantes atmosféricos, el cual debe corresponder a lo establecido en el Diagrama de Funcionamiento y Tabla Resumen.
- 5 Registrar el o los puntos donde los contaminantes se emiten a la atmósfera. Considere que un equipo (punto de generación) puede estar asociado a una chimenea o varias (punto de emisión). Para las emisiones a cielo abierto (o abiertas) el punto de generación es el punto de emisión.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

- 6 Registrar el tiempo de operación del equipo. Considere que éste debe ser mayor a cero (de lo contrario el equipo no operó), menor o igual al tiempo de operación del establecimiento y no mayor a 8784h, que son las horas máximas considerando las veinticuatro horas del día de un año bisiesto.
- 7 Indicar la capacidad real de operación a la que trabajó el equipo de proceso o combustión en el año.
- 8 Especificar las unidades de la capacidad del equipo tal y como es definida por el fabricante: cc (caballos caldera), mega Joules/hora (MJ/h), kilocalorías/hora (kcal/h), British Thermal Unit/hora (BTU/hr), libras de vapor/hora (lb/h), kilogramos/tonelada (kg/ton), gigajoules/hora (GJ/h), kilogramos/hora (kg/h), otra unidad (Otra).
- 9 Puede reportarse el valor especificado por diseño o estimarse con el método definido en el documento: Combustión Efficiency Optimization Manual for Operators of Oil and Gas- Fired Boilers publicado por la Environmental Protection Agency de Estado Unidos. Indicar el último valor calculado de la eficiencia del equipo correspondiente al año de reporte que se presenta.
- 10 Indicar el tipo de quemador conforme la Tabla 3.9 del catálogo de claves del Instructivo para la Elaboración de la COA. Es importante aclarar que un equipo puede tener varios quemadores.
- 11 Registrar el tiempo de operación del quemador. Considere que debe ser mayor a cero (de lo contrario el equipo no operó), menor o igual al tiempo de operación del establecimiento y no mayor a 8784h, que son las horas máximas considerando las veinticuatro horas del día para un año bisiesto.
- 12 Indicar la capacidad real de operación a la que trabajó el quemador en el año.
- 13 Registrar la capacidad de operación del quemador en las siguientes unidades: mega Joules/hora (MJ/h), kilocalorías/hora (Kcal/h), British Thermal Unit/hora (BTU/h), otra unidad (otra).
- 14 Indicar el tipo de combustible conforme a la Tabla 3.5 del Instructivo para la elaboración de la COA. Considere que la información capturada en esta Tabla debe ser congruente con la capturada en el Diagrama de Funcionamiento.
- 15 Registrar la cantidad de combustible consumido en el año.
- 16 El consumo anual de combustibles se reportará en las siguientes unidades: litros (l), toneladas métricas (ton), metros cúbicos (m3), mega Joules (MJ).
- 17 Para el caso del uso de los combustibles formulados, se debe proporcionar el porcentaje (en masa), respecto al uso total de combustibles, que representa

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

el uso del combustible formulado.

18 Indicar la fecha de instalación de la maquinaria o equipo.

19 Incluir la clave de la tecnología que corresponda al equipo o actividad conforme la Tabla 3.10 del Instructivo para la Elaboración de la COA. En el caso de que la tecnología de la maquinaria o equipo se no se identifique, especificar el que corresponda.

20 Describa el diseño o funcionamiento de la tecnología de la maquinaria o equipo. Detallar alguna característica adicional que pueda servir a la autoridad para identificar mejor al equipo que se reporta.

21 Indique la cantidad especificada por el fabricante o nominal.

22 La capacidad de diseño del equipo se reportará en las siguientes unidades: caballos caldera (cc), mega Joules/hora (MJ/h), kilocalorías/hora (Kcal/h), British Thermal Unit/hora (BTU/h), libras de vapor/hora (lb/h),

Tabla N°14. Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas

Punto de emisión ¹	Punto(s) de generación relacionados ²	Identificador o nombre del ducto o chimenea ³	Especificaciones de la chimenea o ducto					Operación de la chimenea o ducto				
			Características especiales autorizadas ⁴	Plataforma de muestreo ⁵	Altura 1 (m) ⁶	Altura 2 (m) ⁷	Diámetro interior o equivalente (m) ⁸	Velocidad de flujo de gases (m/s) ⁹	Presión gases (mmHg) ¹⁰	Fracción seca (%) ¹¹	Gasto volumétrico (m³/min) ⁹	Temperatura de gases de salida (°C) ¹²

1 Manifestar el número de identificación de todos los ductos o chimeneas que se tengan en la planta en los que se emiten contaminantes atmosféricos, según corresponda en el Diagrama de Funcionamiento. En caso de contar con permiso o autorización para monitorear chimeneas representativas deberá de indicarse en el rubro de observaciones el número total de equipos que se sujetaron a dicho permiso o autorización.

2 Especificar los puntos de generación relacionados con el punto de emisión.

3 Reportar el nombre o número de identificación usado en el establecimiento para el ducto o chimenea que se reporta. Nótese que una chimenea puede

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

conducir emisiones de uno o varios equipos o actividades.

- 4 Indicar las características especiales que le hayan sido autorizadas para la chimenea o ducto.
- 5 Anotar si la chimenea cuenta con una plataforma para realizar muestreos.
- 6 Reportar la altura en metros de la chimenea o ducto de emisión, medida a partir del nivel del piso.
- 7 Asentar la altura en metros de la chimenea o ducto de emisión medida después de la última perturbación.
- 8 Registrar la medida del diámetro del tubo o chimenea, si no es una sección circular, entonces introducir el diámetro equivalente, es decir, el diámetro considerando el área transversal al flujo de gases como si fuera la de una circunferencia.
- 9 Indicar el promedio de los resultados obtenidos de todos los monitoreos practicados en el año de reporte tomando en cuenta el promedio entre la primera y segunda corrida de cada monitoreo, a condiciones de 1 atm, 25°C y base seca. Estos datos deberán corresponder al muestreo de gases y partículas en chimenea cuando apliquen los lineamientos de la norma establecida.
- 10 La presión que se debe reportar es en milímetros de mercurio y es la presión absoluta de la chimenea, no la manométrica.
- 11 Indicar el porcentaje de gases emitidos sin considerar la humedad contenida.
- 12 Registrar la temperatura de salida de los gases en la chimenea o ducto.

Tabla N°15. Descripción de las actividades correspondientes al Sector Agropecuario, Subsector Ganadería

Categorías ¹	Subcategorías ²	Número de cabezas por subcategoría	Sistema de gestión del estiércol ³	Porcentaje del estiércol tratado por sistema de gestión

1. Especificar el tipo de ganado conforme la Tabla 3.11 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
2. Indicar la subcategoría del ganado conforme la Tabla 3.12 del Instructivo para la Elaboración de la COA.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

3. Especificar el sistema de gestión de estiércol de ganada conforme a la Tabla 3.13 del Instructivo para la elaboración de la COA.
4. Anotar el porcentaje de las excretas tratadas por tipo de ganado especificado que se trata en el sistema de gestión.

Tabla N°16. Descripción de las actividades correspondientes al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos

Actividad	Cantidad
Perforación de pozos petroleros y de gas (expresar en número de pozos)	
Pozos en producción en la extracción de petróleo, convencional y no convencional; y extracción de gas, asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en número de servicios a pozos)	
Extracción de gas asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos)	
Procesamiento de gas natural (expresar en millones de metros cúbicos de carga de gas de crudo en centros de procesamiento)	
Distribución de gas natural por ductos (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural comercializado)	
Transporte de gas natural por ductos, almacenamiento (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural almacenados)	
Suministro de gas natural al consumidor final (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural vendido al consumidor final)	
Extracción de petróleo convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos de producción)	
Transporte de petróleo crudo por ducto (expresar en miles de metros cúbicos de petróleo transportado por ducto)	

Tabla N°17. Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones

Punto de emisión ¹	Equipos o actividades monitoreadas ²	Norma aplicable ³	Parámetro monitoreado ⁴	Monitoreos							Sistema o equipo de control de emisiones				
				Valor máximo permisible		Valor monitoreado ⁶									
				Cantidad	Unidad ⁵	1	2	3	4	Unidad ⁵	Identificador del equipo de control ⁷	Clave ⁸	Eficiencia % ⁹	Método de cálculo de la eficiencia ¹⁰	Tiempo de operación (h/año)

1. Seleccionar el número del punto de emisión correspondiente al ducto o chimenea del que se emiten contaminantes atmosféricos, según corresponda en el Diagrama de Funcionamiento y la Tabla Resumen.
2. Registrar los equipos u operaciones relacionados con cada punto de emisión, reportados en la Tabla 2.1.1. de este Formato.
3. Indicar el número de la norma vigente conforme la Tabla 3.14 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
4. El parámetro normado es aquel contaminante que deberá reportarse conforme a la norma que aplique en cada caso. También deberá reportar monitoreos realizados a los parámetros que no estén especificados en una norma pero que se le hayan requerido monitorear en la autorización en materia de emisiones a la atmósfera otorgada para su operación, por ejemplo, los contaminantes monitoreados por especificaciones establecidas en la Licencia Ambiental Única (LAU) o Licencia de Funcionamiento (LF). En la Tabla 3.16 del Instructivo para la Elaboración de la COA se describen algunos contaminantes, si el contaminante a reportar no se identifica en esta Tabla, deberá especificarlo.
5. Expresar el valor máximo permisible de los parámetros a reportar (normados o autorizados) en las siguientes unidades de medida: toneladas métricas (ton), partes por millón (ppm), número de mancha (manch), miligramos por metro cúbico (mg/m3), kilogramos por metro cúbico (kg/m3), kilogramos por tonelada (kg/ton), gramos por kilogramo (g/kg), gramos por metro cuadrado (g/m2), nanogramos por metro cúbico (ng/m3), kilogramos por hora (kg/h),

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

Opacidad (Opacidad), porcentaje de recuperación de azufre (% recuperación), kilogramo por día (Kg/día), otra unidad (Otra) conforme lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes o en la Licencia Ambiental Única, la Licencia de Funcionamiento o cualquier otra autorización expedida por SEMARNAT en la que se ordene el monitoreo.

6. Indicar los valores de cada monitoreo practicado en el año, considerando el promedio entre la primera y segunda corrida de cada monitoreo. En el caso de los monitoreos de CO₂, CO, NO_x y SO₂, se deberá reportar el promedio del periodo muestreado conforme lo establecido en la NOM-085-SEMARNAT-2011. Deberá conservar las bitácoras de muestreo y la documentación técnica relacionada para mostrarla en caso de que ésta sea requerida por SEMARNAT o PROFEPA.
7. Asentar el nombre o identificador particular para el equipo de control asociado al parámetro y punto de emisión antes registrados.
8. Identificar la técnica de control de emisiones atmosféricas de acuerdo con la Tabla 3.15 del Instructivo para la Elaboración de la COA y el equipo de control correspondiente. Cuando sea el caso indicar más de una clave. En los casos en que no se cuente con sistemas o equipos de control de emisiones deberá indicarse NA (no aplica) o cuando no exista información disponible indicar ND en la columna correspondiente, la emisión reportada deberá incluir el efecto del equipo o sistema de control.
9. Reportar el último valor calculado de la eficiencia del equipo de control correspondiente al año de reporte que se presenta. Cuando no exista información disponible indicar ND.
10. Indicar, si la eficiencia fue calculada por cálculos de ingeniería (CI), datos históricos (DH), especificada por diseño (ED), medición directa o monitoreo (MD), modelos matemáticos (MM), otros métodos (OM).

Tabla N°18. Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante ¹	Punto de emisión ²	Cantidad ³	Unidad ⁴	Método de estimación ⁵	Factor de Emisión utilizado (valor) ⁶	Dato de actividad ⁷	Unidad de dato de actividad ⁸

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

1. Las emisiones anuales de los parámetros o contaminantes monitoreados se deben reportar en esta Tabla. En el caso de las emisiones de contaminantes que se estimaron de forma diferente, se debe seleccionar cada uno de ellos de acuerdo a la Tabla 3.16 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
2. Seleccionar el número del punto de emisión correspondiente al ducto o chimenea del que se emiten contaminantes atmosféricos registrados en los Diagramas de Funcionamiento y la Tabla Resumen.
3. Anotar la cantidad anual del contaminante emitido.
4. La emisión anual se reportará en gramos (g), kilogramos (kg) o toneladas métricas (ton).
5. Anotar el método empleado para obtener la cantidad total anual según: balance de materiales (BM), cálculos de ingeniería (CI), datos históricos (DH), factores de emisión (FE), AP 42, compilado de Factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42), Emission Factors Gas Fired Boilers, Oregon Department of Environmental Qual (FE-GFB), Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (FE-IPCC), Técnicas de Estimación de Emisiones (EET), National Pollutant Inventory-NPI (FE-NPI), Emission Quantification Techniques (WRAP), Fugitive Dust Handbook (FE-WRAP), herramienta de cálculo de la Iniciativa del Protocolo de GEI-WRI/WBCSD (FE-WRI/WBCSD), medición directa o monitoreo (MD), modelos matemáticos (MM), otros métodos (OM).
6. Especificar el factor de emisión utilizado en la estimación de la emisión reportada. Para el cálculo de CO₂, HCT y COVs, se recomienda utilizar los factores de emisión del AP-42 del documento “Air Chief” de la Environmental Protection Agency de Estado Unidos. Para mayor información consultar: www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html.
7. Indicar los datos relativos a la magnitud de una actividad industrial que produce emisiones y que tiene lugar durante un período determinado, es decir es el dato que relaciona la emisión del contaminante con lo que se hace, produce, consume, utiliza etc. Constituyen ejemplos de datos de la actividad aquellos referidos a la utilización de la energía, la producción de metales, las áreas terrestres, los sistemas de gestión, la utilización de cal y fertilizantes, y la generación de desechos entre otros. Algunos ejemplos son Kg de NO_x emitido por tonelada de gas natural quemado o kg de COVs emitidos por automóvil pintado.
8. Especificar la unidad en que se reportan los datos de actividad.

Tabla N°19. Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua

Punto(s) de uso relacionado(s) con el abastecimiento ²	Fuente de extracción ³	Región hidrológica ⁴	Aprovechamiento anual (m ³)

1. Los establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA), deberán elaborar esta Tabla.
2. Indicar los puntos declarados en el Diagrama de Funcionamiento con uso o consumo de agua relacionado a alguna actividad o equipo de proceso en el establecimiento.
3. Anotar el origen del agua utilizada, indicando cada una de las fuentes de extracción o abastecimiento que dispone el establecimiento: agua comprada a proveedor externo (ACO), acueducto (ACU), red de agua potable (AP), captación pluvial (CAP), escurrimiento (ESC), superficial: río (FS1), superficial: canal natural (FS10), superficial: lago o laguna (FS2), superficial: playa-mar (FS3), superficial: estuario o estero (FS4), superficial: vaso o depósito (FS5), superficial: arroyo (FS6), superficial: manantial (FS7), superficial: humedal o marisma (FS8), superficial: ribera (FS9), parque industrial (IND), presa o represa (PRE), salobre (SO), subterránea: pozo (ST1), subterránea: cenote (ST2). Tratándose de otras fuentes de abastecimiento, integrar la información correspondiente en la Tabla 3.3. de esta Sección.
4. Especificar la región hidrológica de donde proviene el agua aprovechada conforme la Tabla 3.17 del Instructivo para la Elaboración de la COA y el mapa correspondiente de Regiones Hidrológicas.

Tabla N°20. Descarga de aguas residuales

Puntos de generación de aguas residuales ²	Número de descarga ³	Punto de descarga de agua residual ⁴	Origen ⁵	Destino ⁶	Nombre del cuerpo receptor de agua ⁷	Región hidrológica ⁸	Volumen de descarga de agua residual (m ³)	Tipo de descarga ⁹

1. Los establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA), deberán elaborar esta Tabla.
2. Registrar los puntos declarados en el Diagrama de Funcionamiento como generación de aguas residuales.
3. Numerar las descargas de manera consecutiva conforme se registraron en el Diagrama de Funcionamiento y la Tabla Resumen.
4. Seleccionar el punto de la descarga a partir de las opciones declaradas en el Diagrama de Funcionamiento.
5. Especificar el área donde se genera la descarga: (AA) de acondicionamiento de agua para procesos industriales, (AP) agua pluvial; (CM) corrientes mezcladas, (NA) no aplica, (OD) otro especifique, (PP) de proceso productivo, (PS) de proceso y servicios, (SA) de servicios (incluye administración), (SE) de sistemas de enfriamiento, (TA) de tratamiento de aguas residuales, (TA) de tratamiento de aguas residuales, (EPR) evento programado y (ENP) evento no programado. Los eventos programados y no programados se declaran en la Tabla 1.1.2.
6. Indicar el lugar donde la descarga se emite o transfiere conforme la Tabla 3.18 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
7. En caso de descargar a un cuerpo receptor de agua nacional (laguna, río, mar, etc.) proporcionar el nombre del cuerpo.
8. La Región Hidrológica en donde se encuentra el cuerpo receptor de agua nacional que recibe la descarga de agua residual, debe indicarse de acuerdo con la Tabla 4.18 del catálogo de claves y el mapa correspondiente de Regiones Hidrológicas del Instructivo para la Elaboración de la COA.
9. Indicar si la descarga es: emisión (EMI) o transferencia (TRANS).

Tabla N°21. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento

Fuente	Tipo de planta de tratamiento ²	Tipo de operaciones y procesos utilizados en el tratamiento ³	Volumen de agua tratada, reciclada o reusada (m ³)	Uso principal o destino del agua tratada ⁴	Demanda Química de Oxígeno (DQO) ⁵ (mg/l)	Volumen anual utilizado (m ³)
Tratamiento ⁶ Interno ⁷						
Tratamiento Externo						
Reciclaje						
Reúso						

1. Los establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA), deberán elaborar esta Tabla.
2. Indique el tipo de planta de tratamiento de agua conforme la Tabla 3.19 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
3. Indique el tipo de tratamiento de agua conforme la Tabla 3.20 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando sea el caso indicar más de una clave.
4. Anote si el agua tratada se usó para: riego de áreas verdes (RAV), reúso en sanitarios, (RSA), reúso en servicios auxiliares (RAS), reúso en proceso productivo (RPP), venta a empresa filial (VEF), venta a otros (VOT), riego agrícola (RAG), servicios de sanidad (SSA), procesos de enfriamiento (PEN), generación de energía eléctrica (GEE), descarga a bien nacional (DBN), descarga a alcantarillado (DAL), otro especifique: (OTE)
5. Esta información se incluye únicamente cuando se trate de las actividades de tratamiento de agua a que se refiere el artículo 4, fracción V, inciso a) del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) que se reporta en esta columna corresponde al que se mida en el punto de entrada de las aguas residuales al proceso de tratamiento.
6. Reportar en caso de que el agua residual reciba tratamiento dentro del establecimiento.
7. Reportar en caso de que el agua residual sea transferida y el tratamiento se realice fuera del establecimiento.

Tabla N°22. Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales

Número de descarga ²	Volumen de descarga de agua residual (m ³)	Tipo de descarga ³	Parámetro de descarga ⁴	Valor medido ⁵	Unidad ⁶	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año) ⁷

1. Los establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA), deberán elaborar esta Tabla.
2. Anotar el número de descarga registrada en la Tabla 3.2.
3. Indicar si la descarga es: emisión (EMI) o transferencia (TRANS).
4. Es el contaminante presente en la descarga, usualmente corresponde a los parámetros sujetos a medición conforme lo establecen las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso las condiciones particulares de descarga que haya establecido la autoridad competente, del catálogo que se muestra se debe seleccionar el o los que apliquen según la Tabla 3.21, del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando el valor de la información solicitada sea cero o no detectable deberá anotarse el carácter numérico 0 (número cero). Cuando no aplique indicar NA o cuando no exista información disponible indicar ND.
5. Reportar la concentración promedio de los valores medidos de los parámetros en cada descarga. En caso de contar con el permiso de CONAGUA reportar el promedio anual de las concentraciones reportadas en las declaraciones trimestrales que correspondan al periodo anual de reporte.
6. Manifestar las unidades de los valores promedio en las siguientes unidades conforme al contaminante o parámetro medido según la Tabla 3.21 del Instructivo de Elaboración de la COA: miligramos por litro (mg/l), número más probable por 100 mililitros de agua (NMPx100 ml), micro siemens por centímetro (µS/cm), huevo de Helminto por litro (h/l), mililitro por litro (ml/l), grados centígrados (°C), unidades de PH, PCU.
7. Esta cantidad es el producto de la multiplicación de la concentración promedio por el volumen de la descarga (en kg/año), por parámetro, considérese que emisión no es lo mismo que concentración.

Tabla N°23. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos

		Identificación del residuo															Sustancia RETC ⁸ contenida					
		Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)										Generación anual										
Punto(s) de generación ¹	Clave o nombre del residuo ²	C	R	E	T	T	T	T	I	B	Mezcla ⁴	Estado físico ⁵	Cantidad	Unidad ⁶	Año de generación	No. de Registro del Plan de Manejo ⁷	Sustancia RETC ⁸ contenida	El residuo se envió a: ⁹	Cantidad ¹⁰	Número del almacén ¹¹	Tiempo máximo de almacenamiento ¹	característica de almacenamiento

1. Indicar el punto o los puntos donde se generaron los residuos conforme a lo declarado en el Diagrama de Funcionamiento.
2. Anotar la clave de identificación del residuo peligroso de acuerdo a la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA (NOM-052-SEMARNAT-2005); si el residuo no está clasificado en la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA, deberá registrarlo.
3. Registrar las características de peligrosidad del residuo: corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T), toxicidad ambiental (Te), toxicidad aguda (Th), toxicidad crónica (Tt), inflamabilidad (I) o biológico infeccioso (B).
4. Identificar la mezcla de residuos peligrosos de los listados 3 y 4 establecidos en la Tabla 3.22 del Instructivo para la elaboración de la COA (NOM-052-SEMARNAT-2005). La caracterización de peligrosidad de la mezcla de residuos peligrosos se realizará con las propiedades del componente de mayor volumen.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

5. Indicar el estado físico del residuo: gaseoso (gases, vapores, partículas dentro de una corriente gaseosa) (GP), líquido acuoso o solución cuyo solvente sea agua y no tenga presencia de solutos orgánicos (LA), líquido no acuoso o aquella solución cuyo solvente sea orgánico (LN), sólido (S), semisólido (SS), sólido mezclado o estabilizado en un líquido acuoso (S/LA), sólido mezclado o estabilizado en un líquido no acuoso (S/LN).
6. La generación anual se reportará en kg/año o Ton/año.
7. Incorporar el número de registro del Plan de Manejo de residuos peligrosos del establecimiento.
8. Los establecimientos sujetos a reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) conforme lo establecido en el artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia del RETC, deberán indicar si el residuo peligroso contiene alguna sustancia RETC descritas en la NOM- 165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA) y reportar la transferencia de los residuos peligrosos con sustancias RETC en la Tabla 5.2 de este formato.
9. Reportar si el residuo se envió a: almacén de RPs (AL), manejo dentro del establecimiento (MIN), transferencia del RP vía transporte (TRA).
10. Especificar la cantidad de cada uno de los residuos trasladados a los diferentes destinos, no olvidar que la suma de la cantidad asignada a cada destino declarado debe de ser la suma del total de los residuos peligrosos generado (para residuos de años anteriores es necesario especificar el año de generación). Deberá utilizar la misma unidad en la que se reportó la generación del residuo.
11. Indicar el número de almacén declarado en el Diagrama de Funcionamiento del establecimiento.
12. Indicar características del almacenamiento: 1: no techado, intemperie, ventilación natural, iluminación natural; 2: bajo techo, local abierto, ventilación natural, iluminación natural; 3: bajo techo, local abierto, ventilación natural, iluminación a prueba de explosión; 4: bajo techo, local abierto, ventilación forzada, iluminación natural; 5: intemperie, local abierto, ventilación natural, iluminación a prueba de explosión; 6: bajo techo, local cerrado, ventilación natural, iluminación natural; 7: bajo techo, local cerrado, ventilación natural, iluminación a prueba de explosión; 8: bajo techo, local cerrado, ventilación forzada, iluminación natural; 9: bajo techo, local cerrado, ventilación forzada, iluminación a prueba de explosión.
13. Anotar si el tipo de almacenamiento es en bolsa de plástico (BP), bolsas de papel (BPA), cajas o contenedores de cartón (CC), contenedor metálico (CM), contenedor plástico (CP), a granel a la intemperie (GI), a granel bajo techo (GT), tambor metálico (TAM), tanque metálico (TAN), otra forma (OF).
14. Indicar el tiempo que permaneció el residuo peligroso en el almacén (días).

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

15. Anotar la clave correspondiente a la modalidad de manejo realizado al residuo en el establecimiento que lo generó descritas la Tabla 3.24 del Instructivo para la Elaboración de la COA.

16. Indicar si la salida del almacén de residuos peligrosos fue hacia: manejo dentro del establecimiento/manejo interno (MIN), transferencia del RP vía transporte (TRA), considere que la información de transferencia del RP vía transporte se deberá detallar en la Tabla 4.2. de este formato. Así mismo, para dar seguimiento a lo ocurrido con el residuo dentro del establecimiento que lo generó, deberá proporcionar la información sobre el manejo en el establecimiento/manejo interno.

Si la salida del almacén de residuos peligrosos fue hacia manejo dentro del establecimiento/manejo interno, se deberá indicar la cantidad manejada y la modalidad de manejo en la fila "Manejo en el establecimiento"

Si la salida del almacén de residuos peligrosos fue hacia transferencia del RP vía transporte, se deberá indicar la cantidad transferida en la fila "Transferencia (transporte)"

17. Indicar si el manejo en el establecimiento fue: destrucción o eliminación dentro del establecimiento (DESEST), disposición final dentro del establecimiento (DIFEST), transferencia del RP vía transporte (TRA), almacén de residuos peligrosos (AL).

Si la salida de manejo en el establecimiento fue hacia transferencia del RP vía transporte, se deberá indicar la cantidad transferida en la fila "Transferencia (transporte)".

Si la salida de manejo en el establecimiento fue hacia almacén de residuos peligrosos, se deberá indicar la cantidad almacenada y las características del almacén en la fila "Almacén de RPs".

Tabla N°24. Transferencia de residuos peligrosos

Clave /nombre del residuo ¹	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos ²	Modalidad de manejo ³	Cantidad ⁴	Nombre o Razón social	Número de autorización ⁵	Dirección				Destino ⁷
						País	Estado	Municipio	Domicilio ⁶	

1. Registrar la información sobre los residuos reportados como enviados a transferencia/transporte en la Tabla de esta Sección.
2. Indicar hacia donde fueron enviados los residuos que se registraron en la Tabla 4.1 de esta Sección como transferencia del RP vía transporte: cadena de transporte (TRA), centros de acopio (CACO), empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).
3. Especificar la modalidad de manejo conforme la Tabla 3.24 del Instructivo para la Elaboración de la COA, cuando los residuos fueron enviados a una empresa prestadora de servicios de manejo de residuos peligrosos.
4. La cantidad transferida de residuos peligrosos se reportará en las mismas unidades establecidas en la Tabla 4.1 de esta Sección, correspondiente a la generación de residuos peligrosos: kg/año (kilogramos/año) o ton/año (toneladas métricas/año). Consideré que la cantidad que aquí se expresa es la que se transfirió, pudiendo ser la totalidad del residuo de este tipo generado o una cantidad parcial y que debe ser congruente con la información reportada en la Tabla de esta Sección formato y con los movimientos o transferencias previamente declaradas para este residuo, es decir que esta cantidad no sea mayor a la generada.
5. Indicar el número de autorización del transportista, centro de acopio o empresa prestadora de servicios de manejo de residuos peligrosos.
6. Manifestar el domicilio de la empresa de transporte, centro de acopio y prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

7. Indicar el destino del residuo peligroso: transferencia del RP vía transporte (TRA), centros de acopio (CEAC), empresa prestadora de servicios de manejo de residuos (SMAN), destrucción o eliminación (DES), disposición final (DIF). Es importante diferenciar el destino (pudiendo ser un destino intermedio a un establecimiento de reciclaje, coprocesamiento y acopio) con la disposición final (confinamiento).

Si el destino del residuo peligroso que fue transportado es un centro de acopio, se deberá indicar la cantidad recibida por el centro de acopio y la información de la empresa prestadora del servicio en la fila “Centros de acopio”.

Si el destino del residuo peligroso que fue transportado es una empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos, se deberá indicar la cantidad recibida, la modalidad de manejo y la información de la empresa prestadora de servicio como centro de acopio.

Si el destino del residuo peligroso a la salida del centro de acopio es transferencia del RP vía transporte, se deberá indicar la cantidad transportada y la información de la empresa transportadora en la fila “Transporte”.

En caso de que el residuo peligroso haya sido transferido desde una empresa prestadora de servicios de manejo de residuos peligrosos, se deberá indicar como destino “transferencia del RP vía transporte” e indicar la cantidad transferida, así como los datos de la empresa transportista en la fila “Transporte”.

Tabla N°25. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios

	Datos del cliente (generador)		Identificación del residuo													Datos del transportista		Volumen total, manejado		
Actividad de la empresa	Nombre ²	Número de Registro ³	Código de peligrosidad de (CPR) ⁵										Mezcla ⁶	Estado físico ⁷	Cantidad	Nombre o razón social ¹⁰	Número de autorización ¹¹	Porcentaje (%) de eliminación del RP ¹²	Porcentaje (%) de eliminación de la Sustancia RETC ¹³	Nombre y No. de Autorización de la empresa de destino final ¹⁴
			Clave de identificación	C	R	E	T	T	E	T	H	t	I	B						

1. Anotar la clave de la modalidad de manejo y disposición final descrita en la Tabla 3.24 del Instructivo para la Elaboración de la COA.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

2. Especificar el nombre o razón social de la empresa generadora de residuos peligrosos a la que se le está brindado el servicio de manejo de residuos peligrosos.
3. Indicar el Número de Registro Ambiental (NRA) o el Número de Registro como Generador (NRG) de la empresa, en caso de contar con ambos deberá indicar sólo uno de ellos.
4. Anotar la clave de identificación del residuo peligroso de acuerdo a la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA; si no identifica el residuo especifique el nombre del residuo.
5. Indicar las características de peligrosidad del residuo: corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T), toxicidad ambiental (Te), toxicidad aguda (Th), toxicidad crónica (Tt), inflamabilidad (I) o biológico infeccioso (B).
6. Especificar el tipo de mezcla de residuos peligrosos conforme a los listados 3 y 4 establecidos en la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA (NOM-052-SEMARNAT- 2005). La caracterización de peligrosidad de la mezcla de residuos peligrosos se realizará con las propiedades del componente de mayor volumen.
7. Indicar el estado físico del residuo: gaseoso (gases, vapores, partículas dentro de una corriente gaseosa) (GP), líquido acuoso (LA), líquido no acuoso (LN), sólido (S), semisólido (SS), sólido mezclado o estabilizado en un líquido acuoso (S/LA), sólido mezclado o estabilizado en un líquido no acuoso (S/LN).
8. La cantidad manejada de residuos peligrosos se reportará en unidades de masa: kilogramos/año (kg/año) o toneladas métricas/año (ton/año).
9. Las empresas de manejo de residuos peligrosos deberán indicar si el residuo peligroso manejado contiene alguna sustancia RETC descritas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 (Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA) e informar sobre manejo y/o disposición final de los residuos peligrosos con sustancias RETC en la Tabla 5.3 de este formato.
10. Anote el nombre o razón social de la empresa prestadora de servicios para la recolección y transporte de residuos peligrosos.
11. Indique el número de autorización de la empresa prestadora de servicio para la recolección y transporte de residuos peligrosos, otorgada por la SEMARNAT.
12. Registrar el porcentaje (%) de eliminación del residuo peligroso manejado. Si el residuo es completamente destruido o reaprovechado, entonces el

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

porcentaje (%) de eficiencia de eliminación es de 100.

13. Indicar el porcentaje (%) de eliminación de la Sustancia RETC presente en el RP manejado. Si la sustancia RETC es completamente eliminada del residuo peligroso, entonces el porcentaje (%) de eficiencia de eliminación es de 100.

14. En el caso de que los residuos peligrosos sean enviados a una empresa de destino final (tratamiento, coprocesamiento, destrucción por incineración o disposición final), se debe de indicar el nombre y número de autorización otorgado por SEMARNAT a dicha empresa.

Tabla N°26. Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos

Residuos peligrosos (incluyendo los considerados como subproductos), registrados en el Plan de Manejo ¹	Actividades implementadas ²	Descripción de la actividad ³	Metas ⁴	Indicador ⁵	Avance de metas ⁶	Atendida ⁷ (SI/NO)	Justificación ⁸

1. Registrar la clave del residuo peligroso conforme la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA (NOM-052-SEMARNAT-2005) o en su caso los subproductos registrados en la Tabla 1.3 de este formato.
2. Especificar las actividades que se realizaron durante el año para cumplir con el Plan de Manejo: recomendación, actividad de minimización, actividad de valorización.
3. Describir las actividades realizadas para el cumplimiento a los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos.
4. Especificar las metas propuestas para la actividad establecida.
5. Anotar el indicador establecido para evaluar y realizar el seguimiento a la meta, por ejemplo: minimización del residuo tóxico, reducción del número de envases, latas, contenedores, toneladas de desechos etc., con respecto a la generación del año anterior.
6. Indicar el grado de avance (porcentaje o cantidad) del cumplimiento de las metas establecidas, en cuanto a la atención de la recomendación o en la ejecución de la actividad de valorización o minimización descrita.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

7. Indicar si la actividad o recomendación fue atendida o realizada en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.
8. Describir si se realizaron acciones diferentes a las recomendaciones establecidas por la autoridad o si las actividades de minimización o valorización no se realizaron en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado a SEMARNAT.

Tabla N°27. Tratamiento de suelos contaminados

Responsable de la contaminación		Ubicación del sitio contaminado ³		Modalidad del tratamiento ⁴	Clave del suelo a tratar ⁵	Tipos de tratamiento ⁶	Suelo tratado ⁷			Datos del transportista ⁸		Datos del destino final ⁹	
Nombre ¹	Número de Autorización ²	Estado	Municipio	En el sitio, a un lado del sitio, fuera del sitio			Superficie en m ²	Volumen en m ³	Peso (ton)	Nombre	Número de autorización	Nombre	Número de autorización

1. Indicar el nombre del responsable de haber contaminado el suelo que se trató, el cual será alguna de las personas señaladas en los artículos 68, 69 y 70 de la LGPGIR, según sea el caso, a quienes la SEMARNAT les autoriza la propuesta de remediación contenida en el programa de remediación correspondiente.
2. Anotar el Número de Oficio en el cual la unidad administrativa competente de la SEMARNAT autoriza la propuesta de remediación contenida en el programa de remediación correspondiente.
3. Registrar el estado y el municipio, en los que se encuentra ubicado el sitio contaminado.
4. Especificar el lugar de tratamiento del suelo contaminado: en el sitio (SITIO), a un lado del sitio (LADO), fuera del sitio (FUERA).
5. Anotar la clave de identificación del tipo de suelo o material semejante al suelo a tratar, conforme a la Tabla 3.25 del catálogo de claves del Instructivo para la elaboración de la COA.
6. Indicar el tipo de tratamiento para suelos contaminados de acuerdo a lo señalado en la Tabla 3.26 del Instructivo para la elaboración de la COA según

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

corresponda.

7. Especificar el área del suelo tratado en metros cuadrados (m²) el volumen del suelo tratado en metros cúbicos (m³) y la masa del suelo tratado en toneladas métricas.
8. Indicar el nombre y número de autorización del transportista que hizo el traslado del suelo a tratar.
9. Registrar el nombre y número de autorización de la empresa de manejo de residuos peligrosos donde se trasladaron los suelos contaminados para su destino final (tratamiento o disposición final).

Tabla N°28. Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento

Actividad Sustantiva		Nombre del material que contiene la sustancia ¹	Clave de la modalidad ²	Sustancias RETC contenidas			Cantidad anual ⁶	Unidad ⁷
				Nombre de la sustancia ³	Clave o No. CAS ⁴	% peso de la sustancia ⁵		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo⁸							
	Uso indirecto⁹							
Sustancias producidas¹⁰								
Otros usos¹¹								

1. Indicar el nombre general del insumo o material que contenga alguna o varias de las sustancias RETC establecidas en la Tabla 3.23 NOM-165-SEMARNAT-2013 del instructivo para la Elaboración de la COA.
2. Registrar la o las modalidades de uso que apliquen para el material que contiene sustancias RETC, descritas en la Tabla 3.23 del instructivo para la Elaboración de la COA (NOM- 165-SEMARNAT-2013), conforme la actividad sustantiva (ver notas 8, 9, 10 y 11).
3. Registrar la o las sustancias RETC que contiene descritas en la Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA (NOM-165-SEMARNAT-2013).
4. Incorporar la o las claves o No. CAS de la o las sustancias RETC que contiene según la Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA (NOM-165-SEMARNAT-2013). Cuando no se tenga clave indicar S/C.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

5. Indicar el porcentaje en peso que la sustancia RETC representa respecto al peso total del material que la contiene, para una sustancia pura el % en peso es 100, si existen varias sustancias RETC en un solo material, cuidar que la suma de porcentajes de cada una no sume más del 100%. Recuerde que esta información debe ser congruente con la capturada en otras Tablas de la COA, como la Tabla1.2 y Tabla1.3 de este formato que es en donde se ingresan materias primas, insumos y productos.
6. Cantidad anual de la sustancia pura o contenida en el insumo, producto o material declarado.
7. La cantidad anual se reportará en unidades de masa: kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), gramos (g).
8. Sustancias usadas en proceso de manera directa: es un componente de la materia prima (CM), se importa y se usa como materia prima (IM), es una materia prima pura (MP), es un reactivo (RE) y otro, especifique (OT).
9. Sustancias usadas en proceso de manera indirecta; buffer (BU), catalizador (CA), desengrasante (DE), limpiador (LM), lubricante (LU), refrigerante (RF), solvente (SO), para tratamiento de residuos (TR) y otro especifique (OT).
10. Sustancias producidas: si es una impureza en el producto o subproducto (IM), producción principal del establecimiento (PP), es un subproducto (SP), si se usa y se procesa en el sitio (UP), se vende o se distribuye (VD) y otro, especifique (OT).
11. Otros usos: se utiliza en las actividades de empaquetado (EM), la sustancias o materia que la contiene sólo se envasa para su venta y/o distribución (EV), se importa para su venta directa (IV), se utiliza en los servicios auxiliares (SA) y otro, especifique (OT).

Tabla N°29. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programado

Tipo de Operación ¹	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC ²			Área de generación ³	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación ⁵	Versión ⁶	Factor ⁷	Unidades del factor ⁸	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad ⁴					Nombre ⁹	Número de autorización ¹⁰	Modalidad de manejo ¹¹	País	Domicilio
	Aire ¹³															
	Agua ¹⁴															
	Suelo ¹⁵															
	Reutilización ¹⁷															
	Reciclado ¹⁸															
	Coprocesamiento ¹⁹															

Continuación de la Tabla N°29. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programado

Tipo de Operación ¹	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC ²			Área de generación ³	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación ⁵	Versión ⁶	Factor ⁷	Unidades del factor ⁸	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad ⁴					Nombre ⁹	Número de autorización ¹⁰	Modalidad de manejo ¹¹	País	Domicilio
	Tratamiento ²⁰															
	Incineración ²¹															
	Disposición final ²²															
	Alcantarillado ²³															
	Otros (especificar)															
E	Aire ¹³															
	Agua ¹⁴															
	Suelo ¹⁵															

Continuación de la Tabla N°29. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programado

Tipo de Operación ¹	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC ²			Área de generación ³	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación ⁵	Versión ⁶	Factor ⁷	Unidades del factor ⁸	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene	Nombre de la	Clave o No.		Cantidad	Unidad ⁴					Nombre ⁹	Número de autorización ¹⁰	Modalidad de manejo ¹¹	País	Domicilio
	Reutilización ¹⁷															
	Reciclado ¹⁸															
	Coprocesamiento ¹⁹															
	Tratamiento ²⁰															
	Incineración ²¹															
	Disposición final ²²															
	Alcantarillado ²³															

Continuación de la Tabla N°29. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programado

Tipo de Operación ¹	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC ²			Área de generación ³	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación ⁵	Versión ⁶	Factor ⁷	Unidades del factor ⁸	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene	Nombre de la	Clave o No.		Cantidad	Unidad ⁴					Nombre ⁹	Número de autorización ¹⁰	Modalidad de manejo ¹¹	País	Domicilio
	Otros (especificar)															

1. Especifique si la emisión o transferencia de sustancias RETC fue generada por la operación normal o por un evento programado o no programado.
2. Indicar el nombre general del material o corriente que contenga alguna o varias de las sustancias RETC establecidas en la Tabla 3.23 NOM-165-SEMARN-2013 del Instructivo para la Elaboración de la COA. En caso de tratarse de sustancia pura indicar NA y colocar el nombre de la sustancia pura en la columna correspondiente. Especifique el o los nombres o la o las claves o No. CAS de las sustancias RETCs presentes en el material o corriente emitida o transferida de acuerdo a la NOM-165-SEMARNAT-2013, Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando no se tenga clave indicar S/C.
3. Indicar si la sustancia fue generada en el área de: almacenamiento de insumos, (AMP), descarga del producto (DES), mantenimiento (MN), durante el proceso productivo (PP), almacenamiento del producto (PR), servicios auxiliares (SAX), área de transporte de insumos (TI), transporte del producto (TP), evento programado (EPR), evento no programado (ENP), otros, especifique (OA). Los eventos programados y no programados se declaran en la Tabla 1.1.2.
4. La emisión o transferencia anual de la sustancia se reporta en unidades de masa: kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), gramos (g).
5. Anotar si el método que empleó para obtener la cantidad total anual emitida o transferida fue: balance de materiales (BM), cálculos de ingeniería (CI), datos históricos (DH), factores de emisión (FE), AP 42, compilado de Factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42), Emisión Factors Gas Fired Boilers, Oregon Department of Environmental Qual (FE-GFB), Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (FE-IPCC), Técnicas de Estimación de Emisiones (EET), National Pollutant Inventory-NPI (FE-NPI), Emission Quantification Techniques (WRAP), Fugitive Dust Handbook (FE-WRAP), herramienta de cálculo de la Iniciativa del Protocolo de GEI-WRI/WBCSD (FE-WRI/WBCSD), medición directa o monitoreo (MD), modelos matemáticos (MM), otros métodos (OM). Deberá conservar las memorias de cálculo, así como la documentación técnica relacionada para mostrarla en

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

caso de que ésta sea requerida por SEMARNAT o PROFEPA.

6. Indicar la versión del factor de emisión empleado para el cálculo de emisiones al aire.
7. Especificar el número o valor del factor de emisión empleado.
8. Indicar las unidades del factor de emisión empleadas.
9. Anote el nombre del establecimiento a donde fueron transferidas las sustancias RETC.
10. Especificar el número de autorización e Institución que otorgó la autorización de la empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos o aguas residuales, o tratamiento de suelos y mantos acuíferos. Cuando no aplique indicar NA y en caso de tener disponible este dato indicar ND y establecerá las razones en el espacio de "Observaciones y Aclaraciones" de este formato.
11. Anote la clave de los procesos típicos de reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, incineración y disposición final de residuos peligrosos, descrita en la Tabla 3.24 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
12. Emisión: sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo y/o subsuelo.
13. Reportar las emisiones al aire de sustancias RETC que no se hayan reportado en la Sección II.
14. Incorporar las emisiones de sustancias RETC en descargas residuales a cuerpos receptores que sean aguas o bienes nacionales, que no se hayan reportado en la Sección III.
15. Reportar las emisiones de sustancias al suelo, por ejemplo: infiltración al subsuelo de agua proveniente de procesos de tratamiento de agua en el establecimiento, riego de áreas verdes, inyección subterránea en sitio, derrames, etc.
16. Transferencia: traslado de sustancias sujetas a reporte a un sitio que se encuentra físicamente separado del establecimiento que generó el residuo o las aguas residuales que las contienen con finalidades de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento o confinamiento.
17. Transferencia de una Sustancia RETC en un residuo peligroso o descarga de agua para su reutilización fuera del establecimiento sin que medie un proceso de transformación.
18. Sustancia RETC transferida en un residuo peligroso o descarga de agua fuera del establecimiento para su reciclado a través de una transformación con la finalidad de emplearse nuevamente con fines productivos.
19. Transferencia de una sustancia RETC en un residuo peligroso fuera del establecimiento para su coprocesamiento o la realización de una integración ambientalmente segura.
20. Sustancia RETC transferida en un residuo peligroso para su tratamiento fuera del establecimiento por procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos, se reduce su volumen y peligrosidad.
21. Transferencia de una sustancia RETC en un residuo peligroso fuera del establecimiento para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso mediante oxidación térmica. Incluye la pirolisis, la gasificación y plasma, sólo cuando

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

los subproductos de combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

22. Transferencia de una sustancia RETC en un residuo peligroso para su disposición final en instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente.

23. Transferencia de una sustancia RETC en descargas de agua al alcantarillado para su tratamiento fuera del establecimiento.

Tabla N°30. Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC

Sustancias contenidas en	No. de autorización de la empresa prestadora de servicios ¹	Identificación del generador ²		Tipo de residuo/descarga ³	Identificación de sustancias listadas		Cantidad anual recibida	
		Nombre	Número de registro		Nombre ⁴	% en peso de la sustancia ⁵	Cantidad ⁶	Unidad ⁷
Residuos peligrosos								
Aguas residuales								

1. Registrar el número de autorización para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos otorgado por la SEMARNAT o para el tratamiento de aguas residuales otorgado por el organismo regulador. En caso de no contar con este dato indicar las razones en el espacio de "Observaciones y aclaraciones" de este formato.
2. Anotar el nombre o razón social y el Número de Registro Ambiental (NRA) o el Número de Generador de Residuos Peligrosos (NRG) del generador de residuos peligrosos o de la descarga de quien se recibe la sustancia contaminante que se reporta. Si más de un generador entrega una misma sustancia se deberán emplear tantos renglones como diferentes generadores existan, repitiendo en cada uno el nombre de la sustancia. Si se desconoce este dato, anotar la razón social del establecimiento que generó el residuo entregado y su ubicación (estado, municipio y en dado caso el país).
3. Seleccionar la clave de identificación del residuo peligroso de acuerdo a la Tabla 3.22 del Instructivo para la Elaboración de la COA. En la opción "otros",

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

deberá indicar el nombre del residuo peligroso. En caso de descargas de aguas residuales, seleccionar el o los tipos que sean necesarios según la Tabla 3.18 del Instructivo para la COA, recuerde que la información debe ser congruente con la manifestada en la Tabla 4.3 de la COA.

4. Seleccionar el nombre de la sustancia RETC de acuerdo a la NOM-165-SEMARNAT-2013, Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA.
5. Manifestar en porcentaje (0 a 100) respecto al total del peso de los residuos peligrosos que corresponde a cada una de las sustancias RETC.
6. Indicar la cantidad total anual recibida para reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, incineración y disposición final. Si la sustancia que se reporta se recibe en diferentes entregas provenientes de un mismo generador, sumar todas las entregas y reportar sólo el gran total anual para cada categoría antes mencionada. Para cada generador deberá emplearse un renglón de reporte diferente. Recuerde que la modalidad de tratamiento de residuos que se capturó para cada residuo en la Tabla 4.3 está relacionada directamente con los totales aquí señalados (reciclado, coprocesamiento etc.).
7. La cantidad anual recibida se reportará en masa: kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), gramos (g).

Tabla N°31. Acciones de prevención realizadas en la fuente

Punto del diagrama en el que se realizó la acción de prevención ¹	Aspecto en el que impactó la acción ²	Material o residuo objetivo de la acción ³	Identificación de sustancias listadas ⁴		Nivel original de la emisión, descarga o transferencia ⁵	Unidad de medida del nivel original ⁶	Acción preventiva realizada ⁷	Temporalidad ⁸	Nivel alcanzado ⁹	Unidad de medida del nivel alcanzado ¹⁰	Resultado alcanzado en el proceso ¹¹
			Nombre	Clave o No. CAS							

1. Indique el punto del diagrama de funcionamiento en el cual implementó la acción. Si realizó acciones preventivas en más de un punto proporcionar información por cada punto.
2. Señale si la acción realizada impactó sobre los niveles de: emisión de contaminantes al aire (EAI), emisión de contaminantes al agua (EAG), emisión de

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

contaminantes al suelo (ES), emisión de contaminantes al subsuelo (ESS), transferencia de contaminantes al agua (TA), transferencia de residuos peligrosos (TRP).

3. Especifique el material o residuo hacia el cual se aplicó la acción preventiva: residuo (RES), insumo (IN), combustible (COM), energía (ENE), producto (PRO), subproducto (SPR), corriente de proceso (CPR), aguas residuales (AR), otros especifiquen (OES).
4. Especifique el o los nombres y la o las claves o No. CAS de las sustancias RETC presentes en el material o corriente emitida o transferida de acuerdo a la NOM-165-SEMARNAT- 2013, Tabla 3.23 del Instructivo para la Elaboración de la COA. Cuando no se tenga clave indicar S/C.
5. Indicar el valor original de la emisión, descarga o transferencia el cual corresponde a la cantidad emitida o transferida en el año inmediato anterior al año de reporte.
6. Los valores que correspondan al nivel original de la emisión, descarga o transferencia objeto de la acción preventiva expresados en: gramos (g), kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), metros cúbicos (m³), piezas (pza), mega Joules (MJ), kilowatt hora (KWhr), partes por millón (ppm), mega Joules/hora (MJ/h), por ciento en mol (% mol), otra unidad (Otra).
7. Especifique la acción realizada en el año inmediato anterior: Reducción (RED), Reutilización (REU), Reciclaje (REC), Obtención de energía (OE), Tratamiento (TRA), Control (CO), Disposición final (DF); cambios en la transferencia para tratamiento o disposición final (CDF), cambios en el nivel de la producción (CNP), cambios en el tratamiento dentro del establecimiento (CTI), cambios en la transferencia para reutilización o reciclado (CTR); se dejó de reportar una sustancia porque no se utiliza o produce más (DRS), sustitución de insumos o materia prima (SI), reconversión de tecnologías (RT) u Otras.
8. Señale el tiempo en que duró la acción dentro de su proceso: Temporal o Definitiva. Si la aplica durante determinada periodicidad especificar el número promedio de días durante el mes y el número de meses al año en que se aplicó la acción.
9. Indicar el valor alcanzado después de implementar la acción preventiva. En caso de que haya reportado más de una acción preventiva, incluya sólo el valor alcanzado que corresponda a la suma de todas las acciones.
10. Los valores que correspondan al nivel alcanzado en emisión, descarga o transferencia después de aplicar la acción preventiva expresados en: gramos (g), kilogramos (kg), toneladas métricas (ton), metros cúbicos (m³), piezas (pza), mega Joules (MJ), kilowatt hora (KWhr), partes por millón (ppm), mega

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

Joules/hora (MJ/h), por ciento en mol (% mol), otra unidad (Otra).

11. Especifique el resultado obtenido por emisión descarga o transferencia derivada de la aplicación de la acción preventiva: disminución de la emisión al aire (DEAR), disminución de la emisión al agua (DEAG), disminución de la emisión al suelo (DES), disminución de la emisión al subsuelo (DESS), disminución de la transferencia al agua (DTA), disminución de la generación y/o transferencia de residuos (DGTR), otros, especifique (Otros).

Tabla N°32. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero

	Bióxido de carbono (CO2)	Metano (CH4)	Óxido nítrico (N2O)	Carbono negro u hollín (CN)	Clorofluorocarbonos ⁹ (CFC)	Hidroclorofluorocarbonos ¹⁰ (HFC)	Perfluorocarbonos ¹¹ (PFC)	Hexafluoruro de azufre ¹² (SF6)	Trifluoruro de nitrógeno ¹³ (NF3)	Hidrofluorocarbonos ¹⁴ (HFC)	Éteres halogenados ¹⁵ (EH)	Halocarbono ¹⁶ (XC)									
1. Emisiones directas (t) ¹																					
a. Emisiones directas provenientes de combustión en fuentes fijas																					
b. Emisiones directas provenientes de fuentes móviles ²																					
c. Emisiones directas provenientes de procesos industriales o actividades comerciales y de servicios ³																					
d. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energía ⁴																					
e. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias ⁵																					
2. Emisiones Indirectas (t CO2e)																					
a. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica ⁶																					
b. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía térmica ⁷																					
Total, de emisiones (tCO2e) ⁸																					

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

1. Se deberán registrar las emisiones directas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero provenientes de procesos de combustión en Fuentes Fijas, entendidas éstas conforme al artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones como aquellas fuentes con ubicación física permanente en un sitio determinado. Las emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero resultantes se deberán expresar en toneladas (t).
2. Deberán registrar las emisiones directas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero provenientes de fuentes móviles, entendiendo por tales, conforme al artículo 2, fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, aquella maquinaria o equipo que, sin constituir una instalación con ubicación física permanente, genera Gases o Compuestos de Efecto Invernadero por la operación de motores de combustión interna. En esta definición se incluye todo tipo de vehículos o maquinaria, no adherida a instalaciones fijas, que operen con motores de combustión sin importar el tipo de combustible que se emplee en éstas, especificando las emisiones de bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, expresándolas en toneladas (t). No se considerarán Fuentes Móviles arrendadas aquéllas que pertenezcan a terceros que presten servicios de transporte al Establecimiento Sujeto a Reporte.
3. Se deberán registrar las emisiones directas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero provenientes de los procesos de producción que ocurran en las fuentes fijas, exceptuando las de procesos de combustión, fugitivas y actividades agropecuarias, entendido por fuente fija conforme al artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, aquella con ubicación física permanente en un sitio determinado que en su operación o desarrollo de su actividad emite Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, esta definición incluye aquellos sitios o instalaciones en donde se desarrollan actividades industriales, comerciales, de servicios, forestales; rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales, especificando las emisiones de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, carbono negro u hollín, clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, hidrofluorocarbonos y halocarbono; estimadas, calculadas o medidas de acuerdo a la metodología que resulte aplicable conforme se establezca en el Acuerdo correspondiente o en su caso, con aquellas aprobadas, para los procesos que ejecuten en el establecimiento, expresándolas en toneladas (t) del gas o compuesto, agrupados conforme se señala en el artículo 5 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. Las mezclas que se señalan en el artículo antes especificado deberán desglosarse conforme los compuestos que los forman, respetando la proporción existente en la mezcla.
4. El Establecimiento Sujeto a Reporte perteneciente al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos, del Sector Energía, de conformidad con las convenciones establecidas en las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de 2006 para los inventarios

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

nacionales de gases de efecto invernadero, deberán segregar de sus emisiones directas, las correspondientes a las fugitivas y expresarlas en toneladas (t)

5. El Establecimiento Sujeto a Reporte perteneciente al Subsector Ganadería, deberá reportar las emisiones directas, provenientes de las actividades pecuarias. Las emisiones se deberán expresar en toneladas (t).
6. El Establecimiento Sujeto a Reporte que consuma electricidad, ya sea de la red nacional de suministro perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad o de un proveedor que las produzca utilizando combustible que generen gases o compuestos de efecto invernadero, deberá registrar sus emisiones indirectas, entendido por emisión indirecta conforme al artículo 2, fracción V, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, aquella que se genera fuera del Establecimiento Sujeto a Reporte como consecuencia de su consumo de energía eléctrica. Las emisiones se deberán expresar en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).
7. El Establecimiento Sujeto a Reporte que consuma vapor o alguna forma de energía térmica, de origen diferente a la geotérmica, deberá registrar sus emisiones indirectas, entendido por emisión indirecta conforme al artículo 2, fracción V, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, aquella que se genera fuera del Establecimiento Sujeto a Reporte como consecuencia de su consumo de energía térmica. Las emisiones se deberán expresar en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).
8. El Establecimiento Sujeto a Reporte deberá registrar la sumatoria de las emisiones por Gas o Compuesto de Efecto Invernadero o bien, por familia en el caso de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y halocarbono, conforme se agrupan en el Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento, empleando los potenciales que en este se establecen. Las emisiones se deberán expresar en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).
9. El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme a la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA, consuma, use, produzca o elimine Clorofluorocarbonos deberá reportar la emisión de éstos considerando aquellos que se establecen en el Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento. Las emisiones directas se deberán registrar en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).
10. El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA, consuma, use, produzca o elimine hidroclorofluorocarbonos, deberá reportar la emisión de éstos considerando aquellos que se establecen en el Acuerdo que establece los gases o

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento. Las emisiones directas se deberán registrar en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 11.El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA, consuma, use, produzca o elimine perfluorocarbonos, exceptuando el hexafluoruro de azufre y trifluoruro de nitrógeno que se reportan de forma independiente, deberá reportar la emisión de éstos considerando aquellos que se establecen en el

Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento. Las emisiones directas se deberán registrar en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 12.El Establecimiento Sujeto a Reporte que consuma, use, produzca o elimine hexafluoruro de azufre, deberá reportar las emisiones directas en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 13.El Establecimiento Sujeto a Reporte que consuma, use, produzca o elimine trifluoruro de nitrógeno, deberá reportar las emisiones directas en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 14.El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA, consuma, use, produzca o elimine hidrofluorocarbonos deberá reportar la emisión de éstos considerando aquellos que se establecen en el Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento. Las emisiones directas se deberán registrar en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 15.El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA, consuma, use, produzca o elimine éteres halogenados deberá

reportar la emisión de éstos deberá reportar la emisión de éstos considerando aquellos que se establecen en el Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento. Las emisiones directas se deberán registrar en toneladas (t) y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

- 16.El Establecimiento Sujeto a Reporte que conforme la Tabla 3.2 del Instructivo para la Elaboración de la COA.

4.5 Detección de problemas ambientales

La información que se recabo del proceso de la industria de celulosa y que fue transferida a la COA permitió identificar los cumplimientos y **No conformidades** del desempeño ambiental del centro de trabajo cuando se encuentra en funcionamiento el proceso de producción.

Para la identificación de problemas ambientales se consideraron secciones enfocadas a: 1) emisiones de contaminantes a la atmósfera, 2) descargas de contaminantes en el agua, 3) generación de residuos peligrosos y suelos contaminados. El análisis de las Tablas facilitó la detección de problemas que se ocasionan al medio ambiente:

En la sección de emisión de contaminantes a la atmósfera, se recopiló la información de los elementos que se emiten en el proceso. De igual manera las características de las fuentes que lo generan, de las máquinas, de las chimeneas, ductos de descargas de las emisiones.

En el rubro de descargas de aguas contaminantes se seccionó en: i) fuentes de extracción, ii) aprovechamiento de agua, iii) descarga de agua residual, tratamiento y fuentes de abastecimiento, iv) registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de agua residual.

En lo que corresponde a la generación de residuos peligrosos y suelos contaminados se recabo información de: a) generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, b) transferencia de residuos con características de peligrosidad, c) información de los prestadores de servicio respecto al manejo de residuos peligrosos, d) tratamiento de suelos contaminados, y e) seguimiento a planes de manejo para mejoras continuas.

Capítulo 5. Resultados.

5.1 Selección de la industria

Con base en la metodología descrita en el capítulo cuatro, se eligió la industria de celulosa ya que su proceso de producción implica el manejo de gran cantidad información de sustancias que al sufrir cambios químicos impactan negativamente al ser transferidos al ambiente y por lo tanto su análisis y transferencia al formato de la Cédula de Operación Anual se obtuvo información vital y permitió proponer medidas de control que beneficien al ambiente y a la población.

La Tabla 33 muestra la información general de la empresa, con lo cual se identificaron los registros, licencias, permisos que la empresa tiene con las dependencias ambientales y validar que exista el cumplimiento con las autoridades correspondientes.

La información que a continuación se mostrará en las correspondientes son datos propuestos de la industria de celulosa, respetando la confidencialidad de esta industria en su proceso de producción. De igual manera la información se complementó con datos obtenidos de estudios realizados por laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) de la empresa en estudio, estos resultados fungieron como base para realizar estimaciones y cálculos relacionados con las secciones de emisiones atmosféricas, descargas de agua residual y generación de contaminantes.

De igual forma se obtuvo información a través de la búsqueda bibliográfica mediante fuentes confiables de investigación para la obtención de datos históricos mencionados en las Tablas.

Tabla N°33. Información general del centro de trabajo

Para elaborarse por el establecimiento industrial		
1) Nombre o razón social vigente de la empresa: empresa de ejemplo papel		
2) Nombre comercial del establecimiento: empresa de ejemplo		Número de Registro Ambiental (NRA) ¹ : epcya1408912
3) Datos del último cambio de nombre o razón social Nombre anterior: n/a Fecha de cambio: día n/a mes n/a/año n/a nra anterior: n/a		
4) Registro Único de Personas Acreditadas (RUPA) ²		
5) Principal actividad económica del establecimiento: fabricación de pulpa, papel y cartón		Clave del sistema de clasificación industrial de américa del norte (SCIÁN): 322
No. de Licencia Ambiental Única <u>22/ce-190/12/2022</u> o no. de Licencia de funcionamiento n/a		
7) Otras autorizaciones n/a		
Aprovechamiento de aguas nacionales: ⁴		
Número de autorización (en concesión o asignación)	Dependencia emisora	Volumen de aprovechamiento de aguas nacionales autorizado (concesión o asignación) (m ³)
Descarga de aguas residuales: ⁵		
Número de permiso: <u>22/ce-190/12/2022</u>	Dependencia emisora: SIAPA	Volumen de descarga de aguas residuales (permiso) (m ³): 9000 m ³
Generación de residuos peligrosos: ⁶		
Número de registro de generador: <u>22/ce-190/12/2022</u> Manejo de residuos peligrosos: ⁷ 14/34tr/iih Autorización para la prestación de servicios en materia de residuos peligrosos		
Número	Tipo de servicio autorizado	
8) Nombre y firma del(los) representante(s) legal(es) o persona física obligada ⁸ <i>Ricardo Téllez Licona</i> CURP del(los) representante(s) legal(es) o persona física obligada TELR960125XHXC05 ----- Teléfono(s): 7225290257 Correo(s) electrónico(s): <u>a.ambientalejemplo@hotmail.com</u>		

Continuación de la Tabla N°33. Información general del centro de trabajo

Bajo protesta de decir verdad declaro que la información contenida en este formato y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por la SEMARNAT cuando sea requerida, que en caso de falsedad podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes.				
A efecto de que la entrega de la información presentada a la Secretaría sea aceptada ésta deberá contar con la firma autógrafa del representante legal o la firma electrónica del establecimiento sujeto a reporte, de acuerdo a los artículos 15 y 16 del reglamento de la LGEEPA en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes y al artículo 13 del reglamento de la ley general de cambio climático en materia de registro nacional de emisiones.				
¿Autoriza que la información contenida en el presente formato se entregada al INEGI con fines estadísticos? firme en el espacio de su elección. si _____ Si excepto la contenida en (describa) no _____ x _____				
Domicilio del establecimiento				
Calle (nombre de vialidad): loma del paraíso número exterior: 19 número interior: colonia: santa cruz de las flores Código postal: 45640 nombre de la localidad: Buenavista nombre del municipio o delegación: Tlajomulco nombre de la entidad: Guadalajara teléfono(s): 7225290257 correo(s) electrónico: empresadeejemplo@hotmail.com Para uso exclusivo de SEMARNAT: tipo de vialidad: calle tipo de asentamiento humano: colonia nombre del asentamiento humano: santa cruz de las flores				
10) Domicilio y otros medios para oír y recibir notificaciones (sólo en caso de ser diferente al del establecimiento) calle (nombre de vialidad) número exterior número interior colonia código postal nombre de la localidad nombre del municipio o delegación nombre del estado o del distrito federal Teléfono(s): Correo(s) electrónico: Para uso exclusivo de SEMARNAT: tipo de vialidad..... tipo de asentamiento humano..... nombre del asentamiento humano.....				
11) Ubicación geográfica				
Coordenadas geográficas:				
Latitud norte: n/a	grados n/a	minutos n/a	segundos_n/a	(no aplica debido a que la empresa de ejemplo no existe físicamente)
Longitud oeste: n/a	grados n/a	minutos n/a	segundos_n/a	(no aplica debido a que la empresa de ejemplo no existe físicamente)
Altura en metros sobre el nivel del mar 0 Universal Transversal de Mercator (UTM) x _____ y _____ zona UTM _____ datum _____				

Continuación de la Tabla N°33. Información general del centro de trabajo

12) Personal Número total de empleados administrativos: <u>10</u>	Número total de obreros en planta: <u>80</u>	Número de empleados para el cuidado del ambiente (empleados verdes) <u>1</u> Actividad realizada por el empleado verde ¹⁰ investigación, desarrollo y propuestas de mejora para reducir las emisiones al aire, agua y suelo
13) Indique el tipo de operación que tuvo el establecimiento ¹¹ Operó el año completo (x) opero parcialmente () sólo actividades de mantenimiento () operó de forma intermitente () no operó ()	En caso de no haber operado el año completo, indique período de actividades: fecha inicial: ____ fecha final: ____	14) Horas y semanas de trabajo en planta (actividad principal) horas de trabajo en planta: <u>2496</u> semanas de trabajo en planta: <u>52</u>
15) Fecha de inicio de operación de la planta: día <u>01</u> mes <u>04</u> año <u>2020</u>	16) Participación de capital ¹² : Sólo nacional (x) mayoría nacional () mayoría extranjero () sólo extranjero ()	
17) Nombre de la cámara o asociación a la que pertenece: ¹³ _____ Número de registro de la cámara o asociación: _____		
18) Datos de la compañía matriz o corporativo Nombre: _____ Ubicación: país _____ estado _____ o _____ provincia _____ Número dun and bradstreet _____	19) Número dun and bradstreet del establecimiento. sólo en caso de contar con este número ¹⁴ .	
20) Nombre de las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacén mercancías o sitios (solo para sectores de transporte, agropecuario, residuos y comercio y servicios) que reportan compuestos y gases de efecto invernadero y que incluyen en el reporte consolidado ¹⁵		
21) Anexar el dictamen de verificación conforme al artículo 16 del reglamento de la ley general de cambio climático en materia el registro nacional de emisiones.		

En la Tabla No. 34 se muestra la simbología utilizada para posteriormente realizar el diagrama del proceso de producción, cabe señalar que esta es acorde a lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Tabla N°34. Simbología

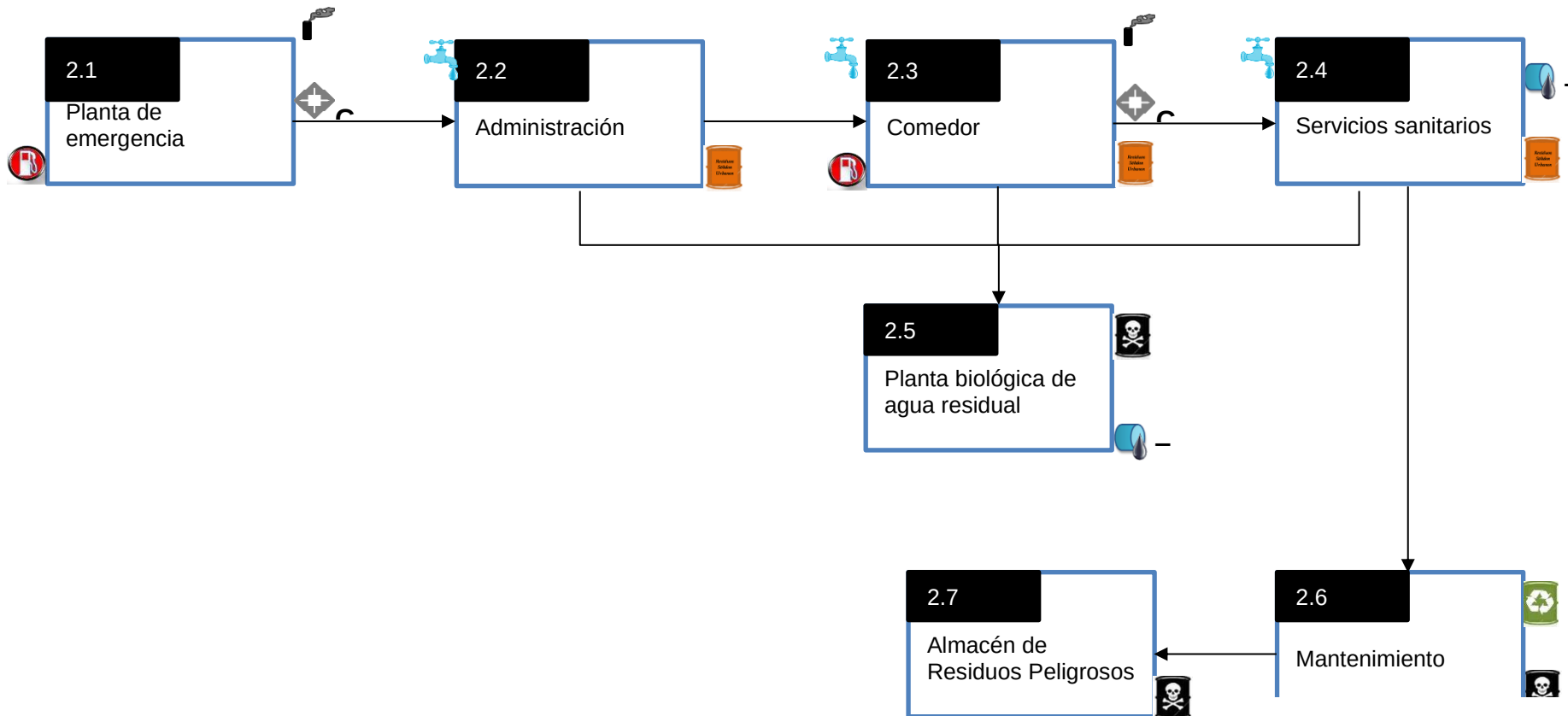
Simbología de la figura N.º 5 y 6					
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción	Color de la línea de aprovechamiento	
	Insumos		Generación de contaminantes a la atmósfera		Gris
			Emisión a la atmósfera	No aplica	
			Generación de contaminantes al agua		Azul claro
	Consumo de combustible		Descarga agua residual	No aplica	
			Emisión al suelo	No aplica	
			Generación de residuos peligrosos		Negro
	Uso de agua		Generación de residuos sólidos urbanos		Naranja
			Generación de residuos de manejo especial		Verde
			Aprovechamiento de energía		Rojo
			Eventos	No aplica	

Fuente: SEMARNAT 2015.

5.2 Análisis del proceso con detección de actividades

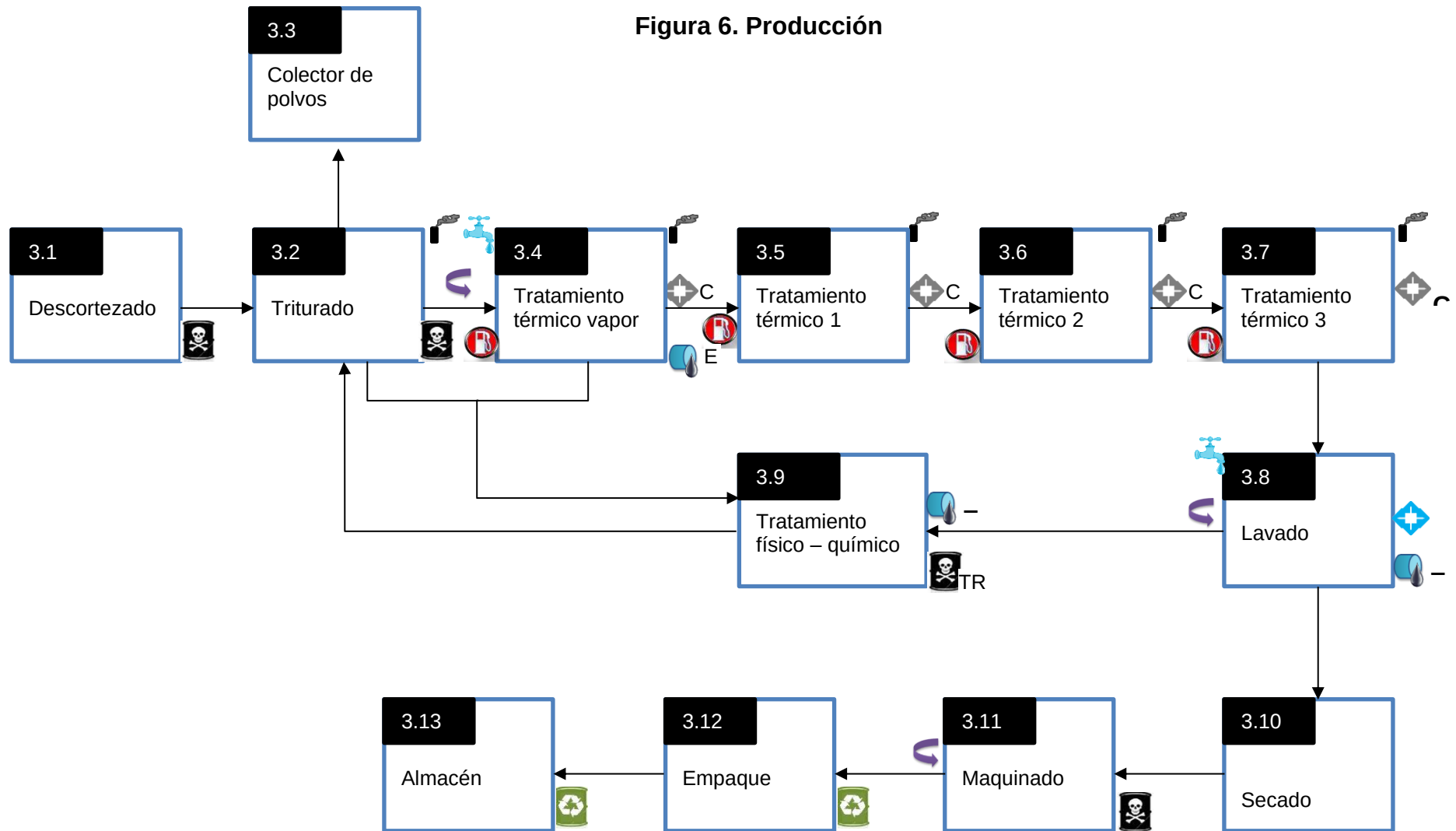
Las figuras 5 y 6 que se muestran, se elaboraron de acuerdo con los servicios generales y proceso de producción que se realiza en el establecimiento. En los cuales se observan los procesos y etapas de elaboración del producto, y en cada fase existe uso de insumos, agua, combustible, emisiones a la atmósfera, descargas de agua o generación de residuos o pérdida de energía.

Figura 5. Servicios generales



Fuente: Propia del autor, 2023

Figura 6. Producción



Fuente: Propia del autor, 2023

5.3 Aplicación de la COA

Es importante hacer mención que el llenado de las tablas en la COA debe de contener los datos reportados de laboratorios acreditados. Por lo que es fundamental que las empresas cumplan con las condicionantes establecidas por la SEMARNAT tanto para descargas de agua, como las emisiones a la atmósfera. Y es importante considerar para cada rubro lo que a continuación (LGEEPA, 2024) enfatiza:

- **Para descargas de agua**

Todas las industrias están sujetas a cumplimiento de condicionantes de la federación, estado, municipio y de manera particular a las principales Normas Oficiales Mexicanas a nivel federal en materia de agua. Y por esta razón las descargas de agua residual deben de ser tratadas mediante una planta tratadora que siguiendo algún método permita eliminar y controlar los parámetros de la calidad de agua antes de verter o depositar en forma continua o intermitente a un cuerpo de agua la descarga, ya que, si no se tiene un tratamiento adecuado esta puede representar un riesgo a la salud humana y el ambiente.

Al momento de analizar el proceso de producción no se tiene la certeza de generación de lodos considerados como peligrosos, es necesario realizar un estudio CRETIB el cual determinará si contiene alguna característica que lo hace peligroso o de lo contrario se deberá de disponer como residuos de manejo especial.

Para el giro de la empresa de esta investigación se aplica el estudio de la NOM 001 la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales al sistema de alcantarillado urbano municipal, ya que estas se generan al realizar el uso de comedor, cocina, áreas comunes etc.

De igual forma la NOM 002 se aplica para establecer los límites permisibles de contaminantes en las descargas de agua residual, con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales.

Una vez que las descargas de agua son tratadas, estas pueden ser reusadas o descargadas a cuerpos de agua o al alcantarillado municipal. Sin embargo, si este tipo de aguas supera los niveles máximos permisibles señalados en las normas mencionadas, se deberá de cambiar el proceso de producción o el método por el cual se está tratando el agua. De no realizarse esta transformación, la federación aplicaría las siguientes sanciones: a) multa, b) clausura temporal o definitiva, total o parcial, c) arresto administrativo, d) decomiso de

instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados, e) suspensión o revocación de concesiones, licencias, permisos o autorizaciones.

- **Para emisión de contaminantes a la atmósfera**

Para esta investigación los instrumentos normativos que se utilizaron oficialmente y se aplicaron a la investigación fueron: a) respecto a las obligaciones ambientales que se deben de cumplir en materia de atmósfera, se encuentran establecidas en los artículos 110, fracción II, 111 bis, 113, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los 10º, 13º, fracciones I y II, 16º fracciones I, II y III, 17º fracciones I al VIII, IX. El 17º BIS inciso B, fracción XII, los 18º y 20º fracciones I, II, III y IV. Del 21º al 27º fracciones I, II y III del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera. La NOM-043-SEMARNAT-1993 que establece los máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas y la NOM-085-SEMARNAT-1994 que establece la contaminación atmosférica fuentes fijas.

En el proceso de producción de papel (celulosa) se usan hornos y tanques generadores de vapor los cuales se alimentan de gas LP o gas natural, los cuales emiten grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera. Siendo el principal el CO₂ considerando también partículas sólidas y partículas suspendidas.

En los tipos de control se consideraron los registros documentales al generar contaminantes descargados a la atmósfera que fueron: a) fuentes emisoras, b) tipo de combustible utilizado, c) identificación y sistemas de seguridad en caso de contingencias, d) certificado de calidad del combustible, e) la conducción o canalización de emisiones a la atmósfera, f) las plataformas y puertos de muestreo, así como las correspondientes acciones físicas que implican el control de estos lineamientos.

De igual manera los documentos que se verificaron en las emisiones atmosféricas fueron: a) la Licencia Ambiental Única, b) Cédula de Operación Anual, c) bitácoras de operación y mantenimiento de los equipos de proceso o control que se encuentran en las instalaciones. Los resultados de las mediciones realizadas se alinearon conforme a los procedimientos señalados en las normas mexicanas NMX-AA-009-SCFI-1993 (atmosférica en fuentes fijas – determinación de flujo de gases en un conducto por medio de tubo Pitot), NMX-AA-010-

SCFI-2001 (fuentes fijas – Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto – Método isocinético) publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 1993.

Sección I. Información técnica general

Esta sección recopiló la información general del proceso de producción, permitió identificar rápidamente los productos y subproducto que realiza la empresa, los insumos que utilizaron, los eventos que se realizaron, el tipo de combustible, la energía eléctrica que se consumió, entre otros datos.

Esta Tabla No. 35 facilitó el acomodo y procesamiento de la información que contienen los diagramas de funcionamiento, esto permitió identificar los insumos, consumo de combustible, uso de agua, generación de contaminantes a la atmósfera, descarga de aguas residuales y generación de residuos en cada etapa del proceso de producción y de los servicios generales que se generaron en la industria durante el año anterior.

Tabla N°35. Resumen

		Entrada de insumo	Consumo de combustible	Uso de agua	Generación de contaminantes a la atmósfera	Generación de aguas residuales	Emisión al aire	Descarga de agua residual	Emisión al suelo	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos sólidos urbanos	Generación de residuos de manejo especial	Perdida de energía	subproductos	Eventos
2.0	Servicios generales														
2.1	Planta de emergencia		X		X		X								
2.2	Administración											RS			
2.3	Comedor		X	X	X	X	X	T				RS			
2.4	Servicios sanitarios			X		X		T				RS			

Continuación de la Tabla N°35. Resumen

		Entrada de insumo	Consumo de combustible	Uso de agua	Generación de contaminantes a la atmósfera	Generación de aguas residuales	Emisión al aire	Descarga de agua residual	Emisión al suelo	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos sólidos urbanos	Generación de residuos de manejo especial	Perdida de energía	subproductos	Eventos
2.5	Planta biológica de agua residual							X		X					
2.6	Mantenimiento									TRA		RS			
2.7	Almacén de Residuos Peligrosos									X					
3.0	Producción														
3.1	Descortezado									X					
3.2	Triturado						X			X					
3.3	Colector de polvos														
3.4	Tratamiento térmico Vapor	X	X	X			X	X							
3.5	Tratamiento térmico 1		X		X		X								
3.6	Tratamiento térmico 2		X		X		X								

Continuación de la Tabla N°35. Resumen

		Entrada de insumo	Consumo de combustible	Uso de agua	Generación de contaminantes a la atmósfera	Generación de aguas residuales	Emisión al aire	Descarga de agua residual	Emisión al suelo	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos sólidos urbanos	Generación de residuos de manejo especial	Perdida de energía	subproductos	Eventos
3.7	Tratamiento térmico 3		X		X		X								
3.8	Lavado	X		X				X							
3.9	Tratamiento físicoquímico							X		X					
3.10	Secado														
3.11	Maquinado	X								X					
3.12	Empaque											RS			
3.13	Almacén											RS			

En la Tabla N°35 se pudo identificar que en la empresa consumió combustible por la planta de emergencia, comedor y tratamiento térmico 1,2 y 3, generando emisiones al aire y provocando emisión de contaminantes a la atmósfera. También utilizó agua para el comedor, sanitarios, tratamiento con vapor y lavado de producto generando aguas residuales ocasionando descargas de agua, de igual forma existe la generación de residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

Los eventos programados y no programados (Tabla No. 36) son aquellos que se produjeron por consecuencia de mantenimiento, instalación de equipos, retiro de equipos, accidentes, contingencias, fugas, derrames dentro del establecimiento, y emisiones o

transferencia de sustancias RETC, así como liberación de algún contaminante al aire, agua, o suelo, los cuales se deben de registrar si alguno de los eventos está planeado realizar se debe de colocar en evento programado y cuando sucedió algún acontecimiento extraordinario se debe colocar en no programado.

Tabla N°36. Eventos programados y no programados por año

Eventos programados										
Modalidad de evento	Número de evento	Punto de origen del evento	Puntos de afectación en el diagrama de funcionamiento	Tipo del evento	Fecha en la que se suscitó el evento	Duración (hrs)	Causa del evento	Medio afectado	Tipo de afectación	Existen emisiones o transferencias de sustancias RETC derivadas del evento (Si/No)
Programado	1	3.5	Caldera de vapor	CCA	2021	4 H	CAP	(AI)	(EM)	NO
Eventos no programados										
Modalidad de evento	Número de evento	Punto de origen del evento	Puntos de afectación en el diagrama de funcionamiento	Tipo del evento	Fecha en la que se suscitó el evento	Duración (hrs)	Causa del evento	Medio afectado	Tipo de afectación	Existen emisiones o transferencias de sustancias RETC derivadas del evento (Si/No)
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

En la Tabla N°36 el centro de trabajo tuvo un evento programado, el cual consistió en capacitar al personal de trabajo, para ello la empresa utilizó una caldera de vapor y ocasionando la emisión de contaminantes a la atmósfera, en el centro de trabajo no hubo sucesos que no estuvieran contemplados por eso en eventos no programados se colocó N/A.

Cuando exista alguna de las siguientes actividades se debe de llenar según el tipo de evento: mantenimiento, instalación de equipos, retiro de equipos, accidentes, contingencias, fugas o derrames dentro del centro de trabajo y reportar la utilización de sustancias RETC,

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

para este caso no se tuvo una liberación de algún contaminante al aire, agua o suelo por lo que no se produjo alguna descarga residual de agua o de residuos peligrosos.

En la Tabla No. 37 que corresponde a los insumos, que fueron toda aquella materia prima, material primario, material de acondicionamiento y productos que se utilizaron en el establecimiento para la fabricación de la celulosa, esto proporcionó información de que tipo de materiales utilizó la empresa dando una idea del tipo de residuos que se generaron en el proceso productivo.

Tabla N°37. Insumos

Insumos involucrados en:	Punto de consumo	Mezcla (si/no)	Contiene sustancia(s) RETC	Nombre			Clasificación del insumo	Estado físico	Forma de almacenamiento	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	unidad
Proceso productivo	3.11	No	No	Agua bidestilada	Agua bidestilada	7732-18-5	PE	Líquido	Contenedor plástico	3	Metros cúbicos
Proceso productivo	3.11	No	No	Anticongelante	Anticongelante	16518-26-6	PE	Líquido	Contenedor plástico	3	Metros cúbicos
Servicios auxiliares	2.2	Si	No	Limpia vidrios y superficies	Limpia vidrios	68155-09-9	PE	Líquido	Contenedor plástico	2	Metros cúbicos
						27177-08-8					
						111-76-2					
						67-63-0					
Servicios auxiliares	2.3	Si	No	Jabón líquido para manos.	Jabón líquido para manos.	1335-72-2	PE	Líquido	acuso	1	Metros cúbicos
						56-81-5					
						confidencia lidad comercial					
Servicios auxiliares	2.3,2.4	Si	No	Gel antibacteria l	Gel antibacteria l	64-17-5	PE	Líquido	Contenedor plástico	1	Metros cúbicos
						85507-69-3					
						94349-62-9					
						8001-97-6					
						56-81-5					
						9003-01-4					
Servicios auxiliares	2.3, 2.4	No	No	Cloro	Cloro	7782-50-5	PE	Líquido	Contenedor plástico	1	Metros cúbicos

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

Continuación de la Tabla N°37. Insumos

Insumos involucrados en:	Punto de consumo	Mezcla (si/no)	Contiene sustancia(s) RETC	Nombre			Clasificación del insumo	Estado físico	Forma de almacenamiento	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	unidad
Servicios auxiliares	2.4	Si	No	Multiusos lavanda	Fabuloso	9004-82-4	PE	Líquido	Contenedor plástico	1	Metros cúbicos
						50-00-0					
						25154-52-3					
						25154-52-3					
Servicios auxiliares	2.6	Si	No	Thinner americano pet	Thinner	108-88-3	PE	Líquido	Tambo metálico	2	Metros cúbicos
						108-10-1					
						67-56-1					
						110-54-3					
						111-76-2					
Servicios auxiliares	2.6	No	No	Alcohol isopropílico	Alcohol isopropílico	67-63-0	PE	Líquido	Contenedor plástico	1	Metros cúbicos
Servicios auxiliares	2.6	Si	No	Resistol 5000	Resistol 5000	67-64-1	PE	Líquido acuoso	Contenedor plástico	0.25	Metros cúbicos
						141-78-6					
Servicios auxiliares	2.6	Si	No	Desengrasante de uso industrial	Desengrasante de uso industrial	7732-18-5	PE	Líquido	Contenedor plástico	1	Metros cúbicos
						25498-49-1					
						68131-39-5					
						577-11-7					
						34590-94-8					
						1310-58-3					
						57-55-6					
Servicios auxiliares	2.6	No	No	Fluido lubricante para transmisión automática	Fluido lubricante para transmisión automática	N/D	PE	Líquido acuoso	Tambo metálico	1	Metros cúbicos
Servicios auxiliares	2.6	Si	No	Lubricante para maquinas	Lubricante para maquinas	64742-47-8	PE	Líquido acuoso	Tambo metálico	1	Metros cúbicos
						8042-47-5					
						124-38-9					

Se colocó información de los insumos (Tabla N°37), que se utilizaron en el proceso de fabricación del producto y los que se usaron para los servicios auxiliares y de producción que se utilizaron durante el año anterior, de igual forma se identificó el estado físico y forma de almacenamiento para facilitar los cálculos, la información que se reporta de los productos es muy específica ya que para el llenado de la Tabla se solicitó la hoja de datos de seguridad en la cual se indica el nombre comercial, el químico y el N.º CAS, de cada sustancia que se registró, de igual forma permite obtener la cantidad de insumos que ingresan al establecimiento y la forma en que se está almacenando.

Tabla N°38. Producción y uso de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, éteres halogenados y halocarbonos

En la fabricación de gases fluorados					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fabricación de equipo o unidad de aire acondicionado, calefacción y de refrigeración; industrial y comercial					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Mantenimiento o eliminación de equipo o unidad de aire acondicionado, calefacción y de refrigeración; industrial y comercial					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Continuación de la Tabla N°38. Producción y uso de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, éteres halogenados y halocarbonos

Uso en la industria electrónica					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Adición como propelente en aerosoles					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Uso de compuestos fluorados como agentes extintores					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Uso de compuestos fluorados en la fabricación de espumas					
Actividad en la que se produce, usa o se elimina la sustancia	Nombre de la sustancia	Masa de la sustancia consumida o producida o eliminada (kg)	Tipo de unidad producida	Número de unidades o área tratada	Masa de la sustancia (kg) adicionada o utilizada por unidad de producción
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La Tabla N°38 pide que los establecimientos que produzcan o usen algunos de los siguientes gases: clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, éteres halogenados y halocarbonos, o establecimientos que produzcan equipos o envases que los contengan se reporten, para el caso del establecimiento no se generaron ninguno de los gases mencionados por eso se colocó no aplica en el llenado de la Tabla.

La Tabla No. 39 pertenece al producto de elaboración principal del centro de trabajo y a los subproductos que se generan en un proceso productivo, pero no son parte del producto final, incluso pueden formar parte de un insumo en el proceso y los productos intermedios son elaborados en una etapa intermedia del proceso para integrar al producto final.

Tabla N°39. Productos, subproductos y productos intermedios por año

Productos													
Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto o producto intermedio	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene Sustancia(s) RETC	Fracción de clínker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada	Producción anual		Uso del subproducto	% Usado del subproducto
										Cantidad	Unidad		
	PAPEL	Celulosa	NO	NO			Sólido	CC	75000 kg	50000 kg			
Subproductos													
Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto o producto intermedio	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene Sustancia(s) RETC	Fracción de clínker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada	Producción anual		Uso del subproducto	% Usado del subproducto
										Cantidad	Unidad		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A
Productos intermedios													
Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto o producto intermedio	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene Sustancia(s) RETC	Fracción de clínker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada	Producción anual		Uso del subproducto	% Usado del subproducto
										Cantidad	Unidad		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A

En la Tabla N°39 solo se llenó la sección de productos, ya que, en el centro de trabajo solamente se produce el papel, no contiene sustancias RETC. El producto final es en estado sólido, se almacena bajo techo, el establecimiento cuenta con espacio suficiente para almacenar 75,000 kg y en ese año se obtuvo una producción de 50000 kg, no existen subproductos ni productos intermedios por lo tanto estas secciones se les coloco no aplica.

La Tabla No. 40 es la relacionada con la energía eléctrica es la principal fuente de abastecimiento en el proceso de una empresa, ya que, es utilizada para facilitar los procesos de elaboración de los productos. Algunas industrias utilizan plantas internas generadoras de energía como: eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, hidroeléctrica, carboeléctrica, geo termoeléctrica, ciclo combinado, térmica convencional, motor de combustión interna, turbina de vapor, entre otras.

Tabla N°40. Generación de energía eléctrica por año

Capacidad de producción instalada (MW)	Tipo de planta	Generación Anual (MWh)		Consumo de combustible		
		Bruta	Neta	Tipo	Cantidad	Unidad
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
				N/A	N/A	N/A

Sólo se aplica para fuentes fijas el llenado de la (Tabla N°40) de jurisdicción federal en materia de atmósfera y establecimientos sujetos a reporte que emitan de forma directa gases y compuestos de efecto invernadero, así como también los establecimientos que generan energía eléctrica, como principal actividad. Cabe mencionar que el proceso de producción no genera su propia energía eléctrica, sino que el servicio lo proporciona un externo, por lo tanto, la Tabla anterior no aplica.

La Tabla No. 41 considera el consumo de combustibles fósiles para el funcionamiento de máquinas que se utilizan en el proceso productivo o servicios auxiliares, existe la liberación de gases o compuestos de efecto invernadero, los más comunes son; azufre (S), metano, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y gases florados.

Tabla N°41. Consumo anual energético

Área de consumo	Punto de consumo	Tipo de combustible	Componente	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Número de autorización para uso de combustibles alternos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad
Proceso productivo6	3.4	Gas natural	Azufre	1.5000			585.677000	Litros
			Metano	40.0000				
			Otros					
			Especifique: Propano	58.5000				
	3.5	Gas natural	Azufre	1.5000			585.677000	Litros
			Metano	40.0000				
			Otros					
			Especifique: Propano	58.5000				
	3.6	Gas natural	Azufre	1.5000			585.677000	Litros
			Metano	40.0000				
			Otros					
			Especifique: Propano	58.5000				
	3.7	Gas natural	Azufre	1.5000			585.677000	Litros
			Metano	40.0000				
			Otros					
			Especifique: Propano	58.5000				
Servicios Auxiliares	2.3	Gas natural	Azufre	1.5000			3100	Litros
			Metano	40.0000				
			Otros					
			Especifique: Propano	58.5000				

En la Tabla N°41 se identificó que en el proceso productivo hay hornos que consumen gas natural provocando la emisión principalmente de azufre y metano, de igual forma en los servicios generales se consume en el comedor identificando de igual forma la expulsión de azufre y metano.

La Tabla No. 42 es concerniente al consumo de energía eléctrica, que puede ser suministrado por un proveedor externo, como CFE suministro de red pública, nacional proveniente de una sociedad de auto abasto (NSA), nacional proveniente de una sociedad de cogeneración (NSC), de importación (IMP) o mediante suministro interno; autoabastecimiento (ABS), cogeneración (CGN), planta de energía (PLE), usos propios (USP), sociedad de auto abasto (SDA), Otros (OES).

El suministro de energía puede ser proveniente de tecnología; eólica (EO), solar térmica (SO), solar fotovoltaica (FV), hidroeléctrica (HE), carboeléctrica (CE), geo termoeléctrica (GT), ciclo Combinado (CC), térmica convencional (TC), motor de combustión interna (CI), turbina de vapor (TV).

Tabla N°42. Consumo anual de energía eléctrica

Suministro	Procedencia o modalidad	Cantidad consumida (kWh)	Tipo tecnología
Externo	Red pública CFE REP	2589742.000000	
Interno	N/A	N/A	N/A

En la Tabla N°42 se identificó que el suministro de energía eléctrica es por un externo, de modalidad red pública que suministra CFE, para el cálculo de la cifra anterior se sumó la cantidad consumida en (kWh) que aparece en el recibo del centro de trabajo, debido a que la empresa no cuenta con suministro interno se colocó no aplica.

En la Tabla No. 43 se deben de analizar las fuentes móviles, que son de gran ayuda para el desarrollo de la industria, ya que facilitan la movilidad y desplazamiento de personas, cosas y objetos. No obstante, la emisión de contaminantes por fuentes móviles se produce

por la quema de combustibles fósiles, los centros de trabajo pueden utilizar los siguientes vehículos autopropulsados; motocicletas, automóviles, camiones de carga, autobuses para traslado de personal, camiones de carga, entre otros dependiendo el giro comercial.

Tabla N°43. Descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados

Tipo de unidad	Número de unidades	Tipo de Combustible	Consumo anual de combustible	
			Cantidad	Unidad
Motocicleta	10	Gasolinas naturales	1080	Litros
Automóvil de pasajeros	12	Gasolinas naturales	3600	Litros
Camioneta de pasajeros	6	Gasolinas naturales	7200	Litros

En la Tabla N°43 se registraron los diferentes tipos de unidad que se usan en el centro de trabajo, que son propulsadas por automotor y que usan combustible: automóvil de pasajero con 12 unidades que utiliza el personal para desplazarse en el transcurso del día, 6 camionetas de pasajeros las cuales se usan para transportar a los trabajadores a sus casas y a la empresa y 6 motocicletas las cuales sirven para los servicios de compras, la información para el llenado de la Tabla se obtuvo mediante el desglose de facturas de combustible en un año por cada unidad del establecimiento.

Sección II. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera

Esta sección recopiló la información de emisiones de contaminantes al aire y las características de las fuentes que los generan, la información que se recopila en las Tablas de esta sección permite a los establecimientos presentar información precisa que facilite el cumplimiento de sus obligaciones en materia de atmósfera.

En esta Sección, la industria de celulosa considerada como fuente Fijade Jurisdicción Federal establecidas en el artículo 111 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) da cumplimiento a lo establecido en el artículo 17, fracciones II, III y IV y 21 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y el artículo 10, fracción V del Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

En el proceso productivo se genera una gran cantidad de gases contaminantes a la atmósfera, por el tipo de maquinaria que se utiliza y el combustible que se emplea para que estas realicen su funcionamiento, por lo cual en la Tabla No.44 fue necesario colocar las características de la maquinaria y equipo sirven de base para sacar cálculos y estimaciones. Esto permitió implementar acciones ante alguna contingencia, las principales características de la maquinaria son: capacidad de operación del equipo, capacidad de operación del quemador, consumo de combustible, tipo de tecnología y capacidad de diseño.

Tabla N°44. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminante

					Capacidad de operación del equipo				Capacidad de operación del quemador				Consumo anual de combustible				Identificación de la tecnología			Capaci dad de diseño	
Abierta	Tipo de emisión(es)				Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Eficiencia (fracción)	Tipo de quemador	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Tipo	Cantidad	Unidad	Porcentaje de sustitución de combustible	Fecha de instalación de la maquina	Diseño de la tecnología de la maquina	Descripción de diseño de tecnología	Cantidad	Unidad
	Identificador del equipo, maquinaria				60	100 00	BTU	.9	N/A	N/ A	N/ A	N/ A	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/ A
	Clave del equipo, maquinaria o actividad																				
	Punto de generación																				
	Puntos de emisión asociados																				
Planta de emergencia																					

Continuación de la Tabla N°44. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminante

Conducida																					
					Capacidad de operación del equipo				Capacidad de operación del quemador				Consumo anual de combustible				Identificación de la tecnología			Capaci- dad de diseño	
Tipo de emisión(es)	Identificador del equipo, maquinaria o actividad	Clave del equipo, maquinaria o actividad	Punto de generación	Puntos de emisión asociados	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Eficiencia (fracción)	Tipo de quemador	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Tipo	Cantidad	Unidad	Porcentaje de sustitución de	Fecha de instalación de la maquinaria o	Diseño de la tecnología de la maquinaria o	Descripción de diseño de tecnología y	Cantidad	Unidad
Conducida	Generador de vapor	Generador vapor	3.4	3.4	1200	50	CC	.9	Quema- dor atmosfé- rico	1200	25	CC	Gas natura l	58 5.6 77 00 0	Litros	.9	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/ A
Conducida	Horno 1	Horno gas	3.5	3.5	1200	50	CC	.9	Quema- dor atmosfé- rico	1200	25	CC	Gas natura l	58 5.6 77 00 0	Litros	.9	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/ A
Conducida	Horno 2	Horno gas	3.6	3.6	1200	50	CC	.9	Quema- dor atmosfé- rico	1200	25	CC	Gas natura l	58 5.6 77 00 0	Litros	.9	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/ A
Conducida	Horno 3	Horno gas	3.7	3.7	1200	50	CC	.9	Quema- dor atmosfé- rico	1200	25	CC	Gas natura l	58 5.6 77 00 0	Litros	.9	N/A	N/A	N/A	N/ A	N/ A

En la Tabla N°44 se consideraron dos tipos de emisiones: abierta y cerrada, de las que se muestra las características del equipo o máquinas que estuvieron generando emisiones a la atmósfera, y conducidas. Esto mostró como emisión abierta a la planta de emergencia debido a que solo algunas ocasiones opera y no cuenta con el medio que conduzca esa emisión. En la emisión conducida se identificaron los hornos de gas los cuales cuentan con el ducto que expulsa las emisiones generadas a una altura establecida por la normatividad, para obtener la información de la Tabla se solicitó a el estudio realizado por un laboratorio acreditado ante la entidad mexicana de acreditación.

La Tabla No. 45 registra la emisión de contaminantes a la atmósfera el centro de trabajo, para lo cual debe de solicitarse autorización a la Secretaría y esto asentado como condicionante en la Licencia Ambiental Única y debe de cumplir con las obligaciones ambientales. Dichas emisiones deben de ser conducidas, captadas y evaluadas, para ello es necesario obtener las siguientes características: plataforma de muestreo, altura y diámetro de la chimenea, velocidad y presión del flujo de gases y la temperatura de salida de los gases a la atmósfera.

Tabla N°45. Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas

Punto de emisión	Punto(s) de generación relacionados	Identificador o nombre del ducto o chimenea	Especificaciones de la chimenea o ducto					Operación de la chimenea o ducto				
			Características especiales autorizadas	Plataforma de muestreo	Altura 1 (m)	Altura (m)	Diámetro interior o equivalente (m)	Velocidad de flujo de gases (m/s)	Presión gases (mmHg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico (m³/min)	Temperatura de gases de salida (°C)
Generador de vapor	3.4	Generador de vapor	NO	SI	12	4	0.60	16.9489	713.08742	3.87	45.59	799.7000
Tratamiento térmico	3.5	Horno 1	NO	SI	12	4	0.59	17.94	633.01	3.58	46.23	820
Tratamiento térmico	3.6	Horno 1	NO	SI	12	4	0.59	17.44	633..32	3.6	45.59	819
Tratamiento térmico	3.7	Horno 1	NO	SI	12	4	0.59	17.17	633.025	3.57	47.63	822

En la Tabla N°45 se identificaron los puntos de emisión conformados por el generador de vapor y los tratamientos térmicos que se producen en la empresa. Todas las chimeneas cuentan con plataformas de muestreo, lo cual es muy importante, para que se pueda realizar las lecturas correspondientes, se encuentran a una altura de 4 metros, cuentan con un diámetro interior de .59 y .60 metros lo cual permite evaluar mediante un equipo la velocidad, presión y temperatura de los gases que son expulsados a la atmósfera.

La Tabla N°46 deberá ser elaborada por los Establecimientos Sujetos a Reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que realicen actividades del Subsector Ganadería, del Sector Agropecuario, previstas en el artículo 4, fracción IV, inciso b) del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, cuyas emisiones sean iguales o mayores al umbral de reporte previsto en dicho ordenamiento.

Tabla N°46. Descripción de las actividades correspondientes al Sector Agropecuario, Subsector Ganadería

Categorías	Subcategorías	Número de cabezas por subcategoría	Sistema de gestión del estiércol	Porcentaje del estiércol tratado por sistema de gestión
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La Tabla N°46 solo aplica para establecimientos que se dedican a la ganadería, y al sector agropecuario, debido a que no pertenece al sector ni giro comercial de la industria de celulosa, no aplica el llenado, por lo que se colocó no aplica.

La información contenida en la Tabla 47 sólo aplica para los establecimientos sujetos a reporte de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero que realicen actividades del subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos, del sector energía, previstas en el artículo 4, fracción i, inciso b) del reglamento de la ley general de cambio climático en materia del registro nacional de emisiones, cuyas emisiones sean iguales o mayores al umbral de reporte previsto en dicho ordenamiento.

Tabla N°47. Descripción de las actividades correspondientes al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos

Actividad	Cantidad
Perforación de pozos petroleros y de gas (expresar en número de pozos)	N/A
Pozos en producción en la extracción de petróleo, convencional y no convencional; y extracción de gas, asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en número de servicios a pozos)	N/A
Extracción de gas asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos)	N/A
Procesamiento de gas natural (expresar en millones de metros cúbicos de carga de gas de crudo en centros de procesamiento)	N/A
Distribución de gas natural por ductos (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural comercializado)	N/A
Transporte de gas natural por ductos, almacenamiento (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural almacenados)	N/A
Suministro de gas natural al consumidor final (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural vendido al consumidor final)	N/A
Extracción de petróleo convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos de producción)	N/A
Transporte de petróleo crudo por ducto (expresar en miles de metros cúbicos de petróleo transportado por ducto)	N/A

La Tabla N°47 sólo aplica para los establecimientos que pertenezcan al subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos, y sector energía debido a que no pertenece al sector ni giro comercial de la industria de celulosa, no aplica el llenado, por lo que se colocó no aplica.

Tabla N°48. Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones

Punto de emisión	Equipos o actividades monitoreadas	Norma aplicable	Parámetro monitoreado	Monitoreos							Sistema o equipo de control de emisiones				
				Valor máximo permisible		Valor monitoreado									
				Cantidad	Unidad	1	2	3	4	Unidad	Identificador del equipo de control	Clave	Eficiencia%	Método de cálculo de la eficiencia	Tiempo de operación (h/año)
3.4Generador de vapor	Generador de vapor	NOM-085-SEMARNAT 2011:	Monóxido de carbono (CO)	500.0000	ppm	227.0000				ppm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3.5Tratamiento térmico	Horno de gas	NOM-085-SEMARNAT 2011:	Monóxido de carbono (CO)	500.0000	ppm	207.0000				ppm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			Óxidos de nitrógeno (NOx)	375.0000											
3.6Tratamiento térmico	Horno de gas	NOM-085-SEMARNAT 2011:	Monóxido de carbono (CO)	500.0000	ppm	227.0000				ppm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			Óxidos de nitrógeno (NOx)	375.0000		00207.0000									
3.7Tratamiento térmico	Horno de gas	NOM-085-SEMARNAT 2011:	Monóxido de carbono (CO)	500.0000	ppm					ppm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			Óxidos de nitrógeno (NOx)	375.0000											

En la Tabla N°48 se reportaron los resultados de los muestreos y análisis de acuerdo con la normatividad aplicable y los parámetros establecidos como sujetos a medición en las autorizaciones en materia de emisiones a la atmósfera. Se pudo validar que en el generador de vapor térmico y los tratamientos térmicos se monitorio el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno los cuales no superan los límites máximos permisibles, la emisión está dentro de lo que establece la NOM-085-SEMARNAT-2011.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

La Tabla No. 49 corresponde a un registro de emisiones anuales de la empresa y en ella se muestran los gases que deben de ser cuantificados en estudios periódicos.

Tabla N°49. Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad de dato de actividad
Bióxido de carbono (CO ₂)	3.4 Generador de vapor	5.0487000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42)	0.063100000000	.000078	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	7.2286000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42)	0.063100000000	.000112	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	7.2286000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42)	0.063100000000	.000112	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	7.2286000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42)	0.063100000000	.000112	Kg
	2.1 Planta de emergencia	7.2286000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42)	3.523200000000	65.53	Kg/hora

Continuación de la Tabla N°49. Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad de dato de actividad
Monóxido de carbono (CO)	3.4 Generador de vapor	0.0002100000	Kg	Medición directa o monitoreo	N/A	N/A	N/A
	3.5 Tratamiento térmico	0.7795000000	Kg	Medición directa o monitoreo	N/A	N/A	N/A
	3.6 Tratamiento térmico	0.0000010000	Kg	Medición directa o monitoreo	N/A	N/A	N/A
	3.7 Tratamiento térmico	0.0077000000	Kg	Medición directa o monitoreo	N/A	N/A	N/A
	2.1 Planta de emergencia	0.6720000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000728160000	.0129	Kg/hora
Óxido nitroso	3.4 Generador de vapor	0.0000080000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000000100000	0	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	0.0000115000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000000100000	0	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	0.0000115000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000000100000	0	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	0.0000115000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000000100000	0	Kg
	2.1 Planta de emergencia	126.01000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.013652030000	2.42	Kg/hr

Continuación de la Tabla N°49. Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad de dato de actividad
Metano	3.4 Generador de vapor	0.003044000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.00042857000	0	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	0.005005000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.00042857000	0	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	0.005005000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.00042857000	0	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	0.005005000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.00042857000	0	Kg
	2.1 Planta de emergencia	126.000000000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	.013652.310000	2.4	Kg/hr
Óxidos de nitrógeno (NOX)	3.4 Generador de vapor	0.345900000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.004323570000	0.000007	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	0.495300000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.004323570000	0.000007	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	0.495300000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.004323570000	0.000007	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	0.495300000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.004323570000	0.000007	Kg
	2.1 Planta de emergencia	2047.630000000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	2.218455000000	39.37	Kg/hr

Continuación de la Tabla N°49. Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad
Bióxido de azufre (SO ₂)	3.4 Generador de vapor	0.010721600000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.001340000000	0	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	0.015350700000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.001340000000	0	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	0.015350700000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.001340000000	0	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	0.015350700000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.001340000000	0	Kg
	2.1 Planta de emergencia	0.105500000000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.000114320000	.002	Kg/hr
Compuestos orgánicos totales (COTs)	3.4 Generador de vapor	0.000005185000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.064800000000	0	Kg
	3.5 Tratamiento térmico	0.000007423000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.064800000000	0	Kg
	3.6 Tratamiento térmico	0.000007423000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.064800000000	0	Kg
	3.7 Tratamiento térmico	0.000007423000	Kg	AP 42, compilado de factores de Emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42),	0.064800000000	0	Kg

En la Tabla N°49 se muestra la cantidad de contaminantes que se generaron durante un año; bióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso, metano, óxidos de nitrógeno (NOX), bióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos totales (COTs), para realizar las estimaciones y cálculos correspondientes se empleó el método AP 42, compilado de factores de emisión de Contaminantes al Aire Air CHIEF (FE-AP42), esta Tabla permitió identificar los gases contaminantes que se producen durante la quema de combustible durante la muestra anual y calcular la emisión.

Sección III. Registro de descargas de contaminantes en el agua: a cuerpos de agua (emisiones) y transferencias (alcantarillado). Tratamiento por terceros que tengan emisiones o transferencias

Toda empresa necesita reportar el origen de la fuente de abastecimiento de agua que consume en el centro de trabajo, ya sea por: proveedor externo, acueducto, red de agua potable, captación pluvial, escurrimiento, superficial: río, canal natural, lago o laguna, playa-mar, estuario o estero, vaso o depósito, arroyo, manantial, humedal o marisma, ribera, parque industrial, presa o represa, salobre, subterránea: pozo o cenote, la cual se utiliza para el proceso productivo o para servicios generales.

Esta sección recopiló información sobre los contaminantes presentes en el agua residual, que se vierten a cuerpos de agua o se transfieren al alcantarillado municipal por parte de sujetos a los que se autorizó por concesión, asignación e incluso tratamiento la descarga de aguas residuales.

Para el tipo de descarga que realiza la empresa de celulosa en cuerpos receptores que sean aguas nacionales se reportó en la Tabla No. 50 con cifras similares a lo real, así como también se reportó la emisión de gases o compuestos de efecto invernadero que se realizaron en la actividad de tratamiento de aguas residuales.

Tabla N°50. Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua por año

Punto(s) de uso relacionado(s) con el abastecimiento	Fuente de extracción	Región hidrológica	Aprovechamiento anual (m ³)
2.2	AP red de agua potable	Lerma- Santiago	109875
2.3			
2.4			
3.4	IND parque industrial	Lerma- Santiago	
3.8			

La Tabla N°50 muestra los puntos de aprovechamiento de agua en el proceso de producción y de servicios generales, siendo la fuente de extracción por red de agua potable cuya región hidrológica corresponde a Lerma-Santiago.

En la Tabla No. 51 fue necesario reportar el volumen de descargas por año, lo que implicó tener los datos correspondientes mensuales para calcular un promedio anual.

Tabla N°51. Descarga de aguas residuales por año

Puntos de generación de aguas residuales	Número de descarga	Punto de descarga de agua residual	Origen	Destino	Nombre del cuerpo receptor de agua	Región hidrológica	Volumen de descarga de agua residual (m³)	Tipo de descarga
2.2	1	Servicios sanitarios	TAL alcantarillado	Planta de tratamiento de agua	Tratadora	Lerma-Santiago	109875	Transferencia
2.3								
2.4								

En la Tabla N°51 se muestra el volumen en metros cubico de las descargas de aguas residuales que se produjeron en un año, todos los puntos de generación de agua residual se dirigen a una sola descarga, la cual es dirigida a una planta tratadora de agua, posteriormente vuelve a ser a ser utilizada para otro servicio o reutilización en el proceso, para determinar la cantidad de la descarga de agua se consideró el registro del recibo de agua emitida por el municipio.

En la Tabla No. 52 se consideró el volumen de aguas residuales tratadas ya sea por el mismo centro de trabajo o por un servicio externo. Esto permitió eliminar una gran cantidad de contaminantes presentes en el agua y posteriormente asignarle un nuevo uso que tenga algún beneficio como: riego de áreas verdes, reúso en sanitarios, reúso en servicios auxiliares, reúso en proceso productivo, venta a empresa filial, riego agrícola, servicios de sanidad, procesos de enfriamiento, generación de energía eléctrica, descarga a bien nacional, descarga a alcantarillado.

Tabla N°52. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento

Fuente	Tipo de planta de tratamiento	Tipo de operaciones y procesos utilizados en el tratamiento	Volumen de agua tratada, reciclada o reusada (m³)	Uso principal o destino del agua tratada	Demanda Química de Oxígeno (DQO) ₅ (mg/l)	Volumen anual utilizado (m³)
Tratamiento6 Interno						
Tratamiento Externo	Planta de tratamiento aeróbico en condiciones normales	TP8TS3	109875	RAV Riego de áreas verdes	0.0000	0.0000
Reciclaje						
Reúso						

En la Tabla N°52 se identificó que la empresa no cuenta con propia planta tratadora de agua por lo que tiene que pagar el servicio de tratamiento externo, una vez que se realiza el tratamiento adecuado el agua es utilizada principalmente para el riego de áreas verdes.

La Tabla No. 53 fue de las más importantes, ya que reflejo los estudios de parámetros fisicoquímicos bajo las NOM-165-SEMARNAT-2013, NOM-001-SEMARNAT1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996 para el cumplimiento ambiental de registrar la cantidad emitida o transferida de agua residual y que los contaminantes identificados no pasen los niveles máximos permisibles.

Tabla N°53. Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales

Número de descarga	Volumen de descarga de agua residual por año (m³)	Tipo de descarga	Parámetro de descarga	Valor medido	Unidad	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año)
1	109875	Transferencia TRANS	Temperatura	25.0000	Grados centígrados	0.0000
			Arsénico total	.0066	Miligramos/Litro	.0505
			Grasas y aceites	19.5000	Miligramos/Litro	100.0000
			Cadmio	.0200	Miligramos/Litro	.01530
			Cobre	.0500	Miligramos/Litro	.3826
			Cromo	.1000	Miligramos/Litro	.7652
			Mercurio	.0020	Miligramos/Litro	.0153
			Níquel	.1000	Miligramos/Litro	.7652
			Plomo	.1000	Miligramos/Litro	.7652
			Zinc	.1000	Miligramos/Litro	.7652
			Cianuro total	.0199	Miligramos/Litro	.1523
			Solidos suspendidos totales	20.0000	Miligramos/Litro	6.1216
			Demanda Química de Oxígeno (DQO)	248.0000	Miligramos/Litro	198.6960

En la Tabla N°53 se registraron las medidas de los siguientes parámetros; temperatura, arsénico, grasas y aceites, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc, cianuro total y Demanda Química de Oxígeno (DQO), cabe mencionar que se obtuvo la siguiente información por un estudio que se realizó de una muestra simple de agua realizada por un laboratorio acreditado ante la entidad mexicana de acreditación.

Al realizar la comparación con los límites máximos permisibles que establece la NOM 002-SEMARNAT-1996, los parámetros que se registraron estuvieron dentro del cumplimiento ambiental, por lo tanto, se deben de mantener y minimizar.

Sección IV. Informe anual de generación, manejo de residuos peligrosos y suelos contaminados y reporte anual de transferencia de residuos peligrosos

Esta Sección integro la información mediante la cual la industria generadora de residuos peligrosos da cumplimiento a la obligación de presentar ante la SEMARNAT. Con respecto a los informes anuales de generación de residuos peligrosos y de manejo de estos, incluyendo su disposición final, obligaciones previstas en los artículos 42 de la Ley General para la Prevención y Control de los Residuos (LGPGIR).

Así mismo, la información que se integró en esta Sección permite a los Establecimientos Sujetos a Reporte de competencia federal que:

- a) al mismo tiempo constituyan una fuente fija de jurisdicción federal, en términos del artículo 111-Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 17 Bis de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, b) dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los artículos 9 y 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, conforme a los cuales deben reportar la transferencia de residuos peligrosos.

Con base en este informe se elaboró la Tabla No. 54 en la que se reportaron los residuos que se identificaron con alguna característica CRETIB y fueron catalogados como peligrosos. Por lo tanto, se debe de tener un control adecuado, registrando la cantidad y las características de peligrosidad de lo que se genera dentro de las instalaciones de la empresa y es importante el registro de los datos de almacenamiento de los residuos peligrosos ya que estos no pueden estar almacenados por más de seis meses sin ser depositados en un sitio de disposición final.

Tabla N°54. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos por año

		Identificación del residuo															Sustancia RETC contenida					
		Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)										Generación anual										
Punto(s) de generación	Clave o nombre del residuo	C	R	E	T	T	T	T	I	B	Mezcla	Estado físico	Cantidad	Unidad	Año de generación	No. de Registro del Plan de Manejo	Sustancia RETC contenida	El residuo se envió a:	Cantidad	Número del almacén	Tiempo máximo de almacenamiento	característica de almacenamiento
2.6 Mantenimiento	Solidos Otros, especifique: Basura contaminada				X						Si	Sólidos (S)	48880.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	48880.0000	1	90 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural
2.6 Mantenimiento	Aserrín impregnado de hidrocarburos				X						Si	Sólidos (S)	1200.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	1200.0000	1	100 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural

Continuación de la Tabla N°54. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos por año

		Identificación del residuo													Sustancia RETC contenida						
		Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)									Generación anual										
2.6 Mantenimiento	Envases vacíos				X					Si	Sólidos (S)	324.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	324.0000	1	60 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural
2.6 Mantenimiento	Lampara fluorescente				X					No	Sólidos (S)	240.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	240.0000	1	70 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural
3.11 Maquinado, 2.6 Mantenimiento	Aceite gastado							X		Si	Líquido acuoso	2500.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	2500.0000	1	80 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural

Continuación de la Tabla N°54. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos por año

		Identificación del residuo													Sustancia RETC contenida					
		Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)								Generación anual										
3.11 Maquinado, 2.6 Mantenimiento	Aceite con agua							X	Si	Líquido acuoso	2500.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	2500.0000	1	80 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural
2.6 Mantenimiento	Baterías usadas	X							No	Sólidos (S)	450.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	450.0000	1	120 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural
2.6 Mantenimiento	Filtros con aceite			X					Si	Sólidos (S)	400.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	400.0000	1	75 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural

Continuación de la Tabla N°54. Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos por año

		Identificación del residuo																Sustancia RETC contenida					
		Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)									Generación anual												
3.2 Triturador, 2.6 Mantenimiento	Sólidos contaminados				X					Si	Sólidos (S)	2500.0000	kg	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	2500.0000	1	100 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural		
3.9 Tratamiento Físico-químico	Lodos										Líquidos residuales	1000	M³	2021	N/A	N/A	Almacén de residuos peligrosos	1000	1	100 días	Bajo techo, delimitado, material resistente, ventilación natural, iluminación natural		

En la Tabla N°54 se pueden observar los residuos peligrosos que se generaron durante un año en las diferentes áreas del proceso productivo, dichos residuos se almacenaron en un almacén temporal de residuos peligrosos y se etiquetaron con forme a lo establecido a la LGPGIR y su reglamento. Esta Tabla muestra que en el área de mantenimiento es donde más se generan residuos peligrosos como fueron: a) sólidos contaminados, b) basura contaminada, c) aserrín impregnado de hidrocarburos, d) envases vacíos, e) lámparas fluorescentes, f) aceite gastado, g) aceite con agua, h) baterías usadas y filtros con aceite, los cuales fueron enviados a un almacén temporal de residuos peligrosos que es un lugar bajo techo, delimitado de material resistente con ventilación natural y buena iluminación,

para que después un recolector autorizado por la SEMARNAT se los lleve a un tratamiento adecuado en un sitio de disposición final, por la cantidad de residuos que se generaron en un año el establecimiento de considera como gran generador.

Así como se revisó la generación es importante la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos. En la Tabla 56 se reportó toda transferencia de residuos peligrosos que tuvieron la autorización por la Secretaría. Cabe señalar que cualquier movimiento que se realice con los residuos peligrosos se debe de generar un manifiesto en el que se plasma la información del generador, el transporte y el destino del residuo, ya que, en caso de algún daño estos serán los responsables de la reparación.

Tabla N°55. Transferencia de residuos peligrosos

Clave /nombre del residuo	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos	Modalidad de manejo	Cantidad	Nombre o Razón social	Número de autorización	Dirección				Destino
						País	Estado	Municipio	Domicilio	
Sólidos (OTROS) Especifique (basura contaminada)	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	48880.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Aserrín impregnado de hidrocarburos	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	1200.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.

Continuación de la Tabla N°55. Transferencia de residuos peligrosos

Clave /nombre del residuo	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos	Modalidad de manejo	Cantidad	Nombre o Razón social	Número de autorización	Dirección				Destino
						País	Estado	Municipio	Domicilio	
Envases vacíos	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	324.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Lampara led	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	240.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Aceite gastado	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	2500.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.

Continuación de la Tabla N°55. Transferencia de residuos peligrosos

Clave /nombre del residuo	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos	Modalidad de manejo	Cantidad	Nombre o Razón social	Número de autorización	Dirección				Destino
						País	Estado	Municipio	Domicilio	
Aceite con agua	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	2500.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Baterías usadas	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	450.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Filtros con aceite	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	400.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.
Solidos contaminados	Transporte Empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos (MRP).	DF1(confinamiento controlado)	2500.0000	Ejemplo. Recolector a S.A. de C.V.	15-205-LS-005-2018	México	México	Toluca	Carretera chapla #204	(DIF) disposición final.

La Tabla N°55 muestra la información de la empresa recolectora de residuos peligrosos, quien realiza la recolección periódicamente en el centro de trabajo. Los residuos peligrosos generados se manejan y clasificaron de acuerdo a su grado de peligrosidad para ser transferido a la empresa recolectora, así mismo se muestran los datos de la empresa que lo recolecta y se establece la dirección completa del sitio de disposición final al que es depositado.

Para integrar toda la información de residuos peligrosos se debe de reportar por parte las empresas prestadoras de servicios que realicen; transporta los residuos peligrosos, centro de acopio de los residuos peligrosos y manejo de residuos peligrosos deben de solicitar información del generador, identificación del residuo peligroso, datos del transportista y el volumen total que se está proporcionando, esto se muestra en la Tabla No. 56.

Tabla N°56. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios

Datos del cliente (generador)			Identificación del residuo										Datos del transportista		Volumen total, manejado		
Actividad de la empresa	Nombre	Número de Registro	Código de peligrosidad de (CPR)										Nombre o razón social	Número de autorización	Porcentaje (%) de eliminación del RP	Porcentaje (%) de eliminación de la Sustancia RETC	Nombre y No. de Autorización de la empresa de destino final
			Clave de identificación	C	R	E	T	T	E	T	H	t	I	B			
N/A	N/A	N/A	N/A										N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La Tabla N°56 muestra que para el caso del giro comercial de la empresa no le corresponde el registro, por lo tanto, se colocó no aplica. Asimismo, la cantidad de manejo es un punto importante y esto se reportó en la Tabla No. 57, y establece que cuando el centro de trabajo genera más de 10 toneladas anuales en residuos peligroso, está obligada a presentar un plan de manejo de residuos peligrosos

que, de contemplar actividades implementadas, descripción de la actividad, metas, avance de metas y cuando no son atendidas se deberá de colocar la respectiva justificación.

Tabla N°57. Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos

Residuos peligrosos (incluyendo los considerados como subproductos), registrados en el Plan de Manejo	Actividades implementadas	Descripción de la actividad	Metas	Indicador	Avance de metas	Atendida (SI/NO)	Justificación
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La Tabla N°57 de igual manera que la Tabla No.56 por la característica de la empresa prestadora no aplica el llenado.

Otro punto a considerar es que si se vierte algún residuo sobre suelo natural debe de reportarse esto se muestra en la Tabla No. 58.

Tabla N°58. Tratamiento de suelos contaminados

Responsable de la contaminación		Ubicación del sitio contaminado		Modalidad del tratamiento	Clave del suelo a tratar	Tipos de tratamiento	Suelo tratado			Datos del transportista		Datos del destino final	
Nombre	Número de Autorización	Estado	Municipio	En el sitio			Superficie en m ²	Volumen en m ³	Peso (ton)	Nombre	Número de autorización	Nombre	Número de autorización
				A un lado del sitio									
N/A	N/A	N/A	N/A	Fuera del sitio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La Tabla N°58 deberá ser elaborada por empresas prestadoras de servicio para el tratamiento o disposición final de suelos contaminados y materiales semejantes a suelos contaminados, por lo que se colocó no aplica.

Sección V. Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) y prevención de la contaminación

En esta sección se recopiló información sobre las emisiones y transferencia de sustancias sujetas a reporte identificadas en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, en términos de lo previsto en el artículo 10, fracción VIII, del reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes, información que los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal.

De igual forma contiene Tablas que solamente corresponde el llenado a prestadores de servicio de manejo de residuos peligrosos o tratamiento de aguas residuales, cuando éstos contengan sustancias RETC.

En la Tabla No. 59 se revisaron las sustancias contaminantes ingresadas al Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) están sujetas a reporte ante la Secretaría.

Tabla N°59. Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento

Actividad Sustantiva		Nombre del material que contiene la sustancia1	Clave de la modalidad	Sustancias RETC contenidas			Cantidad anual	Unidad
				Nombre de la sustancia	Clave o No.CAS	% peso de la sustancia		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo	N/A						
	Uso indirecto	N/A						
Sustancias producidas		N/A						
Otros usos		N/A						

La Tabla N°59 corroboró que la empresa no produce ni comercializa sustancias sujetas a reporte por lo cual no aplica el llenado.

En la Tabla No. 60 no se identificaron sustancias RETC en los eventos programados y no programados por resultado de mantenimiento, instalación de equipos, retiro de equipos, accidentes, contingencias, fugas, derrames dentro del establecimiento, debido a esto se corroboró que la empresa no emite ni transfiere sustancias contaminantes con características RETC, por lo que no aplica el llenado.

Tabla N°60. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados

Tipo de Operación	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia	Nombre de la sustancia	Clave o No.CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio
	Aire	N/A														
	Agua	N/A														
	Suelo	N/A														
	Reutilización	N/A														
	Reciclado	N/A														
	Coprocesamiento	N/A														

Continuación de la Tabla N°60. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados

Tipo de Operación	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia	Nombre de la sustancia	Clave o No.CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio
	Tratamiento	N/A														
	Incineración	N/A														
	Disposición final	N/A														
	Alcantarillado	N/A														
	Otros (especificar)	N/A														
E	Aire	N/A														
	Agua	N/A														
	Suelo	N/A														

Continuación de la Tabla N°60. Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados

Tipo de Operación	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia	Nombre de la sustancia	Clave o No.CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio
	Reutilización	N/A														
	Reciclado	N/A														
	Coprocesamiento	N/A														
	Tratamiento	N/A														
	Incineración	N/A														
	Disposición final	N/A														
	Alcantarillado	N/A														
Tipo de Operación	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
		Nombre del material que contiene la sustancia	Nombre de la sustancia	Clave o No.CAS		Cantidad	Unidad					nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio
	Otros (especificar)	N/A														

La Tabla N°60 deberá ser elaborada por aquellos establecimientos sujetos a reporte de competencia federal que, como consecuencia de su actividad normal o por eventos programados y no programados, generaron emisiones a cualquier medio (aire, agua o suelo) y/o

transfirieron sustancias en descargas de agua y residuos peligrosos en el año anterior y en cantidades iguales o mayores a las establecidas como umbral de reporte en la norma oficial mexicana respectiva.

Para el caso de la empresa en el evento programado que se contemplo fue para dar mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos, sin embargo, no se utilizaron sustancias RETC, debido a esto no se llenó la tabla.

La Tabla No. 61 contemplo la: reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, incineración y disposición final de residuos peligrosos o tratamientos de agua residual que contengan sustancias RETC su identificación y la cantidad anual generada.

Tabla N°61. Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC

Sustancias contenidas en:	No. de autorización de la empresa prestadora de servicios	Identificación del generador		Tipo de residuo/descarga	Identificación de sustancias listadas		Cantidad anual recibida	
		Nombre	Número de registro		Nombre	% en peso de la sustancia	Cantidad	Unidad
Residuos peligrosos	N/A							
	N/A							
Aguas residuales	N/A							
	N/A							

La Tabla N°61 muestra después de la revisión que por el giro comercial de la empresa no aplica el llenado.

Tabla N°62. Acciones de prevención realizadas en la fuente

Punto del diagrama en el que se realizó la acción de prevención	Aspecto en el que impactó la acción	Material o residuo objetivo de la acción	Identificación de sustancias listadas		Nivel original de la emisión, descarga o transferencia	Unidad de medida del nivel original	Acción preventiva realizada	Temporalidad	Nivel alcanzado	Unidad de medida del nivel alcanzado	Resultado alcanzado en el proceso
			Nombre	Clave o No. CAS							
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Reducción	N/A	N/A	N/A	N/A
							Reutilización				
							Reciclaje				
							Obtención de energía				
							Tratamiento				
							Control				
							Disposición final				
							Otros(especificar)				

La Tabla N°62 solo se reportaron las acciones de prevención realizadas en la fuente y su área de aplicación, así como las de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento, control o disposición final, en los términos previstos en el artículo 10, fracción X, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, por lo que para el giro comercial de la empresa no aplica el llenado.

Sección VI. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero

En esta sección se recopila información sobre las emisiones directas e indirectas, de gases o compuestos de efecto invernadero de los sectores, subsectores y actividades que se identifican como establecimientos sujetos a reporte de la Ley General de Cambio Climático y del Reglamento antes indicado.

Las emisiones directas, conforme al artículo, son aquellas que se generan en los procesos y actividades del establecimiento sujeto a reporte y que emiten las fuentes fijas de dicho establecimiento o las móviles que sean de su propiedad o arrendadas y que utilice en el desarrollo de sus actividades, estas emisiones directas serán calculadas, estimadas o medidas, según sea el caso, de conformidad con los acuerdos que para el efecto expida la Secretaría.

Las emisiones indirectas, conforme la Fracción V del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro de Emisiones, son aquellas que se generan fuera del Establecimiento Sujeto a Reporte como consecuencia de su consumo de energía eléctrica y térmica;

La Tabla N°63 solo debe ser complementada por establecimiento sujeto de reporte perteneciente al subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos, del sector energía, reportará de forma separada las emisiones directas provenientes de proceso y fugitivas, por lo que para el giro comercial de la empresa no aplica el llenado.

Tabla N°63. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero

	Bióxido de carbono	Metano	Óxido nítrico	Carbono negro u hollín	Clorofluoro carbono	Hidroclorofluorocarbonos	Perfluorocarbono	Hexafluoruro de azufre	Trifluoruro de nitrógeno	Hidrofluorocarbonos	Éteres halogenados	Halocarbonos
	(CO ₂)	(CH ₄)	(N ₂ O)	(CN)	(CFC)	(HFC)	(PFC)	(SF ₆)	(NF ₃)	(HFC)	(EH)	(XC)
1. Emisiones directas (t)												
a. Emisiones directas provenientes de combustión en fuentes fijas												
b. Emisiones directas provenientes de fuentes móviles												
c. Emisiones directas provenientes de procesos industriales o actividades comerciales y de servicios												
d. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energía												
e. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias												
2. Emisiones Indirectas (t CO ₂ e)												
a. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica												
b. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía térmica												
Total, de emisiones (tCO ₂ e)												

Observaciones y aclaraciones

En el siguiente espacio se deberá de incluir las observaciones o que se relacionen con la información proporcionada en las diferentes Tablas de este formato las cuales sirven para demostrar a la Secretaría la veracidad de lo que se realizó en el llenado del presente formato, por lo tanto, para este caso no se colocará ninguna observación.

Control de problemas ambientales generados en una empresa industrial de celulosa

Comentarios y sugerencias generales

5.4 Detección de problemas ambientales

La industria de celulosa fue considerada una de las empresas con mayor emisión, descarga y generación de contaminantes, en el proceso productivo utiliza métodos que afectan potencialmente al medio ambiente, esto ha provocado que la legislación ambiental la considere como competencia federal, para vigilar que se cumpla lo establecido por las NOM's.

De acuerdo con la evaluación obtenida por la Cédula de Operación Anual se analizó la información y generaron datos que ayudaron a la identificación de problemas que se generan en la industria de celulosa, a continuación, se describen los problemas ambientales que se identificaron:

Destrucción de bosques: debido a que la principal materia prima utilizada para la elaboración de papel son los árboles, se detectó que la empresa utiliza miles de troncos al año para poder abastecer la producción. Esta deforestación o tala intencionada de árboles representa un grave daño para los ecosistemas, de igual forma tiene grandes consecuencias para el cambio climático, si bien es cierto que se realizan acciones para reforestar eucalipto y pino que son considerados arboles de crecimiento rápido, deben de esperar de 10 a 13 años para que se pueda desarrollar bien el tronco y hacer el uso de este.

Cambio de uso de suelo: debido a la expansión y búsqueda del abastecimiento de la materia prima, la industria utiliza grandes extensiones de terreno para realizar plantación de árboles con la finalidad de que crezcan rápido. Este cambio de uso de suelo genera impactos negativos en la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos, las especies regionales de flora y fauna se ven afectadas por el cambio de hábitat potencializando la pérdida de especies y pérdida de fertilidad del suelo.

Desplazamiento de especie: existe el desplazamiento de especies para la supervivencia, cuando el hombre interviene para realizar el cambio de uso de suelo, o deforestación, afecta a las especies endémicas de esa región. Y esto provoca que estas se sientan amenazadas y busquen un nuevo hábitat, estos cambios pueden conducir a una disminución y pérdida de especie, ya que, algunas situaciones que se presentan al desplazarse afectan en la: supervivencia y en la reproducción.

Emisión de gases contaminantes a la atmósfera: durante el proceso de producción de la celulosa se utilizan diversas fuentes de combustible las cuales producen emisiones a la atmosfera como gases contaminantes. Los gases con mayor potencial y frecuencia que se emiten a la atmósfera son: monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂) y dioxinas, esta acumulación de gases al ser liberada se dispersa con la lluvia y el viento. La concentración de contaminantes en la atmósfera tiene consecuencias para el medio ambiente como;

lluvia ácida, calentamiento global, efecto invernadero, agotamiento de la capa de ozono lo cual es perjudicial para el medio ambiente y la salud, ya que diversos estudios han puesto de manifiesto los daños a la salud que se pueden presentar: mayor riesgo de cardiopatías, enfermedades pulmonares, hipoacusias, aumento en el desarrollo de ciertos tipos de cáncer, trastornos cardiovasculares y la diabetes mellitus (Valdovinos Carrasco Nereyda B, 2016).

Generación de material particulado: las partículas que se producen en el proceso tienen tamaños de PM₁₀ y PM_{2.5}, proveniente de chimeneas, impactando sobre la salud de los trabajadores ya que ingresan por las vías respiratorias y por el tamaño están son desplazadas fácilmente y afectan los pulmones provocando irritación en los bronquios y generando enfermedades respiratorias.

Descargas de agua contaminada: las descargas que se producen en el centro de trabajo son por transferencia al alcantarillado municipal, no obstante, antes de llegar a la transferencia el agua recibe tratamiento a través de una planta tratadora de agua dentro de la empresa. Los contaminantes identificados fueron; los metales pesados y sustancias químicas tóxicas, grasas y aceites, material flotante, sólidos sedimentales, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, nitritos, nitratos, metales, cianuros, fósforo total, temperatura, pH, patógenos y parásitos. Si bien, se proporciona tratamiento al agua antes de transferirla al alcantarillado, esta agua se mantiene con mala calidad. Esto afecta debido a que al finalizar estas descargas llegan a desembocar a cuerpos de agua nacional, provocando pérdida de biodiversidad, la proliferación de nutrientes estimula el crecimiento de algas lo que a su vez disminuye los niveles de oxígeno en el agua causando la sofocación de plantas y animales, de igual forma la calidad del agua resultante no es apta para el consumo humano, ya que la mala calidad del agua puede provocar enfermedades.

Generación de residuos peligrosos: en la empresa se generaron diversos residuos con alguna característica CRETIB, los cuales se consideraron residuos peligrosos. De igual forma se reconocieron a los envases, recipientes, embalajes que tuvieron alguna sustancia química, si bien la empresa tiene un almacén temporal de residuos peligrosos se necesita mejorar el manejo de estos. Ya que su manejo inadecuado de residuos peligrosos puede provocar la contaminación del sitio y afectar drásticamente al medio ambiente.

Contaminación del suelo: la empresa al ser considerada como gran generador de residuos peligrosos, debe de contar con un almacén temporal, el cual debe de cumplir con lo establecido por las normas oficiales mexicanas, los principales contaminantes al suelo que se detectaron fueron: aceite gastado, sólidos impregnados con cloro, sustancias químicas para mantenimiento, baterías, lodos,

soluciones gastadas, entre otras. Estas sustancias químicas que se emplearon al suscitarse derrames accidentales y se vierten generan contaminación al suelo provocando un cambio en la estructura original de este, generando la pérdida de flora, cubierta vegetal, contaminación de los mantos freáticos, entre otro.

5.5 Generación de propuestas

Una vez identificadas las problemáticas ambientales se generaron propuestas de solución y control para transformar las inconformidades a cumplimientos y para minimizar los daños ambientales.

Estas están orientadas a ayudar a la implementación de medidas en las etapas de producción de la industria de celulosa, ayudando a controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera, las descargas de agua, la generación de residuos peligrosos y suelos contaminados. Las propuestas se enlistan:

Implementación de áreas de reforestación: realizar planeación, operación y control el proceso de la plantación de árboles, para llevar a cabo este proceso se deberá realizar un estudio de campo que permita conocer las condiciones del terreno.

Restauración forestal: implementar actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento a través de un grupo de personas que conformen brigadas; A) Brigadas de protección de manejo de fuego: quienes realicen actividades de prevención, detección, combate y extinción de incendios, B) Brigada de saneamiento forestal; quienes realicen monitoreo, detección, diagnóstico, combate y control de plagas,

Implementación de tecnología para captura y almacenamiento de carbono: colocación de un sistema que permita capturar las emisiones antes de ser emitidas a la atmósfera, este sistema pretende eliminar el 95% de las emisiones de carbono ayudando a minimizar la concentración de contaminantes disminuyendo la crisis climática.

Instalación de sistemas de energías limpia: generar energía a través de paneles solares que permitan satisfacer las necesidades prioritarias para las actividades, ya que, es una de las más baratas y eficientes en su implementación generando grandes beneficios que se verán reflejados a largo plazo. Los beneficios tanto financiero, que se obtendrán por la reducción de costos energéticos anuales, como ambientales, que contribuye a que las emisiones contaminantes sean nulas permitiendo a la empresa la estrategia para el cumplimiento con la autoridad ambiental.

Gestión de residuos: Empezar a gestionar los residuos para lograr que disminuya la cantidad de residuos que se dispone en los sitios de disposición final, implementado la jerarquía de gestión de

residuos la cual se ordena en; reducción, reutilización, reciclaje, recuperación de energía, coprocesamiento, incineración y disposición final.

Planta tratadora de agua: la implementación de una planta tratadora de agua dentro del centro de trabajo es esencial para la descontaminación del agua de proceso, eliminando sólidos, reduciendo materia orgánica y contaminantes aplicando tratamiento químico para remover sólidos, hierro, oxígeno, fosfatos, nitratos, etc.

Invertir en sistemas de tratamiento de agua es crucial para lograr beneficios tanto para la salud pública, como para el medio ambiente, estos servicios mejoran la calidad del agua, por lo que el servicio resulta esencial para prevenir enfermedades y proteger la salud de los seres vivos.

Plan de contingencias: constituye el instrumento principal para dar respuesta oportuna, adecuada y coordinar las situaciones de emergencia que se presentan en el centro de trabajo, de igual forma se le da cumplimiento a la condicionante de la Licencia Ambiental Única. El desarrollo de este plan será principalmente para prevenir, controlar, coleccionar y mitigar la emisión de contaminantes a la atmósfera, en el que se establezcan las medidas de control a realizar para reducir la operación de elementos que expulsan contaminantes a la atmósfera.

Programa de mantenimiento preventivo: establecer un programa con las fechas en que se deberá dar el servicio oportuno de máquinas y equipos de acuerdo con la especificación del fabricante. El motivo principal es para que el equipo funcione correctamente y se pretende evitar impactos negativos reduciendo riesgos de incendios, explosiones, emisión de sustancias tóxicas, derrames que se pueden evitar.

Implementación de materia prima: es necesario la búsqueda e implementación de nuevas fuentes de aprovechamiento para la obtención de celulosa, la fibra de caña de azúcar es una opción que se acopla a los estándares de producción. Utilizando esta nueva materia prima se obtiene la celulosa como componente principal, el aprovechamiento y plantación de caña de azúcar es un proceso que se puede realizar año tras año ya que el crecimiento de la caña es sumamente rápido.

De igual forma podría utilizarse papel reciclado que es una buena opción, ya que actualmente la industria y centros comerciales emiten toneladas de papel y cartón como residuos.

5.6 Conclusiones

Terminada la investigación, que implico el análisis, la clasificación de la información se estableció que la hipótesis es verdadera, ya que, mediante la Cédula de Operación Anual como instrumento regulatorio, se logró determinar la magnitud del daño ocasionado al medio ambiente por una industria química de celulosa.

De igual manera el objetivo general se cumplió debido a que mediante el análisis de los resultados por la evaluación que se realizó en el documento normativo permitió obtener información medible de datos para formular medidas de control dentro del proceso productivo, de la industria de celulosa.

Los objetivos específicos se validaron por medio de la revisión de la información que se obtuvo del proceso de la industria de celulosa, esto permitió establecer la magnitud de contaminación al agua, suelo, y emisiones a la atmósfera que puede generar una empresa de competencia federal.

El manejo de la COA fue fundamental para la revisión e identificación de puntos críticos vía los diagramas de funcionamiento y tablas de los datos. Registrando la cantidad de residuos peligrosos, sustancias peligrosas emitidas a la atmósfera, y los contaminantes presentes en las descargas de agua residual.

La cuantificación de estos analitos contaminantes permitió su comparación con los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas para validar su cumplimiento. Teniendo el marco normativo presente se crearon propuestas para dar cumplimiento a las obligaciones fundamentadas de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos que se derivan en materia de atmósfera, residuos peligrosos y registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

Es importante buscar nuevas alternativas que se pueden utilizar como materia prima en el proceso productivo, para contribuir a minimizar el impacto ambiental, de igual manera se deben de impulsar el uso de las energías limpias para el suministro de energía eléctrica que permitan ser amigables con el medio ambiente.

La revisión de concentraciones de sustancias químicas en las aguas residuales genera una exigencia a la industria de celulosa de contar o implementar una planta tratadora de agua, la cual puedan estar reutilizando el agua residual para su proceso.

Se corroboró que la Cédula de Operación Anual es una herramienta que ayuda a detectar áreas de oportunidad para establecer las acciones de solución y de control a problemas encontrados en las

diferentes etapas del proceso productivo. También permite tener una mejor planeación para adoptar nuevas estrategias que ayudan disminuir el impacto ambiental y con esto se pueden realizar muchas mejoras que permitan a la empresa desempeñarse ambientalmente responsable.

En cuanto a la parte interna de la industria de celulosa esta debería de incentivar a sus trabajadores, mediante programas y participaciones en temas de cuidado al medio ambiente en el que se gestionen prácticas que generen hábitos saludables para el medio ambiente.

Finalmente, para el sector industrial en general se debe de empezar a crear conciencia ambiental que genere un impacto significativo y se debe de exigir el cambio de métodos de producción. Ya que actualmente los procesos de producción se basan en sistemas antiguos que son altamente nocivos con el ambiente.

Es indispensable que las dependencias gubernamentales generen más programas ambientales los cuales exijan una participación de carácter obligatorio por industria, en la que se evidencien las acciones preventivas y correctivas que se están realizando y dando cumplimiento por parte de las empresas privadas.

Referencias bibliográficas

- Amable Álvarez I, M. M. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. Rev. medio electrónico, 11.
- Carnicer, J. M. (2007). Contaminación atmosférica. Obtenido de Contaminación atmosférica: <https://www.eoi.es/es/file/18607/download?token=DQeBhR8t>
- CEMDA. (2006). El agua en México; lo que todas y todos debemos saber. Obtenido de Centro Mexicano de Derecho Ambiental: https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf
- CESE. (2013). Cédula de Operación Anual. Obtenido de Consultores: <https://ceseconsultores.com/cedula-operacion-anual-coa-relacion-lau/>
- CHUBB. (N/D de N/D de 2024). Contaminación industrial: causas y maneras de evitarla. Obtenido de <https://www.chubb.com/mx-es/mercado-empresarial/articulos/que-es-contaminacion-industrial.html#>
- CONAGUA. (2010). El agua en México: cauces y encauces. Obtenido de CONAGUA: <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/elaguaenmexico-caucesyencauces.pdf>
- Contaminación atmosférica. (S/F). Obtenido de Contaminación atmosférica: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>
- Cruz, C. (2014). Seminario Celulosa. Obtenido de UNAM: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa_27101.pdf
- DOF. (28 de 01 de 2005). Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=766662&fecha=28/01/2005#gsc.tab=0
- EcuRed. (2023). Celulosa. Obtenido de Celulosa: <https://www.ecured.cu/Celulosa>
- Eden, A. (2023). Aguas naturalmente contaminadas. Obtenido de Aguas naturalmente contaminadas: <https://www.aguaeden.es/blog/aguas-naturalmente-contaminadas>
- EMAGEN. (2023). El Cuidado del Medio Ambiente. Obtenido de El Cuidado del Medio Ambiente: <https://emagen.com.mx/>

- Emiliano Aránguez, J. M. (1999). CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SU VIGILANCIA. Obtenido de CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SU VIGILANCIA: https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf
- FAO. (2016). Contaminación del suelo. Obtenido de Contaminación del suelo: <https://www.fao.org/3/i6475s/i6475s.pdf>
- Federación Empresarial de la Industria Química Española . (2014). Análisis de las demandas físicas y psíquicas requeridas para los trabajadores del sector de la industria química . N/D: Fundación para la prevención de riesgos laborales.
- Ferrari, F. J. (01 de 04 de 2020). Economipedia . Obtenido de Economipedia : <https://economipedia.com/definiciones/industria.html>
- López, E. (S/F). Fabricación de pasta de celulosa, aspectos técnicos y contaminación ambiental. Obtenido de <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT6/6CyT%2005.pdf>
- Luraschi, M. (2007). Análisis de la cadena productiva de la celulosa y el papel a la luz de los objetivos de desarrollo sostenible. Obtenido de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/d3ef9b04-a109-4321-bc26-647f57f060f7/content>
- Matta, E. J. (29 de 02 de 2008). Los contaminantes que emite la planta de celulosa de Botnia en Fray Bentos (Uruguay). Obtenido de Observatorio de Multinacionales en América Latina : <https://omal.info/spip.php?article983>
- Moretton, J. (2006). Contaminantes generados por la producción de pulpa para papel. Obtenido de Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: http://repositorioubu.sisbi.uba.ar/gsdll/collect/encruci/index/assoc/HWA_424.dir/424.PDF
- Pérez Porto, J. G. (18 de 03 de 2009). Industria. Obtenido de Definicion de: <https://definicion.de/industria/>
- Pueblos, C. (2017). Contaminación ambiental. Obtenido de Contaminación ambiental: <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/ambiental/>
- Química biológica. (2002). Obtenido de Celulosa: <http://mc142.uib.es:8080/rid=1HY5XDGZB-1WBJCMH-56Y/Celulosa.pdf>

- Sánchez, M. e. (2005). La Contaminación del Suelo. Obtenido de Tesis en red:
<https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/11036/Tasm03de16.pdf>
- SCA. (2010). Fabricación de papel. Obtenido de Guia de fabricación de papel:
<https://precoinprevencion.com/wp-content/uploads/2017/06/Gu%C3%ADa-Fabricaci%C3%B3n-Papel-SCA.pdf>
- SEMARNAT. (2006). Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Obtenido de Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/07_residuos/recuadro1.html
- SEMARNAT. (2012). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Obtenido de Informe de la Situación del Medio Ambiente en México:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/00_intros/pdf.html
- SEMARNAT. (2013). Agua. Obtenido de SEMARNAT:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap6_agua.pdf
- SEMARNAT. (2013). Calidad del aire: una práctica de vida. Obtenido de Cuadernos de divulgación ambiental:
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>
- SEMARNAT. (2014). Población y medio ambiente. Obtenido de El medio ambiente en México:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/01_poblacion/1_5.html
- SEMARNAT. (2015). Disponibilidad del agua reservas de agua dulce en el mundo. Obtenido de Informe de la Situación del Medio Ambiente en México:
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap6.html>
- SEMARNAT. (2016). Cédula de Operación Anual. Obtenido de SEMARNAT:
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121508/CEDULA-DE-OPERACION-ANUAL2.pdf>
- SEMARNAT. (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Obtenido de Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015.:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

- SEMARNAT. (s.f.). COA. Obtenido de Tramites COA: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/cedula-de-operacion-anual-coa/SEMARNAT259>
- SEMARNAT. (S/D). Cédula de Operación Anual. Obtenido de SEMARNAT: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/cedula-de-operacion-anual-coa/SEMARNAT259>
- SNIARN. (S/F). Residuos. Obtenido de SEMARNAT: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf
- Sustentable, D. (S/F). Cédula de Operación Anual. Obtenido de Consultoría: <http://www.desarrollo-sustentable.com.mx/rehilete/cedula%20de%20operacion%20anual.pdf>
- Téllez, M. V. (2016). La Contaminación Industrial en México. Obtenido de UAEM: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/62847>
- Valdovinos Carrasco Nereyda B, J. G. (06 de 2016). LA SALUD LABORAL EN UNA EMPRESA PAPELERA DEL ESTADO DE MÉXICO. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/310646825_La_salud_laboral_en_una_empresa_papelera_del_Estado_de_Mexico
- WRM. (2004). Pulpa de celulosa. Obtenido de Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales: <https://www.wrm.org.uy/es/node/16087#:~:text=Las%20plantas%20de%20celulosa%20se,%3A%20la%20pulpa%2C%20o%20pasta.&text=La%20madera%20es%20transformada%20primero,por%20un%20proceso%20de%20refinado>