GUATECAÑA

Impulsando el desarrollo sostenible

GUÍA AMBIENTAL

DEL SECTOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Contenido

1 Introducción 1
2 Objetivo 2
3 Marco jurídico 2
4 Descripción del proceso productivo en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 6
4.1 Definición y categorización del del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 6
4.2 Descripción de actividades en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 7
4.2.1 Diagrama de flujo del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 7
4.2.2 Actividades principales 9
4.2.3 Actividades interrelacionadas 19
5 Identificación y valoración de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 20
5.1 Aspectos ambientales 20
5.2 Identificación y determinación de aspectos e impactos ambientales 20
6 Identificación de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 21
6.1 Valoración de posibles impactos 21
7 Plan de Gestión Ambiental en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 23
8 Programa de sistema de monitoreo y evaluación en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 51
9 Valoración económica en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 51
10 Glosario de términos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) 66
11 Descripción del proceso productivo en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 71
11.1 Diagrama de flujo del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 71
11.2 Definición y categorización del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 73
11.3 Descripción de actividades en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 74

11.3.1 Actividades principales 74
11.3.2 Actividades interrelacionadas 77
11.3.3 Procedimientos de apoyo 80
12 Identificación y valoración de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 80
12.1 Aspectos ambientales 80
12.2 Identificación y determinación de aspectos e impactos ambientales 81
13 Identificación de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 82
13.1 Valoración de posibles impactos 83
14 Plan de Gestión Ambiental en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 84
15 Programa de sistema de monitoreo y evaluación en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 101
16 Valoración económica en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 102
17 Programa de contingencias en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar 106
18 Glosario de términos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) 110
19 Referencias bibliográficas 113

1 Introducción

De conformidad con la “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales emitió el “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental”, en el cual se establecen las reglas para la aprobación de la viabilidad ambiental de proyectos, obras, industrias o actividades que se ejecutan, y los que se pretenden desarrollar en el país.

La Agroindustria Azucarera, con base en sus objetivos estratégicos como un sector comprometido, dentro de su área de influencia, en mejorar las condiciones del medio ambiente, en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial y de su Política Ambiental, decidió elaborar una “Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas e Industriales)”, a través de su entidad representativa la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), con el afán de promover el cumplimiento de la legislación vigente en las actividades de campo que forman parte de la operación en el proceso de producción de azúcar.

Al respecto, el objetivo de la Política Ambiental indicada es: «Impulsar y garantizar la protección y conservación del ambiente en toda la cadena productiva de la Agroindustria Azucarera de Guatemala, como vía para asegurar su sostenibilidad y para acreditar, nacional e internacionalmente, la competitividad empresarial.»[1], sobre el cual se han emitido normativas internas gremiales en temas como; manejo de las aguas superficiales y subterráneas en campo, manejo de las emisiones de partículas y gases en chimeneas de calderas, manejo de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, uso de agua en fábrica y manejo de aguas residuales, aprovechamiento de la vinaza (área agrícola y fábrica), quema de la caña de azúcar, uso y aplicación adecuada de agroquímicos (con énfasis en aplicaciones aéreas).

En este contexto, se presenta la “Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas e Industriales)”, con el propósito de ser un referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades relacionados a la Agroindustria Azucarera de Guatemala, y que sea utilizada como base para la elaboración de los instrumentos ambientales correspondientes y de las auditorías respectivas; en el entendido que para cada proyecto en particular, se tendrán medidas específicas para mitigar los impactos que en el mismo se generen.

[1] ASAZGUA, (2015), Política Ambiental del Azúcar de Guatemala. Guatemala, pp. 3.

2 Objetivo

La Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar debe ser un referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades relacionados a los procesos agrícolas e industriales de la Agroindustria Azucarera de Guatemala, y que sea utilizada como base para la elaboración de los instrumentos ambientales correspondientes y de las auditorias respectivas.

3 Marco jurídico

A continuación, se muestra un cuadro en el que se contemplan todos los aspectos jurídicos de la normativa nacional vigente en temas ambientales y las normativas específicas asociadas a la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

Nombre	Descripción	Artículos relevantes en materia de ambiente y recursos naturales
Constitución Política de la República	Ley suprema del país	1, 2, 61, 64, 79, 80, 96, 97, 118, 119, 122, 125, 126, 127, 128, 129
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto No. 68-89	Legislación marco en materia de ambiente y recursos naturales	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 19, 29, 30, 31, 32, 34, 34, 36
Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo No. 236-2006	Establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que se logre establecer un proceso que permita: a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana. b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización. c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada	1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27,28, 29, 30, 34, 35. 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 70, 71
Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 137-2016	Contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el	1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35. 36, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104,

	país. Lo cual facilitará la determinación de características y posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales	105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112
Manual General del Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Ministerial No. 105-2008	Desarrolla el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. Está dirigido a los los entes generadores de aguas residuales, personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, personas que produzcan aguas residuales para reuso, personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales, y personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos	1, 2
Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades, Acuerdo Ministerial No. 199-2016	Instrumento que permite al MARN, enumerar y categorizar los proyectos, obras, industrias o actividades como de alto, moderado y bajo impacto ambiental potencial	1, 2, 3, 4, 5, 6
Normas para Promover la Gestión Integrada de Cuencas a través de la Creación y Operación del Inventario de Usuarios del Recurso Hídrico en las Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, Acuerdo Ministerial No. 335-2016	Dicta las disposiciones generales que permiten al MARN, organizar y mantener el inventario de las personas individuales y jurídicas, públicas o privadas, que utilizan el recurso hídrico en las diferentes cuencas hidrográficas de la República	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Ley de Áreas Protegidas, Decreto No. 4-89	Norma que establece los objetivos en favor de la conservación, protección, rehabilitación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como su aprovechamiento racional	1, 2, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20, 47, 89, 90
Código de Salud, Decreto No. 90-97	Ley de observancia general que aborda todo lo relativo al sector salud en Guatemala	84, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108
Ley Forestal, Decreto No. 101-96	Busca reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento del uso de la tierra de acuerdo con su vocación y	4, 48, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

	sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima. Apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales para que se incremente la producción, comercialización, diversificación, industrialización y conservación de los recursos forestales	
Código Municipal, Decreto No. 12-2002	Desarrollar lo referente a la organización, gobierno, administración, y funcionamiento de los municipios y demás entidades locales y las competencias que correspondan a los municipios	142, 168
Ley de Incentivos de Energía Renovable, Decreto No. 52-2003	Promueve el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto	4, 5, 6
Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero –Ley de Cambio Climático-, Decreto No. 7-2013	Establece las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país	5, 6, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala –Ley Probosque-, Decreto No. 2-2015	Persigue aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques, a través del cual se otorgarán los incentivos contemplados	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Código Penal, Decreto No. 27-73	Ley que define penas por hechos que estén expresamente calificados como delitos o faltas	347 “A”, 347 “B”
Reglamento sobre Registro, Comercialización y Uso de Plaguicidas Agrícolas y Sustancias Afines, Acuerdo Gubernativo No. 377-90	Regular el registro, etiquetado, importación, elaboración, almacenamiento, transporte, venta y uso de plaguicidas en general, las medidas de seguridad y protección de las personas expuestas a los riesgos de su aplicación, población, flora y fauna	1, 2, 3, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 123, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 141, 142

Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehiculos Automotores de Carga y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo No. 379-2010	Define los requisitos establecidos para permitir la circulación en carreteras a vehículos automotores o combinación de estos	1, 6
Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, Acuerdo Gubernativo No. 229-2014	Regula las condiciones generales de salud y seguridad ocupacional, en las cuales deben ejecutar sus labores los trabajadores de entidades y patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, semiautónomas y descentralizadas con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad, en la prestación de sus servicios	1, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Decreto No. 15-95	Persigue lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencia antropógenas peligrosas en el sistema climático	1
Convenio Internacional del Azúcar, Decreto No. 20-95	Aprueba el Convenio Internacional del Azúcar, hecho en Londres el 11 de septiembre de 1987	1, 2
Convenio Regional sobre Cambios Climáticos, Decreto No. 30-95	Busca proteger el sistema climático en beneficios de las generaciones presentes y futuras	1
Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, Decreto No. 5-95	Promueve la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, para lo cual establece mecanismos que los Estados contratantes deben adoptar	1, 2, 3
Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, Decreto No. 13-98	Lucha contra la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África	1, 2
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos	Protege la salud humana y el ambiente frente a los	1, 2

Persistentes, Decreto No. 60-2007	compuestos orgánicos persistentes	
Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional, Decreto No. 33-2009	Promueve la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños	1, 2

4 Descripción del proceso productivo en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

4.1 Definición y categorización del del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

La Agroindustria Azucarera de Guatemala es un sector económico que se puede categorizar en:

- Procesos agrícolas
- Procesos industriales

En el caso de la presente Guía Ambiental, el enfoque es cubrir específicamente las actividades de campo, por lo que se categorizan en las siguientes fases y actividades del proceso productivo:

Actividades principales:

- Preparación del terreno
  - Planificación y diseño de las plantaciones
  - Adecuación y preparación de suelos
  - Siembra
- Manejo del cultivo
  - Riego
  - Fertilización
  - Control de plagas
  - Control de malezas
  - Aplicaciones de madurantes y reguladores (aplicaciones aéreas)
- Cosecha y CAT (corte, alce y transporte)
  - Quema controlada
  - Cosecha en verde
  - Corte de caña
  - Alce y movimiento interno
  - Transporte

Actividades interrelacionadas:

- Manejo integral de residuos sólidos
- Gestión de talleres
- Gestión de módulos habitacionales
- Almacenamiento y traslado de combustible a fincas
- Extracción de materiales para mantenimiento de caminos
- Gestión de helipuertos
- Laboratorio

4.2 Descripción de actividades en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

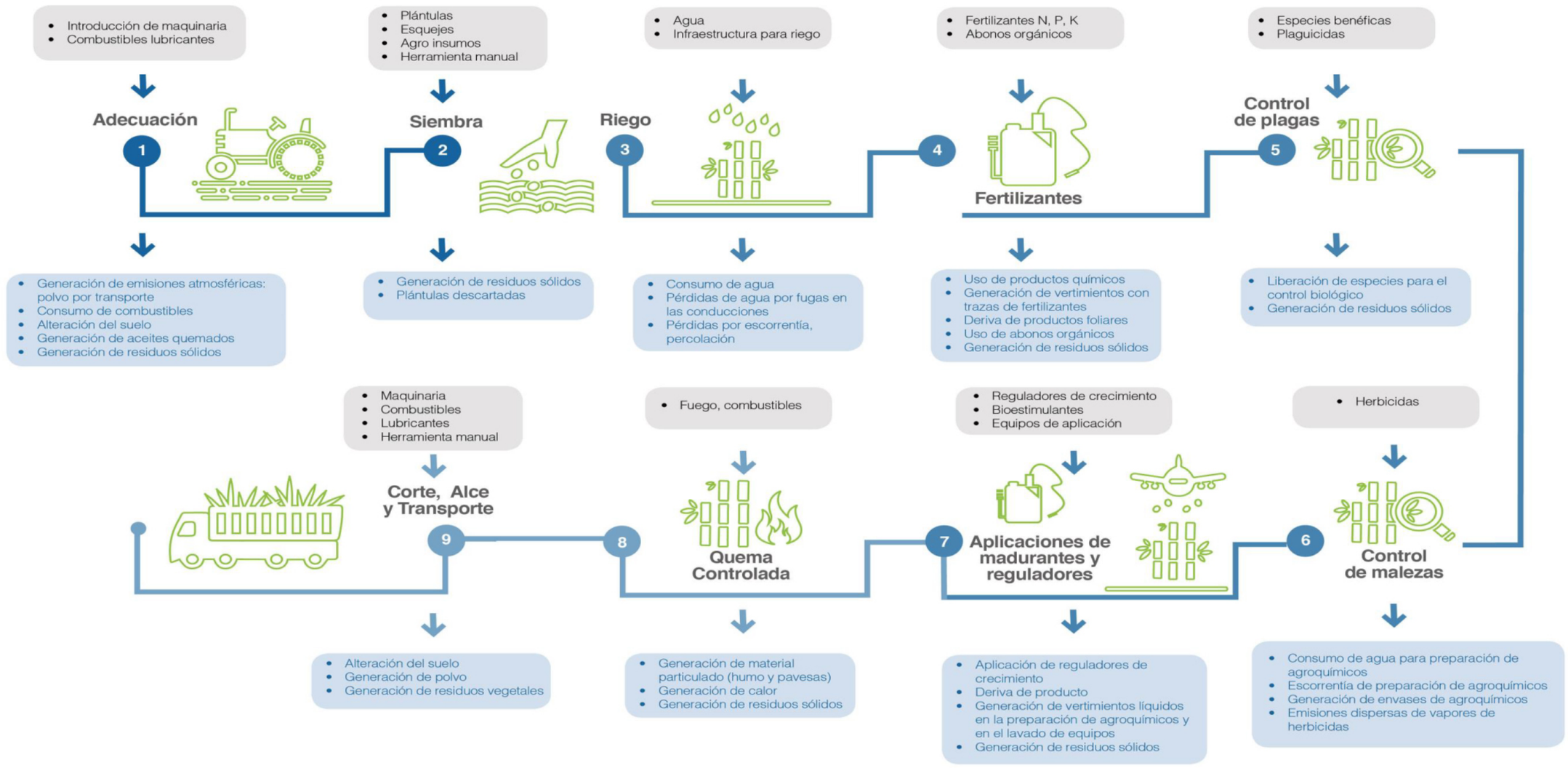
4.2.1 Diagrama de flujo del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Para detallar las características del Sector de la Caña de Azúcar, específicamente de sus procesos agrícolas, se elabora un flujograma para relacionar las actividades principales, con información relevante y concisa; el cual se presenta a continuación.

Procesos Agrícolas

Asociación de Azucareros de Guatemala 2018

GUATECAÑA
Impulsando el desarrollo sostenible



4.2.2 Actividades principales

Para efectos de la presente Guía Ambiental, las actividades principales son aquellas que se consideran indispensables en el proceso productivo, en este caso las actividades de campo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

- **Preparación del terreno:** antes de considerar el uso de una nueva tierra para la producción de caña de azúcar o la renovación de un terreno existente, deben realizarse una serie de evaluaciones que permitan establecer con suficiente precisión, si la misma es apta para el cultivo de caña y prever su degradación por un uso inadecuado.[2] A continuación se presentan las diferentes acciones que conlleva:

  - Planificación y diseño de las plantaciones: tiene como objetivo reducir la erodabilidad del suelo, por lo que toma en cuenta la precipitación, intensidad de lluvias, tipo de suelo, topografía, sistemas de riego, drenaje, época de cosecha, dirección predominante del viento, entre otras, para definir la longitud, dirección y orientación del surco, y las obras de mitigación de la erosión, asimismo el diseño de calles de acceso a las plantaciones. Además, la planificación incluye curso de aguas, uso de áreas para producción de caña de azúcar, así como áreas de protección (sin caña) en cuerpos de agua y comunidades aledañas.

  - Adecuación y preparación de suelos: está organizado en las siguientes subacciones:

    - Descepado: destrucción e incorporación al suelo de los residuos de otros cultivos. Cuando los terrenos son nuevos, por lo general tales residuos son de pastos y plantaciones estacionales, y cuando son de cultivo de caña están conformados por trozos de cepas y restos vegetales de la cosecha pasada. La calidad de la labor depende del grado de destrucción e incorporación de los residuos al suelo, y de ella, además de la germinación del cultivo, depende el rendimiento para la ejecución de otras labores subsiguientes como la nivelación, la que en ocasiones se dificulta por los residuos en el suelo.

[2] CENGICAÑA. (2017). Guía de buenas prácticas agrícolas en caña de azúcar. Guatemala: CENGICAÑA. pp. 6.

Figura 1. Descepado

Figura 2. Descepado

- Nivelación: modificación del relieve superficial mediante cortes y rellenos, hasta conseguir pendientes uniformes que faciliten las labores de riego, drenaje superficial y la ejecución de otros trabajos necesarios para el desarrollo y cosecha del cultivo.

Figura 3.Nivelación
Fuente: Fao (2001)

- Subsolado: fracturar el suelo una profundidad de hasta 60 centímetros, con el propósito de modificar los pies de volteo o zonas de alta compactación, de tal forma de mejorar la estructura, permitir el desarrollo del sistema radicular, así como el movimiento de aire y agua.

Figura 4. Subsolado

- Volteo: labor que se lleva posteriormente al segundo paso de subsolado, a efecto de voltear la capa arable del suelo a una profundidad entre 25 y 35 centímetros, para así privilegiar la distribución de agregados y garantizar que una nueva plantación no tenga competencia por variedades de caña no deseables o bien de otro tipo de cultivos.

Figura 5. Volteo

- Desfragmentación o pulida del suelo: se realiza para mullir los terrones grandes resultantes en las labores anteriores, y asegurar un buen contacto entre las semillas y el suelo, con esto el mismo queda preparado para el proceso de siembra de un nuevo cultivo.

Figura 6. Desfragmentación o pulida del suelo

- Surqueo: trabajo que consiste en hacer camas alineadas donde se coloca y profundiza la semilla en el proceso de siembra de caña; para lo que se requiere definir con anticipación, tanto la orientación como el espacio entre los surcos correspondientes, actualmente en Guatemala se ha iniciado el esquema de siembra de doble hilera o siembra de surco ancho, esto con la finalidad de incrementar la productividad y desarrollo de mayor fotosíntesis neta en el cultivo.

Figura 7. Simple

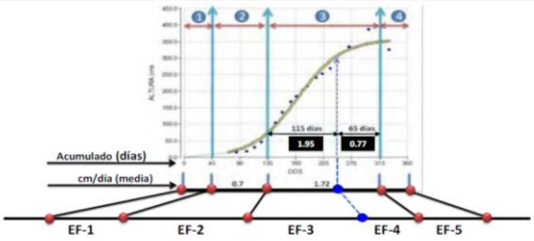
Figura 8. Doble

- Siembra: se hace a través de la distribución de esquejes y plántulas en los campos a establecer; se realiza en época de verano, con el fin de evitar erosión en la época de invierno. En áreas infestadas con plagas de la raíz se realiza aplicación de productos biológicos (hongos y nematodos entomopatógenos). La siembra vegetativa de los esquejes de caña de azúcar, se hacen con tapado de 5 a 10 cm de profundidad, y garantizando la humedad del suelo a esta profundidad, para lograr el mejor porcentaje de emergencia de las yemas.

Figura 9. Esqueje

Figura 10. Plántula

- **Manejo del cultivo:** el manejo de las plantaciones o cultivo, consiste en una serie de prácticas culturales llevadas secuencialmente a lo largo de la duración de las distintas etapas fenológicas del cultivo. La inversión en la plantación puede representar hasta el 40 % del costo del saco de azúcar producido, razón por la cual, la ejecución ordenada y controlada de todos los insumos (mano de obra, maquinaria, materiales y servicios contratados), resulta importante para la rentabilidad de la plantación.



	Etapas fenológicas de la caña de azúcar y su duración			
NO.	ETAPA FENOLÓGICA		DURACIÓN (DÍAS)	ACUMULADO
1	INICIACIÓN (EF-1)		45	
2	MACOLLAMIENTO (EF-2)		90	135
3	ELONGACIÓN	A. ELONGACIÓN ETAPA I (EF-3)	115	250
		B. ELONGACIÓN ETAPA II (EF-4)	65	315
4	MADURACIÓN (EF-5)		45	360

Fuente: Ensayo en un área lisimétrica, estación experimental. CENGICAÑA 1997
Nota: La duración de las etapas fenológicas es variable en función de la variedad, número de cortes y estrato altitudinal

Figura 11. Etapas fenológicas del cultivo

- Riego: aplicación de una lámina de agua al suelo, para favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo en la época de verano. Los diferentes tipos de riego se ejecutan de acuerdo a la disponibilidad de agua, textura de los suelos y pendiente de los mismos, y campos aptos para tal práctica. El riego se realiza durante los meses de la zafra, es decir, de noviembre a mayo.

  - Riego mecanizado: es aquel sistema que comprende una aplicación uniforme y precisa del agua sobre las plantaciones de caña de azúcar. Dicha agua de riego es aplicada a presión determinada a través de una estructura o tubería regante, que se mueve en círculo alrededor de un punto fijo o se desplaza en línea recta a lo largo de un canal de riego. La tubería está soportada por torres metálicas y es movida por ruedas autopropulsadas mediante un motor eléctrico o hidráulico.

Figura 12. Pivote

Figura 13. Avance

  - Riego por aspersión: sistema de riego accionado por presurización de agua en tuberías por efecto de motores de combustión interna o eléctrica. Aquí el agua es conducida a presión hasta el terreno donde se aplica semejando una lluvia; esto se logra mediante el empleo de tuberías y aspersores rotativos. Tales aspersores tienen la función de romper el chorro de agua en pequeñas gotas, para que de esta manera se aplique a la superficie del suelo de un modo uniforme y con una intensidad menor a la que se infiltre en dicho suelo.

Figura 14. Sistema de aspersión

- Fertilización: consiste en la adición de nutrientes requeridos por el cultivo, a través de fertilizantes químicos y orgánicos, mediante la elaboración de un plan anual nutricional, basado en muestreo y análisis de suelos y follaje, así como requerimiento de estimado de producción de los campos de cultivo. Los nutrientes más utilizados son los siguientes:
  - Nitrógeno: se toma en cuenta el contenido de materia orgánica del suelo y la productividad potencial del lote.
  - Fósforo: se realizan aplicaciones en aquellos suelos que tienen menos de 30 ppm de fósforo en el suelo, puede ser por la vía de aplicación de cachaza (lodos de fábrica) o por medio de fertilizantes químicos.
  - Potasio: la fuente utilizada es la adición de vinaza proveniente de la producción de alcohol, la dosis aplicada se define por la concentración del mismo en el suelo y la cantidad extraíble por tonelada de caña.
  - Microelementos: zinc, boro, magnesio, que son los que tienen mayor deficiencia en la Costa Sur.

- Control de plagas: consiste en eliminar y manejar las plagas que perforan la caña de azúcar, mediante control cultural, biológico y químico, en este último tipo de control tomando siempre en cuenta que los productos sean autorizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y que sean seguros para el ambiente y el personal involucrado. En el caso del Endosulfan, considerando que no deben utilizarse porque no está incluidos en las exenciones de uso que da la Secretaría de la Convención de Rotterdam. Siendo las plagas de mayor importancia las siguientes:
  - Chinche salivosa (Homóptera: *Cercopidae*)
  - Saltón coludo (Homóptera: *Delphacidae*)
  - Barrenadores del tallo (Lepidóptera: *Crambidae*)
  - Gallina ciega (Coleóptera: *Scarabaidae*)
  - Gusano alambre (Coleóptera: *Elaridae*)
  - Termitas subterráneas (Isóptera: *Rhinotermitidae*)
  - Mayate negro (Coleóptera: *Dynastidae*)
  - Roedores plaga: rata de campo (*Sigmodon hispidus*)

- Control de malezas: consiste en la eliminación de plantas no deseadas que compiten por luz, agua, nutrientes y espacio, en los días posteriores a la siembra o corte; el control puede ser de forma manual y química. Cuando se realizan controles químicos, los herbicidas a utilizar se seleccionan dependiendo del tipo de malezas predominantes, considerando que estén autorizados por MAGA y aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA por sus siglas en inglés). Al respecto, se realiza un uso racional de dichos herbicidas, tomando en cuenta la dosis recomendada en la ficha técnica, la cual se garantiza por la calibración de los equipos utilizados en la aplicación y se toman las medidas de seguridad necesarias. Los métodos de control más usados se describen a continuación:
  - Manual: se realiza por arranque esporádico de malezas o limpia con machete.
  - Químico manual: se lleva a cabo con asperjadoras de espalda, ya sea de presión constante o motorizada.
  - Químico mecanizado: método en el que se utilizan asperjadoras jaladas por tractor.

- Aplicaciones de madurantes o reguladores de crecimiento (aplicaciones aéreas): para efectos de aplicaciones de estos productos, su regla es el uso de aviones, helicópteros o drones especializados para aplicación de los mismos. Se debe iniciar por la determinación del tipo de producto, dosis a aplicar, edad del cultivo, porcentaje de humedad de los tallos y método de aplicación. Se debe realizar una inspección previa a los lotes que van a ser aplicados, con los objetivos siguientes:
  - Determinar si los lotes tienen presencia de vetas arenosas o suelos arcillosos, si aplica para el producto que se utilizara.
  - Determinar si existen cultivos vecinos alrededor de las áreas a aplicar.
  - Ubicar la presencia de obstáculos que representen un peligro para el piloto.
  - Delimitar el área a aplicar, por medio de banderas o de coordenadas del Sistemas de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés).
  - Preparar la mezcla.
  - Ejecutar la aplicación respectiva.
  - Cumplir con la normativa sobre uso y aplicación adecuada de agroquímicos (con énfasis en aplicaciones aéreas), específicamente en lo relativo a los avisos a vecinos o fincas colindantes.

- **Cosecha y CAT (corte, alce y transporte):** la cosecha tiene por objetivo el lograr recuperar la mayor concentración de azucares en la plantaciones, para lo cual se sigue una secuencia de labores que implica:

  - Muestreo de precosecha, determinar el grado de madurez y sanidad de los cultivos).
  - Ordenamiento de la secuencia de la cosecha, organizar la logística del proceso y dirección del orden de secuencia de cosecha de los diferentes lotes del cultivo).

- Preparativos del campo para proceder a la quema controlada (esto en caso se hace necesario utilizar este tipo de control de fuegos). Los preparativos consisten en arrumar las cañas en los lidereos de los lotes colindantes y lote a cosechar, aplicación de agua en las rondas o caminos limítrofes de la zona o lote a cosechar y habilitación de los accesos para el ingreso de la maquinaria.
- Definición del tipo de cosecha a realizarse, pudiendo ser manual o mecanizada.

Figura 15. Corte manual

Figura 16. Carga mecanizada

Figura 17. Corte mecanizado

Figura 18. Movimiento interno

- El corte de la caña puede realizarse en verde o en quemado, la cosecha en verde es utilizada en aquellos campos regulados por su cercanía a carreteras, poblados, centros escolares rurales, puertos y aeropuertos o por limitaciones marcadas por festividades en las comunidades vecinas. Esta práctica es usada mediante la cosecha mecanizada del cultivo, siendo limitada a corte manual en las zonas referidas en el párrafo anterior y donde la presencia de piedras hace limitante el empleo de maquinaria de cosecha especializada. En importante señalar que la práctica de la quema controlada de la caña de azúcar, es empleada en todos los países del mundo que tienen cultivo de caña, y documentada por investigaciones sobre el balance neto de la huella del carbono de esta práctica y la duración de la captura de carbono por el ciclo del cultivo.[3]

[3] Cabrera, J.A. y Suaznávar R. (2010). Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono. *Cultivos tropicales, 31(1)*. pp. 5-13.

- Quema controlada: se realiza en forma programada cuando el contenido de sacarosa es óptimo en la caña, utilizando quemadores manuales o quemadores de tractor (lanzallamas). Esta práctica se realiza para facilitar el corte de la caña y eliminar malezas. Al respecto, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

  - Preparar el área para la quema.
  - Revisar los linderos y colindancias del área a quemar, indicadas por el encargado de corte.
  - Despejar rondas o hacer brechas en el área a quemar.
  - Realizar despeje de rondas y brechas cuando se necesite.
  - Hacer la brecha con el tractor de acuerdo a las indicaciones del supervisor o el encargado del frente.
  - Verificar si puede transitar en el perímetro del área a quemar.
  - Consultar la aplicación electrónica del Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC) del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).
  - Ejecutar la quema en contra de la dirección del viento.
  - Recorrer el perímetro del área quemada, apagando los fuegos residuales para evitar quemas no programadas, al finalizar la quema.

Figura 19. Quema de caña

Figura 20. Estación meteorológica

- Es normativo en la Agroindustria Azucarera de Guatemala, que antes de efectuar una quema controlada, se consulte la pantalla de dirección y velocidad de viento de la hora en la que se anuncia la intención de quema y revisar consecuencias de la misma. Para la agroindustria es necesario reportar la hora de quema y revisar si existe autorización para proceder a la misma o bien trasladar el proceso a horas donde la dirección y velocidad del viento no afecten a cultivos vecinos o comunidades cercanas.

- Cosecha en verde: existen dos tipos de cosecha en verde, sucio y limpio sucio y el limpio.
  - El corte verde sucio utiliza tres pases, el pase adicional quita algo de hojas. Se distribuye y coloca la carga de igual manera que la caña quemada.

- El corte verde limpio, tiene por lo menos dos pases de limpieza para asegurar que se remuevan todas las hojas. Por el trabajo adicional que requiere, el rendimiento de la cosecha se reduce.

➢ Corte de caña: se tienen dos tipos de cosecha de caña, la manual y la mecanizada.

- En el corte de caña manual se llevan a cabo las siguientes subacciones:
  - Afilar y desinfectar el machete para el corte.
  - Inclinar la caña, ejecutar el corte y formar las chorras.

Figura 21. Chorra de caña

- En el corte de caña mecánico se ejecutan las siguientes subacciones:
  - Reconocer el lado predominante del volcamiento de la caña
  - Preparar las entradas o cabeceras de los campos, esto para facilitar las vueltas de la maquinaria
  - Alinear la maquina paralelamente al largo de la dirección de la siembra del cultivo
  - Acomodar la altura de las cuchillas cortadoras
  - Controlar la velocidad y dirección de los extractores primario y secundario de las hojas y tierra levantada al corte de la caña
  - Controlar la velocidad de desplazamiento de la máquina, con lo cual se garantiza la menor perdida por arranque de cepas.
  - Ordenar el sistema *face to face* o cara a cara, para evitar incidentes entre el operador del tractor que lleva la carreta de carga y la cosechadora, esto al momento de terminar el surco cortado.

    Controlar la secuencia de alimentación del nivel de la carreta cañera, con ello se evitará dejar caña cortada en el suelo por efecto de desborde. (Ver figura 17 y 18)

➢ Alce y movimiento interno: en el sistema de corte manual, las chorras o líneas de caña apilada por el cortador, son levantadas con cargadoras mecánicas especializadas, llamadas comúnmente alzadoras de caña. El proceso de carga consiste en alinear la máquina a la línea central de la chorra y arrumar la caña necesaria para llenar la capacidad de la uña o grapa del implemento de carga. Con esta acción la máquina carga la uñada o grapa de caña y la

coloca ordenadamente en las carretas en las que se transportará el producto hacia la fábrica. (Ver figura 16)

- Transporte: acción y efecto llevar la caña cortada del lugar de cosecha a la fábrica, para su correspondiente procesamiento industrial. El transporte se realiza en jaulas o vagones especializados jalados por camiones o cabezales acondicionados para tal efecto. En el caso de circular por las carreteras nacionales y autopistas, se toma en cuenta lo referente al normativo establecido por el Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores de Carga y sus Combinaciones. En el caso de la circulación por los caminos internos dentro de la fincas, se hace cumplir con los protocolos de seguridad ocupacional y rotulación vertical, y respeto de la velocidad de operación, todo esto aprobado y certificado de curso sobre la defensiva por todos los pilotos contratados por los ingenios para este proceso.

4.2.3 Actividades interrelacionadas

Son tareas vinculadas al propio proceso productivo, sin que obligatoriamente sean parte del mismo. Se incluyen con el propósito de brindar un marco de referencia, dado que los detalles específicos se realizarán en cada uno de los instrumentos ambientales correspondientes.

- **Manejo integral de residuos sólidos:** conjunto de acciones orientadas a controlar la generación, separación, presentación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, con enfoque de gestión integral.

- **Gestión de talleres:** administración, organización y funcionamiento de instalaciones destinadas a la realización de servicios de mantenimiento y reparaciones de maquinaria y equipo.

- **Gestión de módulos habitacionales:** manejo de las áreas destinadas a vivienda del equipo de trabajo de las actividades de campo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

- **Almacenamiento y traslado de combustible a fincas:** manejo del almacenamiento temporal de combustible (diésel), previo a ser conducido a las fincas para los usos correspondientes.

- **Extracción de materiales para mantenimiento de caminos:** acción y efecto de sacar materiales de bancos de grava, balastro o arenas gruesas de bancos autorizados para el mantenimiento y mejoramiento de carreteras internas de terracería.

- **Gestión de helipuertos:** tomando en cuenta que la pista cumple con el cometido de aterrizar y despegar helicópteros, el manejo del helipuerto puede provocar impactos al suelo, ruidos y vibraciones, así como exposición a material particulado.

- **Laboratorio**: tiene como función la realización de los análisis inherentes a las actividades de campo, tales como muestreo de caña, evaluaciones de subproductos, entre otras. Por lo que, en sus procedimientos utiliza productos químicos, agua, solventes para limpieza de equipos, entre otros; y, consecuentemente, genera residuos sólidos, aguas residuales, así como desechos peligrosos.

5 Identificación y valoración de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

5.1 Aspectos ambientales

Las actividades del cultivo de caña de azúcar interactúan con el ambiente en los aspectos se listan a continuación:

- Componente físico
  - Suelo
  - Agua
  - Aire
- Componente biótico
  - Flora y fauna
- Componente social
  - Social

5.2 Identificación y determinación de aspectos e impactos ambientales

Seguidamente se presenta la matriz de impactos ambientales vinculados al cultivo de la caña de azúcar, la cual fue elaborada partiendo de la metodología planteada en el "Proyecto Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica", bajo la responsabilidad de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo y ejecutado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, cuyas guías ambientales fueron aprobadas por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través del Acuerdo Ministerial No. 266-2010 , publicado el 28 de junio de 2010, en el Diario de Centro América.

El cuadro de valoración presenta actividades con impactos positivos (+), actividades con impactos negativos (-) y en algunas casos se presentan actividades que presentan impactos positivos y negativos (+/-) según la etapa de implementación durante la fase de operación.

6 Identificación de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Fases	Componentes	Físico									Biótico		Social						
		Suelo				Agua		Aire			Flora y fauna		Social						
	Impactos ambientales / Actividades del proceso	Erosión	Cambios en la porosidad del suelo	Compactación	Impactos al suelo	Agotamiento de recurso hídrico	Impactos al recurso hídrico	Impacto sonoro	Emisión de material particulado	Generación de emisiones gaseosas	Alteración de ecosistemas	Remoción de cobertura vegetal	Exposición al polvo	Afectación de otros sistemas productivos	Impacto sonoro	Afectación a comunidades	Deterioro de vías	Generación de empleo	Generación de expectativas
Prepara-ción del terreno	Adecuación y preparación de suelos	X	X		X			X	X		X	X	X		X	X		X	
	Siembra	X																X	X
Manejo del cultivo	Riego				X	X	X			X	X					X		X	X
	Fertilización				X		X		X	X	X							X	
	Control de plagas	X			X		X				X			X				X	
Manejo del	Control de malezas	X			X		X				X			X				X	
	Aplicaciones de madurantes o reguladores de crecimiento				X		X	X	X	X	X			X		X		X	
Cosecha y CAT	Quema controlada				X	X			X	X	X			X		X	X	X	X
	Cosecha en verde		X	X	X							X	X				X	X	X
	Corte de caña		X							X			X					X	X
Cosecha y CAT	Alce		X	X	X			X	X	X					X			X	
	Transporte		X	X	X			X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Actividades interrelaciona	Manejo integral de residuos sólidos				X		X			X								X	
	Gestión de talleres				X													X	
	Gestión de módulos habitacionales				X		X		X									X	
Actividades interrelacionadas	Gestión de bodegas periféricas, así como de plantas de mezcla				X													X	
	Almacenamiento y traslado de combustible (diésel) a fincas																	X	
	Extracción de materiales para mantenimiento de caminos							X										X	
	Gestión de helipuertos				X			X	X										
	Laboratorio				X		X												

6.1 Valoración de posibles impactos

Fases	Componentes	Físico									Biótico		Social						
		Suelo				Agua		Aire			Flora y fauna		Socioeconómico						
	Impactos ambientales / Actividades del proceso	Erosión	Cambios en la porosidad del suelo	Compactación	Impactos al suelo	Agotamiento de recurso hídrico	Impactos al recurso hídrico	Impacto sonoro	Emisión de material particulado	Generación de emisiones gaseosas	Alteración de ecosistemas	Remoción de cobertura vegetal	Exposición al polvo	Afectación de otros sistemas productivos	Impacto sonoro	Afectación a comunidades	Deterioro de vías	Generación de empleo	Generación de expectativas
Prepara-ción del terreno	Adecuación y preparación de suelos	-	+		+/-				-		-	-	-		-	-		+	
	Siembra	-																+	+
Manejo del cultivo	Riego				+/-	-	-			-	-					-		+	+
	Fertilización				+/-		+/-		-	-	-							+	
	Control de plagas	-			-		-				-			-				+	
Manejo del	Control de malezas	-			-		-				-			-				+	
	Aplicaciones de madurantes o reguladores de crecimiento				-		-	-	-	-	-			-		-		+	
Cosecha y CAT	Quema controlada				-	-			-	-	-			-		-	-	+	+
	Cosecha en verde		-	-	-					+		-	-				-	-	+
	Corte de caña		-							-			-					+	+
Cosecha y CAT	Alce		-	-	-			-	-	-					-			+	
	Transporte		-	-	-			-	-	-			-	-	-	-	-	+	+
Actividades interrelaciona-	Manejo integral de residuos sólidos				-		-			-								+	
	Gestión de talleres				-													+	
	Gestión de módulos habitacionales				-		-		-									+	
Actividades interrelacionadas	Gestión de bodegas periféricas, así como de plantas de mezcla				-													+	
	Almacenamiento y traslado de combustible (diésel) a fincas																	+	
	Extracción de materiales para mantenimiento de caminos							-										+	
	Gestión de helipuertos				-			-	-										
	Laboratorio				-		-												

7 Plan de Gestión Ambiental en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Las actividades de campo para el cultivo de caña que implementa cada uno de los ingenios azucareros, independientemente de la circunscripción geográfica en que se encuentren, cuenta con procedimientos similares, formalidades arquitectónicas propias de un mismo modelo, generalmente una infraestructura similar e impactos ambientales con mínimas variaciones y, como consecuencia lógica, se aplican las mismas medidas para mitigar los impactos ambientales que se derivan de los procesos, productos y servicios. Lo anterior fundamenta el esfuerzo de la preparación de una propuesta de Guía Ambiental.

Sobre el particular, de conformidad al Artículo 3 del “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental” (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)[4], un impacto ambiental se entiende como: «Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes ambientales, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.»[5]

Las medidas de prevención: «Es el conjunto de medidas destinadas a garantizar que el impacto negativo al ambiente identificado dentro del proceso de evaluación ambiental de un proyecto, obra, industria o actividad específica no se produzca.» En tanto que las medidas de control ambiental: «Son todas aquellas medidas que el proponente debe implementar en relación a prevención, mitigación, remediación o compensación de los impactos ambientales que produzca el proyecto, obra, industria o actividad.» Y, las medidas de mitigación: «Es el conjunto de medidas destinadas a prevenir, reducir, minimizar y corregir la magnitud de los impactos negativos al ambiente, identificados dentro del proceso de evaluación ambiental como posibles consecuencias del desarrollo de una obra, industria, proyecto o actividad específica.»[6]

Adicionalmente, un Plan de Gestión Ambiental se define como el: «Conjunto de operaciones técnicas y acciones propuestas, que tienen como objetivo asegurar la operación de un proyecto, obra, industria o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos y asegurar a los proponentes, la mejora continua y la compatibilidad con el ambiente. Forma parte integral de los instrumentos ambientales, a fin de organizar las medidas ambientales y los compromisos que implican.»[7]

Es en tal contexto y tomando en cuenta que un Guía Ambiental, de conformidad al Artículo 16[8], de dicho Reglamento, se constituye en un referente técnico mínimo

[4] Artículo 3 «Glosario de términos». Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)
[5] *Loc. Cit.*
[6] *I Loc. Cit.*
[7] *Loc. Cit.*
[8] Artículo 16 «Guías Ambientales». Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)

aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país y se utiliza como base para la elaboración del instrumento ambiental; por lo que, al ser vinculada a las actividades de campo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala, para los ingenios lo procedente es que se aplique a un conjunto de fincas ubicadas en una misma cuenca hidrográfica de río principal, dado que esta se constituye en una división de un territorio cuyas aguas fluyen a un mismo cuerpo de agua, en este caso, un río; en tanto que para los pequeños productores, la preparación de su estudio ambiental se hará con base en la extensión de área bajo producción

A continuación, se presentan las medidas más relevantes para cada impacto ambiental que generan las diferentes actividades o fases vinculadas a las actividades de campo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala:

- Preparación del terreno y siembra
- Manejo del cultivo
- Cosecha y CAT
- Actividades interrelacionadas

Actividades principales: la propuesta de Plan de Gestión Ambiental de las acciones que se consideran indispensables en las actividades de campo del Sector de la Caña de Azúcar, se plantea a continuación:

Fase: Preparación del terreno y siembra

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Adecuación y preparación de suelos	Suelo	Erosión de suelos	Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, que permite tanto el cambio en la disposición del suelo como de la calidad de producción del mismo		- Contar con un programa de diseño en la siembra donde se consideren la dirección, longitud y pendiente de la línea de siembra - Construir pozos de sedimentación o cajas de sedimentación, previo a canales y zanjones, para reducir el riesgo de arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua, en época de lluvia	- Implementación de programa de conservación de suelos - Labranza mínima - Trazo de curvas a nivel o siembra en contorno para evitar la erosión hídrica provocada en su mayoría en la época de lluvia - Evitar acumulación o promontorios de fragmentos o trozos de tallos vegetales, permitiendo un buen drenaje de agua - Dispersar y compactar homogéneamente los promontorios de tierra que se forman en los extremos de los surcos o de polígonos del terreno, permitiendo el libre drenaje y evitando empozamiento de

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						agua en estos extremos
Adecuación y preparación de suelos	Aire	Exposición al polvo	Acción y efecto de arrojar la parte más menuda y deshecha de tierra seca, levantada en el aire por algún movimiento vinculado con la adecuación y preparación de suelos	- Uso de equipo de protección personal	- Señalización en carreteras priorizadas	- Labranza mínima
Adecuación y preparación de suelos	Flora y fauna	Remoción de cobertura vegetal	Consiste en la pérdida de la cobertura vegetal en la zona de desarrollo de la nueva plantación, y alteración de ecosistemas. Para ello se respeta la normativa referente a cauces de ríos, riachuelos o nacederos de agua.	- Observar los anchos mínimos establecidos a orillas de ríos y cuerpos de agua, así como lo relativo a áreas de reforestación	- Limitacion del ancho mínimo de la cobertura vegetal en la zona de cauces de ríos, riachuelos o nacederos de agua, respetando lo estipulado en el Código de Salud (25 metros)	- Estrategias de reforestación y protección de bosques (compromiso forestal)
Adecuación y preparación de suelos	Social	Exposición al polvo	Exposición de comunidades y colaboradores al polvo, derivado de la adecuación y preparación de suelos	- Identificación de comunidades colindantes al área de preparación	- Utilización de vías internas (en lo posible) - Control de horarios de trabajo en zonas aledañas a comunidades	- Labranza mínima

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
					- Señalización en carreteras priorizadas	
Siembra	Suelo	Erosión	Erosión de suelos según condiciones de terreno	- Implementación de práctica de curvas en contorno cuando fuere necesario	- Implementación de prácticas de conservación de suelos	- Diseño adecuado de campos - Labranza mínima

Fase: Manejo del cultivo

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Riego (se incluye la distribución o líneas de conducción de riego subterráneo)	Suelo	Erosión	Desgaste de la superficie terrestre, en este caso por acción del agua	- Aplicación de riego con la cantidad necesaria de agua - Uso de equipos de riego de baja y mediana intensidad - Diseño de sistemas de riego presurizados	- Prácticas de conservación de suelos - Uso de sistema de balance hídrico - Distribución o líneas de conducción de riego subterráneo	- Uso de sistemas de riego presurizados tales como aspersión con desplazamiento continuo, aspersión con presión media, entre otros
		Impactos al suelo (manejo de vinaza y fertirriego)	Derrame e introducción de sustancias derivadas de estanques de almacenamiento de vinaza en campo	- Revestir estanques con materiales impermeables		- Implementación de plan de contingencia de manejo de vinaza
Riego (se incluye la distribución o líneas de conducción de	Agua	Agotamiento de recurso hídrico	Acción y efecto de extraer el agua contenida en los distintos cuerpos de agua	- Aplicación de riego con la cantidad y frecuencia mínima	- Implementación de sistemas de medición de caudales y volúmenes de agua	- Participación activa y propositiva en comités de usuarios y mesas de diálogo de cuenca, para

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
riego subterráneo)				necesaria de agua (lámina de riego) - Adopción de sistemas de riego presurizados - Capacitación al personal de campo sobre buenas prácticas de riego - Elaboración de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas	- Evaluación del caudal mínimo necesario en las barras - Establecer puntos de medición a lo largo de la cuenca de cada uno de los ríos utilizados e inventariar y medir el caudal tomado por cada uno de los usuarios de dichas cuencas - Ejecución de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas - Prácticas de conservación de suelos	coordinar acciones y respetar los intereses de todos los actores, en función de un manejo de cuenca - Reuso de aguas residuales (sistema de fertirriego) - Implementación de prácticas de cosecha de agua de lluvia - Implementación de reservorios de agua, a partir de aguas de lluvia y superficiales, cuando sea viable
Riego	Social	Afectación a comunidades	Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por la utilización de recursos naturales, muchas veces estimados como bienes inalienables, en este caso el agua	- Uso racional de agua de modo que no genere conflictos con otros usuarios, por disminución de calidad o cantidad del recurso o del potencial de capacidad de acuíferos - Elaboración de plan de manejo y uso eficiente de	- Ejecución de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas - Incorporar controles y monitoreo de ríos	- Participación activa y propositiva en comités de usuarios y mesas de diálogo de cuenca, para coordinar acciones y respetar los intereses de todos los actores, en función de un manejo de cuenca - Implementación de buenas prácticas de riego

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				aguas superficiales y subterráneas		
Fertilización	Suelo	Impactos al suelo	Introducción de sustancias en el suelo, derramados en la superficie, depositados en estanques o enterrados	- Programar la fertilización respetando los momentos óptimos de aplicación y dosis adecuadas	- Realización de muestreos de suelo	- Calibración de equipos de aplicación
Fertilización	Agua	Impactos al recurso hídrico	Incremento de nutrientes en los distintos cuerpos de agua, derivados de la aplicación excesiva de productos químicos	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones en fuentes hídricas superficiales, naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales - No aplicar cuando se presenten lluvias en el momento de aplicación - Creación de un sistema de monitoreo de vinaza en canales, zanjones, riachuelos, ríos y lagunas	- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla - Aplicación de las dosis requeridas - Construcción de dos pozos activos de monitoreo de agua subterránea, en las áreas aledañas a los estanques de almacenamiento de vinaza, de conformidad a las «Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza. Área agrícola y fábrica» - Administración de almacenamiento de productos químicos	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos - Instalación de estanques de almacenamiento de vinaza debidamente impermeabilizados - No realizar conducción de vinaza por medio de canales abiertos de distribución, debido al riesgo de derrame o infiltración. En casos que se justifique, se utilizarán canales revestidos o vinazoductos - Establecimiento de obras de

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
					- Análisis de calidad de aguas, atendiendo a situaciones específicas, indicando el periodo de realización correspondiente, tomando como referencia la regulación vigente en descargas de aguas residuales	conservación de suelo, tales como curvas a nivel, acequías, barreras vivas, pozos de infiltración, fosas al final de las acequías, entre otras - Diseño de campos
Fertilización	Aire	Generación de emisiones gaseosas	Acción y efecto de producir algunas sustancias como el dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, vapor de agua, entre otros		- Correcta aplicación de las dosis requeridas y fuentes de fertilizantes, en el momento oportuno	- Mantenimiento preventivo de los sistemas de gases de escape - Utilizar una relación de fertilizantes por tonelada producida - Calibración de equipos de aplicación
Fertilización	Flora y fauna	Alteración de ecosistemas suelo por efecto de amonificación del mismo	Probable transformación de las comunidades bióticas cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente		- Utilizar relación adecuada de kilogramos de materia prima por tonelada de caña producida	- Aplicación de residuos orgánicos de cosecha (cachaza) - Incorporación de abonos orgánicos (cachaza, compost, ceniza de bagazo, residuos de mesa de caña, vinaza), en los alrededores del

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						ingenio; especialmente, en suelos arenosos, para darles más estructura. Aplicable en la etapa de zafra
Fertilización	Social	Afectación a comunidades	Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por la utilización de vinaza en la fertilización		- Correcta aplicación de las dosis requeridas y fuentes de fertilizantes, en el momento oportuno	- Implementación de mitigación de olores generados por el almacenamiento de vinaza, cuando el mismo sea por un tiempo prolongado, mediante barreras vivas, especialmente, en las cercanías de comunidades
Control de plagas	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de sustancias químicas cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones, fuentes hídricas superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales - Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos	- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla - Aplicación de las dosis requeridas y los sobrantes de mezclas - Ejecución de plan de manejo integrado de plagas - Análisis de calidad de aguas, con énfasis en trazas de agroquímicos, atendiendo a	

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				- No aplicar cuando se presenten lluvias en el momento de aplicación - Elaboración de plan de manejo integrado de plagas	situaciones específicas, indicando el periodo de realización correspondiente, tomando como referencia la regulación vigente en descargas de aguas residuales	
Control de plagas	Aire	Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas o líquidas, y que quedan suspendidas en el aire	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones, así como de la inversión térmica - Realizar aplicaciones con base en parámetros óptimos de condiciones climáticas - Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos - Elaboración de plan de manejo integrado de plagas	- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas	
Control de plagas	Flora y fauna	Alteración de ecosistemas	Probable transformación de las comunidades bióticas cuyos procesos vitales se	- Aplicación de las dosis requeridas y en el momento oportuno	- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas	

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente	- Elaboración de plan de manejo integrado de plagas		
Control de plagas	Social	Afectación de otros sistemas productivos	Acción de producir alteración en actividades agropecuarias distintas a las correspondientes a la Agroindustria Azucarera de Guatemala	- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos - Informar a comunidades cuando las actividades de aplicación aéreas son en los alrededores a las mismas - Elaboración de plan de manejo integrado de plagas	- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos - Ejecución de plan de manejo integrado de plagas	
Control de malezas	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de sustancias químicas cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones, fuentes hídricas superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales	- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Control de malezas	Aire	Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas o líquidas, y que quedan suspendidas en el aire	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones, así como de la inversión térmica		
Control de malezas	Flora y fauna	Alteración de ecosistemas	Probable transformación de las comunidades bióticas cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos - Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos	- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
Control de malezas	Social	Afectación de otros sistemas productivos	Acción de producir alteración en actividades agropecuarias distintas a las correspondientes a la Agroindustria Azucarera de Guatemala		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos - Establecer sistemas de seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura	

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos aéreos no tripulados)	Suelo	Impactos al suelo	Introducción de sustancias objetables en el suelo, derramados en la superficie, depositados en estanques o enterrados		- Aplicación bajo las especificaciones técnicas de la actividad - Reutilización de agua con residuos de agroquímicos	
Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos aéreos no tripulados)	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de residuos sólidos, aguas residuales sin tratar u otras sustancias cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones fuentes hídricas, superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales - Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos	- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla - Aplicación de las dosis requeridas y los sobrantes de mezclas	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos, áreas de mezcla y lavados - Cumplir la norma ambiental de aplicaciones aéreas
Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos aéreos no tripulados)	Aire	Impacto sonoro	Producción intensiva de ruidos, que causan molestias diversas a las personas	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones, así como de la inversión térmica - Realizar aplicaciones con altura de vuelo		

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				definida de acuerdo a cada práctica (madurante, fertilizante, control de plagas y malezas)		
		Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas o líquidas, y que quedan suspendidas en el aire	- No aplicar en presencia de lluvia en el momento de la aplicación - Realizar aplicaciones en base a parámetros óptimos de condiciones climáticas		- Manejo de volúmenes de aplicación que reduzcan las emisiones de material particulado
Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos aéreos no tripulados)	Flora y fauna	Alteración de ecosistemas	Probable transformación de las comunidades bióticas, cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente	- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos	- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos - Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos	- Cumplir la norma ambiental de aplicaciones aéreas
Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos	Social	Afectación de otros sistemas productivos	Acción de producir alteración en actividades agropecuarias distintas a las correspondientes a la Agroindustria	- Sobrevolar áreas sensibles previamente para definir si se aplica o no - Respetar las franjas de	- Registro de condiciones ambientales y control de aplicaciones - Establecer sistemas de	- Socializar y construir una buena relación con los vecinos, antes, durante y después de las aplicaciones aéreas

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
aéreos no tripulados)			Azucarera de Guatemala	seguridad de no aplicación de agroquímicos - Utilizar productos selectivos en áreas colindantes a cultivos susceptibles	seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura	
		Afectación de comunidades	Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por la utilización de recursos naturales, muchas veces estimados como bienes inalienables	- Sobrevolar áreas sensibles previamente para definir si se aplica o no - Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos - Informar a la comunidad con anticipación sobre las aplicaciones y las consideraciones a tener en cuenta para evitar daños	- Registro de condiciones ambientales y control de aplicaciones - Establecer sistemas de seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura	- No realizar aplicaciones aéreas en días festivos, feriados y asuetos oficiales para Guatemala y cada municipio, según sea el caso, en áreas colindantes a centros poblados y carreteras principales

Fase: Cosecha y CAT (corte, alce y transporte)

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Quema controlada	Suelo	Impactos al suelo	Afectación del suelo por aumento de temperatura, lo cual reduce la	- Planificar con un Sistema de Planificación de	- Aplicación del SQC	- Aplicación de quemas en ausencia de luz solar, que se caracterizan por sus

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			actividad biológica de los organismos benéficos en los primeros 20 cm de suelo	Quemas Controladas (SQC) - Efectuar las quemas en los horarios finales de las tardes, noches o primeras horas del dia (quema fría)		temperaturas más bajas
Quema controlada	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de residuos sólidos, en este caso cenizas, cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)	- Aplicación del SQC	
Quema controlada	Aire	Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas, y que quedan suspendidas en el aire	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC) - Consideración de estudios de comportamiento de viento y transporte de pavesas - Efectuar las quemas con las condiciones climáticas y meteorológicas óptimas (seguir	- Aplicación del SQC - Cosecha en verde de áreas sensibles - Respetar los horarios de quemas - Control del tamaño del área a quemar	- Capacitar constantemente a todo el personal de cosecha de cada ingenio, sobre los avances en la investigación referente al tema de cosecha de caña de azúcar, comportamiento del viento, importancia de las quemas controladas y la influencia del viento en la dispersión de la pavesa

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				recomendación del SQC) - Eliminación de la requema de residuos		
		Generación de emisiones gaseosas	Acción y efecto de producir algunas sustancias como el dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, vapor de agua, entre otros	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)	- Aplicación del SQC	
Quema controlada	Flora y fauna	Alteración de ecosistemas	Probable transformación de las comunidades bióticas, cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)	- Aplicación del SQC - Definir procedimiento para realizar las quemas y garantizar que queden totalmente apagadas	
Quema controlada	Social	Afectación de otros sistemas productivos	Acción de producir alteración en actividades agropecuarias distintas a las correspondientes a la Agroindustria Azucarera de Guatemala	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC) - Preparación de personal idóneo para la realización y supervisión de quemas - Corte en verde en áreas colindantes	- Aplicación del SQC - Mejoramiento de los sistemas de vigilancia y verificación del cumplimiento de los compromisos - Muestreo general de medición de pavesa	- Divulgación de programas de relaciones públicas para dar a conocer las medidas a implementar - Implementación de capacitaciones a los pobladores sobre los procedimientos de quema

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				con comunidades, otros cultivos (salineras), carreteras, tendidos eléctricos		
		Afectación de comunidades	Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por la utilización de recursos naturales, muchas veces estimados como bienes inalienables	- Planificar con un Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC) - Corte en verde en áreas colindantes con comunidades, otros cultivos (salineras), carreteras, tendidos eléctricos	- Aplicación del SQC	- Eliminar quema de cañales en áreas determinadas por el ingenio - Implementación de capacitaciones a los pobladores sobre los procedimientos de quema
Alce y movimiento interno	Suelo	Compactación	Densificación del suelo	- Uso de equipo de protección personal		- Establecer áreas de parqueo y procedimiento de ubicación de maquinaria
Alce y movimiento interno	Aire	Generación de emisiones gaseosas	Acción y efecto de producir algunas sustancias como el dióxido de carbono (CO_2), metano, óxido de nitrógeno, vapor de agua, entre otros	- Ejecución de programas de mantenimiento preventivo en equipos/maquinaria		- Ejecución de programas de servicios a los equipos/maquinaria - Modificar sistemas de aire acondicionado de equipos/maquinaria - Reducción de uso de apiladores en alzadoras

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Transporte	Suelo	Compactación	Aumento de la densidad del suelo y disminución de su calidad, como resultado de cargas, presiones y esfuerzos aplicados continuamente; se produce por la compresión de partículas sólidas y gases en los espacios porosos del suelo Nota: no aplica cuando es cosecha mecanizada		- Mantener la presión de las llantas de manera adecuada y evitar el ingreso de equipos con llantas sin aire - Diseño de tráfico controlado en el campo	- Ejecución de programas de mantenimiento preventivo en los equipos/maquinaria
Transporte	Aire	Emisión de material particulado y polvo	Acción y efecto de arrojar, tanto material particulado como polvo en caminos de terracería		- Supervisión continua en la red vial - Señalización en carreteras priorizadas	- Riego de caminos internos, que reduzcan la generación de material particulado
		Generación de emisiones gaseosas	Acción y efecto de producir algunas sustancias como el dióxido de carbono (CO2), metano, óxido de nitrógeno, vapor de agua, entre otros			- Mantenimiento preventivo de los sistemas de gases de escape - Control periódico de funcionamiento de motores (estado de aceite)

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
	Social	Exposición al polvo	Acción y efecto de arrojar la parte más menuda y deshecha de tierra seca, levantada en el aire por algún movimiento	- Utilización de vías internas (en lo posible)	- Aplicación de manual de operación responsable de transporte de caña - Mantenimiento de caminos de terracería antes y después de la operación de cosecha (zafra) - Señalización en carreteras priorizadas	- Programa de riego en caminos que pasan por comunidades o cultivos vecinos
		Impacto sonoro	Producción intensiva de ruidos, que causan molestias diversas a las personas	- Contar con pilotos certificados - Capacitación en buenas prácticas e interrelacion con comunidades	- Prohibición de uso de bocinas de aire en comunidades	- Uso de bocinas con decibeles bajos
		Afectación de comunidades	Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por el paso del transporte vinculado a la Agroindustria Azucarera de Guatemala	- Contar con pilotos certificados - Capacitación en buenas prácticas e interrelación con comunidades	- Monitoreo de velocidades, horarios y poblados - Señalización en carreteras priorizadas	- Programa de riego en caminos que pasan por comunidades o cultivos vecinos
		Deterioro de vías	Acción y efecto de hacer que un camino construido para la circulación	- Utilización de vías internas (en lo posible)	- Mantenimiento de caminos de terracería, antes y después de la	- Recolección de caña en carreteras

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			rodada, pase a un peor estado o condición	- Para las vías públicas, cumplir con la reglamentación para control de pesos y dimensiones	operación de cosecha (zafra)	

Actividades interrelacionadas: la propuesta de Plan de Gestión Ambiental de las tareas vinculadas al propio proceso productivo, sin que obligatoriamente sean parte del mismo, es el siguiente:

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Manejo integral de residuos sólidos	Suelo	Impactos al suelo	Incorporación de residuos sólidos al suelo, cuya acumulación sin ningún tipo de gestión no es recomendable	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Uso de equipo de protección personal	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos - Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza - Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos - Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de agroquímicos - Dejar limitada la zona de almacenamiento de envases - Incorporación de residuos vegetales generados en la cosecha mecánica, tales como cogollos de caña, con base en el requerimiento nutricional - Incorporación del *trash* al suelo

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						-Utilización de residuos energéticos como cobertura vegetal - Utilización de residuos de cosecha para mezcla con bagazo de caña en cogeneración de energía
	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de residuos sólidos, cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Uso de equipo de protección personal - Capacitación al personal para la clasificación y reducción de residuos sólidos, incluyendo a los colaboradores que ocupan los módulos habitacionales	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos - Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza	- Aplicación de residuos orgánicos de cosecha (cachaza) - Reutilización de agua con residuos de agroquímicos
	Aire	Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), entre otros	- Evitar la acumulación prolongada de residuos orgánicos, previo a su incineración		- En caso se dé acumulación de residuos orgánicos, brindar el acondicionamiento adecuado a su naturaleza

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Gestión de talleres	Suelo	Impactos al suelo	Riesgo de derrames de lubricantes o combustibles por servicios y reparaciones de maquinaria y equipo	- Instalación de estructuras de contención, en áreas donde aplique - Uso de equipo de protección personal - Mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo - Buenas prácticas de mantenimiento	- Chequeos periódicos de mantenimiento	- Recolección de derrames a través de uso de material absorbente - Tratamiento para tierra impactada - Los residuos líquidos son reutilizados en fábrica - Entidades externas pueden colectar los residuos líquidos y gestionarlos según su naturaleza
			Riesgo de impacto en el suelo por residuos sólidos de reparaciones de vehículos y maquinaria industrial, tales como filtros y materiales absorbentes, llantas, entre otros	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Uso de equipo de protección personal	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos (traslado de residuos a cascos de fincas donde haya acopio) - Control de filtros usados de las maquinarias - En talleres móviles se pueden ubicar compartimentos para almacenamiento de filtros - Acopio de residuos sólidos de reparaciones de	- Recolección, almacenamiento y disposición final adecuada para residuos sólidos de reparaciones de vehículos y maquinaria industrial

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
					vehículos y maquinaria industrial en recipientes para el efecto	
Gestión de módulos habitacionales	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales de tipo especial, cuya presencia es objetable y altera su constitución normal		- Administración, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario	- Tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario (doméstico)
Gestión de bodegas periféricas de agroquímicos y fertilizantes, así como de plantas de mezcla de fertilizantes	Suelo	Impactos al suelo	Introducción de sustancias objetables en el suelo, derramados en la superficie, depositados en estanques o enterrados	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Instalación de áreas de resguardo para almacenamiento de envases vacíos de agroquímicos - Instalación de áreas de resguardo para almacenamiento de sacos de fertilizantes usados - Uso de equipo de protección personal - Asegurar que las áreas de	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos - Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos y fertilizantes - Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos - Seguimiento de las recomendaciones del manejo y	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos y fertilizantes - Observar las medidas correspondientes en el programa de contingencias

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				almacenamiento sean construidas con materiales adecuados, estén debidamente ventiladas, cuenten con iluminación apropiada, observen medidas para la seguridad del personal	disposición final de sacos vacíos de fertilizantes - Instalación de diques de contención	
	Agua	Impactos al recurso hídrico	Incremento de nutrientes en los distintos cuerpos de agua, derivados de derrame de productos químicos	- Instalación de estructuras de contención y drenajes para recolección de aguas impactadas por residuos de agroquímicos y fertilizantes	- Observancia de requisitos de reglamentación sobre registro, comercialización y uso de plaguicidas y sustancias afines - Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla - Instalación de diques de contención	- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos, áreas de mezcla y lavados - Observar las medidas correspondientes en el programa de contingencias
	Aire	Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas o líquidas, y que quedan suspendidas en el aire	- Instalación de áreas de almacenamiento distantes de fuentes de calor, combustibles y materiales incompatibles		- Observar las medidas correspondientes en el programa de contingencias

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				- Uso de equipo de protección personal		
Almacenamiento y traslado de combustible (diésel) a fincas	Suelo	Impactos al suelo	Riesgo de derrames de diésel por traslado del mismo	- Construcción de tanques para minimizar trasiego y pipas grandes con compartimientos - Uso de equipo de protección personal	- Mantenimiento preventivo a los tanques de almacenamiento	- Tratamiento para tierra impactada - Observar las medidas correspondientes en el programa de contingencias
Extracción de materiales para mantenimiento de caminos	Suelo	Impactos al suelo	Acción y efecto de sacar componentes en base de tierras, para el mejoramiento de carreteras internas y de terracería	- Uso de equipo de protección personal	- Tener copia de las autorizaciones emitidas por el MEM y el MARN, manteniéndolo a disposición de las autoridades cuando las requieran por razones de seguimiento	
Gestión de helipuertos	Suelo	Impactos al suelo	Introducción de sustancias objetables en el suelo, tales como aceites o combustibles, por derrames involuntarios de los helicópteros			- Evacuar mediante material absorbente (arena, aserrín) - Tratamiento para tierra impactada, en caso aplique
			Riesgo de derrames de combustible, cuando se cuenta con tanques de	- Uso de equipo de protección personal	- Mantenimiento preventivo a los tanques de almacenamiento	- Evacuar mediante material absorbente (arena, aserrín)

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			almacenamiento en las instalaciones			- Tratamiento para tierra impactada, en caso aplique
	Aire (en fase de construcción)	Emisión de material particulado	Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas, y que quedan suspendidas en el aire	- Uso de equipo de protección personal		
	Aire (en fase de operación)	Impacto sonoro	- Producción de ruidos, que causan molestias diversas a las personas. En el caso de un helipuerto, la generación de ruidos momentánea y de corta duración	- Uso de equipo de protección personal, en los momentos de despegue y aterrizaje de helicópteros para los empleados del helipuerto		
Laboratorio	Suelo	Impactos al suelo	Incorporación de residuos sólidos al suelo, cuya acumulación sin ningún tipo de gestión no es recomendable	- Elaboración de plan de manejo de desechos peligrosos	- Ejecución de plan de manejo de desechos peligrosos - Hacer separación de desechos peligrosos y gestionarlos según su naturaleza	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional - Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza - Mantenimiento y administración de sistemas de

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						disposición temporal de desechos peligrosos
	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales de tipo especial, cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- Evitar derrames de solventes para limpieza de equipos hacia el drenaje de aguas residuales de tipo especial	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

8 Programa de sistema de monitoreo y evaluación en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Seguidamente se muestra un cuadro resumen que describe las variables, factores o medios ambientales afectados, los indicadores de monitoreo, los métodos o tipos de análisis, así como la frecuencia de monitoreo, a ser determinados en el marco de la aplicación de la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas).

Variables, factores o medios ambientales afectados	Indicadores de monitoreo ambiental	Métodos o tipos de análisis	Frecuencia de monitoreo
Suelo	Informe de monitoreo en sitios de control establecidos para el seguimiento de la fertilidad del suelo[9]	Fisicoquímico	Una vez por año
Agua	Informe gremial de resultados de análisis de aguas residuales (monitoreo de efluentes) y aguas superficiales (monitoreo de ríos)[10]	Fisicoquímico y bacteriológico, según la regulación vigente en descargas de aguas residuales	Dos veces por año, en época de zafra
Aire	Informe gremial de medición de ruido en áreas sensibles	Físico	Una vez por año, en la época de zafra
	Informe gremial de resultados de monitoreo de calidad de aire[11]	Fisicoquímico	Una vez por año, en época de zafra

9 Valoración económica en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Los aspectos que se contemplarán en los costos de las medidas de prevención, control y mitigación en las distintas fases de cada proyecto, vinculados al Plan de Gestión Ambiental en la Guía del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas), se presenta en los cuadros seguidamente:

Actividades principales

[9] ASAZGUA. (2016). Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza. Área agrícola y fábrica. pp. 4.
[10] ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el uso de agua en fábrica y manejo de aguas residuales. pp. 2.
[11] ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el manejo de las emisiones de partículas y gases en chimeneas de calderas. pp. 2.

Fase: Preparación del terreno y siembra

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Erosión	Suelo	- Contar con un programa de diseño en la siembra donde se consideren la dirección, longitud y pendiente de la línea de siembra
		- Construir pozos de sedimentación o cajas de sedimentación, previo a canales y zanjones, para reducir el riesgo de arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua, en época de lluvia
		- Implementación de programa de conservación de suelos
		- Labranza mínima
		- Trazo de curvas a nivel o siembra en contorno para evitar la erosión hídrica provocada en su mayoría en la época de lluvia
		- Evitar acumulación o promontorios de fragmentos o trozos de tallos vegetales, permitiendo un buen drenaje de agua
		- Dispersar y compactar homogéneamente los promontorios de tierra que se forman en los extremos de los surcos o de polígonos del terreno, permitiendo el libre drenaje y evitando empozamiento de agua en estos extremos
Exposición de polvo	Aire	- Uso de equipo de protección personal
		- Señalización en carreteras priorizadas
		- Labranza mínima
Remoción de cobertura vegetal	Flora y fauna	- Observar los anchos mínimos establecidos a orillas de ríos y cuerpos de agua, así como lo relativo a áreas de reforestación
		- Limitacion del ancho minimo de la cobertura vegetal en la zona de cauces de ríos, riachuelos o nacederos de agua, respetando lo estipulado en el Código de Salud (25 metros)
		- Estrategias de reforestación y protección de bosques (compromiso forestal)
Exposición al polvo	Social	- Identificación de comunidades colindantes al área de preparación
		- Utilización de vías internas (en lo posible)
		- Control de horarios de trabajo en zonas aledañas a comunidades
		- Señalización en carreteras priorizadas
		- Labranza mínima

Fase: Manejo del cultivo
Actividad: Riego

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Erosión	Suelo	- Aplicación de riego con la cantidad necesaria de agua

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Uso de equipos de riego de baja y mediana intensidad
		- Diseño de sistemas de riego presurizados
		- Prácticas de conservación de suelos
		- Uso de sistema de balance hídrico
		- Distribución o líneas de conducción de riego subterráneo
		- Uso de sistemas de riego presurizados tales como aspersión con desplazamiento continuo, aspersión con presión media, entre otros
Impactos al suelo		- Revestir estanques con materiales impermeables
		- Implementación de plan de contingencia de manejo de vinaza
Agotamiento de recurso hídrico	Agua	- Aplicación de riego con la cantidad y frecuencia mínima necesaria de agua (lámina de riego)
		- Adopción de sistemas de riego presurizados
		- Capacitación al personal de campo sobre buenas prácticas de riego
		- Elaboración de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas
		- Implementación de sistemas de medición de caudales y volúmenes de agua
		- Evaluación del caudal mínimo necesario en las barras
		- Establecer puntos de medición a lo largo de la cuenca de cada uno de los ríos utilizados e inventariar y medir el caudal tomado por cada uno de los usuarios de dichas cuencas
		- Ejecución de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas
		- Prácticas de conservación de suelos
		- Participación activa y propositiva en comités de usuarios y mesas de diálogo de cuenca, para coordinar acciones y respetar los intereses de todos los actores, en función de un manejo de cuenca
		- Reuso de aguas residuales (sistema de fertirriego)
		- Implementación de prácticas de cosecha de agua de lluvia
		- Implementación de reservorios de agua, a partir de aguas de lluvia y superficiales, cuando sea viable
Afectación a comunidades	Social	- Uso racional de agua de modo que no genere conflictos con otros usuarios, por disminución de calidad o cantidad del recurso o del potencial de capacidad de acuíferos
		- Elaboración de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas
		- Ejecución de plan de manejo y uso eficiente de aguas superficiales y subterráneas

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Incorporar controles y monitoreo de ríos
		- Participación activa y propositiva en comités de usuarios y mesas de diálogo de cuenca, para coordinar acciones y respetar los intereses de todos los actores, en función de un manejo de cuenca
		- Implementación de buenas prácticas de riego

Fase: Manejo del cultivo
Actividad: Fertilización

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Programar la fertilización respetando los momentos óptimos de aplicación y dosis adecuadas
		- Realización de muestreos de suelo
		- Calibración de equipos de aplicación
Impactos al recurso hídrico	Agua	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones en fuentes hídricas superficiales, naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales
		- No aplicar cuando se presenten lluvias en el momento de aplicación
		- Creación de un sistema de monitoreo de vinaza en canales, zanjones, riachuelos, ríos y lagunas
		- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla
		- Aplicación de las dosis requeridas
		- Construcción de dos pozos activos de monitoreo de agua subterránea, en las áreas aledañas a los estanques de almacenamiento de vinaza, de conformidad a las «Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza. Área agrícola y fábrica»
		- Administración de almacenamiento de productos químicos
		- Análisis de calidad de aguas, atendiendo a situaciones específicas, indicando el periodo de realización correspondiente, tomando como referencia la regulación vigente en descargas de aguas residuales
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos
		- Instalación de estanques de almacenamiento de vinaza debidamente impermeabilizados
		- No realizar conducción de vinaza por medio de canales abiertos de distribución, debido al riesgo de derrame o infiltración. En casos que

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		se justifique, se utilizarán canales revestidos o vinazoductos
		- Establecimiento de obras de conservación de suelo, tales como curvas a nivel, acequías, barreras vivas, pozos de infiltración, fosas al final de las acequías, entre otras
		- Diseño de campos
Generación de emisiones gaseosas	Aire	- Correcta aplicación de las dosis requeridas y fuentes de fertilizantes, en el momento oportuno
		- Mantenimiento preventivo de los sistemas de gases de escape
		- Utilizar una relación de fertilizantes por tonelada producida
		- Calibración de equipos de aplicación
Alteración de ecosistemas	Flora y fauna	- Utilizar relación adecuada de kilogramos de materia prima por tonelada de caña producida
		- Aplicación de residuos orgánicos de cosecha (cachaza)
		- Incorporación de abonos orgánicos (cachaza, compost, ceniza de bagazo, residuos de mesa de caña, vinaza), en los alrededores del ingenio; especialmente, en suelos arenosos, para darles más estructura. Aplicable en la etapa de zafra
Afectación a comunidades	Social	- Correcta aplicación de las dosis requeridas y fuentes de fertilizantes, en el momento oportuno

Fase: Manejo del cultivo
Actividad: Control de plagas

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al recurso hídrico	Agua	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones, fuentes hídricas superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales
		- Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- No aplicar cuando se presenten lluvias en el momento de aplicación
		- Elaboración de plan de manejo integrado de plagas
		- Análisis de calidad de aguas, con énfasis en trazas de agroquímicos, atendiendo a situaciones específicas, indicando el periodo de realización correspondiente, tomando como referencia la regulación vigente en descargas de aguas residuales

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla
		- Aplicación de las dosis requeridas y los sobrantes de mezclas
		- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas
Emisión de material particulado	Aire	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones, así como de la inversión térmica
		- Realizar aplicaciones con base en parámetros óptimos de condiciones climáticas
		- Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Elaboración de plan de manejo integrado de plagas
		- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas
Alteración de ecosistemas	Flora y fauna	- Aplicación de las dosis requeridas y en el momento oportuno
		- Elaboración de plan de manejo integrado de plagas
		- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas
Afectación de otros sistemas productivos	Social	- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Informar a comunidades cuando las actividades de aplicación aéreas son en los alrededores a las mismas
		- Elaboración de plan de manejo integrado de plagas
		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos
		- Ejecución de plan de manejo integrado de plagas

Fase: Manejo del cultivo
Actividad: Control de malezas

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al recurso hídrico	Agua	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones, fuentes hídricas superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales
		- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Emisión de material particulado	Aire	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones, así como de la inversión térmica
Alteración de ecosistemas	Flora y fauna	- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos
		- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
Afectación de otros sistemas productivos	Social	- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos
		- Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos
		- Establecer sistemas de seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura

Fase: Manejo del cultivo
Actividad: Aplicaciones de madurantes y reguladores de crecimiento, aéreas (aeronaves y dispositivos aéreos no tripulados)

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Aplicación bajo las especificaciones técnicas de la actividad
		- Reutilización de agua con residuos de agroquímicos
Impactos al recurso hídrico	Agua	- No efectuar lavado de equipos o recipientes utilizados en aspersiones fuentes hídricas, superficiales naturales o aquellas estructuras de drenajes que desembocan en fuentes naturales
		- Establecer franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla
		- Aplicación de las dosis requeridas y los sobrantes de mezclas
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos, áreas de mezcla y lavados
		- Cumplir la norma ambiental de aplicaciones aéreas
Impacto sonoro	Aire	- Consideración de la dirección y velocidad del viento en el momento de las aplicaciones
		- Realizar aplicaciones con altura de vuelo definida de acuerdo a cada práctica (madurante, fertilizante, control de plagas y malezas)
Emisión de material particulado		- No aplicar en presencia de lluvia en el momento de la aplicación

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Realizar aplicaciones en base a parámetros óptimos de condiciones climáticas
		- Manejo de volúmenes de aplicación que reduzcan las emisiones de material particulado
Alteración de ecosistemas	Flora y fauna	- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos
		- Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos
		- Cumplir la norma ambiental de aplicaciones aéreas
Afectación de otros sistemas productivos	Social	- Sobrevolar áreas sensibles previamente para definir si se aplica o no
		- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Utilizar productos selectivos en áreas colindantes a cultivos susceptibles
		- Registro de condiciones ambientales y control de aplicaciones
		- Establecer sistemas de seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura
		- Socializar y construir una buena relación con los vecinos, antes, durante y después de las aplicaciones aéreas
Afectación de comunidades		- Sobrevolar áreas sensibles, previamente para definir si se aplica o no
		- Respetar las franjas de seguridad de no aplicación de agroquímicos
		- Informar a la comunidad con anticipación sobre las aplicaciones y las consideraciones a tener en cuenta para evitar daños
		- Registro de condiciones ambientales y control de aplicaciones
		- Establecer sistemas de seguridad para que la aplicación no afecte animales domésticos y de postura
		- No realizar aplicaciones aéreas en días festivos, feriados y asuetos oficiales para Guatemala y cada municipio, según sea el caso, en áreas colindantes a centros poblados y carreteras principales

Fase: Cosecha y CAT (corte, alce y transporte)
Actividad: Quema controlada

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Efectuar las quemas en los horarios finales de las tardes, noches o primeras horas del dia (quema fría)
		- Aplicación del SQC
		- Aplicación de quemas en ausencia de luz solar, que se caracterizan por sus temperaturas más bajas
Impactos al recurso hídrico	Agua	- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)
		- Aplicación del SQC
Emisión de material particulado	Aire	- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)
		- Consideración de estudios de comportamiento de viento y transporte de pavesas
		- Efectuar las quemas con las condiciones climáticas y meteorológicas óptimas (seguir recomendación del SQC)
		- Eliminación de la requema de residuos
		- Aplicación del SQC
		- Cosecha en verde de áreas sensibles
		- Respetar los horarios de quemas
		- Control del tamaño del área a quemar
		- Implementación gradual de corte en verde en áreas sensibles
		- Capacitar constantemente a todo el personal de cosecha de cada ingenio, sobre los avances en la investigación referente al tema de cosecha de caña de azúcar, comportamiento del viento, importancia de las quemas controladas y la influencia del viento en la dispersión de la pavesa
Generación de emisiones gaseosas		- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)
		- Aplicación del SQC
Afectación de otros sistemas productivos	Social	- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)
		- Preparación de personal idóneo para la realización y supervisión de quemas
		- Corte en verde en áreas colindantes con comunidades, otros cultivos (salineras), carreteras, tendidos eléctricos
		- Aplicación del SQC
		- Mejoramiento de los sistemas de vigilancia y verificación del cumplimiento de los compromisos
		- Muestreo general de medición de pavesa
		- Divulgación de programas de relaciones públicas para dar a conocer las medidas a implementar
		- Implementación de capacitaciones a los pobladores sobre los procedimientos de quema
Afectación de comunidades		- Planificación con el Sistema de Planificación de Quemas Controladas (SQC)

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Corte en verde en áreas colindantes con comunidades, otros cultivos (salineras), carreteras, tendidos eléctricos
		- Aplicación del SQC
		- Eliminar quema de cañales en áreas determinadas por el ingenio
		- Implementación de capacitaciones a los pobladores sobre los procedimientos de quema

Fase: Cosecha y CAT (corte, alce y transporte)
Actividad: Alce y movimiento interno

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Compactación	Suelo	- Uso de equipo de protección personal
		- Establecer áreas de parqueo y procedimiento de ubicación de maquinaria
Generación de emisiones gaseosas	Aire	- Ejecución de programas de mantenimiento preventivo en equipos/maquinaria
		- Ejecución de programas de servicios a los equipos/maquinaria
		- Modificar sistemas de aire acondicionado de equipos/maquinaria
		- Reducción de uso de apiladores en alzadoras

Fase: Cosecha y CAT (corte, alce y transporte)
Actividad: Transporte

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Compactación	Suelo	- Mantener la presión de las llantas de manera adecuada y evitar el ingreso de equipos con llantas sin aire
		- Diseño de tráfico controlado en el campo
		- Ejecución de programas de mantenimiento preventivo en los equipos/maquinaria
Emisión de material particulado y polvo	Aire	- Supervisión continua en la red vial
		- Señalización en carreteras priorizadas
		- Riego de caminos internos, que reduzcan la generación de material particulado
Generación de emisiones gaseosas		- Mantenimiento preventivo de los sistemas de gases de escape
		- Control periódico de funcionamiento de motores (estado de aceite)
Exposición al polvo	Social	- Utilización de vías internas (en lo posible)
		- Aplicación de manual de operación responsable de transporte de caña
		- Mantenimiento de caminos de terracería antes y después de la operación de cosecha (zafra)
		- Señalización en carreteras priorizadas

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Programa de riego en caminos que pasan por comunidades o cultivos vecinos
Impacto sonoro		- Mantener en las carretas tipo Chain Net, las cadenas amarradas en la ruta de vacíos en caminos de terracería
		- Contar con pilotos certificados
		- Capacitación en buenas prácticas e interrelacion con comunidades
		- Prohibición de uso de bocinas de aire en comunidades
		- Uso de bocinas con decibeles bajos
Afectación a comunidades		- Contar con pilotos certificados
		- Capacitación en buenas prácticas e interrelacion con comunidades
		- Monitoreo de velocidades, horarios y poblados
		- Señalización en carreteras priorizadas
		- Programa de riego en caminos que pasan por comunidades o cultivos vecinos
Deterioro de vías		- Utilización de vías internas (en lo posible)
		- Para las vías públicas, cumplir con la reglamentación para control de pesos y dimensiones
		- Mantenimiento de caminos de terracería antes y después de la operación de cosecha (zafra)
		- Recoleccion de caña en carreteras

Actividades Interrelacionadas

Actividad: Manejo integral de residuos sólidos

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos
		- Uso de equipo de protección personal
		- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos
		- Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza
		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos
		- Efectuar triple lavado a los envases que han contenido agroquímicos
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de agroquímicos
		- Dejar limitada la zona de almacenamiento de envases

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Incorporación de residuos vegetales generados en la cosecha mecánica, tales como cogollos de caña, con base en el requerimiento nutricional
		- Incorporación del trash al suelo
		-Utilización de residuos energéticos como cobertura vegetal
		- Utilización de residuos de cosecha para mezcla con bagazo de caña en cogeneración de energía
Impactos al recurso hídrico	Agua	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos
		- Uso de equipo de protección personal
		- Capacitación al personal para la clasificación y reducción de residuos sólidos, incluyendo a los colaboradores que ocupan los módulos habitacionales
		- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos
		- Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza
		- Aplicación de residuos orgánicos de cosecha (cachaza)
		- Reutilización de agua con residuos de agroquímicos
Generación de emisiones gaseosas	Aire	- Evitar la acumulación prolongada de residuos orgánicos, previo a su incineración
		- En caso se dé acumulación de residuos orgánicos, brindar el acondicionamiento adecuado a su naturaleza

Actividad: Gestión de talleres

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Instalación de estructuras de contención, en áreas donde aplique
		- Uso de equipo de protección personal
		- Mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo
		- Buenas prácticas de mantenimiento
		- Chequeos periódicos de mantenimiento
		- Recolección de derrames a través de uso de material absorbente
		- Tratamiento para tierra impactada
		- Los residuos líquidos son reutilizados en fábrica
		- Entidades externas pueden colectar los residuos líquidos y gestionarlos según su naturaleza
		- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Uso de equipo de protección personal
		- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos (traslado de residuos a cascos de fincas donde haya acopio)
		- Control de filtros usados de las maquinarias
		- En talleres móviles se pueden ubicar compartimentos para almacenamiento de filtros
		- Acopio de residuos sólidos de reparaciones de vehículos y maquinaria industrial en recipientes para el efecto
		- Recolección, almacenamiento y disposición final adecuada para residuos sólidos de reparaciones de vehículos y maquinaria industrial

Actividad: Gestión de módulos habitacionales

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos
		- Capacitación al personal para la clasificación y reducción de residuos sólidos, incluyendo a los colaboradores que ocupan los módulos habitacionales
		- Uso de equipo de protección personal
		- Recolección, almacenamiento y disposición final adecuada para residuos sólidos generados en los módulos habitaciones
Impactos al recurso hídrico	Agua	- Administración, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario
		- Tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario (doméstico)

Actividad: Gestión de bodegas periféricas de agroquímicos y fertilizantes, así como de plantas de mezcla de fertilizantes

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos
		- Instalación de áreas de resguardo para almacenamiento de envases vacíos de agroquímicos
		- Instalación de áreas de resguardo para almacenamiento de sacos de fertilizantes usados
		- Uso de equipo de protección personal

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos
		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos y fertilizantes
		- Seguimiento de las recomendaciones del manejo y disposición final de sacos vacíos de fertilizantes
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos y fertilizantes
Impactos al recurso hídrico	Agua	- Instalación de estructuras de contención y drenajes para recolección de aguas impactadas por residuos de agroquímicos y fertilizantes
		- Observancia de requisitos de reglamentación sobre registro, comercialización y uso de plaguicidas y sustancias afines
		- Los residuos de mezclas aplicarlos en el cultivo o en tanques de mezcla
		- Cumplir con las normas para el diseño y construcción de zonas de almacenamiento de productos agroquímicos, áreas de mezcla y lavados
Emisión de material particulado	Aire	- Instalación de áreas de almacenamiento distantes de fuentes de calor, combustibles y materiales incompatibles

Actividad: Almacenamiento y traslado de combustible (diésel) a fincas

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Construcción de tanques para minimizar trasiego y pipas grandes con compartimientos
		- Uso de equipo de protección personal
		- Mantenimiento preventivo a los tanques de almacenamiento
		- Tratamiento para tierra impactada

Actividad: Extracción de materiales para mantenimiento de caminos

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Uso de equipo de protección personal
		- Tener copia de las autorizaciones emitidas por el MEM y el MARN, manteniéndolo a disposición de las autoridades cuando las requieran por razones de seguimiento

Actividad: Gestión de helipuertos

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Uso de equipo de protección personal
		- Tratamiento para tierra impactada, en caso aplique
		- Mantenimiento preventivo a los tanques de almacenamiento
Emisión de material particulado	Aire (en fase de construcción)	- Uso de equipo de protección personal
Impacto sonoro	Aire (en fase de operación)	- Uso de equipo de protección personal, en los momentos de despegue y aterrizaje de helicópteros para los empleados del helipuerto

Actividad: Laboratorio

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Impactos al suelo	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de desechos peligrosos
		- Elaboración de plan de manejo de residuos orgánicos
		- Ejecución de plan de manejo de desechos peligrosos
		- Ejecución de plan de manejo de residuos orgánicos
		- Hacer separación de desechos peligrosos y gestionarlos según su naturaleza
		- Hacer separación de residuos orgánicos y gestionarlos según su naturaleza
		- Ver apartado de medidas de salud y seguridad ocupacional
		- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza
		- Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de desechos peligrosos, así como de residuos orgánicos
Impactos al recurso hídrico	Agua	- Evitar derrames de solventes para limpieza de equipos hacia el drenaje de aguas residuales de tipo especial
		- Monitoreo de ríos
		- Monitoreo de efluentes
		- Ver medidas de salud y seguridad ocupacional
		- Tratamiento del efluente final

10 Glosario de términos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas)

Para la interpretación de la presente Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Agrícolas) se entiende por:

Actividades interrelacionadas: son tareas vinculadas al propio proceso productivo, sin que obligatoriamente sean parte del mismo.

Actividades principales: aquellas que se consideran indispensables en el proceso productivo.

Afectación a comunidades: Acción de producir inquietudes en los habitantes de poblaciones, generada por la utilización de recursos naturales, muchas veces estimados como bienes inalienables, o bien por el paso del transporte vinculado a la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

Afectación de otros sistemas productivos: acción de producir alteración en actividades agropecuarias distintas a las correspondientes a la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

Agotamiento del recurso hídrico: acción y efecto de extraer el agua contenido en los distintos cuerpos de agua.

Alteración de ecosistemas: acción de transformar a las comunidades bióticas, cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

AGREQUIMA: Asociación del Gremio Químico Agrícola.

ASAZGUA: Asociación de Azucareros de Guatemala.

Aspectos ambientales significativos: Elementos que interactúan con el ambiente y los recursos naturales, que causan uno o varios impactos ambientales, positivos o negativos, que pueden considerarse relevantes por lo que representa para el entorno ecológico.

Cachaza: residuo en forma de sedimento que resulta de la clarificación del jugo de caña en la fabricación del azúcar.

CAÑAMIP: Comité de Manejo Integrado de Plagas.

CAT: corte, alce y transporte.

CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

CENGICAÑA: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña del Azúcar.

Cogollo: Parte interior y más apretada de la caña de azúcar.

Control: Comprobación, inspección, fiscalización, intervención de algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Descogollador: Molinillo cuyo propósito es deshacer la parte interior y más apretada de la propia caña de azúcar, más conocida como cogollo.

Deterioro de vías: Acción y efecto de hacer que un camino construido para la circulación rodada, pase a un peor estado o condición.

DIGARN: Dirección de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Emisión de material particulado: Acción y efecto de arrojar partículas finas, sólidas o líquidas, y que quedan suspendidas en el aire.

Emisión de polvo: acción y efecto de arrojar la parte más menuda y deshecha de tierra seca, levantada en el aire por algún movimiento. Acto de depósito en el ambiente de polvo.

EPA: Environmental Protection Agency.

Erodabilidad: medida que indica la vulnerabilidad a la erosión, dependiente de las propiedades intrínsecas de cada tipo de suelo.

Generación de emisiones gaseosas: acción y efecto de producir algunas sustancias como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (NO_2), vapor de agua (H_2O), entre otros, que absorben con eficiencia los rayos infrarrojos térmicos que se desprenden de la superficie de la tierra y retrasan su escape al espacio, con la consecuente acumulación temporal de energía calórica en la atmósfera.

Guía ambiental:herramienta que tiene por objeto incorporar las buenas prácticas a las variables ambientales en la planificación, desarrollo y seguimiento de la gestión ambiental sectorial, como referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país. Se utiliza como base para la elaboración del instrumento ambiental y consecuentemente para realizar las auditorías ambientales. Es aprobada mediante Acuerdo Ministerial y revisadas cada cinco años o a solicitud del sector correspondiente a efecto de actualizarla y armonizarla con la legislación ambiental vigente.

ICC: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.

Impacto sonoro: producción intensiva de ruidos, que causan molestias diversas a las personas.

Impactos al recurso hídrico: adición a aguas superficiales o subterráneas de residuos sólidos, aguas residuales sin tratar u otras sustancias cuya presencia es objetable y altera su constitución normal.

Impactos al suelo: introducción de sustancias objetables en el suelo, tales como líquidos peligrosos, aguas residuales sin tratar, residuos sólidos, entre otros, derramados en la superficie, depositados en estanques o enterrados.

Impactos ambientales: se refieren a cualquiera alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes ambientales, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.

INAB: Instituto Nacional de Bosques.

Labranza mínima: menor cantidad de cultivo requerido para crear condiciones de suelo adecuadas para el desarrollo de la caña de azúcar. Reduce la labor de remoción y preparación del suelo en la los surcos en que se va a sembrar. Su función principal es de disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión, además de mantener el nivel de materia orgánica y proteger la microfauna.

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Manejo de escorrentías: es la gestión de agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno, así como de aquellas corrientes hídricas que se vierten al rebasar su depósito o cauce, natural o artificial.

Medidas de control ambiental: son todas aquellas medidas que el proponente debe implementar en relación a prevención, mitigación, remediación o compensación de los impactos ambientales que produzca el proyecto, obra, industria o actividad.

Medidas de mitigación: es el conjunto de medidas destinadas a prevenir, reducir, minimizar y corregir la magnitud de los impactos negativos al ambiente, identificados dentro del proceso de evaluación ambiental como posibles consecuencias del desarrollo de una obra, industria, proyecto o actividad específica.

Medidas de prevención: es el conjunto de medidas destinadas a garantizar que el impacto negativo al ambiente identificado dentro del proceso de evaluación ambiental de un proyecto, obra, industria o actividad específica no se produzca.

MEM: Ministerio de Energía y Minas.

Mitigación: acción y efecto de moderar, aplicar, disminuir o suavizar algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Pérdida de suelo (erosión): desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.

Prevención: acción y efecto de disponer con anticipación, prepararse de antemano para algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Procedimientos de apoyo: el conjunto de pasos complementarios para la realización de una labor, que contribuyen en la cadena de valor.

Proceso productivo: se refiere al conjunto de operaciones que se realizan y son necesarias, a fin de generar productos y servicios, en beneficio de la sociedad.

RARL: Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

RECSA: Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Remoción de cobertura vegetal: acción y efecto de quitar la cubierta de vegetación del suelo.

Salinización de suelo: acción y efecto de aumentar considerablemente el contenido de sal en terrenos.

Seguridad ocupacional: conjunto de acciones orientadas a prevenir la ocurrencia de accidentes laborales, así como a identificar, evaluar, prevenir y controlar los factores de riesgo a la seguridad de los colaboradores y de los centros de trabajo.

Servicios ecosistémicos: procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que forman parte de ellos, ayudan a sostener y satisfacer la vida humana. En el presente caso, se refiere a los bienes que el cultivo de caña de azúcar, brinda a la sociedad.

SisMaSur: Sistema de Monitoreo de Ríos de la Costa Sur del ICC.

Soca: último retoño de la caña de azúcar.

SQC: Sistema de Planificación de Quemas Controladas del ICC. Aplicación móvil, automática y dinámica, que está enlazada a una red de estaciones meteorológicas, las que toman las lecturas correspondientes periódicamente, que permite consultar, en tiempo real, si se debe proceder con una quema de caña.

***Trash*:** hojas, despuntes, tallos secos, raices, suelo, malezas, entre otros, enviados a fábrica junto con la caña de azúcar.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe.

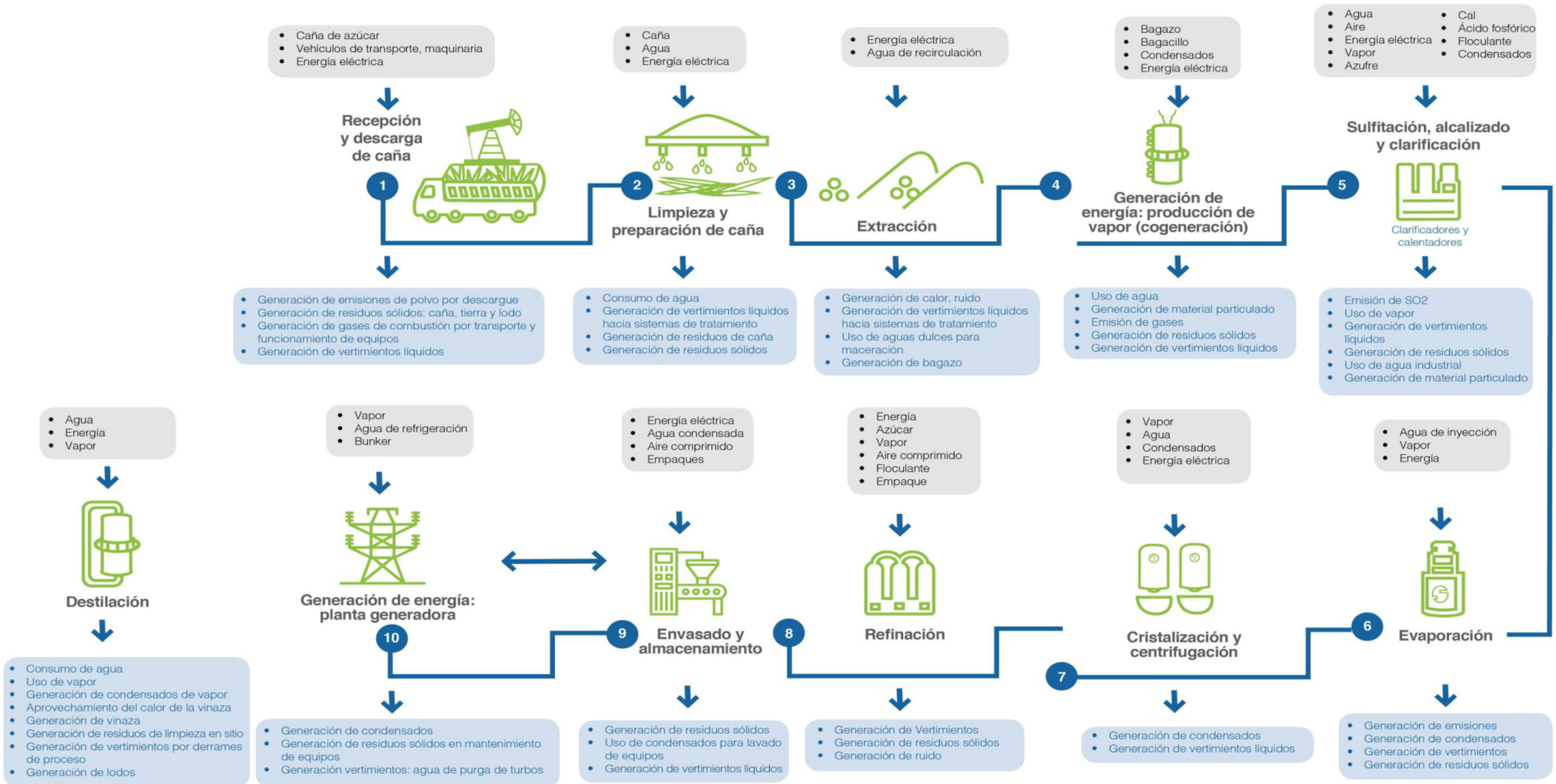
11 Descripción del proceso productivo en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

11.1 Diagrama de flujo del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

Con el propósito de detallar debidamente las características del Sector de la Caña de Azúcar, específicamente de sus procesos industriales, se prepara un flujograma para relacionar las actividades principales, con información relevante y concisa; mismo que se muestra seguidamente.

Procesos Industriales

Asociación de Azucareros de Guatemala 2018 | GUATECAÑA Impulsando el desarrollo sostenible



11.2 Definición y categorización del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

La Agroindustria Azucarera de Guatemala es un sector económico que se puede categorizar en:

- Procesos agrícolas
- Procesos industriales

En el caso de la presente Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales), el enfoque es cubrir específicamente las actividades de fábrica, por lo que se categorizan en las siguientes fases y actividades del proceso productivo:

Actividades principales:
- Recepción y descarga de caña
- Limpieza y preparación de caña
- Extracción
- Generación de energía: producción de vapor (cogeneración)
- Sulfitación, alcalizado y clarificación
- Evaporación
- Cristalización y centrifugación
- Envasado y almacenamiento

Actividades interrelacionadas:
- Generación de energía: planta generadora
- Destilación
- Refinación
- Laboratorio
- Manejo integral de residuos sólidos

Procedimientos de apoyo:
- Seguridad y salud ocupacional
- Informática

11.3 Descripción de actividades en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

11.3.1 Actividades principales

Para efectos de la presente Guía Ambiental, las actividades principales son aquellas que se consideran indispensables en el proceso productivo, en este caso las actividades industriales de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

- **Recepción y descarga de caña:** la caña es transportada a la planta, en camiones o carros cañeros (figura 24). Al ingresar se procede al pesado en la báscula y a la determinación de la calidad de la materia prima (contenido de sacarosa, sólidos, fibra e impurezas). La caña se descarga sobre mesas de alimentación o en patios.

Figura 22. Descarga de caña

- **Limpieza y preparación de caña:** la etapa de limpieza se efectúa a través de sistemas de rodillos para realizar la limpieza en seco (figura 25), o por medio de lavado con agua (figura 26), a fin de retirar la mayor cantidad de materias extrañas. Posteriormente, la caña pasa por equipos donde se trocea y desmenuza como preparación previa al proceso de extracción.

Figura 23. Limpieza de caña en seco

Figura 24. Lavado de caña

- **Extracción:** la operación de una estación de molienda es un proceso continuo en la que se alimenta caña previamente preparada, la cual es sometida a una serie de extracciones utilizando molinos de mazas o rodillos (las instalaciones son de 4 a 7 molinos, compuestas por 3 a 4 mazas ralladas en forma de “v”) (figura 27). Para hacer el proceso más eficiente el jugo extraído por un molino se aplica a la entrada del molino anterior (maceración), y con el objetivo de aumentar la extracción se utiliza el proceso de imbibición que consiste en aplicar agua caliente antes de la extracción del último molino, el bagazo que sale de este proceso es enviado a las calderas de combustión.

  El jugo mezclado se bombea a un tanque de pesaje y el bagazo de caña, por medio de conductores, es enviado a las calderas.

Figura 25. Molino

- **Generación de energía: producción de vapor (cogeneración)**: el bagazo obtenido del último molino sirve de combustible en las calderas para producir vapor a alta presión y temperatura, el cual es conducido por medio de tubería hacia las turbinas de los turbogeneradores para la producción de energía eléctrica. El agua utilizada para la alimentación de las calderas se obtiene de los condensados de la evaporación.

- **Sulfitación, alcalizado y clarificación:** el jugo mezclado se pasa por una torre de sulfitación, en la que se le adiciona dióxido de azufre –SO2- (producto de la quema de azufre sólido), para su decoloración.

  Seguidamente, el jugo se alcaliza agregando una lechada de cal para ajustar el potencial de hidrógeno –pH- a un rango entre 6.8 y 7.8, luego el jugo se calienta entre 103 y 106 ^{o}C para facilitar la clarificación del jugo, por medio de la sedimentación en los clarificadores.

  El jugo alcalizado pasa a los clarificadores de jugo, donde se separan los lodos agregando floculante (polímero de alto peso molecular), que facilita la decantación. El jugo clarificado es enviado al proceso de evaporación para su concentración.

  Los lodos provenientes de los clarificadores se mezclan con el bagacillo y forman la cachaza, que es separado utilizando filtros rotativos al vacío o de

banda. La cachaza ya seca es llevada a los campos, a fin de ser usada como acondicionador de suelos. El jugo filtrado se recircula a los tanques de alcalizado o clarificadores.

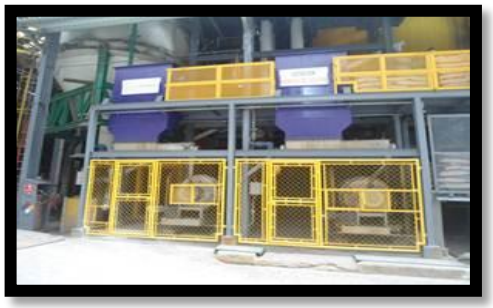


Figura 26. Sulfitación

Figura 27. Torres de sulfitación

- **Evaporación:** el jugo se concentra entre 58 y 68 grados Brix –ºBx-. Esto es necesario para iniciar el proceso de cristalización, lo cual implica la remoción del 70 al 80 % del agua del jugo de la caña, que se hace por medio de vasos evaporadores que funcionan en cuádruple o quíntuple efecto combinando el efecto de la temperatura y presión para optimizar el uso de energía. La meladura es enviada al proceso de cristalización.

  El vapor utilizado en la evaporación proviene del escape de las turbinas y los vapores vegetales producidos, que son usados en los procesos de cristalización y clarificación. Los condensos se reciclan a las calderas, agua de imbibición y otros procesos.

  Al jugo concentrado se le conoce como meladura. La meladura se purifica en un clarificador por fosfo-flotación, para lo que se le adiciona ácido fosfórico, floculante, cal y aire, siendo necesario su precalentamiento para disminuir la viscosidad y así facilitar la mezcla y reacción de los productos y su posterior separación. Los lodos se reciclan a los clarificadores de jugo.

- **Cristalización y centrifugación:** la cristalización es un proceso en contracorriente constituido por el desarrollo de dos magmas y doble agotamiento del azúcar, inicia con la formación de cristales al concentrar el jarabe a su punto de saturación y la inyección de semilla de azúcar. El desarrollo de los cristales de azúcar se realiza en tres etapas de tachos operados al vacío, donde se agregan los cristales y miel rica, siendo estas etapas las siguientes: masa A (azúcar para ser envasado), se forma del magma B y meladura; masa B (primer agotamiento), se conforma del magma C y miel A; y, masa C (segundo agotamiento), a partir de la semilla de cristalización y miel B.

  La centrifugación consiste en separar los cristales de su miel madre, por medio de la aplicación de la fuerza centrífuga y agua caliente (figuras 30 y 31). La masa del primer tacho, al pasar por la centrifuga produce el azúcar A (azúcar para ser envasado) y miel A; la masa B al pasar por las centrífugas, produce el

magma B y miel B; la masa C al pasar por las centrífugas produce el magma C y miel final o melaza.

La melaza es un producto que se comercializa como aditivo alimenticio para animales o como base para destilación de alcohol.

Figura 28. Centrífugas

Figura 29. Descarga de centrífugas

- **Envasado y almacenamiento:** el azúcar comercial, se pasa a un secador y un enfriador para acondicionarlo para su almacenamiento. Primero se usa un secador para disminuir la humedad con aire caliente en contracorriente con el azúcar para obtener las especificaciones de la calidad de azúcar producida. Después el azúcar se pasa por un enfriador para bajar la temperatura lo más cercano a la temperatura ambiente. Los residuos que se generan se disuelven y se mandan de nuevo al proceso.

  El azúcar seco se transporta a las tolvas de almacenamiento. El envasado depende de las exigencias del mercado y se ofrecen diversas presentaciones, en saco o a granel. En algunos casos, el azúcar es acopiada en domos de almacenamiento de azúcar a granel, con acondicionamiento de aire.

11.3.2 Actividades interrelacionadas

- **Generación de energía:** planta generadora: las plantas generadoras emplean combustibles alternos al bagazo de caña, para producir electricidad, tales como biomasa –leña, fragmentos de madera (*chips*)-, y derivados del petróleo –bunker, carbón mineral- (figura 32).

  Dichas plantas, de manera semejante a la producción de vapor, también usan calderas y turbogeneradores como parte del proceso, para el consumo de auxiliares o para la comercialización, a través del Sistema Nacional Interconectado de energía eléctrica (figura 33).

Figura 30. Generacion de energia

Figura 31. Generacion de energia

- **Destilación:** la materia prima utilizada en la destilación del alcohol es la melaza o miel final, que es aquella resultante como último producto de la centrifugación de la masa cocida; siendo sus componentes el agua, azúcares, proteínas, gomas y cenizas.

  Para llevar a cabo este proceso, la melaza se diluye con agua y se procede a fermentar en cubas, en presencia de levadura que transforma los azúcares en alcohol, con el correspondiente desprendimiento de dióxido de carbono.

  La separación del alcohol se puede realizar por medio de dos sistemas de torres. En la primera se produce alcohol primario, y en la segunda alcohol rectificado o anhidro, dependiendo del proceso de cada planta.

  Asimismo, como subproducto se generan vinazas que se usan para fertirriego o producción de biogás (metano).

- **Refinación:** este proceso se inicia con la disolución con agua caliente del azúcar comercial, esta solución se conoce como licor. El licor se calienta a 85 ^{o}C para eliminar viscosidad y luego se le añade cal, ácido fosfórico, decolorantes, floculantes y aire, a fin de eliminar impurezas que producen turbidez y color.

  El licor pasa a una segunda etapa de decoloración, por medio de carbón activado o súper absorbentes. Asimismo, el licor antes de ser enviado a los tachos pasa por dos etapas de filtrado.

  La masa se inicia en los tachos, concentrado el licor hasta el punto de sobresaturación necesario para cristalizar por medio de semillamiento. El cristal formado se alimenta con licor y con jarabe procedente de las centrífugas, hasta lograr un tamaño de grano adecuado. La masa se descarga a las centrífugas para separar los cristales del jarabe madre. El azúcar es enviado a su acondicionamiento para ser envasado y almacenado, en tanto que el jarabe es remitido a los tachos. En otras refinerías, se tiene una entrada de jarabe que se recircula y se mezcla con el licor que viene de la filtración y se obtiene una sola templa.

El azúcar refinado se pasa a un secador y un enfriador para acondicionarlo previo a su almacenamiento. Al respecto, primero se usa un secador para disminuir la humedad con aire caliente en contracorriente con el azúcar, a efecto de obtener las especificaciones de la calidad de azúcar producida. Después, el azúcar se pasa por un enfriador para bajar la temperatura lo más cercana posible a la temperatura ambiente. Los residuos que se generan se disuelven y se mandan de nuevo al proceso.

- **Laboratorio:** tiene como función la realización de los análisis inherentes a las actividades industriales de producción de azúcar, tales como muestreo de caña, determinaciones específicas en productos de procesos, evaluaciones de subproductos, entre otras (figura 34).

  Por lo que, en sus procedimientos utiliza productos químicos, agua, solventes para limpieza de equipos, entre otros; y, consecuentemente, genera residuos sólidos, aguas residuales de tipo especial y desechos peligrosos.

Figura 32. Laboratorio

- **Manejo integral de residuos sólidos:** conjunto de acciones desarrolladas en los distintos procesos de las actividades industriales de producción de azúcar, orientadas a controlar la generación, separación, presentación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, con enfoque de gestión integral (figura 35).

Figura 33. Manejo integral de residuos sólidos

11.3.3 Procedimientos de apoyo

- **Seguridad y salud ocupacional:** se refiere al proceso enfocado en garantizar el bienestar físico, mental y social de los trabajadores, y con ello coadyuvar a su eficiencia en sus quehaceres. Dicho proceso es transversal a todas las actividades industriales de producción de azúcar.

  Todo lo anterior, mediante acciones orientadas a evitar la ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales, así como a identificar, evaluar, prevenir y controlar los factores de riesgo a la seguridad de los colaboradores, procesos y equipos, así como de los propios centros.

Figura 34. Seguridad y salud ocupacional

- **Informática:** conjunto de actividades que coadyuvan el trabajo en los diversos procesos de las actividades industriales de producción de azúcar, específicamente en cuanto a la gestión de la información, a través de computadoras y sistemas computarizados.

  Como parte del que hacer llevado a cabo se generan residuos sólidos tales como equipos de cómputo y similares, y la correspondiente generación de aguas residuales de tipo ordinario por parte del personal.

12 Identificación y valoración de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

12.1 Aspectos ambientales

Los procesos industriales del Sector de la Caña de Azúcar interactúan con el ambiente en los aspectos se listan a continuación:

- Componente físico
  - Suelo
  - Agua
  - Aire
- Componente social
  - Social

12.2 Identificación y determinación de aspectos e impactos ambientales

Seguidamente se presenta la matriz de impactos ambientales vinculados a los procesos industriales del Sector de la Caña de Azúcar, la cual fue elaborada partiendo de la metodología planteada en el “Proyecto Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica”, bajo la responsabilidad de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo y ejecutado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, cuyas guías ambientales fueron aprobadas por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través del Acuerdo Ministerial No. 266-2010 , publicado el 28 de junio de 2010, en el Diario de Centro América.

El cuadro de valoración presenta actividades con impactos positivos (+), actividades con impactos negativos (-) y en algunas casos se presentan actividades que presentan impactos positivos y negativos (+/-) según la etapa de implementación durante la fase de operación.

13 Identificación de posibles impactos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

Fases	Componentes	Físico										Social
		Suelo		Agua					Aire			Social
	Impactos ambientales / Actividades del proceso	Generación de desechos peligrosos (líquidos y sólidos)	Generación de residuos sólidos	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Derrame de sólidos gruesos y finos	Aporte de sólidos, gruesos y finos, y materia flotante al agua residual	Derrame de compuestos sintéticos, por lubricación de equipos (aceites y grasas)	Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Generación de ruido y vibraciones	Emisión de material particulado	Generación de emisiones gaseosas	Seguridad ocupacional
Actividades principales	Recepción y descarga de caña				X					X		
	Limpieza y preparación de caña			X		X	X		X	X		
	Extracción			X				X	X	X		
Actividades principales	Generación de energía: producción de vapor			X			X	X	X	X	X	
	Sulfitación, alcalizado y clarificación							X	X	X		
	Evaporación			X				X			X	
	Cristalización y centrifugación			X				X	X			
	Envasado y almacenamiento		X							X		
Actividades interrelacionadas	Generación de energía: planta generadora						X	X	X	X	X	
	Destilación			X				X	X		X	
	Refinación			X				X	X	X		
	Laboratorio		X					X				
	Manejo integral de residuos sólidos	X									X	
Procedi-mientos	Salud y seguridad ocupacional											X
	Informática	X										

13.1 Valoración de posibles impactos

Fases	Componentes	Físico										Social
		Suelo		Agua					Aire			Social
	Impactos ambientales / Actividades del proceso	Generación de desechos peligrosos (líquidos y sólidos)	Generación de residuos sólidos	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Derrame de sólidos gruesos y finos	Aporte de sólidos, gruesos y finos, y materia flotante al agua residual	Derrame de compuestos sintéticos, por lubricación de equipos (aceites y grasas)	Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Generación de ruido y vibraciones	Emisión de material particulado	Generación de emisiones gaseosas	Seguridad ocupacional
Actividades principales	Recepción y descarga de caña				-					-		
	Limpieza y preparación de caña			-		-	-		-	-		
	Extracción			-				-	-	-		
Actividades principales	Generación de energía: producción de vapor			+/-			-	-	-	-	-	
	Sulfitación, alcalizado y clarificación							-	-	-		
	Evaporación			+/-				-			-	
	Cristalización y centrifugación			-				-	-			
	Envasado y almacenamiento		-							-		
Actividades interrelacionadas	Generación de energía: planta generadora						-	-	-	-	-	
	Destilación			-				-	-		-	
	Refinación			-				-	-	-		
	Laboratorio		-					-				
	Manejo integral de residuos sólidos	-									-	
Procedi-mientos	Salud y seguridad ocupacional											-
	Informática	-										

14 Plan de Gestión Ambiental en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

Los procesos industriales del Sector de la Caña del Azúcar que implementa cada uno de los ingenios azucareros, independientemente de la circunscripción geográfica en que se encuentren, cuenta con procedimientos similares, formalidades arquitectónicas propias de un mismo modelo, generalmente una infraestructura similar e impactos ambientales con mínimas variaciones y, como consecuencia lógica, se aplican las mismas medidas para mitigar los impactos ambientales que se derivan de los procesos, productos y servicios. Lo anterior fundamenta el esfuerzo de la preparación de una propuesta de Guía Ambiental.

Sobre el particular, de conformidad al Artículo 3 del “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental” (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)[12], un impacto ambiental se entiende como: «Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes ambientales, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.»[13]

Las medidas de prevención: «Es el conjunto de medidas destinadas a prevenir que el impacto negativo al ambiente identificado dentro del proceso de evaluación ambiental de un proyecto, obra, industria o actividad específica no se produzca.» En tanto que las medidas de control ambiental: «Son todas aquellas medidas que el proponente debe implementar en relación a prevención, mitigación, remediación o compensación de los impactos ambientales que produzca el proyecto, obra, industria o actividad.» Y, las medidas de mitigación: «Es el conjunto de medidas destinadas a prevenir, reducir, minimizar y corregir la magnitud de los impactos negativos al ambiente, identificados dentro del proceso de evaluación ambiental como posibles consecuencias del desarrollo de una obra, industria, proyecto o actividad específica.»[14]

Adicionalmente, un Plan de Gestión Ambiental se define como el: «Conjunto de operaciones técnicas y acciones propuestas, que tienen como objetivo asegurar la operación de un proyecto, obra, industria o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos y asegurar a los proponentes, la mejora continua y la compatibilidad con el ambiente. Forma parte integral de los instrumentos ambientales, a fin de organizar las medidas ambientales y los compromisos que implican.»[15]

Es en tal contexto y tomando en cuenta que una Guía Ambiental, de conformidad al Artículo 16[16], de dicho Reglamento, se constituye en un referente técnico mínimo

[12] Artículo 3 «Glosario de términos». Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)
[13] *Loc. Cit.*
[14] *I Loc. Cit.*
[15] *Loc. Cit.*
[16] Artículo 16 «Guías Ambientales». Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016)

aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país y se utiliza como base para la elaboración del instrumento ambiental; por lo que, al ser vinculada a las actividades de fábrica de la Agroindustria Azucarera de Guatemala, para los ingenios lo procedente es que se aplique a un conjunto de instalaciones ubicadas en una misma cuenca hidrográfica de río principal, dado que esta se constituye en una división de un territorio cuyas aguas fluyen a un mismo cuerpo de agua, en este caso, un río.

A continuación, se presentan las medidas más relevantes para cada impacto ambiental que generan las diferentes actividades o fases vinculadas a los procesos industriales de la Agroindustria Azucarera de Guatemala:

- Recepción y descarga de caña
- Limpieza y preparación de caña
- Extracción
- Generación de energía: producción de vapor (cogeneración)
- Sulfitación, alcalizado y clarificación
- Evaporación
- Cristalización y centrifugación
- Envasado y almacenamiento
- Generación de energía: planta generadora
- Destilación
- Refinación
- Laboratorio
- Manejo de residuos sólidos
- Seguridad y salud ocupacional
- Informática

Plan de Gestión Ambiental para Procesos Industriales del Sector de la Caña del Azúcar

Actividades principales: la propuesta de Plan de Gestión Ambiental de las acciones que se consideran importantes en los procesos industriales del Sector de la Caña de Azúcar, se plantea a continuación:

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Recepción y descarga de caña	Agua	Derrame de sólidos gruesos y finos	- Descarga de efluentes sin tratamiento con presencia de sólidos u otros compuestos que alteren la calidad de las aguas superficiales o subterráneas	- Evitar que los sólidos derramados en patio de caña, lleguen a tener contacto con las aguas superficiales o subterráneas	- Cuantificar los parámetros de sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables, en: 1) efluente final a fertirriego, 2) efluente que entra a sistemas de tratamiento, 3) efluente que sale de sistemas de tratamiento - Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes	- Reuso del efluente final en fertirriego - Tratamiento del efluente final, para recuperar sólidos y destinarlos al campo
	Aire	Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden de la caña que es transportada hacia los patios		- Monitoreo de calidad de aire por presencia de material particulado	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional - Reducción al mínimo posible de la velocidad de las jaulas cañeras al ingresar a la planta industrial
Limpieza y preparación de caña	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible	Agua tomada de fuentes	- Lograr mayores eficiencias en la limpieza,	- Monitoreo de efluentes	- Recuperar circuitos de agua internos para

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
		en fuentes superficiales o subterráneas	superficiales o subterráneas	reduciendo el consumo de agua	- Medición del uso interno del agua	destinarlos a limpieza de caña, como efluentes tratados o agua enfriada para destinarla a estos fines
		Aporte de sólidos, gruesos y finos, y materia flotante al agua residual	Sólidos gruesos y finos que se desprenden de la caña al momento de limpiarla, empleando agua		- Monitoreo de efluentes, para verificar cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales	- Sistema de tratamiento de aguas residuales, para mejorar la calidad del efluente final y cumplir con los límites máximos permisibles de la norma reglamentaria aplicable
		Derrame de lubricantes de equipos (aceites y grasas)	Presencia de aceites y grasas en el efluente final, debido a derramamiento de los mismos	- Controles en la actividad operacional hacer uso eficiente de lubricantes	- Monitoreo de efluentes, para verificar cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales en el parámetro de aceites y grasas - Mantener o reducir en índice de consumo de lubricantes por tonelada de caña	- Capacitación al personal en la labor de lubricación de maquinaria y equipo
	Aire (limpieza con agua)	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la	- Evitar la exposición prolongada de	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección		seguridad y salud ocupacional
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso de limpieza de la caña	- Optimización de la alimentación de caña	- Monitoreo de calidad de aire	
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso de limpieza de la caña		- Monitoreo de calidad de aire	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
Extracción	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas	- Instalación y mantenimiento de equipos para el ahorro de agua - Reducir el consumo de agua en la fabricación de azúcar y sus coproductos, a	- Monitoreo de ríos	- Optimización del uso de agua - Mejora continua en el proceso de recirculación de agua

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
				través de las opciones tecnológicas más convenientes a cada planta		
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (lubricantes)	- Prevención y manejo de derrames de lubricantes	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes	- Reuso de aguas residuales
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso		- Monitoreo de calidad de aire	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
Generación de energía: producción de vapor (cogeneración)	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas		- Monitoreo de ríos	- Optimización del uso de agua
		Derrame de lubricantes de	Presencia de aceites y grasas en el efluente final,	- Controles en la actividad operacional para	- Monitoreo de efluentes, para verificar	- Capacitación al personal en la labor de

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
		equipos (aceites y grasas)	debido a derramamiento de los mismos	hacer uso eficiente de lubricantes	cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales en el parámetro de aceites y grasas	lubricación de maquinaria y equipo
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (cenizas)	- Recuperación de cenizas en seco y húmedo	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes, especialmente de los parámetros de temperatura, sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables	- Sedimentación y filtrado de ceniza - Recirculación de agua de lavado
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido.	- Ver apartado de medidas de salud y seguridad ocupacional
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso	- Optimización de la combustión	- Monitoreo de calidad de aire	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
		Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), vapor	- Optimización de la combustión, el uso de vapor y de energía	- Monitoreo de fuentes fijas	- Instalación de sistemas de control de gases de combustión, tales como colectores

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
			de agua, entre otros			ciclónicos y lavadores de gases (*scrubbers*), entre otros - Quema 100 % de bagazo generado
Sulfitación, alcalizado y clarificación	Agua	Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (cachaza, floculante, jugo clarificado)	- Trasladar la cachaza generada a campo como abono orgánico - Control de niveles de tanques para prevenir derrames de materiales en proceso	- Monitoreo de efluentes	- Evitar derrames de jugo clarificado
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de salud y seguridad ocupacional - Optimización de venteos de vapor
		Generación de emisiones gaseosas	Emisión de gases sulfurosos	- Optimización en el proceso de sulfitación	- Monitoreo de calidad de aire ambiental	- Instalación de sistemas de control de gases, tales como lavadores de gases (*scrubbers*)
Evaporación	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas		- Monitoreo de ríos - Adecuar o reutilizar las aguas de enfriamiento	- Reducción del uso de agua - Reutilización de vapor en otras etapas del

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						proceso productivo
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (meladura)	- Optimización de los sistemas de enfriamiento	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes, especialmente de los parámetros de temperatura, sólidos suspendidos totales y demanda bioquímica de oxígeno - Controlar niveles de llenado para evitar desbordes de material	- Evitar derrames de meladura
	Aire	Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el vapor de agua	- Optimización del uso de vapor		
Cristalización y centrifugación	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas		- Monitoreo de ríos	- Optimización del uso de agua
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (trazas de azúcar diluida)		- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes, especialmente del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno	

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido.	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
Envasado y almacenamiento	Suelo	Generación de residuos sólidos	Emisión de residuos sólidos, específicamente de restos de empaques, así como de polvillo	- Ver apartado de medidas de gestión integral de residuos sólidos	- Ver apartado de medidas de gestión integral de residuos sólidos	- Implementar programas de acopio y gestión de residuos sólidos, en especial de restos de empaques
	Aire	Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas (polvillo), que se desprenden en el proceso	- Implementación de sistemas de gestión de polvillo de azúcar, cuando aplique		- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

Actividades interrelacionadas: la propuesta de Plan de Gestión Ambiental de las tareas vinculadas a los procesos industriales del Sector de la Caña del Azúcar, sin que obligatoriamente sean parte de los mismos, es la siguiente:

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Generación de energía: planta generadora	Agua	Derrame de lubricantes de equipos (aceites y grasas)	Presencia de aceites y grasas en el efluente final, debido a derramamiento de los mismos	- Controles en la actividad operacional hacer uso eficiente de lubricantes	- Monitoreo de efluentes, para verificar cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales en el parámetro de aceites y grasas	- Capacitación al personal en la labor de lubricación de maquinaria y equipo
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (cenizas)	- Recuperación de cenizas en seco y húmedo	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes, especialmente del parámetro de temperatura	- Sedimentación y filtrado de ceniza - Recirculación de agua de lavado
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se	- Optimización de la combustión	- Monitoreo de calidad de aire	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

			desprenden en el proceso			
		Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), vapor de agua, entre otros	- Optimización de la combustión, el uso de vapor y de energía	- Monitoreo de fuentes fijas	- Instalación de sistemas de control de gases de combustión, tales como colectores ciclónicos y lavadores de gases (*scrubbers*), entre otros
Destilación	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas	- Instalación y mantenimiento de equipos para el ahorro de agua - Reducir el consumo de agua en la fabricación de alcohol a través de las opciones tecnológicas más convenientes a cada planta	- Monitoreo de ríos	- Optimización del uso de agua
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (vinaza)	- Prevención y manejo de derrames de vinaza	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes	- Reuso de aguas residuales
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección	- Estudio de medición de ruido.	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

			pueden provocar daños irreversibles			
		Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), vapor de agua, entre otros	- Optimización del uso de vapor	- Medición de calidad de aire ambiental	
Refinación	Agua	Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas	Agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas	- Instalación y mantenimiento de equipos para el ahorro de agua - Reducir el consumo de agua en la fabricación de azúcar y sus coproductos, a través de las opciones tecnológicas más convenientes a cada planta	- Monitoreo de ríos	- Optimización del uso de agua
		Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (lubricantes, decolorantes, floculante)	- Prevención y manejo de derrames de lubricantes - Preparación óptima de mezcla de floculante	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes, especialmente de los parámetros temperatura, grasas y aceites	- Reuso de aguas residuales
	Aire	Generación de ruido y vibraciones	Presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de	- Estudio de medición de ruido	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

			trabajo y que pueden provocar daños irreversibles	trabajo, sin ningún tipo de protección		
		Emisión de material particulado	Presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso			- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional
Laboratorio	Suelo	Generación de desechos peligrosos (líquidos y sólidos)	Emisión de desechos peligrosos (líquidos y sólidos) derivados de los procedimientos de laboratorio (restos de productos químicos, recipientes vacíos, celdas electroquímicas, entre otros)	- Elaboración de plan de manejo de desechos peligrosos	- Ejecución de plan de manejo de desechos peligrosos - Hacer separación de desechos peligrosos y gestionarlos según su naturaleza	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional - Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza - Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de desechos peligrosos
	Agua	Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (químicos, solventes para limpieza)	- Evitar derrames de solventes para limpieza de equipos hacia el drenaje de aguas residuales de tipo especial	- Monitoreo de ríos - Monitoreo de efluentes	- Ver apartado de medidas de seguridad y salud ocupacional

Manejo integral de residuos sólidos	Suelo	Generación de residuos sólidos	Emisión de residuos sólidos en los procesos que conllevan las actividades industriales de la Agroindustria Azucarera de Guatemala	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en los módulos habitaciones	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos - Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza - Manipulación y almacenamiento adecuado de los sacos de azufre - Tratamiento de lodos (cachaza)	- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza (orgánicos, inorgánicos, ferrosos y no ferrosos, peligrosos, equipo de cómputo y similares) - Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de residuos sólidos. - Aprovechamiento de la cachaza para la fertilización de siembra de caña
	Agua	Impactos al recurso hídrico	Adición a aguas superficiales o subterráneas de residuos sólidos, cuya presencia es objetable y altera su constitución normal	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos - Uso de equipo de protección personal - Capacitación al personal para la clasificación y reducción de residuos sólidos, incluyendo a los colaboradores que ocupan los módulos habitacionales	- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos - Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza	- Aplicación de residuos orgánicos de cosecha (cachaza) - Reutilización de agua con residuos de agroquímicos

	Aire	Generación de emisiones gaseosas	Emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), entre otros	- Evitar la acumulación prolongada de residuos orgánicos, previo a su incineración		- En caso se dé acumulación de residuos orgánicos, brindar el acondicionamiento adecuado a su naturaleza

Procedimientos de apoyo: la propuesta de Plan de Gestión Ambiental de aquellas actividades complementarias a los procesos industriales del Sector de la Caña del Azúcar, se detalla a continuación:

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Seguridad y salud ocupacional	Social	Seguridad ocupacional	Posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales, así de riesgos fortuitos o involuntarios a la seguridad de los colaboradores y de los centros de trabajo	- Programa de capacitación sobre seguridad y salud ocupacional - Uso de equipo de protección personal.	- Implementación de programas de seguridad y salud ocupacional	- Descarte apropiado de equipo de protección personal usado o deteriorado (protectores de zapatos, cascos, mascarillas, respiradores, chalecos, entre otros)
Informática	Suelo	Generación de residuos sólidos	Emisión de residuos sólidos, en el presente caso en el área de informática	- Ver apartado de medidas de gestión integral de residuos sólidos	- Ver apartado de medidas de gestión integral de residuos sólidos	- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, residuos sólidos de equipo de cómputo y similares

Actividades	Variables, factores o medios ambientales	Impactos ambientales	Descripción de impactos	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
						- Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de residuos sólidos de equipo de cómputo y similares

15 Programa de sistema de monitoreo y evaluación en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

A continuación se presenta un cuadro resumen que describe las variables, factores o medios ambientales afectados, los indicadores de monitoreo, los métodos o tipos de análisis, así como la frecuencia de monitoreo, a ser determinados en el marco de la aplicación de la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales).

Variables, factores o medios ambientales afectados	Indicadores de monitoreo ambiental	Métodos o tipos de análisis	Frecuencia de monitoreo
Suelo	Informe de monitoreo en sitios de control establecidos para el seguimiento de la fertilidad del suelo[17]	Fisicoquímico	Una vez por año
Agua	Informe gremial de resultados de análisis de aguas residuales (monitoreo de efluentes) y aguas superficiales (monitoreo de ríos)[18]	Fisicoquímico y bacteriológico, según la regulación vigente en descargas de aguas residuales	Dos veces por año, en época de zafra
Aire	Informe gremial de medición de ruido en áreas sensibles de la actividad de transporte	Físico	Una vez por año, en la época de zafra
	Informe gremial de resultados de análisis de fuentes fijas[19]	Fisicoquímico	Dos veces por año, en época de zafra
	Informe gremial de resultados de monitoreo de calidad de aire[20]	Fisicoquímico	Una vez por año, en época de zafra

[17] ASAZGUA. (2016). Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza. Área agrícola y fábrica. pp. 4.
[18] ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el uso de agua en fábrica y manejo de aguas residuales. pp. 2.
[19] ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el manejo de las emisiones de partículas y gases en chimeneas de calderas. pp. 2.
[20] ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el manejo de las emisiones de partículas y gases en chimeneas de calderas. pp. 2.

16 Valoración económica en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

Los aspectos que se contemplarán en los costos de las medidas de prevención, control y mitigación en las distintas fases de cada proyecto, vinculados al Plan de Gestión Ambiental en la Guía del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales), se muestra en los cuadros a continuación:

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
Generación de residuos sólidos	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de residuos sólidos
		- Almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en los módulos habitaciones
		- Ejecución de plan de manejo de residuos sólidos
		- Hacer separación de los residuos generados y gestionarlos según su naturaleza
		- Manipulación y almacenamiento adecuado de los sacos de azufre
		- Tratamiento de lodos (cachaza)
		- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza (orgánicos, inorgánicos, ferrosos y no ferrosos, peligrosos, equipo de cómputo y similares)
		- Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de residuos sólidos.
		- Aprovechamiento de la cachaza para la fertilización de siembra de caña
		- Implementar programas de acopio y gestión de residuos sólidos, en especial de restos de empaques
		- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, residuos sólidos de equipo de cómputo y similares
		- Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de residuos sólidos de equipo de cómputo y similares
Generación de desechos peligrosos (líquidos y sólidos)	Suelo	- Elaboración de plan de manejo de desechos peligrosos
		- Ejecución de plan de manejo de desechos peligrosos
		- Hacer separación de desechos peligrosos y gestionarlos según su naturaleza
		- Entrega a empresa calificada para su manejo, disposición o tratamiento final, dependiendo de su naturaleza
		- Mantenimiento y administración de sistemas de disposición temporal de desechos peligrosos
Reducción de los niveles de agua	Agua	- Lograr mayores eficiencias en la limpieza, reduciendo el consumo de agua

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
disponible en fuentes superficiales o subterráneas		- Monitoreo de efluentes
		- Medición del uso interno del agua
		- Recuperar circuitos de agua internos para destinarlos a limpieza de caña, como efluentes tratados o agua enfriada para destinarla a estos fines
		- Instalación y mantenimiento de equipos para el ahorro de agua
		- Reducir el consumo de agua en la fabricación de azúcar y sus coproductos, a través de las opciones tecnológicas más convenientes a cada planta
		- Monitoreo de ríos
		- Optimización del uso de agua
		- Mejora continua en el proceso de recirculación de agua
		- Adecuar o reutilizar las aguas de enfriamiento
		- Reutilización de vapor en otras etapas del proceso productivo
Derrame de sólidos gruesos y finos	Agua	- Evitar que los sólidos derramados en patio de caña, lleguen a tener contacto con las aguas superficiales o subterráneas
		- Cuantificar los parámetros de sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables, en: 1) efluente final a fertirriego, 2) efluente que entra a sistemas de tratamiento, 3) efluente que sale de sistemas de tratamiento
		- Monitoreo de ríos
		- Monitoreo de efluentes
		- Reuso del efluente final en fertirriego
		- Tratamiento del efluente final, para recuperar sólidos y destinarlos al campo
Aporte de sólidos, gruesos y finos, y materia flotante al agua residual	Agua	- Monitoreo de efluentes, para verificar cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales
		- Sistema de tratamiento de aguas residuales, para mejorar la calidad del efluente final y cumplir con los límites máximos permisibles de la norma reglamentaria aplicable
Derrame de lubricantes de equipos (aceites y grasas)	Agua	- Controles en la actividad operacional hacer uso eficiente de lubricantes
		- Monitoreo de efluentes, para verificar cumplimiento de la regulación vigente en descargas de aguas residuales en el parámetro de aceites y grasas
		- Mantener o reducir en índice de consumo de lubricantes por tonelada de caña
		- Capacitación al personal en la labor de lubricación de maquinaria y equipo
Emisión de aguas residuales u otros compuestos	Agua	- Recuperación de cenizas en seco y húmedo
		- Monitoreo de ríos
		- Monitoreo de efluentes
		- Sedimentación y filtrado de ceniza

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Recirculación de agua de lavado en húmedo
		- Preparación óptima de mezcla de floculante
		- Trasladar la cachaza generada a campo como abono orgánico
		- Optimización de los sistemas de enfriamiento
		- Controlar niveles de llenado para evitar desbordes de material
		- Evitar derrames de meladura
		- Evitar derrames de jugo clarificado
		- Prevención y manejo de derrames de vinaza
		- Recuperación de cenizas en seco y húmedo
		- Sedimentación y filtrado de ceniza
		- Recirculación de agua de lavado en húmedo
		- Prevención y manejo de derrames de lubricantes
		- Reuso de aguas residuales
		- Evitar derrames de solventes para limpieza de equipos hacia el drenaje de aguas residuales de tipo especial
Generación de ruido y vibraciones	Aire	- Evitar la exposición prolongada de personas en jornadas de trabajo, sin ningún tipo de protección
		- Estudio de medición de ruido
		- Optimización de venteos de vapor
Emisión de material particulado	Aire	- Optimización de la combustión
		- Optimización de la alimentación de caña
		- Monitoreo de calidad de aire por presencia de material particulado
		- Reducción al mínimo posible de la velocidad de las jaulas cañeras al ingresar a la planta industrial
		- Implementación de sistemas de gestión de polvillo de azúcar, cuando aplique
Generación de emisiones gaseosas	Aire	- Optimización de la combustión, el uso de vapor y de energía
		- Monitoreo de fuentes fijas
		- Instalación de sistemas de control de gases de combustión, tales como colectores ciclónicos y lavadores de gases (scrubbers), entre otros
		- Optimización en el proceso de sulfitación
		- Monitoreo de calidad de aire ambiental
		- Optimización del uso de vapor
		- Evitar la acumulación prolongada de residuos orgánicos, previo a su incineración
		- En caso se dé acumulación de residuos orgánicos, brindar el acondicionamiento adecuado a su naturaleza
Seguridad ocupacional	Salud	- Programa de capacitación sobre salud y seguridad ocupacional
		- Uso de equipo de protección personal
		- Implementación de programas de salud y seguridad ocupacional

Impactos ambientales	Variables, factores o medios ambientales	Medidas de prevención, control y mitigación
		- Descarte apropiado de equipo de protección personal usado o deteriorado (protectores de zapatos, cascos, mascarillas, respiradores, chalecos, entre otros)

17 Programa de contingencias en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar

Emergencia por desastres naturales	Riesgo	Área agrícola (cultivo-cosecha, sistemas de riego y uso del suelo)	Área industrial y cogeneración	Área de destilería y tanques de alcohol	Bodegas de insumos, gasolineras y químicos pelígrosos	Edificios de oficinas, módulos habitacionales, hotel y casas de habitación
Áreas ambientalmente frágiles	Ambiente	- Acciones de emergencía en el manejo de aguas de lluvia, aplicación de vinaza, fertirriego y riego en lugares cercanos a quebradas, ríos o comunidades	- Control del aporte de particulado al aire que supera los límites permitidos en calderas y uso de bagazo - Descarga de aguas residuales de tipo ordinario y especial a cuerpos receptores	- Riesgo mínimo	- Acciones de emergencia con el almacenamiento de combustibles y sustancias peligrosas	- Acciones de emergencia para manejo de aguas de lluvia, desechos peligrosos, tanques de gas licuado de petróleo en cocinas y materiales combustibles
	Poblados cercanos	- Contigencias para control de derrames o aplicación aéreas fuera de control en casas, proyectos vecinos y cultivos de subsistencia	- Reducción de riesgos por operación de calderas y transporte de vapor	- Reducción de riesgos por operación de tanques de fermentación	- Control estricto en el transporte y trasiego de combustibles y sustancias peligrosas	- Riesgo mínimo
Riesgo por sismo	Ambiente	- Control de derrames de vinaza, agroquímicos y sustancias peligrosas	- Control de derrames de cenizas (biomasa y carbón) en pozos de contención	- Control de derrames en tanques de alcohol y melaza	- Control de derrames de vinaza, derrames de fertilizantes o agroquímicos, sustancias peligrosas	- Planes de evacuación, realización de simulacros diurnos y nocturnos, entrenamieinto de brigadas y revisión

Emergencia por desastres naturales	Riesgo	Área agrícola (cultivo-cosecha, sistemas de riego y uso del suelo)	Área industrial y cogeneración	Área de destilería y tanques de alcohol	Bodegas de insumos, gasolineras y químicos pelígrosos	Edificios de oficinas, módulos habitacionales, hotel y casas de habitación
						de errores en simulacros
	Poblados cercanos	- Control de derrames de tuberías de vinaza o fertirriego	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Control de derrames de tuberías de vinaza o fertirriego	- Riesgo mínimo
Explosión	Ambiente	- Contigencias para control de derrames en el transportes de combustibles y almacenamiento de sustancias peligrosas	- Contigencias en generación y transporte de vapor en industria y generación	- Contigencias en generación y transporte de vapor en industria y generación	- Transportes de combustibles, almacenamiento de sustancias peligrosas	- Contigencias ante incidentes por uso y almacenamiento de gas licuado de petróleo
	Poblados cercanos	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo
Incendio	Ambiente	- Enfrentamiento de incendios en áreas de almacenamiento y uso de materiales inflamables	- Contingencias en áreas de bagacera, de chips de madera, de carbón, de transportadores de combustibles para calderas	- Contingencias en tanques de alcohol, melaza y vinazoducto	- Enfrentamiento de incendios o conatos en áreas de almacenamiento y uso de materiales inflamables	- Enfrentamiento de incendios en áreas de cocina y área de bodegas
	Poblados cercanos	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Enfrentamiento de incendios o conatos en áreas de almacenamiento y uso de materiales inflamables	- Enfrentamiento de incendios en áreas de tanques de gas licuado de petróleo
Inundación	Ambiente	- Medidas de contingencia para	- Medidas de contingencia para	- Medidas de contingencia para	- Medidas de contingencia para	- Medidas de contingencia para

Emergencia por desastres naturales	Riesgo	Área agrícola (cultivo-cosecha, sistemas de riego y uso del suelo)	Área industrial y cogeneración	Área de destilería y tanques de alcohol	Bodegas de insumos, gasolineras y químicos pelígrosos	Edificios de oficinas, módulos habitacionales, hotel y casas de habitación
		evitar la saturación de suelos en áreas de aplicación de vinaza. Contaminación de cuerpos de agua receptores	contención de agua en tanques, toma de agua de cuerpos, área de condensados y torres de enfriamiento, sistemas de recirculación de agua	contención de agua en tanques, área de condensados y vinazoducto	conteción de agua en sistemas de abastecimiento de agua	contención de agua en sistemas de abastecimiento de agua
	Poblados cercanos	- Saturación de suelos en áreas de aplicación de vinaza	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo
Evento: tormentas tropicales	Ambiente	- Medidas de contigencia para control de saturación de suelos en áreas de aplicación de vinaza. Acciones para evitar la contaminación de cuerpos de agua receptores	- Medidas de contingencia para manejo de aguas pluviales en techos de fábrica y generación en sistema separativo de aguas pluviales	- Medidas de contingencia para manejo de aguas pluviales en techos de fábrica y generación en sistema separativo de aguas pluviales	- Medidas de contingencia para manejo de aguas pluviales en techos y patios impermeabilizados	- Medidas de contingencia para manejo de aguas pluviales en techos y patios impermeabilizados
	Poblados cercanos	- Medidas de contigencia para control de saturación de suelos en áreas de aplicación de vinaza	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo

Emergencia por desastres naturales	Riesgo	Área agrícola (cultivo-cosecha, sistemas de riego y uso del suelo)	Área industrial y cogeneración	Área de destilería y tanques de alcohol	Bodegas de insumos, gasolineras y químicos pelígrosos	Edificios de oficinas, módulos habitacionales, hotel y casas de habitación
Evento: descarga electroatmosférica	Ambiente	- Control de incendios en bosques o cultivos secos	- Inspección y mantenimiento adecuado de sistema de protección de descargas electroatmosféricas en las áreas de: bagacera, bodega de carbón, combustibles y bodegas	- Inspección y mantenimiento adecuado de sistema de protección de descargas electroatmosféricas en las áreas de: combustibles, tanques de alcohol y melaza, especialmente en parte superior de destilería por gases incondensables	- Inspección y mantenimiento adecuado de sistema de protección de descargas electroatmosféricas en las áreas de techos mayores a 8 metros y áreas de despacho de combustibles	- Inspección y mantenimiento adecuado de sistema de protección de descargas electroatmosféricas en las áreas de techos mayores a 8 metros y tanques de gas licuado de petróleo
	Poblados cercanos	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo	- Riesgo mínimo

18 Glosario de términos en la Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales)

Para la interpretación de la presente Guía Ambiental del Sector de la Caña de Azúcar (Procesos Industriales) se entiende por:

Actividades interrelacionadas: son tareas vinculadas al propio proceso productivo, sin que obligatoriamente sean parte del mismo.

Actividades principales: aquellas que se consideran indispensables en el proceso productivo.

Agua de imbibición: en la fabricación de azúcar, agua que se utiliza en el último molino para extraerle más cantidad de jugo al bagazo.

Aporte de sólidos, gruesos y finos, y materia flotante a las aguas residuales: sólidos gruesos y finos que se desprenden de la caña al momento de limpiarla, empleando agua.

ASAZGUA: Asociación de Azucareros de Guatemala.

Aspectos ambientales significativos: elementos que interactúan con el ambiente y los recursos naturales, que causan uno o varios impactos ambientales, positivos o negativos, que pueden considerarse relevantes por lo que representa para el entorno ecológico.

CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

CENGICAÑA: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña del Azúcar.

Control: comprobación, inspección, fiscalización, intervención de algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Derrame de lubricantes de equipos (aceites y grasas): presencia de aceites y grasas en el efluente final, debido a derramamiento de los mismos.

Derrame de sólidos gruesos y finos: descarga de efluentes sin tratamiento con presencia de sólidos u otros compuestos que alteren la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

DIGARN: Dirección de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Emisión de aguas residuales u otros compuestos: adición a aguas superficiales o subterráneas de aguas residuales sin tratar u otros compuestos (cenizas, cachaza, floculante, jugo clarificado, trazas de azúcar diluida, entre otros).

Emisión de material particulado: presencia de partículas finas, de polvo, tierra y sólidos, que se desprenden en el proceso.

EPA: Environmental Protection Agency.

Generación de desechos peligrosos (líquidos y sólidos): emisión de desechos peligrosos (líquidos y sólidos) derivados de los procedimientos de laboratorio (restos de productos químicos, recipientes vacíos, celdas electroquímicas, entre otros).

Generación de emisiones gaseosas: emisión de algunos gases como el dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), vapor de agua (H_2O), entre otros.

Generación de residuos sólidos: emisión de residuos sólidos en los procesos que conllevan las actividades industriales de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

Generación de ruido y vibraciones: presión sonora con decibeles que superan la condición normal para ambientes de trabajo y que pueden provocar daños irreversibles.

Guía ambiental: herramienta que tiene por objeto incorporar las buenas prácticas a las variables ambientales en la planificación, desarrollo y seguimiento de la gestión ambiental sectorial, como referente técnico mínimo aplicable al desarrollo de proyectos, obras, industrias o actividades de los diferentes sectores productivos del país. Se utiliza como base para la elaboración del instrumento ambiental y consecuentemente para realizar las auditorías ambientales. Es aprobada mediante Acuerdo Ministerial y revisadas cada cinco años o a solicitud del sector correspondiente a efecto de actualizarla y armonizarla con la legislación ambiental vigente.

ICC: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.

ICIDCA: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña del Azúcar.

Meladura: jugo concentrado proveniente del proceso de evaporación.

Melaza: miel final que se utiliza como base para la destilación de alcohol.

Mitigación: acción y efecto de moderar, aplicar, disminuir o suavizar algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Prevención: acción y efecto de disponer con anticipación, prepararse de antemano para algo, en el presente caso vinculado al ambiente y los recursos naturales.

Procedimientos de apoyo: el conjunto de pasos complementarios para la realización de una labor, que contribuyen en la cadena de valor.

Proceso productivo: se refiere al conjunto de operaciones que se realizan y son necesarias, a fin de generar productos y servicios, en beneficio de la sociedad.

RARL: Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

RECSA: Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Reducción de los niveles de agua disponible en fuentes superficiales o subterráneas: agua tomada de fuentes superficiales o subterráneas.

Seguridad ocupacional: posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales, así como de riesgos fortuitos o involuntarios a la seguridad de los colaboradores y de los centros de trabajo.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe.

19 Referencias bibliográficas

ASAZGUA. (2016). Normas y recomendaciones para el manejo de las aguas superficiales y subterráneas en campo.

ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el manejo de las emisiones de partículas y gases en chimeneas de calderas.

ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el manejo de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

ASAZGUA. (2017). Normas y recomendaciones para el uso de agua en fábrica y manejo de aguas residuales.

ASAZGUA. (2016). Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza. Área agrícola y fábrica.

ASAZGUA. (2016). Normas y recomendaciones para la quema de la caña de azúcar.

ASAZGUA. (2016). Uso y aplicación adecuada de agroquímicos (con énfasis en aplicaciones aéreas).

ASAZGUA e ICC. (2016). Política ambiental del sector azucarero. Guatemala, Guatemala: ASAZGUA.

Cabrera, J.A. y Suaznávar R. (2010). Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono. Cultivos tropicales, 31(1), 5-13.

CENGICAÑA. (2017). Guía de buenas prácticas agrícolas en caña de azúcar. Guatemala, Guatemala: CENGICAÑA.

FAO. (2001). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s09.htm#bm09.2.

ICC. (2018). Informe de labores 2017. Guatemala, Guatemala: ICC.

ICC. (2016). Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Recuperado de http://icc.org.gt/es/icc-desarrolla-sistema-de-quemas-controladas-sqc-de-cana-de-azucar/.

ICIDCA. (2000). Manual de los derivados de la caña del azúcar. Habana, Cuba: Imprenta Minaz.

INAB. (2003). Consideraciones técnicas y propuesta de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Guatemala, Guatemala: INAB.

Mata Jiménez, A. y Quevedo, F. (1998). Diccionario didáctico de ecología. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. (20 de abril de 2018) Resolución Administrativa No. 004-2018/DIGARN/OBT. [DP Otoniel Barrios Toledo].

Presidencia de la República de Guatemala. (17 de enero de 2018) Artículo 1. Manual de Procedimientos para la Presentación y Aprobación de Guías Ambientales. (Acuerdo Ministerial No. 349-2017). Diario de Centro América: 39,653.

Presidencia de la República de Guatemala. (11 de julio de 2016) Artículo 3 [Título III]. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016). Diario de Centro América: 39,271.

Presidencia de la República de Guatemala. (11 de julio de 2016) Artículo 16 [Título IV]. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. (Acuerdo Gubernativo No. 137-2016). Diario de Centro América: 39,271.

UICN y CCAD. (2009). Guía agrícola: instrumento de gestión ambiental. San José, Costa Rica: MasterLitho.