



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD
REGIONAL
DELTA

PROCESO PRODUCTIVO DE FOSFATO DIAMÓNICO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Antúñez Rosell, Candela
Guerra, Maya
Magalú, Iara Belén
Pelloli, María del Pilar



Índice

10.1 Introducción	2
10.2 Marco legal	2
10.3 Categorización industrial	3
10.4 Nivel de Complejidad Ambiental	3
10.5 Cálculo del NCA	5
10.6 Evaluación de Impacto Ambiental	7
10.7 Matriz de Leopold de nuestro proyecto	9
10.8 Medidas de mitigación de impactos ambientales	11
10.8.1 Medidas de mitigación para la producción de DAP	11
10.9 Residuos y efluentes especiales y no especiales	11
10.10 Tratamiento de residuos y efluentes	12
10.10.1 Residuos sólidos	12
10.10.1.1 Residuos sólidos del proceso	12
10.10.1.2 Residuos sólidos varios	14
10.10.2 Efluentes líquidos	16
10.10.3 Efluentes gaseosos	18
10.11 Gestión ambiental	19

Estudio de Impacto Ambiental

10.1 Introducción

En este capítulo se realizará la evaluación de impacto ambiental con el objetivo de identificar, prevenir y/o reducir los distintos impactos ambientales que pueden ocurrir en nuestro proyecto, como así también mitigarlos y corregirlos.

10.2 Marco legal

En Argentina, se establecen diversas normativas y regulaciones destinadas a controlar las emisiones y preservar el medio ambiente. A continuación, se destacan algunas normativas a nivel nacional y provincial:

- **Ley Nacional de Medio Ambiente (Ley N° 25.675):** establece los principios generales para la protección del ambiente en Argentina, estableciendo principios fundamentales, instrumentos de gestión y responsabilidades de las autoridades, con el objetivo de promover un desarrollo sustentable y la conservación de los recursos naturales.
- **Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley N° 11.723):** tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.
- **Ley de generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales (Ley N° 11.720):** establece las disposiciones específicas para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos considerados como especiales debido a su peligrosidad o características particulares. Esta ley busca proteger la salud pública y el medio ambiente, promoviendo prácticas seguras y responsables en la gestión de estos residuos. Además, regula aspectos como la generación, transporte, almacenamiento, tratamiento y eliminación de residuos especiales, así como también establece medidas para prevenir la contaminación y minimizar los riesgos asociados con su manejo.
- **Ley de Residuos Peligrosos (Ley N° 24.051):** establece un marco legal integral para la gestión de los residuos peligrosos en Argentina, con el objetivo de prevenir la contaminación y proteger la salud humana y el medio ambiente.
- **Decreto 1074 /18 Reglamentario de Ley N° 5965:** reglamenta la gestión de efluentes gaseosos en Argentina, estableciendo normas, procedimientos y sanciones para prevenir la contaminación atmosférica y proteger la calidad del aire.
- **Ley de Residuos Sólidos Urbanos (Ley N° 13.592):** regula la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), estableciendo responsabilidades para los actores involucrados, priorizando la prevención y la gestión sustentable de los residuos. Promueve la elaboración de planes de gestión integral, la educación ambiental y la concientización ciudadana sobre la importancia de la separación y disposición adecuada de los residuos, con el fin de proteger el medio ambiente y promover prácticas responsables
- **Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera (Ley 5965):** se centra en la protección de las fuentes de agua y la atmósfera. Establece normativas para prevenir la contaminación de los recursos hídricos y controlar las emisiones contaminantes en el aire. Además, define responsabilidades de las autoridades ambientales para garantizar el cumplimiento de estas disposiciones y preservar la calidad ambiental en beneficio de la salud pública y el medio ambiente.

10.3 Categorización industrial

Según la **Ley 11.459**, los establecimientos Industriales pueden clasificarse en tres categorías:

1. **Primera categoría:** establecimientos que se consideren inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.
2. **Segunda categoría:** establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.
3. **Tercera categoría:** establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

10.4 Nivel de Complejidad Ambiental

La categoría de un proyecto se determina mediante el cálculo del Nivel de Complejidad Ambiental (NCA). El NCA representa el grado de potencialidad de producir daño ambiental que tiene un proyecto y/o industria. Este se obtiene mediante una fórmula polinómica que se encuentra en el **Decreto 973/2020** de la **Ley 11.459**. De acuerdo con los valores del NCA, las industrias se clasifican en:

Categoría	Puntos
Primera	Hasta 15 inclusive
Segunda	De 15 a 25 inclusive
Tercera	Mayor a 25

La fórmula mencionada está dada por:

$$NCA = Ru + Lo + Di + EfReEm + Ri$$

Donde:

- A. Ru: Rubro y actividad.** De acuerdo con la codificación de actividades y teniendo en cuenta las características de las materias primas que se empleen, los procesos que se utilicen y los productos elaborados, se dividen en cuatro grupos:

Grupo de rubros y actividades	Puntaje
0	1
1	9
2	15
3	23

La actividad se define conforme al Nomenclador de Actividades IIBB 2018.

- B. Lo: localización del establecimiento.** Se deberá seleccionar la zona de emplazamiento de acuerdo a las siguientes definiciones y en función del ordenamiento territorial según corresponda:

Localización	Puntaje
Zona que no admite industria	4
Zona que solo admite industrias de primera categoría	3

Zona que solo admite industrias de primera y segunda categoría	2
Zona que solo admite industrias de primera, segunda y tercera categoría	1
Zona portuaria	0
Agrupamiento industrial	0

C. Di: dimensionamiento. Este término de la fórmula se encuentra afectado por tres valores:

1. *Potencia activa instalada:* Es la cantidad total de potencia “útil” que consume un equipo eléctrico. Deberá sumarse la capacidad totalidad de los equipos del establecimiento afectados a la producción industrial y los servicios auxiliares.

Potencia activa instalada (HP)	Puntaje
≤ 50 HP	0
$50 \text{ HP} < \text{POT} \leq 200 \text{ HP}$	1
$200 \text{ HP} < \text{POT} \leq 500 \text{ HP}$	2
$500 \text{ HP} < \text{POT} \leq 1000 \text{ HP}$	3
$1000 \text{ HP} < \text{POT} \leq 2000 \text{ HP}$	4
$\text{POT} > 2000$	5

2. *Superficie afectada a la actividad industrial:* deberán considerarse las aéreas productivas, de depósito y de servicios auxiliares (como las áreas de mantenimiento, control de calidad, playas de carga, etc.). Cuando exista más de un nivel de construcción, se deberá sumar las superficies de todos los niveles.

Superficie	Puntaje
$\text{SUP} \leq 300 \text{ m}^2$	0
$300 \text{ m}^2 < \text{SUP} \leq 1000 \text{ m}^2$	1
$1000 \text{ m}^2 < \text{SUP} \leq 3000 \text{ m}^2$	2
$3000 \text{ m}^2 < \text{SUP} \leq 5000 \text{ m}^2$	3
$5000 \text{ m}^2 < \text{SUP} \leq 7000 \text{ m}^2$	4
$\text{SUP} > 7000 \text{ m}^2$	5

3. *Porcentaje de superficie afectada a la actividad industrial en relación con la superficie del predio que le sirve de asiento.*

Superficie	Puntaje
$\text{SUP} < 500 \text{ m}^2$	0
$\text{SUP} \geq 500 \text{ m}^2$: de 0% a 30% inclusive	0
$\text{SUP} \geq 500 \text{ m}^2$: mayor de 30% hasta 50% inclusive	1
$\text{SUP} \geq 500 \text{ m}^2$: mayor de 50% hasta 75% inclusive	2
$\text{SUP} \geq 500 \text{ m}^2$: mayor de 75% inclusive	3

D. EfReEm: este término de la fórmula está compuesto por tres valores: efluentes líquidos + residuos + emisiones gaseosas. A continuación, se describirán las definiciones importantes para elegir el puntaje correcto:

- **Residuos Especiales:** Se entiende por residuo especial a cualquier sustancia u objeto, gaseoso (siempre que se encuentre contenido en recipientes), sólido, semisólido o líquido del cual su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo, siempre que se encuentre contemplado en la Ley N° 11.720.

- **Residuos No Especiales:** Se considerarán aquellos materiales, sustancias u objetos en estado sólido o semisólido, y líquidos o gaseosos contenidos en un recipiente, provenientes de cualquier operación, actividad o proceso productivo tanto en sus procesos intermedios de producción como el principal, así como aquellos sobrantes de procesos de tratamiento asociados al sistema productivo que posean dichas características, que su poseedor se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo. Quedan exceptuados los residuos de mantenimiento
- **Efluentes Líquidos:** Tratamiento Primario (Físicoquímico): Mecánico (Filtración/Trituración/Homogenización) Hidráulico (Separación/Sedimentación) y Químico (Floculación, Coagulación/Neutralización), Tratamiento Secundario (Biológico): Aeróbico y Anaeróbico y Tratamiento Terciario (específicos): Desinfección/Osmosis Inversa/Absorción sobre Carbón/etc.
- En el Puntaje de **RESIDUOS (SÓLIDO, SEMISÓLIDO Y LÍQUIDO)** sólo se tendrá en cuenta el de mayor valor.

Tipo	Característica		
<i>Residuos (sólidos, líquidos, semisólidos)</i>	No genera residuos	Genera residuos no especiales	Genera residuos especiales
	0	1	3
<i>Efluentes líquidos</i>	No genera efluentes líquidos	Genera efluentes líquidos a temperatura ambiente, y/o con necesidad de tratamiento primario	Genera efluentes líquidos con necesidad de tratamiento primario, secundario y terciario
	0	1	3
<i>Emisiones gaseosas</i>	No genera emisiones gaseosas	Genera gases de combustión de gas natural y/o hidrocarburos líquidos y/o vapor de agua	Genera emisiones con componentes distintos a los anteriores y/o particulado
	0	1	3

E. Ri: Riesgos asociados a la actividad. Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando un punto a cada uno.

- Riesgo acústico.
- Riesgo químico.
- Riesgo de explosión.
- Riesgo de incendio.

Para más detalles refiérase al **Anexo F.01 – Anexo I Decreto 973 2020**.

10.5 Cálculo del NCA

A. Ru: rubro y actividad. El nomenclador establece que la instalación industrial productora de Fosfato Diamónico pertenece al grupo 3, lo que representa un puntaje de **23**.

Nomenclador de Actividades IIBB 2018 Anexo 3				
Código	RUBRO	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD NO INCLUIDA	Grupo para Puntaje
201300	Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno	<p>La fabricación de abonos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - complejos fertilizantes orgánicos e inorgánicos - compuestos - fosfatados - mixtos - nitrogenados - potásicos puros <p>La fabricación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - carbonatos amónicos - fosfatos naturales crudos - sales de potasio naturales crudos - urea <p>La fabricación de productos de la industria de abonos nitrogenados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ácido nítrico - ácido sulfanítrico - amoníaco - carbonato amónico - cloruro de amonio comercial 	<p>La recolección de guano (subclase 08.911).</p> <p>La fabricación de plaguicidas y otros productos químicos para el sector agropecuario (subclase 20.210).</p> <p>La producción de compost con desechos orgánicos (subclase 38.110).</p>	3

Tabla 1: Extracto de nomenclador de actividades. Fuente: Anexo II Decreto 973 2020 (ver Anexo F.02 – Anexo II Decreto 973 2020).

- B. Lo: localización.** Nuestro proyecto se localizará en el Parque Industrial de Zárate, el cual es un Agrupamiento Industrial. Esto nos da un puntaje de **0**.
- C. Di: dimensionamiento.** En nuestro caso, la potencia activa instalada será superior a 2000 HP, ocupando una superficie mayor a 7000 m², siendo el porcentaje de la superficie afectada a la actividad industrial mayor a 75%. Esto representa un total de **13** puntos.
- D. EfReEm: efluentes, residuos y emisiones.** El total de puntos de este factor es **9**, ya que en la planta se generarán residuos especiales (3), efluentes líquidos con necesidad de tratamiento primario (3) y genera emisiones con particulado (3).
- E. Ri: riesgos asociados a la actividad.**
- Riesgo acústico: 1. Esto es porque tenemos compresores, sopladores, motores de bombas y agitadores que generan ruidos molestos.
 - Riesgo químico: 1. En nuestro proyecto tenemos sustancias peligrosas como ácido fosfórico y amoníaco.
 - Riesgo de explosión: 0.
 - Riesgo de incendio: 0.

La suma de los puntajes asignados a los riesgos es de **2**.

Resumiendo:

Ru	Lo	Di	Ef Re Em	Ri
23	0	13	9	2

El valor final de Nivel de Complejidad Ambiental está dado por la suma de todos los puntajes asignados, lo que nos da:

NCA	47
------------	-----------

Puesto que el NCA es ampliamente superior de 25 puntos, nuestro proyecto corresponde a una planta de **tercera categoría**. Para ver el certificado obtenido en la simulación realizada en la página web del Ministerio de Ambiente (ex OPDS) refiérase al **Anexo F.03 – Certificado de Aptitud Ambiental**.

10.6 Evaluación de Impacto Ambiental

La **Evaluación del Impacto Ambiental** es el procedimiento destinado para identificar e interpretar, así como a prevenir, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes. El **impacto ambiental** es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

El método cualitativo más utilizado para evaluar el impacto ambiental es la Matriz de Leopold, que consiste en un cuadro en donde las filas son los factores ambientales que pueden ser afectados y las columnas son las distintas actividades humanas que pueden tener incidencia sobre el medio ambiente.

Cada valoración (intersección de fila y columna) está dividida en dos: por un lado, tenemos la magnitud del impacto (M) y, por otro lado, la intensidad o importancia del impacto (I).

1. **Magnitud del impacto:** es un número del 1 al 10, siendo 1 de baja afectación y 10 de muy alta, y debe ser precedido por un signo + o – dependiendo de si se trata de un impacto positivo o negativo.
2. **Intensidad del impacto:** también se representa con un número del 1 al 10, siendo 1 de baja importancia y 10 de muy alta.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Regional	+10

Tabla 2: Valoración de Impactos Negativos.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Regional	+10

Tabla 3: Valoración de Impactos Positivos.

Los factores ambientales que son importantes evaluar se detallan a continuación:

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 TIERRA	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
A.2 AGUA	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieve, hielos y heladas
d. Calidad	
A.3 ATMÓSFERA	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
A.4 PROCESOS	
a. Inundaciones	e. Sorción (intercambio de iones, complejos)
b. Erosión	f. Compactación y asentamientos
c. Deposición (sedimentación y precipitación)	g. Estabilidad
d. Solución	h. Sismología (terremotos)
	i. Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
B.2 FAUNA	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Selvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos	i. Minas y canteras
e. Agricultura	
C.2 RECREATIVOS	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares	j. Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	
E. OTROS	

Tabla 4: Factores ambientales a evaluar en la Matriz de Leopold. Fuente: Guía metodológica para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental – UNLP.

10.7 Matriz de Leopold de nuestro proyecto

Mediante el análisis de resultados de la matriz obtenida, podemos ver que el mayor impacto positivo es para el factor socioeconómico, ya que al instalar la planta industrial crecerán las ofertas de empleo en la región, así como también crecerán las migraciones, disminuirá la tasa de desempleo y mejorará la calidad de vida de la población.

No obstante, la construcción e instalación de la planta industrial conllevará impactos negativos sobre el medio ambiente, más específicamente sobre los factores fisicoquímicos de la tierra, agua y atmósfera, seguida por los factores biológicos. Por esto mismo, deberá ser nuestra prioridad realizar un amplio estudio y planificación de las mitigaciones a fin de garantizar el uso sustentable de los recursos involucrados y la protección del ambiente.

Factores			Etapa de instalación				Etapa de funcionamiento								
			Construcción de la infraestructura	Transporte de materiales	Preparación del terreno	Generación de residuos	Movimiento vehicular	Materias primas	Servicios auxiliares	Operación de la planta	Residuos sólidos	Efluentes líquidos	Efluentes gaseosos	Impacto por subfactor	Impacto por factor
FÍSICOQUÍMICO	Suelo	Tasa de erosión	-10 3	-4 4	-1 1		-5 1							-83	-136
		Calidad de suelo	-9 3			-1 1	-1 1	-3 1							
	Atmósfera	Calidad de aire	-2 1	-2 1	-2 1		-2 1	-5 3			-5 2		-9 2	-51	
	Agua	Calidad de agua				-1 1						-1 1		-2	
BIOLÓGICO	Flora	Hábitat	-3 3	-3 3	-2 3	-2 1	-1 1					-1 1	-6 2	-40	-61
	Fauna	Hábitat	-2 1	-2 1	-1 1	-2 1	-1 1					-1 1	-6 2	-21	
SOCIOECONÓMICO	Población	Migración	1 1								2 9			33	321
		Calidad de vida	2 1								7 6		-6 5		
	Territorio	Uso de la tierra	2 3	1 1			-2 3							1	
	Economía	Generación de empleo	4 4	2 4	1 4		2 8	9 9	9 9	9 9				287	

Tabla 5: Matriz de Leopold de la planta industrial de producción de Fosfato Diamónico.

10.8 Medidas de mitigación de impactos ambientales

Las medidas de mitigación de impactos ambientales son las acciones de prevención, control, atenuación, restauración y/o compensación de impactos ambientales negativos. También pueden considerarse aquellas que mejoran, propician y/o potencian los impactos ambientales positivos.

Es importante aclarar que estas medidas se fundan en la prevención y no en la corrección de los impactos ambientales.

10.8.1 Medidas de mitigación para la producción de DAP

- Sistemas de control de emisiones: instalación de sistemas de depuración de gases previo a ser emitido a la atmósfera. Para esto incluimos:
 - ✓ Torre de absorción de amoníaco.
 - ✓ Ciclón.
 - ✓ Chimeneas.
 - ✓ Filtros.
- Sistemas de control de procesos: incluimos lazos de control e instrumentación con el fin de optimizar procesos, disminuir el error humano y así reducir el riesgo de incidentes que puedan producir daños en el medio ambiente y/o personas. Entre ellos incluimos:
 - ✓ Lazos de control de dosificación de amoníaco y ácido fosfórico a reactores.
 - ✓ Lazo de control de suministro de ácido de lavado en la torre de absorción.
 - ✓ Lazo de control de temperatura en secador rotatorio.
 - ✓ Instrumento de medición de concentración de amoníaco, el cual tiene asociada una alarma de alta concentración.
- Diseño de equipos seguros: tenemos en cuenta los distintos escenarios que puedan impactar negativamente en el medio ambiente para el diseño de los equipos. Las medidas son las siguientes:
 - ✓ Utilizar materiales adecuado para las condiciones del proceso.
 - ✓ Ubicar la carga y descarga de los productos en una zona protegida del viento.
 - ✓ Instalar cintas transportadoras cerradas para el transporte de los materiales.
- Análisis de laboratorio: incluimos una rutina de muestreo en distintos puntos del proceso con el objetivo de monitorear las variables principales, la calidad de producto y las emisiones de amoníaco y polvo. Los puntos de muestreo son:
 - ✓ Salida de RX-01 (slurry).
 - ✓ Salida de SY-01 (producto a silo).
 - ✓ Salida de SC-01 (ácido recuperado).
 - ✓ Salida de CI-01 (aire a la atmósfera).
- Gestión de residuos: realizar una gestión integral de los residuos, efectuando la separación, clasificación y tratamiento de los materiales reciclables, reducir los desechos especiales y no especiales y disponerlos de manera segura.

10.9 Residuos y efluentes especiales y no especiales

Los residuos de la planta de producción de fosfato diamónico pueden clasificarse en residuos especiales, que contienen sustancias peligrosas, y en no especiales, que no representan un riesgo ambiental significativo. Es importante gestionar y tratar adecuadamente ambos tipos de residuos para minimizar su impacto en el medio ambiente.

1. **Residuos especiales:** son lo que contienen sustancias consideradas peligrosas o de preocupación ambiental. En el caso de una planta de fosfato diamónico, los efluentes especiales podrían incluir:
 - Aguas residuales contaminadas, que contienen altas concentraciones de sustancias fosfatadas, amoniacales u otros productos químicos utilizados en el proceso de producción.
 - Materiales de empaque con restos de producto u otros químicos utilizados en el proceso.
 - Residuos de laboratorio.
 - Desechos con restos de aceite.
 - Efluentes de lavados de equipos.
 - Neumáticos usados.
 - Drenajes de líneas y equipos.
 - Residuos de contenedores y envases utilizados para almacenar y/o transportar productos químicos.
 - Emisiones gaseosas y polvo, ya que durante el proceso productivo se pueden generar emisiones de partículas finas de DAP u otros contaminantes atmosféricos.
2. **Residuos no especiales:** también conocidos como residuos comunes o domésticos, son aquellos que no contienen sustancias peligrosas para la salud humana o el medio ambiente. Estos efluentes son generados en actividades cotidianas, como baños y oficinas. En una planta de fosfato diamónico, los residuos no especiales podrían incluir:
 - Efluentes cloacales.
 - Aguas pluviales.
 - Papel y cartón, tales como envases, embalajes, documentos impresos, etc.
 - Envoltorios plásticos, botellas, recipientes, etc.
 - Virutas, recortes de metal, piezas de maquinaria desechadas, etc.
 - Restos de vidrio roto, frascos, botellas.
 - Embalajes de madera, pallets rotos, etc.
 - Residuos orgánicos, restos de alimentos.

A diferencia de los residuos especiales, que requieren un manejo diferenciado debido a su peligrosidad intrínseca, los residuos no especiales pueden ser gestionados de manera más sencilla a través de sistemas de recolección, transporte y disposición final convencionales, como la recolección domiciliaria y la disposición en vertederos sanitarios.

10.10 Tratamiento de residuos y efluentes

Para poder explicarlos más acerca del tratamiento y disposición final de los desechos generados en la planta, los clasificaremos según su estado de agregación: sólidos, líquidos y gaseosos.

10.10.1 Residuos sólidos

Es fundamental distinguir entre los residuos sólidos generados en el proceso industrial y los residuos domiciliarios para una explicación más clara de su tratamiento.

10.10.1.1 Residuos sólidos del proceso

Durante la etapa de secado del producto, se ponen en contacto directo y en contracorriente aire y producto, lo que ocasiona dispersión y arrastre de partículas finas. Antes de emitir el aire a la atmósfera, se deben separar las partículas, ya que, de lo contrario, se podrían generar efectos adversos tanto en la salud humana como en el medio ambiente:

1. **Impacto en la salud:** Las partículas finas presentes en los gases emitidos pueden ser inhaladas por las personas y penetrar profundamente en los pulmones, lo que puede causar problemas

respiratorios como asma, bronquitis, e incluso enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón.

2. **Contaminación del aire:** Las partículas finas contribuyen a la contaminación del aire, lo que puede afectar la calidad del aire en áreas urbanas y rurales. Esta contaminación puede provocar neblina, reducir la visibilidad y afectar la salud de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Para evitar lo mencionado anteriormente, disponemos de un sistema de separación mediante ciclón y filtro.

El principio de funcionamiento de un ciclón se basa en la fuerza centrífuga y la diferencia de densidades entre las partículas sólidas y el aire. Este equipo consta de un cilindro vertical con una entrada tangencial en la parte superior.

Cuando el aire con partículas sólidas ingresa al ciclón, se genera un movimiento giratorio en espiral dentro del cilindro. Esta rotación produce una fuerza centrífuga que hace que las partículas sólidas más pesadas se muevan hacia la pared interna del ciclón, mientras que el aire, al ser más liviano, tiende a moverse hacia el centro del cilindro.

Las partículas sólidas, pierden velocidad y caen por gravedad hacia la parte inferior, donde son contenidas y recolectadas por un bolsón. Por otro lado, el aire más limpio y desprovisto de partículas sólidas continúa su ascenso hacia la parte superior.

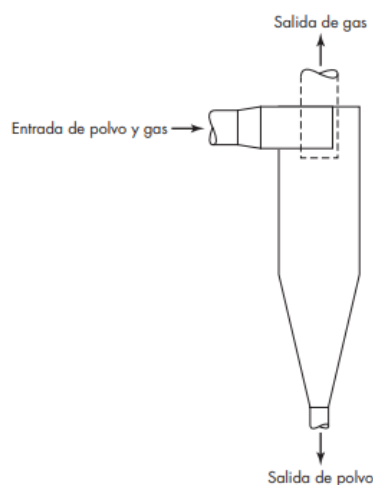


Imagen 1: Ilustración de un ciclón. Fuente: Operaciones unitarias en ingeniería química, 7ma edición.



Imagen 2: Instalación típica de ciclones.

Seguido de la separación en el ciclón, la corriente de aire se hace pasar por un filtro HEPA previa a su descarga a la atmósfera. Los filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air o recogedor de partículas de alta eficiencia) son filtros mecánicos con una gran capacidad de filtrado de partículas pequeñas. Este tipo de filtro consta de una malla de fibras finas dispuestas de manera aleatoria, permitiendo la separación por medio de los siguientes mecanismos:

1. **Intercepción:** Las partículas en el aire que pasan a través del filtro pueden ser interceptadas por las fibras del material del filtro. Estas partículas quedan adheridas a las fibras debido a fuerzas electrostáticas, inercia y otras interacciones físicas.
2. **Impacto:** Las partículas más grandes pueden chocar directamente contra las fibras del filtro y quedar atrapadas debido a la diferencia de velocidad entre las partículas y el flujo de aire, lo que se conoce como efecto de impacto.
3. **Difusión:** Las partículas extremadamente pequeñas pueden experimentar un movimiento errático en el flujo de aire, conocido como difusión browniana. Este movimiento errático puede hacer que las partículas colisionen y se adhieran a las fibras del filtro.

La eficacia de un filtro HEPA se debe a su capacidad para retener partículas de tamaño extremadamente pequeño, hasta 0.3 micrómetros de diámetro, con una eficiencia de filtración del 99.97% o más.

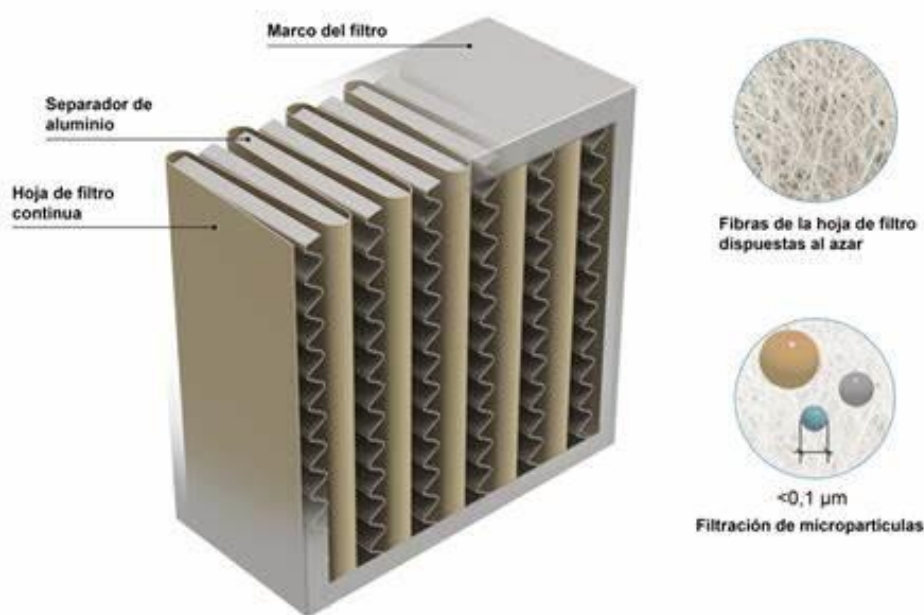


Imagen 3: Imagen ilustrativa de un filtro HEPA.

10.10.1.2 Residuos sólidos varios

Dentro de esta clasificación incluimos tanto a los residuos domiciliarios (orgánicos, papel y cartón, vidrio, etc) como a los residuos especiales (neumáticos usados, restos de embalaje contaminados, etc).

En primer lugar, estos desechos deberán ser clasificados por color en distintos contenedores, los cuales deberán estar distribuidos por toda la planta.



Imagen 4: Clasificación de residuos por color.

Asimismo, todos los residuos se deberán disponer en el depósito de almacenamiento, el cual debe cumplir con una serie de características para garantizar un manejo seguro y adecuado de estos materiales. Algunas de las características son:

1. **Impermeabilización:** El área de almacenamiento debe contar con una base impermeable que evite la filtración de líquidos contaminantes al suelo y las aguas subterráneas.
2. **Contención:** Debe tener sistemas de contención, como diques o barreras, que puedan contener cualquier derrame accidental de residuos y evitar su dispersión fuera del área designada.
3. **Seguridad contra incendios:** Debe contar con medidas de seguridad contra incendios, como extintores, sistemas de detección y supresión de incendios, para prevenir y controlar cualquier emergencia relacionada con fuego.
4. **Ventilación adecuada:** Debe disponer de un sistema de ventilación adecuado para evitar la acumulación de vapores peligrosos y garantizar un ambiente de trabajo seguro para el personal.
5. **Señalización y marcado:** Deben existir señalizaciones claras según el SGA (Sistema Globalmente Armonizado) que identifiquen claramente las áreas de almacenamiento de residuos y proporcionen información sobre los riesgos asociados.
6. **Acceso restringido:** Debe contar con acceso solo al personal autorizado, con medidas de seguridad como cerraduras, rejas y sistemas de control de acceso.
7. **Separación de residuos:** Deben existir áreas o contenedores separados para diferentes tipos de residuos, según su naturaleza y características, para evitar la contaminación cruzada y facilitar su manejo y disposición adecuados.
8. **Monitoreo ambiental:** Se deben realizar monitoreos regulares del suelo, el agua y el aire alrededor del depósito para detectar cualquier impacto ambiental y tomar medidas correctivas si es necesario.
9. **Plan de emergencia:** Debe contar con un plan de emergencia detallado que incluya procedimientos para responder a derrames, fugas, incendios u otras situaciones de emergencia que puedan ocurrir en el depósito.

Una vez clasificados y almacenados los residuos, se coordinará con municipio para efectuar la disposición segura y final de cada residuo.

10.10.2 Efluentes líquidos

Las maniobras operativas dentro de una planta industrial pueden dar lugar a la generación de efluentes líquidos especiales, los cuales requieren atención particular debido a su composición y potencial impacto ambiental. Estas maniobras abarcan una amplia gama de actividades, que van desde el lavado de equipos y la limpieza de áreas de trabajo hasta el purgado o derrame de tanques y tuberías.

Por ejemplo, el lavado de equipos puede implicar el uso de solventes o detergentes que luego se descargan como efluentes líquidos. Del mismo modo, la limpieza de áreas de trabajo puede resultar en la eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos que se mezclan con el agua utilizada, generando efluentes contaminados. La purga de sistemas, como tanques de almacenamiento o tuberías, también puede dar lugar a la liberación de productos químicos residuales o contaminantes. Todos estos efluentes se mezclarán en una pileta de contención previo a su tratamiento y disposición final.

Es fundamental diseñar un sistema de tratamiento de efluentes que se ajuste a las particularidades de nuestra planta y asegure una reducción eficaz de los contaminantes, mitigando su impacto en el entorno circundante. De lo contrario, si liberamos efluentes con altos niveles de compuestos nitrogenados y fosfatados, podríamos provocar la eutrofización de los cuerpos de agua receptores.



Imagen 5: Imagen esquemática del fenómeno de eutrofización.

Para evitar que esto suceda, se deben cumplir los siguientes límites para el vertido a curso de agua:

Parámetro	Rango permisible	Unidad
pH	5,50 – 10	
Temperatura	<45	°C
DBO	400	mg/L
Fósforo total	1	mg/L
Nitrógeno total	>35	mg/L

Tabla 6: Límites para efluentes industriales a cursos de agua. Fuente: [Normativa | Argentina.gob.ar](http://Normativa.Argentina.gob.ar)

A continuación, se detallan todas las etapas necesarias para cumplir con estos parámetros:

1. **Pretratamiento:** En esta etapa, se eliminan sólidos gruesos y materiales suspendidos mediante procesos de tamizado y sedimentación para proteger equipos y facilitar los procesos posteriores.
2. **Tratamiento primario:** Se lleva a cabo la eliminación de sólidos suspendidos y parte de la materia orgánica mediante procesos fisicoquímicos, como la coagulación-floculación y la sedimentación en clarificadores. Estos procesos también pueden ayudar a la eliminación de parte de los fosfatos presentes en forma de precipitados.



Imagen 6: Imagen ilustrativa de un clarificador.

3. **Tratamiento biológico:** Tratamiento Terciario Biológico (TBT) usando microalgas tiene la ventaja de ser un método eficiente y productivo, ya que la biomasa obtenida en el proceso puede ser utilizada en la producción de fertilizantes, biocombustibles, suplemento alimenticio en acuicultura, entre otros. A esto se suma, la oxigenación natural de los cuerpos de agua por parte de estos microorganismos, lo que reestablece el equilibrio ecológico.
Entre las especies de microalgas más utilizadas en estos casos son *Chlorella*, *Auxenochlorella protothecoides*, *Desmodesmus intermedius*, *Nannochloris* sp, *Oscillatoria* sp y *Spirulina subsalsa*. Para mantener vivas estas cepas es fundamental mantener el medio iluminado, un pH entre 8,20 y 8,50 y una temperatura aproximada de 22°C.
4. **Desinfección:** Se realiza la desinfección del efluente tratado para eliminar microorganismos patógenos utilizando cloro.
5. **Tratamiento de lodos:** Los lodos generados durante el proceso de tratamiento se someten un proceso de deshidratación y tratamiento en centrifugas para su disposición adecuada, que puede concluir en una incineración, compostaje o aplicación agrícola. Es importante que los barros estén lo más deshidratados posible para ahorrar costos de disposición final.



Imagen 7: Máquina centrífuga para la deshidratación de lodos.

10.10.3 Efluentes gaseosos

Los efluentes gaseosos pueden contener una variedad de compuestos, algunos de los cuales pueden ser potencialmente perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente si no se controlan adecuadamente. Entre los posibles contaminantes se encuentran los siguientes:

1. **Dióxido de azufre (SO_2):** Producido durante la combustión de azufre presente en las materias primas o combustibles utilizados en la caldera auxiliar. El SO_2 puede contribuir a la formación de lluvia ácida y tener efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.
2. **Óxidos de nitrógeno (NO_x):** También generados durante los procesos de combustión de la caldera auxiliar. Los NO_x son precursores del ozono troposférico y pueden contribuir a la formación de smog y problemas respiratorios.
3. **Amoníaco (NH_3):** Producido como subproducto junto con vapor de agua en los reactores RX-01 y RX-02. También, hay que tener en cuenta que en el peor de los casos, se podría producir el venteo de la PSV del tanque de almacenamiento de amoníaco. Este puede tener efectos adversos en la calidad del aire y la salud humana, especialmente en altas concentraciones.
4. **Partículas en suspensión:** Pueden generarse durante la manipulación de materiales sólidos, como la trituración, molienda o transporte de materias primas. Las partículas en suspensión pueden causar problemas respiratorios y contribuir a la contaminación del aire.

Con el objetivo de minimizar la emisión de estos contaminantes y cumplir con los estándares ambientales y de salud, se cuenta con una torre lavadora de gases (scrubber SC-01), chimenea de gases de caldera y venteo de PSVs hacia lugar seguro.

El scrubber consiste en una columna cilíndrica equipada con una entrada de mezcla de vapores (amoníaco y agua) y un espacio de distribución en la parte inferior; una entrada de líquido (ácido fosfórico desde TK-03) y un distribuidor en la parte superior; salidas para el gas y el líquido por la parte superior e inferior.

La torre en cuestión es empacada, lo que quiere decir que en su interior tiene relleno, cuya función es proporcionar una gran área de contacto entre el ácido y el vapor, favoreciendo así un íntimo contacto entre las fases. El amoníaco es absorbido por el ácido fosfórico que entra en la torre, y el vapor limpio sale de la torre por la parte superior.

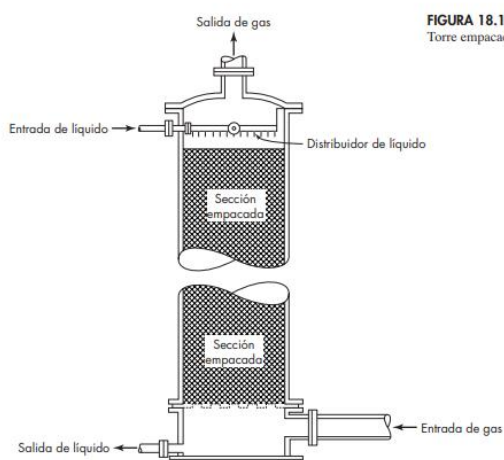


FIGURA 18.1
Torre empacada.

Imagen 8: esquema típico de una torre empacada. Fuente: Operaciones Unitarias en la ingeniería química, McCabe, 7ma edición.



Imagen 9: Relleno de la torre, anillos de Pall. Fuente: Página web de Google.

En cuanto a los gases producidos por la combustión en la caldera auxiliar, los mismos son evacuados a través de una chimenea. Esta permite la salida segura de los gases de combustión al exterior, evitando así la acumulación de estos gases en el ambiente de trabajo y reduciendo los riesgos para la salud y la seguridad. Además, contribuyen a la dispersión de los gases emitidos, ayudando a minimizar el impacto ambiental. Además de evacuar los gases de combustión, las chimeneas de las calderas auxiliares también pueden cumplir otras funciones importantes:

1. **Crear un tiro natural:** El diseño adecuado de la chimenea puede generar un efecto de tiro natural, que es la fuerza que impulsa los gases de combustión hacia arriba y fuera de la chimenea. Esto ayuda a mantener una adecuada combustión en la caldera, mejorando su eficiencia energética.
2. **Prevenir el retroceso de llama:** Las chimeneas están diseñadas para evitar que las llamas o los gases de combustión retrocedan hacia la caldera, lo que podría causar daños en el equipo o incluso un peligroso accidente.

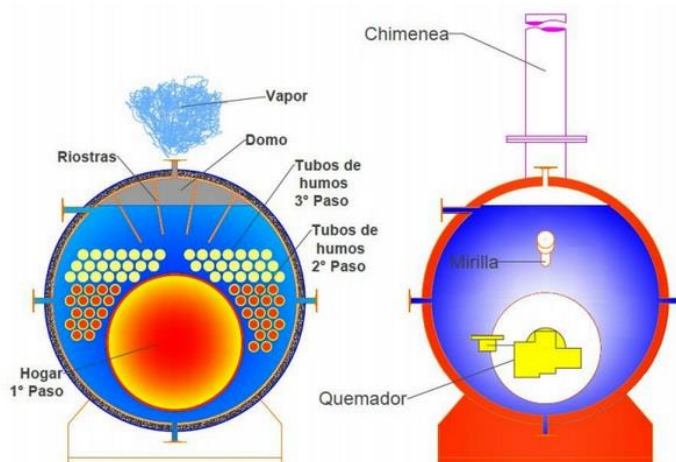


Imagen 10: Esquema típico de una caldera humotubular.

10.11 Gestión ambiental

La gestión ambiental es un conjunto de acciones y procesos orientados a preservar y proteger el medio ambiente, así como a prevenir o minimizar los impactos negativos que las actividades humanas pueden tener sobre él. Una correcta gestión ambiental implica de planificación, organización, implementación, monitoreo y evaluación de políticas, programas y prácticas destinadas a asegurar la sostenibilidad ambiental.

A continuación, presentamos algunas acciones claves que forman parte de la gestión ambiental de nuestra planta:

Medida	Descripción
<i>Control de emisiones atmosféricas</i>	<p>Implementación de tecnologías de control de emisiones para reducir la liberación de gases y partículas contaminantes en la atmósfera.</p> <p>En nuestra planta, recomendamos realizar control de la calidad del aire en los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Efluente gaseoso a la atmósfera del scrubber SC-01: se debe cuantificar la concentración de amoníaco existente al menos una vez por turno. Esta debe ser < 25 ppm, que es la ERPG-1 del amoníaco. Esta es concentración máxima en el aire por debajo de la cual se cree que casi todas las personas podrían estar expuestas hasta por 1 hora sin experimentar otros efectos que no sean efectos adversos leves y transitorios para la salud o percibir un olor objetable claramente definido. Efluente gaseoso a la atmósfera del ciclón CI-01: al igual que el ítem anterior, se debe monitorear que no haya escape de vapores de amoníaco, y si lo hay, que la concentración no supere los 25 ppm, al menos una vez por turno. Además, se debe controlar que no haya emisiones con polvo. Chimenea de gases de la caldera auxiliar: monitorear la concentración de gases como el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y otros contaminantes para proteger la calidad del aire y controlar la eficiencia de la combustión. Recomendamos realizarlo una vez por día.
<i>Monitoreo ambiental</i>	<p>Establecimiento de programas de monitoreo ambiental para evaluar regularmente la calidad del aire, agua y suelo en las áreas circundantes a la planta, con el fin de detectar posibles impactos ambientales y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.</p>
<i>Cumplimiento normativo</i>	<p>Asegurarse de cumplir con todas las regulaciones ambientales aplicables a la producción de fosfato diamónico, obteniendo los permisos y autorizaciones necesarios de las autoridades ambientales competentes.</p>
<i>Capacitaciones</i>	<p>Promover la conciencia ambiental entre los empleados, contratistas y la comunidad local, mediante programas de capacitación y actividades de divulgación que fomenten prácticas ambientalmente responsables y la participación activa en la protección del medio ambiente.</p>
<i>Creación y actualización de documentos</i>	<p>Documentos que describen los pasos y acciones específicas que se deben seguir para gestionar sus aspectos ambientales de manera efectiva. Estos están diseñados para garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y normativos, así como para promover la mejora continua en el desempeño ambiental. Estos deben ser actualizados cada vez que se actualice alguna norma, cambie el proceso o alguna otra actividad de la compañía.</p> <p>Dentro de estos documentos se incluyen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Procedimiento de manejo de efluentes líquidos Procedimiento de manejo de efluentes gaseosos Procedimiento de manejo de residuos sólidos varios Procedimiento de manejo de residuos sólidos del proceso Procedimiento de monitoreo de calidad del aire
<i>Auditorías internas</i>	<p>Una auditoría interna ambiental sirve para evaluar y verificar la efectividad del sistema de gestión ambiental de la organización. Estas auditorías se realizarán una vez al año por personal interno capacitado o por auditores externos contratados por la organización.</p> <p>Dentro de los propósitos de las auditorías podemos encontrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar cumplimiento legal ✓ Evaluar el desempeño ambiental ✓ Detectar oportunidades de mejora ✓ Prevenir accidentes laborales ✓ Promover la conciencia ambiental