

## **LA INDUSTRIA DE LOS CUEROS (A BASE DE SALES DE CROMO, CON AGENTES VEGETALES)**

Se denomina curtido al proceso mediante el cual las pieles de los animales se transforman en un material denominado cuero, que se conserva a través del tiempo con características de flexibilidad, resistencia y belleza.

La piel histológicamente está constituida por tres partes: la epidermis (piel superficial), el cutis o corium (piel propia del cuero) y el subcutis (tejido conjuntivo situado debajo de la piel).

En las industrias del curtido se utilizan las pieles de los animales en bruto que se obtienen como subproducto de las industrias cárnicas, y que, de no ser por el curtido, habría que depositarlas en botaderos, rellenos sanitarios o someterlas a incineración.

Las pieles que más comúnmente se utilizan son las de bovino, porcino y ovino, las cuales constituyen la principal materia prima del sector industrial del curtido.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de curtido y adobo de cueros se encuentran dentro de la categorización C-1511 "Curtido y adobo de cueros; adobo y teñido de pieles".

### **11.1 Proceso de curtido de cuero**

En el proceso de curtido de cuero se emplean fundamentalmente dos métodos: uno en base de sales de cromo y otro a base de agentes vegetales. El 80 % de las industrias dedicadas a la actividad del curtido de pieles utiliza el proceso basado en las sales de cromo.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de curtido y adobo de cueros se encuentran dentro de la categorización C-1511.01 "Actividades de descarnadura, tundido, depilado, engrase, curtido, blanqueo, teñido, adobo de pieles y cueros de pieles finas y cueros con pelo".

#### **11.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso**

En el proceso de curtido de cuero, tanto con sales de cromo como con agentes vegetales, se cumplen las siguientes etapas:

- a. Recepción de la materia prima.
- b. Pre-tratamiento.
- c. Curado y desinfectado.
- d. Pelambre.
- e. Desencalado
- f. Descarnado.

- g. Desengrasado
- h. Piquelado.
- i. Curtido (al cromo y con agentes vegetales)
- j. Secado.
- k. Engrasado.
- l. Planchado y clasificación.

A continuación se describen las etapas del proceso de curtiembre, tanto con el uso de sales de cromo, como con agentes vegetales:

- **Recepción de la materia prima.** Las pieles crudas tienen un alto contenido de humedad y pueden tener graves defectos por lo que inicialmente se realiza una inspección visual para asegurarse de que cumplan con los requisitos de calidad requeridos y de esta forma evitar su deterioro y productos finales defectuosos.

Durante la etapa de recepción de las pieles se genera agua residual, proveniente del escurrido de la humedad contenida en las pieles y pieles rechazadas.

- **Pre-tratamiento.** Las pieles son pesadas y clasificadas por tamaño y por especie. Posteriormente se procede a recortar las partes del cuello, la cola y las extremidades. Las pieles son lavadas para su rehidratación así como para eliminar residuos de sangre, excretas y otras suciedades contenidas. Para este lavado se utiliza hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y detergentes.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se utiliza agua y sustancias químicas (hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y detergentes) para el lavado de la piel. Como resultado, se generan aguas residuales, residuos sólidos (recortes de piel) y envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas.

- **Curado y desinfectado.** Las pieles en bruto se curan, salándolas o secándolas. El método más frecuente es el uso de sal en las dos formas siguientes: la salazón húmeda o el curado con sal muera. Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra y materia orgánica, así como residuos de sangre y estiércol.

El curado con salmuera es un método más rápido y por ende, el más usado: las pieles se colocan en grandes cubas que contienen desinfectantes (bicloruro de mercurio y ácido fénico), bactericidas (sulfato de sodio y ácido bórico) y una solución de sal próxima a la saturación. Se procede a agitar para mejorar el contacto de la piel con la solución. Después de pasar unas 16 horas en la cuba las pieles absorben por completo la sal.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de agua, energía eléctrica para el agitador, sal y sustancias químicas (desinfectantes y bactericidas). Como resultado de la actividad se generan aguas residuales, residuos sólidos de piel y los envases vacíos de los productos químicos.

- **Pelambre.** Las pieles escurridas pasan al proceso de pelambre donde se les elimina la epidermis y el pelaje que las recubre, sumergiéndolas en soluciones de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una constante agitación. En esta etapa se produce al interior del cuero, el desdoblamiento de las fibras a

fibrillas que prepara el cuero para la posterior curtiembre. En este proceso se emplea un gran volumen de agua, cuyos efluentes poseen gran contenido de carga orgánica y un elevado pH (11-12), debido a la presencia de la cal y sulfuro de sodio.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de sustancias químicas (cal y sulfuro de sodio) y agua para la preparación de las soluciones. Durante esta etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

- **Desencalado.** Es el proceso en el cual se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, empleando importantes volúmenes de agua para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido. Es necesario utilizar sustancias químicas como ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico), sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas. Incluso, se emplea el ácido sulfofáltico para lograr la neutralización del agua y la piel.

Esta etapa demanda de una gran cantidad de agua para el lavado de las pieles y para la preparación de las soluciones de los productos químicos (ácidos) para la neutralización del agua y piel, generándose un importante volumen de aguas residuales y los envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas.

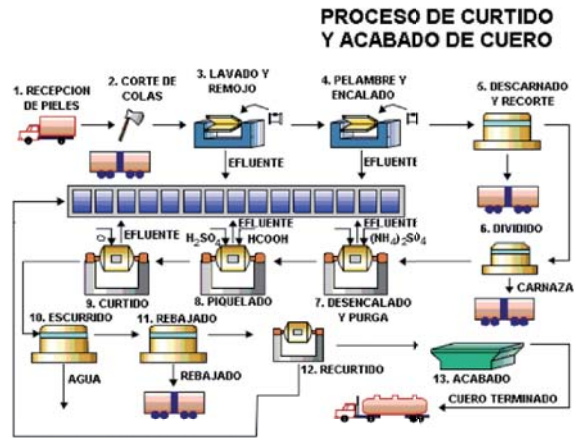
- **Descarnado.** Antes de comenzar la etapa de curtido se procede al descarnado, donde se separan las grasas y carnazas que todavía permanecen unidas a la parte interna de la piel.

Se procede a descarnar con máquinas especiales, logrando así eliminar los tejidos subcutáneos y adiposos adheridos a la piel, con el fin de conseguir la correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas del curtido. Luego son lavadas con abundante agua para eliminar los residuos que estén adheridos, y proceder posteriormente al desengrasado.

Durante el desarrollo de esta etapa se consume energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas, agua para el lavado de la piel. Se generan residuos sólidos con un gran contenido de humedad, procedentes del descarnado (tejido subcutáneo, adiposo) y aguas residuales producto del lavado de la piel.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"



- **Desengrasado.** En el desengrasado utilizan detergentes. En dependencia de las características de la piel se puede usar percloroetileno (para pieles de ovejas). Se preparan soluciones, donde se sumerge la piel, dejándola en reposo por un tiempo determinado dependiendo del origen de la piel. Las descargas líquidas que contienen materia orgánica, solventes y detergentes son tratadas posteriormente. Para la limpieza de los poros de la piel y para la eliminación de las proteínas no estructuradas se utiliza cloruro de amonio, logrando homogeneidad, tersura y mayor elasticidad en la superficie de la piel.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de agua para la preparación de las soluciones de los productos químicos utilizados en el desengrasado y productos químicos (solvente y/o detergente). Durante el proceso se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

- **Piquelado.** El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido mediante la utilización principalmente de soluciones de ácido fórmico y ácido sulfúrico. Estos ácidos hacen un aporte de protones los cuales se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente en el interior de la piel, sin que se fije en las capas externas del colágeno, y de esta manera mejorar su conservación.

En esta etapa se requiere el uso de sustancias químicas y agua para el preparado de las soluciones. Como resultado de la actividad se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos usados.

- **Curtido.** A continuación se describe el proceso de curtido, tanto a base de sales de cromo, como a base de agentes vegetales:

- a. **Proceso de curtido en base de sales de cromo.** El proceso de curtido a base de sales de cromo, es el más utilizado, pero el más contaminante por efecto tóxico del Cr. Este método permite estabilizar el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales transformando la piel en cuero.

En los curtidos minerales se emplean diferentes tipos de sales de cromo en muy variadas proporciones. Antes de entrar al proceso de curtido se

hace el escurrido de la piel para eliminar el mayor contenido de humedad.

Para desarrollar este proceso la piel es introducida en una máquina llamada dividora. La acción del cromo trivalente en un medio ácido (ácido clorhídrico), permite convertir a la piel en cuero (material estable), impidiendo su degradación. El tiempo de duración del proceso de curtido es de 8 a 24 horas.

El cromo que no es absorbido por el cuero es reutilizado. Una vez secos los cueros se someten a diversos procesos de ablandamiento, quedando listos para su terminación o acabado final. Allí, se les aplican diversos productos, que en combinación con procesos mecánicos, hacen que el cuero sea más durable y resistente.

En la etapa de curtido se prepara el cuero mediante dos procesos: el primero es el proceso mecánico de post-curtición, el cual le da un espesor específico y homogéneo al cuero; el segundo es el proceso húmedo de post-curtición, que es el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero.

En esta etapa del proceso se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria, agua para la preparación de las sales de cromo y sustancias químicas. Como resultado de la etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

- b. **Proceso de curtido del cuero con agentes vegetales.** El curtido con agentes vegetales permite la conservación de la fibra del cuero y le proporciona ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales curtientes y de los métodos de trabajo que se emplean. En este proceso de curtido se utilizan extractos vegetales (cortezas, maderas, hojas y raíces), en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño, roble o corteza de pino.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de curtido y adobo de cueros se encuentran dentro de la categorización C-1511.01 "Actividades de descarnadura, tundido, depilado, engrase, curtido, blanqueo, teñido, adobo de pieles y cueros de pieles finas y cueros con pelo".

Los cueros se sumergen en un licor curtiente vegetal compuesto por agua, tanino, alumbre y sal, durante el tiempo necesario para que se impregne totalmente el agente curtiente. Como el proceso de curtido propiamente dicho se lleva a cabo en un medio ácido es importante controlar el pH de la solución, el cual debe mantenerse en un valor aproximado de pH 5.

Para corregir las desviaciones del pH que puedan ocurrir, se agrega el alumbre que es una sal ácida y el cloruro de sodio (sal común), que es una sal básica. Si el pH se torna alcalino, deberá agregarse una sal ácida (alumbre), en el caso contrario, si el pH se desvía hacia la acidez, se agregará una sal básica (cloruro de sodio).

En el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere energía eléctrica, agua, alumbre, sal y extractos vegetales de taninos. Como resultado de la actividad se generan aguas residuales con carga orgánica y envases de los productos químicos utilizados.

- **Secado.** Esta etapa de trabajo dependen del proceso anterior de curtición y

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

de las propiedades que se desea proporcionar a los cueros procesados. La velocidad del secado es muy importante: a velocidades muy rápidas la superficie exterior puede secarse mientras las partes interiores se mantienen húmedas. El secado de los cueros se realiza, principalmente en los cueros de clase superior, según el procedimiento de la llamada desecación adhesiva, en la que se adhiere el cuero húmedo sobre platos de vidrio y se lo seca estirándolo.

- **Ingrasado.** El engrasado se lo realiza con el objetivo de evitar el cuarteamiento del cuero, para convertirlo suave, fuerte y flexible. Este proceso consiste en la impregnación del cuero con aceites emulsionados, los cuales se depositan en las fibras del cuero, fijándose y dando el acabado deseado. En el engrasado hay que distinguir entre el engrasado sencillo, engrasado a mano o en tinas. En toda esta serie de tratamientos se va elevando la cantidad de aceite emulsionado y con ello la impermeabilidad y la "calidad" del cuero.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de aceites engrasantes emulsionados (minerales y vegetales). Como resultado de la actividad existe el riesgo de (potenciales) derrames de aceites. Además se generan envases de aceites.

- **Planchado y clasificación.** Se utilizan distintas máquinas según el tipo de terminación. Estas pueden ser rotativas, de mesa o de prensado, las cuales otorgan brillo o satinan el cuero. Terminada la operación del planchado los cueros se clasifican por tamaño y calidad, pasando al área de almacenamiento.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de vapor, generándose condensados de vapor.

- **Almacenamiento.** Los cueros son almacenados de acuerdo a su tamaño, calidad y color, sobre pallet de superficies plana, en un área ventilada y libre de humedad. Además, son cubiertos para evitar la luz solar.
- **Servicios auxiliares.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de elaboración del curtido de cuero se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

- a. **Mantenimiento mecánico e industrial.** En las estas actividades de mantenimiento se requiere del uso de tubos aceites lubricantes, grasas, baterías plomo-ácido, fluorescentes, piezas de repuesto, waipes, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: aceites, filtros y tubos fluorescentes usados, envases vacíos de químicos, waipes impregnados con hidrocarburos, chatarra, etc.

- b. **Almacenamiento y manejo de productos químicos.** En las industrias procesadoras de cueros se requiere del uso de una gran variedad de productos químicos: detergentes, desengrasantes, neutralizantes, desinfectantes, sales básicas, cal, agentes curtientes, engrasantes, pigmentos, solventes, etc. lo que genera una gran cantidad de envases y fundas vacías.

Durante el almacenamiento y manejo de estos productos, potencialmente se pueden producirse derrames y material absorbente contaminado, por lo que la bodega de almacenamiento deberá cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2266:2010.

- c. **Generación de vapor.** Para el tratamiento del agua de las calderas, se emplean productos químicos generando desechos sólidos (envases y fundas vacías). Durante la quema de combustibles en los calderos para la producción de vapor se generan gases de combustión.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

- d. **Manejo de combustibles.** El combustible que se utiliza para la generación de vapor en los calderos es almacenado en tanques estacionarios, los cuales generan lodos de combustibles. Existe riesgo potencial de derrames no intencionales que pudieran provocar la contaminación de los suelos y/o las aguas superficiales.

- e. **Tratamiento de efluentes.** Los efluentes generados en las diferentes etapas del proceso (lavado de las pieles, limpieza de equipos y áreas de producción) son evacuados a través de canales, sumideros y cajas de registros al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales para ser tratados antes de su descarga al sistema de alcantarillado o cuerpo hídrico receptor

Para el tratamiento de las aguas residuales de las curtiembres se requiere una variedad productos químicos y procesos, generándose lodos del tratamiento, aguas residuales tratadas y envases vacíos de productos químicos. Un tema de especial interés es el tratamiento de los residuos de los curtientes en base a Cr<sup>6</sup>, lo que requiere de tratamientos terciario para evitar la toxicidad de esta sustancia.

En el Gráfico 11.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de curtido a base de sales de cromo y en el 11.2, el de curtido con agentes vegetales.

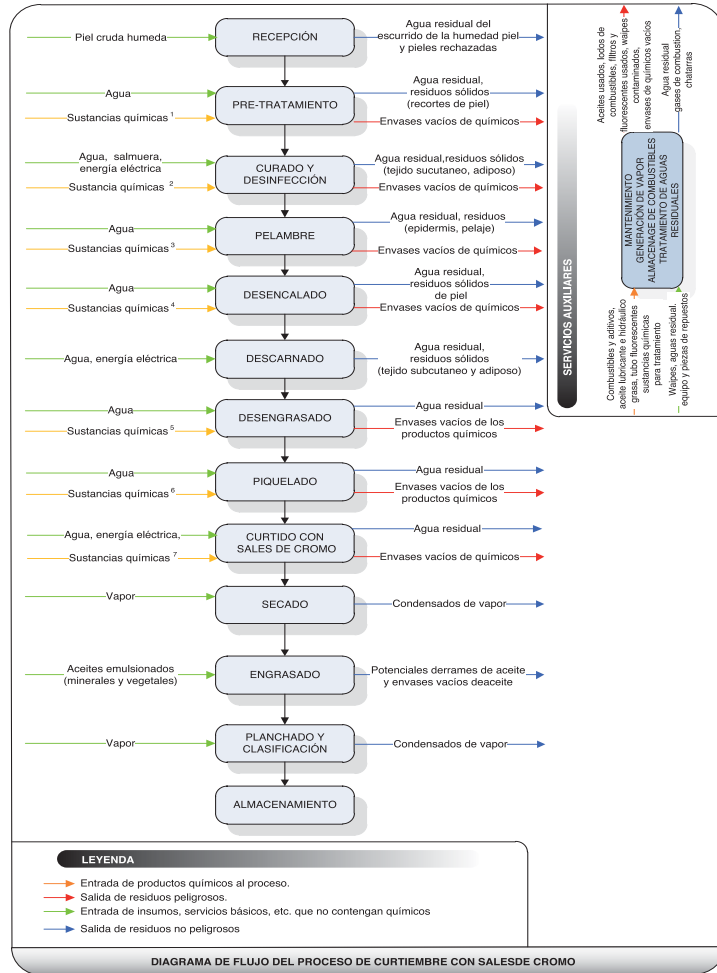
#### 11.1.1 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de curtido a base de sales de cromo

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso de curtido a base de sales de cromo (Tabla 11.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 11.3).

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

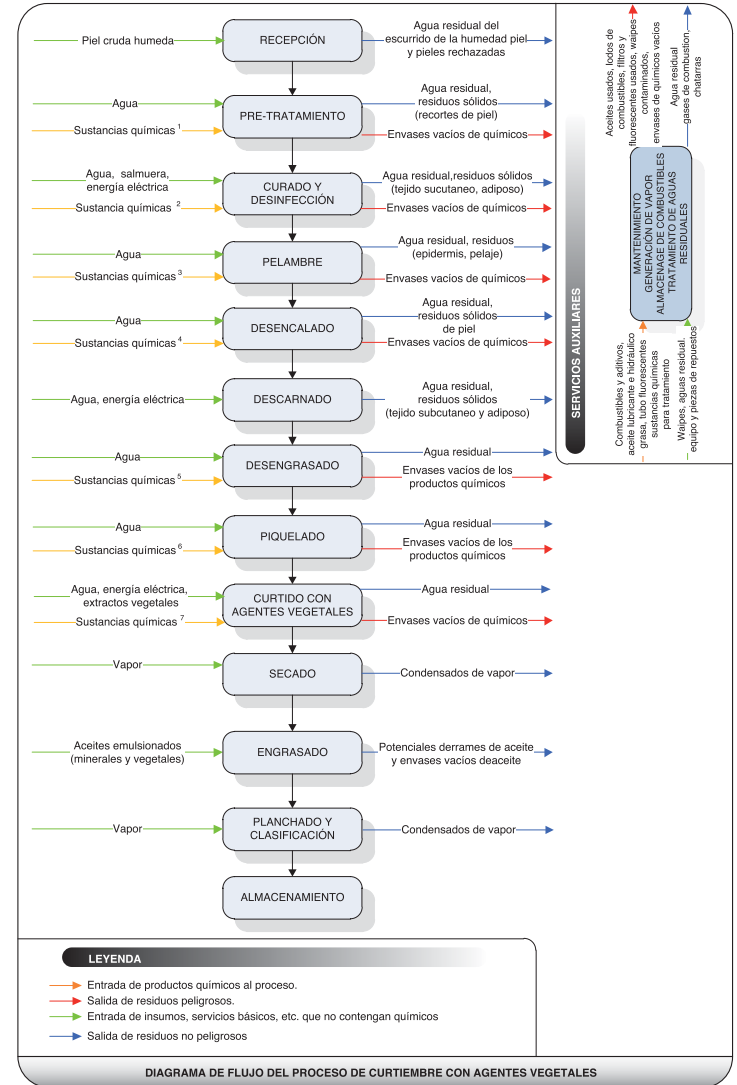


**Gráfico 11.1 Diagrama de flujo del proceso de curtido a base de sales de cromo**



1. hidróxido e hipoclorito de sodio y detergentes.
2. ácido fémico, ácido bórico, sulfato de sodio, bicloruro de mercurio.
3. cal y cloruro de sodio.
4. ácido sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico, sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas, ácido sulfofáltico.
5. monoclorobenceno, percloroetileno, cloruro de amonio, detergente.
6. ácido fórmico, ácido sulfúrico.
7. sales de cromo y ácido clorhídrico

**Gráfico 11.2 Diagrama de flujo del proceso de curtido con agentes vegetales**

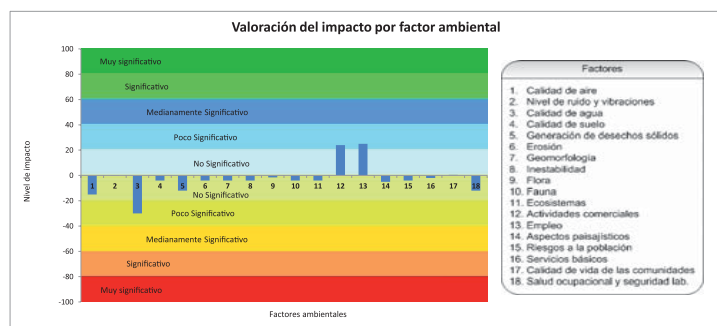


1. hidróxido e hipoclorito de sodio y detergentes.
2. ácido fémico, ácido bórico, sulfato de sodio, bicloruro de mercurio.
3. cal cloruro de sodio.
4. ácido sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico, sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas, ácido sulfofáltico.
5. monoclorobenceno, percloroetileno, cloruro de amonio, detergente.
6. ácido fórmico, ácido sulfúrico.
7. alumbre

**Tabla 11.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-15,00	-9,7%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,40	-0,3%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-30,00	-19,3%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-4,00	-2,6%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-12,00	-7,7%
	Erosión	-4,00	-2,6%
	Geomorfología	-4,00	-2,6%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-4,00	-2,6%
	Flora	-1,50	-1,0%
	Fauna	-4,00	-2,6%
Medio biótico	Ecosistemas	-4,00	-2,6%
	Actividades comerciales	24,00	15,4%
	Empleo	25,00	16,1%
Socioeconómico	Aspectos Paisajísticos	-5,00	-3,2%
	Riesgos a la población	-4,00	-2,6%
	Servicios básicos	-2,00	-1,3%
	Calidad de vida de las comunidades	0,50	0,3%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-12,00	-7,7%
	Impacto total	-56,40	-36,3%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 11.3 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 11.3, el desarrollo del proceso causa impactos negativos en los factores calidad de agua (significativo) y calidad de aire (no significativo). Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (poco significativo), y empleo (poco significativo).

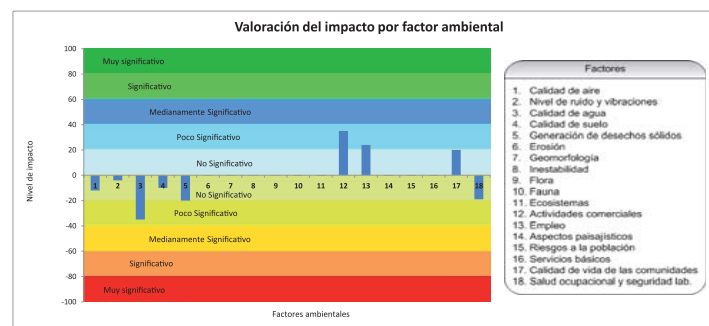
El impacto final resultante del proceso es de -56,40, catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso de curtido con agentes vegetales (Tabla 11.2), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 11.4).

**Tabla 11.2 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-12,00	-6,6%
	Nivel de ruido y vibraciones	-4,00	-2,2%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-35,00	-19,2%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-10,00	-5,5%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-20,00	-11,0%
	Erosión	-0,35	-0,2%
	Geomorfología	-0,35	-0,2%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,35	-0,2%
	Flora	-0,35	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	35,00	19,2%
	Empleo	24,00	13,2%
Socioeconómico	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-0,40	-0,2%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	20,00	11,0%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-19,00	-10,4%
	Impacto total	-24,40	-13,4%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 11.4 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 11.4, el desarrollo del proceso causa impactos negativos en los factores calidad de agua (poco significativo) y generación de desechos sólidos (no significativo). Como impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (poco significativo), empleo (poco significativo) y calidad de vida de las comunidades (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24,40, catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

## 11.2 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 11.3 se indica las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 11.3 Carga contaminante de la actividad de producción de cuero**

Proceso de producción de cuero (Cuadro N° 1)						
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial					
	Generación de energía (d)	Tenerías de cuero	Curtido de Cr; acabado (sin pelo)	Curtido de Cr; acabado (con pelo)	Curtido con agentes vegetales; acabado (con pelo)	Tenerías a base de Cr – ganado vacuno (a)
Unidad	T	t de pieles	t de pieles	t de pieles	t	t de pieles
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	1,04	-	-	-	-
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)	19,9 (s)	-	-	-	-
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)	13,2	-	-	-	-
	HC (kg/unidad)	0,13	-	-	-	-
	CO (kg/unidad)	0,66	-	-	-	-
Efluentes	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	-	52	53	63	50
	pH	-	1-13	1-13	4-12,6	2-13
	DBO (kg/unidad)	-	89	95	69	67
	DQO (kg/unidad)	-	258	260	140	250
	SS (kg/unidad)	-	138	140	145	135
	SDT (kg/unidad)	-	351	525	480	345
	Aceites (kg/unidad)	-	20	19	43	33
Residuos Sólidos	Desechos sólidos (kg/unidad)	-	-	-	-	450* - 550 (1) 910* - 1770 (2)
	Naturaleza del desecho	-	-	-	-	Desechos del proceso (productos del recorte, etc.) (no peligrosos). (1) Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn (peligrosos) (2)

(d) Densidad de aceite combustible = 0,957 g/cm  
(s) Contenidos de azufre en el combustible  
\* Desechos sólidos sobre base seca

Proceso de producción de cuero (Cuadro N° 2)					
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial				
	Solo acabado	Curtido con sales de cromo y acabado	Cromo no curtido y no acabado (con o sin pelo)	Tañido con agentes vegetales – ganado vacuno (a)	
Unidad	t de pieles	t de pieles	t de pieles	t	
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	-	-	-	-
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)	-	-	-	-
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)	-	-	-	-
	HC (kg/unidad)	-	-	-	-
	CO (kg/unidad)	-	-	-	-
Efluentes	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	20	63	28	-
	pH	3,4-11,2	1,5-12,5	9,2-10,4	-
	DBO (kg/unidad)	37	67	110	-
	DQO (kg/unidad)	28	170	230	-
	SS (kg/unidad)	47	88	110	-
	SDT (kg/unidad)	140	490	595	-
	Aceites (kg/unidad)	7	24	6,6	-
Residuos Sólidos	Desechos sólidos (kg/unidad)	-	-	-	90*-390 (1) 300*-2700 (2) 230*-250-910* (3) 1770-10* (4) 40 (5)
	Naturaleza del desecho	-	-	-	Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn (1) Lodos de agua residual conteniendo Cr, Pb, fenoles. (2) Desechos del proceso (producción de recorte, etc.) (3) Desechos del proceso conteniendo Cr, Pb, Zn. (4) Sólidos cribados de agua residual conteniendo Cr, Pb, Zn. (5)

(d) Densidad de aceite combustible = 0,957 g/cm  
(s) Contenidos de azufre en el combustible  
\* Desechos sólidos sobre base seca

## LA INDUSTRIA DE MANUFACTURA DE MADERA TERCIADA

La madera terciada o también conocida como multilaminado, triplay o contrachapado, es un tablero elaborado con finas chapas de madera, pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante alta presión y calor. El tablero terciado, debido a su diseño, cuenta con una mayor estabilidad dimensional que el tablero de madera maciza.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU), las actividades relacionadas con la industria de manufactura de madera terciada se encuentran clasificadas dentro de la categorización C-1621 "Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera".

### 12.1 Proceso de producción de madera terciada

Esta actividad en el Ecuador tiene por objetivo producir tableros de madera a partir del procesamiento de finas chapas pegadas, bajo presión y calor. El CIU específico de esta actividad es el C-1621.02 denominado "Fabricación de tableros contrachapados, tableros de madera enchapada y otros tableros y hojas de madera laminada, tableros de fibra y tableros de partículas, madera compactada, madera laminada encolada".

#### 12.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Este proceso está compuesto por las siguientes etapas:

- a. Recepción, almacenamiento y manejo de trozos.
- b. Macerado.
- c. Debobinado.
- d. Secado.
- e. Ensamble de caras intermedias.
- f. Armado y encolado.
- g. Prensado.
- h. Retape.
- i. Escuadrado.
- j. Lijado.
- k. Empaquetado.
- l. Almacenamiento.

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de producción de madera terciada:

- **Recepción y almacenamiento de materia prima.** En esta etapa, el objetivo es verificar la calidad de la madera recibida, revisar los volúmenes recibidos y ordenarlos de acuerdo al tipo, diámetro, largo u otro factor que permita su diferenciación. Toda la materia prima es adquirida descortezada

y trozada, por lo que estas actividades no se realizan al momento de la recepción en la planta de maderas terciadas. Una vez clasificadas las materias primas, éstas son almacenadas bajo aspersión constante de agua, es decir, se utiliza agua para mantenerlas húmedas y de esta forma, acondicionarlas para la fase de macerado y también evitar la proliferación de hongos.

En esta fase ingresa la madera como materia prima, se requiere del uso de agua para la actividad de almacenamiento bajo riego, de tal forma que se producen aguas residuales, las cuales pueden contener residuos sólidos provenientes de la madera almacenada.

- **Macerado.** La madera seleccionada es introducida en los túneles de macerado para lograr su ablandamiento y plasticidad mediante la saturación con agua. La madera es sometida a una ducha de agua caliente (80 °C) y una solución de soda cáustica al 0,085 % para lograr un pH cercano al neutro (7,5-8,0) por un lapso de 16 horas como mínimo. El túnel de macerado consiste en una bóveda de concreto cerrada con una compuerta metálica en donde el agua es calentada por vapor y aplicada mediante sistema de aspersión; además posee un sistema de recirculación del agua no absorbida por la materia prima.

En esta fase se usa agua y soda cáustica para la actividad de macerado y vapor como medio térmico. Como producto de la actividad se generan aguas residuales con una concentración baja de soda cáustica, residuos sólidos arrastrados por la misma y los envases vacíos de la soda.

- **Debobinado.** La materia macerada llega a esta etapa con una temperatura interna de 40 °C aproximadamente y es debobinada en tornos. Además, en esta etapa se realiza el corte de las chapas debobinadas, de acuerdo a formatos requeridos (chapas enteras, pedazos de chapas, etc.).

Para la ejecución de esta etapa, el uso de energía eléctrica es indispensable para el funcionamiento de tornos y máquinas cortadoras. Como producto de la actividad de redondeado y cortado, se genera material particulado, residuos sólidos (viruta, astillas, etc.) y ruido.

- **Secado y parchado.** En esta etapa, las chapas cortadas son clasificadas de acuerdo al nivel de humedad, espesor, ancho, largo, calidad y fecha de producción que posean. Una vez clasificadas, pasan al secador, el cual retira la humedad de la chapa por medio de la aplicación de aire caliente (180-200 °C), eliminando el aire húmedo a través de extractores en la parte superior del secador. Luego de la actividad de secado las chapas pasan a una zona de refrigeración para lo cual se inyecta aire desde el exterior y se lo pone en contacto directo con la superficie de la chapa. Una vez que se considere a una chapa como seca (6 % de humedad), es almacenada para su posterior uso, luego de un período de reposo.

Además, aquellas chapas que después del secado presenten defectos como nudos muertos, bolsillos de resina u orificios, son conducidas a la parchadora donde el defecto es corregido, elevando de esta forma la calidad de la chapa para el posterior armado del tablero. El proceso de parchado consiste en el reemplazo del sector donde se encuentra el defecto por un parche de chapa que se lo realiza por lo general de forma manual.

En esta etapa se hace necesario el uso de energía eléctrica para el funcionamiento de hornos e inyectores, madera para el parchado y aire para el enfriamiento de las chapas. Como producto de la actividad, se generan residuos sólidos de la actividad del parchado.

- **Ensamblado de las caras intermedias.** En esta etapa se realiza un control de las posibles imperfecciones de las chapas. Las chapas en las que se registren imperfecciones pasan a la corrección donde los defectos de la chapa son eliminados por medio de cuchillos. Las chapas clasificadas de acuerdo a defectos admisibles, son pegadas lateralmente con puntos de cola e hilo termofundente, formando las chapas cortas (chapas que van en el contrachapado con las fibras en dirección perpendicular).

En esta etapa se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria (cortadoras) y cola e hilo termofundente para el actividad de ensamblado de las chapas cortas. Como producto de la actividad se genera residuos sólidos del corte de las imperfecciones de las chapas, material particulado, envases vacíos de los productos utilizados y ruido generado por la maquinaria.

- **Armado y encolado.** En esta fase se reciben los paquetes de chapas, provenientes de las etapas anteriores y se arman los paquetes de tableros con sus correspondientes caras, trascaras e interiores para luego pasar a través de un spray o encoladora donde se aplica el adhesivo. Esta etapa se la puede realizar de forma manual o automatizada dependiendo del grado de tecnificación de la empresa. A la salida de las encoladoras, se reciben las chapas encoladas en la cara, colocando primero la trascara, luego una chapa corta, posteriormente un interior largo y así sucesivamente hasta colocar una cara sin encolar, completando de esta forma un tablero de acuerdo a la conformación dada.

En esta etapa se requiere el uso de adhesivos y agua para formar el líquido de encolado (esto dependerá de la empresa, el encolado por lo general se lo realiza por medio de la mezcla de agua como vehículo y cola, aunque también se puede hacer encolado con cementos epóxicos). Como producto de la actividad se genera agua residual y envases vacíos de los productos químicos utilizados.

- **Prensado.** Los tableros encolados son ingresados a una pre prensa en frío que hace presión sobre los tableros y los consolida. Posterior al prensado en frío, los tableros pasan a la prensa caliente a una temperatura de 140 °C, donde el tiempo de prensado dependerá del espesor del tablero. Finalmente los tableros ya prensados pasan a un baño spray con agua fría para disminuir las tensiones internas del tablero y así disminuir el alabeo (forma combada o curva que toma una pieza o superficie).

En esta etapa se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria, agua para el enfriamiento y vapor como medio térmico para el prensado en caliente. Como producto de la actividad se genera agua residual como resultado de los condensados y el agua de enfriamiento.

- **Retape.** En esta etapa los tableros que requieran reparaciones para aumentar o recuperar su calidad por medio de la eliminación de defectos hasta la primera capa, se les aplica pastas sintéticas a base de poliuretano o pastas de tipo masilla epóxica o madera, para cumplir el cometido. Por lo general esta actividad se la realiza de forma manual en las empresas.

Para la etapa se requiere el uso de pastas sintéticas y madera para el retape. Como producto de la actividad se generan potenciales derrames de los productos utilizados y residuos sólidos.

- **Escuadrado.** Los tableros son dimensionados primero en su ancho y posteriormente en su largo. Los tableros cortados pasan por un equipo de soplado, el cual detecta defectos de pegado como control de calidad. Los

tableros que no pasen este control son depositados en el apilador de rechazo. El resto de tableros son almacenados para su posterior conducción a la siguiente etapa del proceso.

En esta etapa se usa energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria y equipos. Como producto de la actividad se generan residuos sólidos y ruido por el cortado de los tableros, además de los tableros rechazados.

- **Lijado.** Los tableros ingresan a la lijadora pasando primero por rodillos calibradores y después por la unidad de terminación, compuesta por rodillos y patines de acabado. Luego de la actividad, los tableros son clasificados de acuerdo a su grado de calidad.

Para esta etapa se requiere del uso de energía eléctrica para el funcionamiento de las lijadoras y patines de acabado. Como producto de la actividad se generan residuos sólidos, material particulado y ruido.

- **Empaquetado.** Los tableros terminados son llevados hacia las enzunchadoras donde se depositan sobre tacos de madera y se recubren con stretch film, se colocan los esquineros, las protecciones y se enzunchan transversal y longitudinalmente.

En esta etapa se requieren zunchos y stretch film para el empaquetado (depende del tipo de empresa) y energía eléctrica para el funcionamiento de las empaquetadoras. Como producto de la actividad se generan zunchos y stretch film dañados, además de los canutos de los rollos del stretch film.

- **Almacenamiento.** Esta etapa es la final del proceso, en donde el producto es almacenado y entregado al consumidor final.

Para la actividad se requiere del uso de montacargas, por lo que se hace indispensable el uso de GLP como combustible. Producto de la actividad se generan emisiones de combustión y ruido de los montacargas.

- **Servicios auxiliares necesarios para el proceso.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de producción de madera terciada, se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

**a. Mantenimiento mecánico e industrial.** Para llevar a cabo estas actividades de mantenimiento de la infraestructura tecnológica se requiere del uso de aceites lubricantes, filtros de aceite, tubos fluorescentes, baterías, piezas de repuesto, grasas, waipes, etc. Estas actividades generan desechos peligrosos, tales como: aceites y filtros usados, envases contaminados, chatarra, waipes impregnados con hidrocarburos, tubos fluorescentes y baterías plomo-ácido usadas, etc.

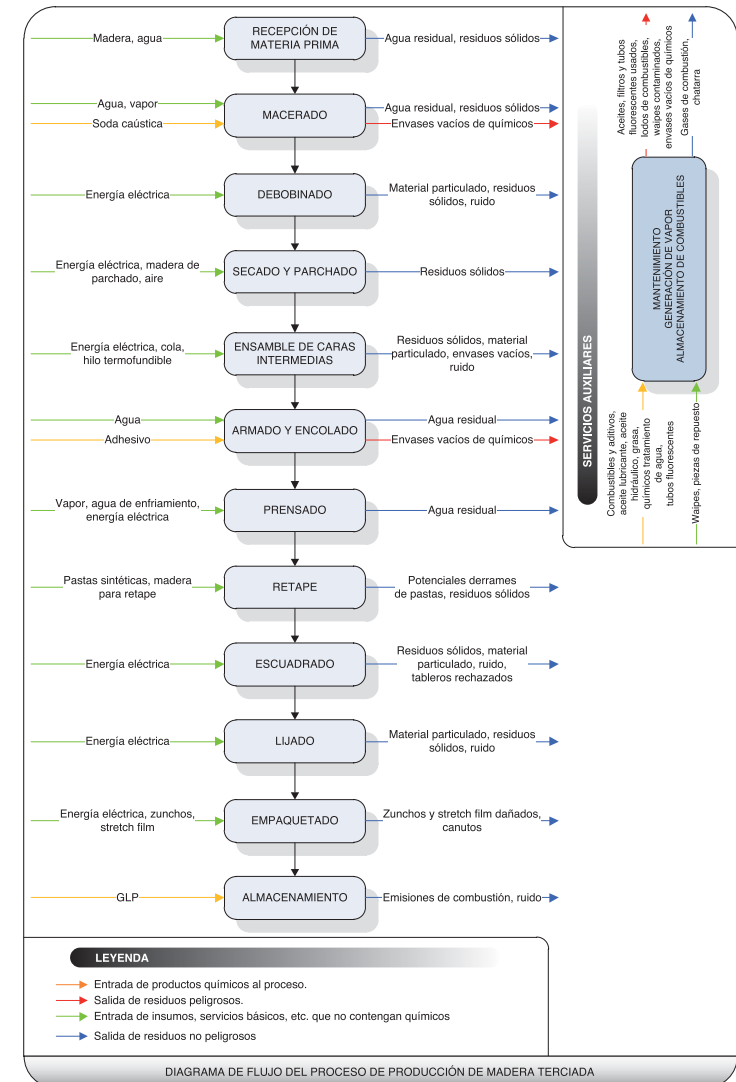
**b. Generación de vapor.** Para la generación de vapor en las calderas se requiere de combustible y para el tratamiento del agua de las calderas se requieren productos químicos, generándose envases vacíos de químicos y gases de combustión.

**c. Manejo de combustibles.** El combustible que se emplea para la generación de vapor en las calderas es almacenado en tanques estacionarios los cuales periódicamente generan fundamentalmente lodos de hidrocarburos. Potencialmente se pueden generar derrames no intencionales que pudieran provocar la contaminación de los suelos y/o las aguas superficiales.

Cabe resaltar que en este tipo de industria se utiliza como combustible en las calderas las virutas y residuos de madera generados en el proceso, lo que genera gases de combustión y material particulado.

En el Gráfico 12.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de madera terciada.

**Gráfico 12.1 Diagrama de flujo del proceso de producción de madera terciada**



"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"



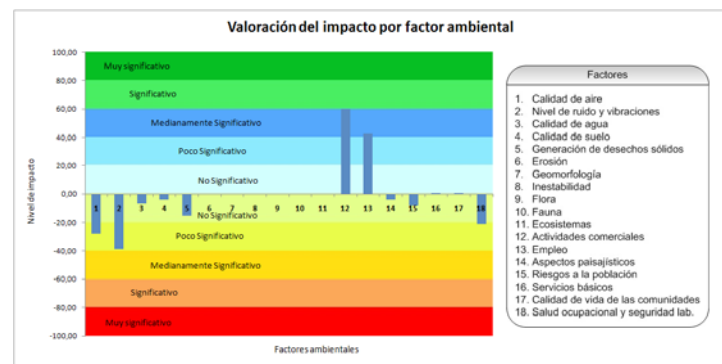
### 12.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de madera terciada

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 12.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 12.2).

**Tabla 12.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-28,00	-12,1%
	Nivel de ruido y vibraciones	-38,70	-16,7%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-7,00	-3,0%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-4,00	-1,7%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-15,00	-6,5%
	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
Proceso geomorfo-dinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
	Flora	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	60,00	25,9%
	Empleo	42,75	18,5%
	Aspectos Paisajísticos	-4,00	-1,7%
	Riesgos a la población	-8,00	-3,5%
	Servicios básicos	0,40	0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	0,40	0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-21,00	-9,1%
<b>Impacto total</b>		<b>-24,55</b>	<b>-10,6%</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 12.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 12.2, el desarrollo del proceso causa impactos negativos en los factores calidad de aire (poco significativo), calidad de agua (poco sig-

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

nificativo) y salud ocupacional y seguridad laboral (poco significativo). Los impactos positivos están asociados a actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (medianamente significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24.55, catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

### 12.2 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 12.2 se indica las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 12.2 Carga contaminante de la actividad de producción de madera terciada**

Proceso de producción de manera terciaria			
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial		
	Unidad	Fabricación de paneles m <sup>3</sup>	Generación de energía (d) t
Emisiones	Partículas (kg/unidad)		1,04
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)		19,9 (s)
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)		13,2
	HC (kg/unidad)	1,2	0,13
	CO (kg/unidad)		0,66
Efluentes	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	4,1	
	pH	10,5	
	DBO (kg/unidad)		
	DQO (kg/unidad)	7,3	
	SS (kg/unidad)	1,1	
	SDT (kg/unidad)	6,2	
	Aceites (kg/unidad)		
Residuos Sólidos	Desechos sólidos		
	Naturaleza del desecho		

(d) Densidad de aceite combustible = 0,957 g/cm.  
 (s) Contenidos de azufre en el combustible.  
 \* 1 m<sup>3</sup> = 1000 m<sup>2</sup>; se considera la producción expresada en espesores de 1 mm.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## LA MANUFACTURA DE PAPEL KRAFT

El papel kraft es un papel de elevada resistencia fabricado básicamente a partir de pasta química kraft (al sulfato). Puede ser crudo o blanqueado. En ocasiones y en algunos países se refiere al papel fabricado esencialmente con pastas crudas kraft de maderas de coníferas. Los crudos se usan ampliamente para envolturas y embalajes y los blanqueados para contabilidad, registros, actas, documentos oficiales, etc.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU (versión 4), las actividades desarrolladas en el proceso de manufactura de papel kraft, se encuentran clasificadas dentro de la categorización C1701 denominado "Fabricación de pasta de madera, papel y cartón".

### 13.1 Proceso de producción de papel kraft

En el Ecuador se elaboran principalmente algunos tipos de papel Kraft: papel extensible, papel kraft empaque, papel corrugado medio, papel test liner y tubos espiralados. El CIIU específico de esta actividad es el C1701.04 denominado "Tratamiento industrial posterior de papel y cartón: revestimiento, recubrimiento e impregnación de papel y cartón; papeles laminados, papel aluminio, papel Kraft, cartulina, papel multilaminar, papeles absorbentes, papel pergamino, papel cigarrillo, etcétera".

#### 13.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Las etapas que comprende el proceso de producción de papel kraft son las siguientes:

- a. Recepción de materia prima.
- b. Preparación de la pasta.
- c. Refinación de la pasta.
- d. Formación y secado de la hoja de papel kraft.
- e. Bobinado y rebobinado.
- f. Almacenamiento.

A continuación se describen las etapas del proceso de producción de papel kraft:

- **Recepción de materia prima.** Consiste en el ingreso de la materia prima requerida para la elaboración del papel kraft a las bodegas de almacenamiento. La materia prima utilizada son principalmente recursos fibrosos como cartón industrial denominado DKL, cartón reciclado u OCC y bagazo y adicionalmente la pulpa virgen de madera, para la producción de papel extensible.

La gran mayoría de la materia prima mencionada es papel reciclado, excepto la pulpa de madera, éstas se indican a continuación:

- **Cartón industrial (Doble Kraft Liner, DKL).** Este cartón son los desechos de cartón que llega de las diferentes empresas cartoneras del

país por lo tanto es muy limpio (0% de plásticos grapas, metales, objetos extraños, etc.).

- **Papel y cartón reciclado.** Estos materiales provienen de distintas empresas de reciclaje, por tanto traen consigo mayores impurezas que el DKL (zunchos, alambres metálicos, tierra, pedazos de madera, etc.) y los requerimientos de recepción son máximo 12% de humedad y 5% de impurezas.
- **Bagazo de caña de azúcar (opcional).** Es el producto residual fibroso que se obtiene de la molienda de la caña de azúcar a la que se le han extraído los jugos y es utilizado para la elaboración de pulpa de bagazo, material necesario para la fabricación de papel.
- **Pulpa de madera (pulpa Kraft).** Es un material fibroso, derivado de la madera. Su nombre se deriva de la palabra alemana "fuerte", precisamente por la resistencia de las fibras que resultan de este proceso de pulpeo.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza papel y papel reciclado y pulpa virgen de madera. Potencialmente puede generarse materia prima no apta para el proceso de producción de papel kraft (no conforme).

- **Preparación de la pasta.** Se divide en tres secciones, éstas son:
  - a. **Disgregación de fibra.** Consiste en la separación de fibras y otros componentes de la materia prima en un medio acuoso. La desintegración de la materia prima en agua se produce por el movimiento de las aspas del rotor del pulper y se da un ciclo de limpiado en el cual se desechan plásticos, alambres e impurezas grandes. En el pulper se elimina una parte de impurezas; en el bellpurge sale la fibra no disgregada o la que contiene material con resistencia en húmedo y otra parte de plásticos. En los limpiadores de alta densidad se eliminan arenas, grapas, maderos y piedras.
  - b. **Depuración de fibra.** Consiste en la separación y eliminación de contaminantes gruesos de la materia prima (plásticos, arena, grapas, etc.) por medios mecánicos y físicos.

Está compuesto por las cribas presurizadas I y II en las cuales se eliminan las impurezas que no pasan por los orificios y ranuras de clasificación y el separador de plásticos cuya función es separar totalmente los materiales plásticos, recibir el rechazo de la criba secundaria y recuperar la fibra que vaya en éste. Los limpiadores centrífugos uniflow eliminan las impurezas de menor densidad que la fibra, en tanto que los limpiadores posiflow desechan contaminantes de mayor densidad que la fibra.
  - c. **Espesado de la pulpa.** Es el aumento de consistencia de la pulpa mediante la filtración de agua. El equipo utilizado se denomina *polydisk*, cuya función es espesar la suspensión de fibra hasta regular la consistencia para preparar la suspensión para el siguiente paso que es la refinación; además debe separar los filtrados en agua turbia y clara.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza agua, papel y cartón reciclado y pulpa de madera. Como resultado se generan residuos sólidos, que consisten en impurezas contenidas en el papel reciclado (plásticos, espumafón, alambres, zunchos, metales, etc.), también se genera agua residual y ruido.

- **Refinación.** Consiste en el tratamiento mecánico de las fibras con el fin de obtener el corte y desfibrado necesario. Por acción mecánica se corta y se desfibrila el material procesado proporcionando mejores propiedades físicas a la fibra. Esta es la etapa en la que el papel adquiere las propiedades físicas. La dosificación del almidón que se suministra directamente a la pasta es un factor importante del proceso.

A partir de esta etapa se realiza la denominada mezcla de pulpas que es la combinación de fibras de diferentes propiedades según el grado del papel a fabricar. Luego se realiza la separación de las impurezas livianas mediante centrifugación y diferencia de densidad realizado por una batería de limpiadores de baja densidad y la depuración final es realizada mediante un depurador presurizado para acondicionar la pasta previo a su ingreso a la máquina de papel.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza agua, almidón catiónico para mejorar la resistencia física del papel, resinas, sulfato de aluminio, barredor de basuras aniónicas (polímero catiónico de bajo peso molecular), de las cuales se generan impurezas livianas, aceite de resina, agua residual así como envases vacíos de los químicos utilizados.

- **Formación y secado de la hoja de papel kraft.** Está comprendido por dos zonas: húmeda y seca.

La formación de la hoja, el drenaje y el prensado se realiza en la zona húmeda, en la salida del rodillo couch (humedad 80%), luego pasa a las prensas donde se logra una humedad del 60% a la salida de la segunda prensa.

La zona seca es la etapa de secado donde por contacto con las superficies pulidas y calientes de los secadores la hoja pierde agua. Estas superficies son calentadas con vapor de agua y la temperatura va aumentando conforme atraviesa los secadores.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza electricidad para funcionamiento máquinas secadoras y otros equipos. Se genera como residuo vapor de agua. Hay empresas que han instalado equipos dotados de fuentes radioactivas para medir el espesor de la lámina de papel, por lo tanto, el manejo de esas fuentes es regulado por la correspondiente autoridad competente.

- **Bobinado y rebobinado.** En la bobinadora o pope el papel ya alcanza una humedad del 7%. Aquí se forma el rollo con el diámetro determinado para que al rebobinar cumpla con los estándares establecidos. En este punto se toman las muestras que son enviadas al laboratorio para control de calidad y finalmente el rollo pasa a la rebobinadora en donde es cortado en los anchos requeridos según la orden de producción.

En esta etapa se utilizan canutos para las bobinas de papel kraft y energía eléctrica para el funcionamiento de máquinas bobinadoras y rebobinadoras. Se genera ruido y recortes de papel kraft y canutos.

- **Almacenamiento.** El producto terminado es almacenado temporalmente en las bodegas de producto terminado, previo a su distribución.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza gas licuado de petróleo (GLP) para el transporte del producto terminado, generándose primordialmente gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Es necesario la aplicación de los siguientes servicios auxiliares:

a. **Mantenimiento.** Se requiere realizar mantenimientos periódicos a las maquinarias e instalaciones, utilizadas en las etapas del proceso de producción. En estas actividades se utilizan grasas, aceites lubricantes, equipos y piezas de repuesto, solventes, pintura, fluorescentes, baterías de plomo-ácido y waipes, que generan al mismo tiempo, fluorescentes, baterías y aceites usados, waipes contaminados, chatarra, entre otros.

b. **Tratamiento de aguas residuales.** La industria para la producción de papel kraft consumen grandes cantidades de agua, especialmente en las etapas de preparación de la pasta y refinación. Estas aguas residuales requieren de tratamiento para luego ser reincorporadas al proceso productivo o en su defecto, ser descargadas a cuerpos hídricos o alcantarillado según corresponda.

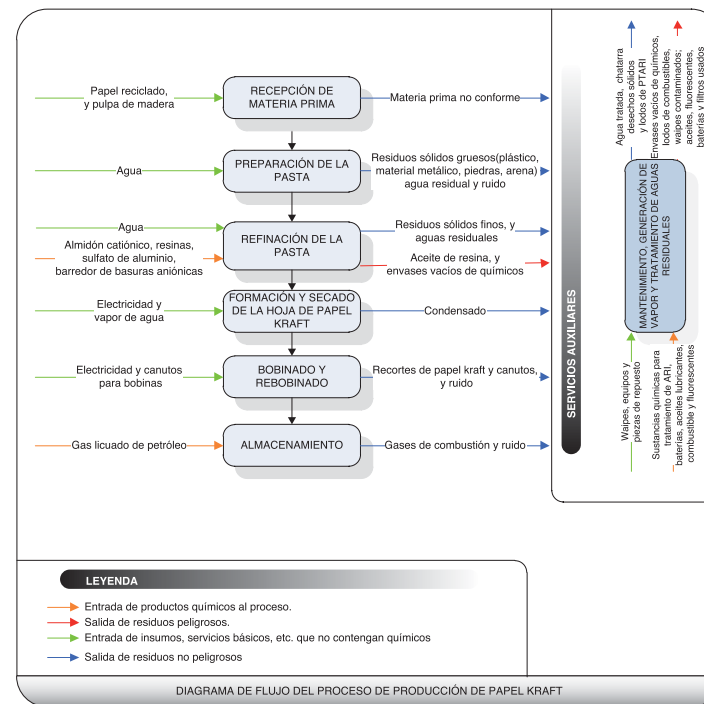
Para el desarrollo de esta etapa se requieren productos químicos tales como floculantes y coagulantes para el tratamiento de los efluentes, de los cuales se derivan lodos de tratamiento, desechos sólidos del desbaste del tratamiento, envases vacíos de químicos utilizados y aguas residuales tratadas.

- **Generación de vapor.** El agua empleada en las calderas debe ser posteriormente tratada con depuradores de oxígeno e inhibidores de la corrosión para evitar que se formen depósitos en los conductos de la caldera, reducir la corrosión de los metales y evitar el paso del agua a la turbina de vapor.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizan combustibles para el funcionamiento de calderas, hidracina y morfolina como inhibidores de corrosión y oxígeno de los cuales se genera lodos de los tanques de combustible y envases vacíos de químicos utilizados.

En el Gráfico 13.1 que se indica a continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de kraft.

**Gráfico 13.1. Diagrama de flujo del proceso de producción de papel kraft**



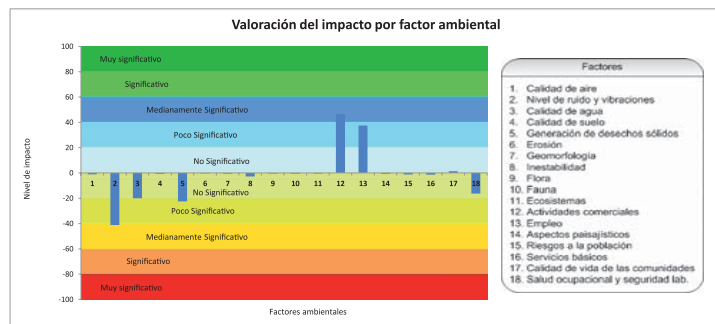
### 13.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de papel kraft

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 13.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 13.2).

**Tabla 13.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-1,10	-0,6%
	Nivel de ruido y vibraciones	-41,13	-21,1%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-20,00	-10,2%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-0,60	-0,3%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-22,50	-11,5%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,35	-0,2%
	Geomorfología	-0,55	-0,3%
	Inestabilidad	-2,75	-1,4%
Medio biótico	Flora	-0,45	-0,2%
	Fauna	-0,50	-0,3%
Socioeconómico	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	46,50	23,8%
	Empleo	37,50	19,2%
	Aspectos Paisajísticos	-0,70	-0,4%
	Riesgos a la población	-1,20	-0,6%
	Servicios básicos	-1,30	-0,7%
Impacto total	Calidad de vida de las comunidades	1,38	0,7%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-16,25	-8,3%
Impacto total		-24,40	-12,5%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 13.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 13.2, el desarrollo del proceso causa impactos negativos especialmente en lo referente a ruido y vibraciones (medianamente significativo) y generación de desechos sólidos (poco significativo). Los impactos positivos están asociados a las actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24.40, catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

### 13.2 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 13.2 se indican las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 13.2 Carga contaminante de la actividad de producción del papel kraft**

Proceso de producción de pasta de kraft y papel					
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial				
	Fabrica de pulpa sulfatada; kraft (sin control de emisiones atmosféricas)	Fabrica de pulpa sulfatada (con depuradores)	Pulpa sulfatada (kraft)	Fabricas de papel	
Unidad	T	t	t	t	
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	123	27		
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)	2,5	2,5		
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)				
	HC (kg/unidad)				
	CO (kg/unidad)	35	35		
	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)			61,3	54
Efluentes	pH				
	DBO (kg/unidad)			31	8
	DQO (kg/unidad)				
	SS (kg/unidad)			18	23
	SDT (kg/unidad)			184	60
	Acetites (kg/unidad)				
Residuos Sólidos	Desechos sólidos			50	
	Naturaleza del desecho			Celulosa, ligninas, azucares reductores, etc	

Nota: los procesos considerados son manufactura, tamizado, lavado y espesamiento de la pulpa.

## **LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS BÁSICOS: PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO, ÁCIDO SULFÚRICO, SODA CAUSTICA, SULFATO DE ALUMINIO, CLORURO DE POLIALUMINIO - PAC, HIPOCLORITO DE SODIO, CLORO GAS, FORMALDEHIDO, RUBER SOLVEN Y MINERAL TURPENTINE**

La industria química utiliza materias primas e insumos básicos, tales como petróleo y sus derivados, gas natural, aire, agua y sales inorgánicas para la obtención de productos que serán utilizados en otros procesos productivos. Se basa en la transformación de sustancias químicas y productos naturales para obtener productos imprescindibles para otras industrias. Los productos químicos pueden ser de tipo orgánico o inorgánico.

Los productos de la industria química pueden clasificarse en tres grupos: productos químicos básicos, productos intermedios derivados de los básicos y productos finales que se obtienen tras diversos procesos químicos.

Los principales sectores de la industria química están orientados a la elaboración de productos inorgánicos básicos (ácidos, álcalis, sales); productos orgánicos básicos (materias primas para cauchos, resinas, plásticos, fertilizantes, plaguicidas, productos farmacéuticos, pinturas, barnices, lacas, gomas sintéticas; etc.); industrias de jabones, detergentes, agentes limpiadores, cosméticos, perfumería, pulimentos, explosivos, tintes y película fotográfica.

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las Actividades Económicas, enmarca a las industrias de productos químicos dentro de la categoría C-2011 "Fabricación de sustancias químicas básicas".

### **14.1 Producción de ácido clorhídrico**

El ácido clorhídrico, conocido también como ácido muriático, es una solución acuosa del gas de cloruro de hidrógeno (HCl), que se obtiene por la combinación del hidrógeno y cloro.

El ácido clorhídrico es una sustancia muy corrosiva y ácida. Es un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa, el cual tiene un amplio uso en la industria, especialmente como agente desincrustante, reactivo químico, tratamiento de metales, refinación y manufactura de una amplia variedad de productos.

A temperatura ambiente, el cloruro de hidrógeno es un gas ligeramente amarillo, corrosivo, no inflamable, más pesado que el aire y de olor fuertemente irritante. Cuando se expone al aire forma vapores corrosivos densos de color blanco.

El CIIU específico de esta actividad es C-2011.14 "Fabricación de ácidos inorgánicos excepto ácido nítrico".



### 14.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Las etapas del proceso de producción del ácido clorhídrico se describen a continuación:

- a. Electrólisis.
- b. Síntesis con hidrógeno.
- c. Envasado.
- d. Almacenamiento.

Para la producción del ácido clorhídrico se requiere cloruro de sodio y agua desmineralizada para preparar la salmuera. Previo al proceso electrolítico, esta salmuera es sometida a una serie de etapas, tales como: saturación y sedimentación de la salmuera, filtración, ultrafiltración e intercambio iónico, las cuales se encuentran detalladas en los procesos de obtención de soda cáustica y cloro gas.

La descripción de las etapas de obtención del ácido clorhídrico a partir de la electrólisis de la salmuera, se indica a continuación:

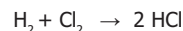
- **Electrólisis.** La materia prima fundamental para la obtención del ácido clorhídrico se obtiene en esta etapa del proceso, cuando se descompone el cloruro de sodio y el agua en sus elementos básicos.

El método utilizado es la electrólisis por membrana donde salmuera (solución de cloruro de sodio y agua desmineralizada) es sometida a electrólisis, de manera que en el cátodo (electrodo negativo) se lleve a cabo la reducción del sodio y en el ánodo (electrodo positivo) se produce la oxidación del cloro. La función de la membrana es dejar pasar los cationes e impedir el paso de los aniones.

Los iones de cloro se depositan en el electrodo positivo donde se forma el cloro molecular  $\text{Cl}_{2\text{gas}}$ , en tanto que en el cátodo se produce el ion sodio, el cual se une con el hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), formándose la soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) e hidrógeno gas ( $\text{H}_2$ ).

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica sal común en grano y agua. Como resultado se genera ruido y salmuera agotada, la cual es recirculada y reincorporada a los procesos de obtención de soda cáustica y cloro gas.

- **Síntesis con hidrógeno.** En esta etapa del proceso tiene lugar la reacción química del gas cloro con el gas hidrógeno, ambos provenientes del proceso electrolítico.



El producto es disuelto en agua obtenido el gas ácido clorhídrico con una concentración del 32 %.

En el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del equipo. Como resultado de esta actividad se genera ruido y existe el riesgo de potenciales fugas de gases.

- **Envasado.** Luego se procede al envasado del ácido clorhídrico. Este gas es muy corrosivo y reacciona rápidamente (algunas veces violentamente) con óxidos de metal, algunos compuestos orgánicos y materiales alcalinos, por

lo cual es recomendable envasarlo en tambores plásticos bien sellados para minimizar las fugas y derrames

En esta etapa del proceso se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas de envasado, etiquetas y tanques plásticos para su almacenamiento. Como resultado de la actividad se generan tanques y etiquetas dañadas. Existe el riesgo potencial de derrames de ácido clorhídrico, lo cual afectaría seriamente a la salud e integridad de quienes manejan este ácido fuerte.

- **Almacenamiento.** Una vez envasado el ácido clorhídrico los tanques son trasladados a la bodega de almacenamiento con la ayuda del montacargas.

Debido a la peligrosidad del ácido clorhídrico, éste debe ser almacenado según lo establecido en la NTE INEN 2266:2010 "Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos", para lo cual se deben cumplir los siguientes requisitos: lugares ventilados, protegidos de los rayos solares directos, alejado de fuentes de calor y de productos reactivos o incompatibles (hipocloritos, sulfuros y cianuros), ya que al entrar en contacto con ellos se producen violentas reacciones exotérmicas y se generan gases nocivos para la salud del hombre y los animales.

En la etapa de almacenamiento del ácido clorhídrico se requiere de materiales absorbentes y neutralizantes para el manejo de emergencias. Como resultado pueden generarse potenciales derrames de ácido y material absorbente contaminado.

- **Servicios auxiliares.** Se requiere la implementación del siguiente servicio auxiliar.

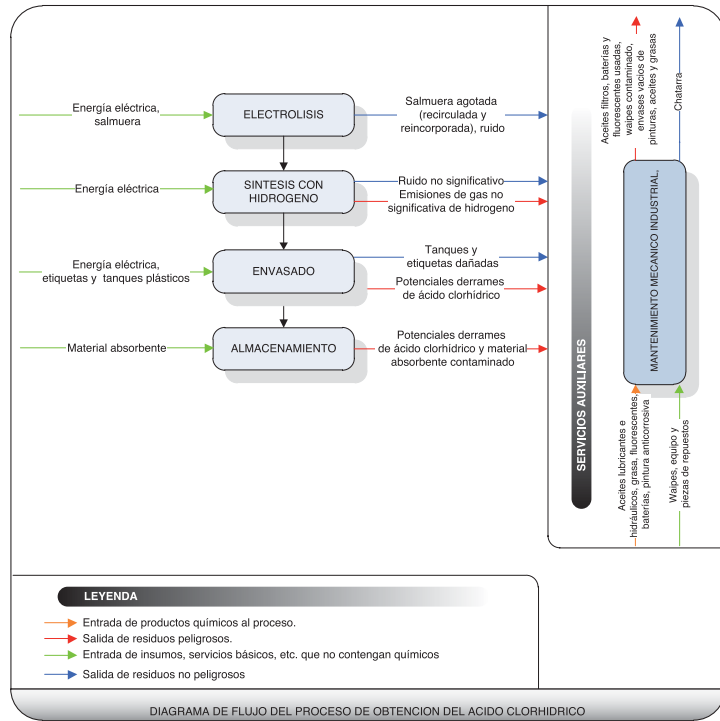
- a. **Mantenimiento mecánico e industrial.** Para el mantenimiento de la infraestructura tecnológica de la planta de producción de ácido clorhídrico, se requiere de fluorescentes, baterías plomo-ácido, aceites lubricantes, grasas, waipes, pinturas anticorrosivas y piezas de repuesto. Como resultado de la actividad se generan waipes contaminados, chatarra, aceites usados, fluorescentes, baterías agotadas, filtros usados, envases vacíos de pinturas.

En el Gráfico 14.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de ácido clorhídrico.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

**Gráfico 14.1 Diagrama de flujo del proceso de producción del ácido clorhídrico**



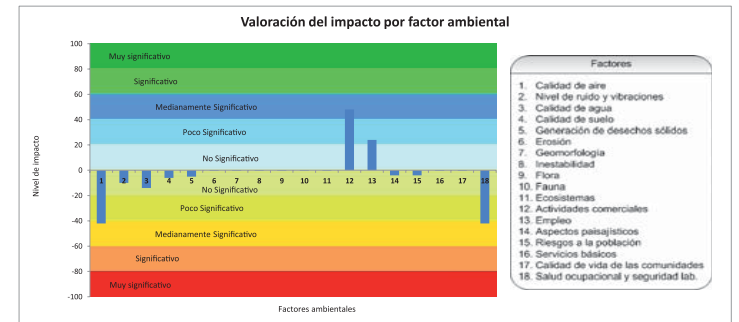
**14.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción del ácido clorhídrico**

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.2).

**Tabla 14.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-42,00	-20,8%
	Nivel de ruido y vibraciones	-10,00	-4,9%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-14,00	-6,9%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-6,00	-3,0%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-5,00	-2,5%
	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	48,00	23,7%
	Empleo	24,00	11,9%
Socioeconómico	Aspectos Paisajísticos	-4,00	-2,0%
	Riesgos a la población	-4,00	-2,0%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-42,00	-20,8%
	<b>Impacto total</b>	<b>-58,20</b>	<b>-28,8%</b>
	<b>Porcentaje del impacto</b>		

**Gráfico 14.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.2, el desarrollo del proceso causa impactos negativos de importancia en los factores calidad de aire (medianamente significativo) y salud ocupacional y seguridad laboral (medianamente significativo). Los impactos positivos están asociados a las actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -58.20, catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

## 14.2 Producción de ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es un compuesto químico muy corrosivo cuya fórmula química es  $H_2SO_4$ . Es el compuesto químico que más se produce en el mundo, por eso se utiliza como uno de los tantos medidores de la capacidad industrial de los países. Grandes cantidades de éste ácido se emplean en la producción de fertilizantes. También se usa para la síntesis de otros ácidos y sales (sulfatos), así como en la industria petroquímica.

Antiguamente al ácido sulfúrico se lo denominaba aceite o espíritu de vitriolo, porque se producía a partir de este mineral. Posee una apariencia de un líquido aceitoso e incoloro, es altamente corrosivo y reacciona exotérmicamente con el agua. Este producto puede producir serias quemaduras en la piel y afectar la salud de las personas, especialmente a riñones y pulmones, y en ocasiones puede causar la muerte en casos de inhalación aguda. Ocasiona severas irritaciones en ojos, piel, tracto respiratorio y digestivo con posibles quemaduras.

El CIU específico de esta actividad es el C-2011.14, denominado "Fabricación de ácidos inorgánicos, excepto ácido nítrico".

### 14.2.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

El proceso de producción del ácido sulfúrico está compuesto por las siguientes etapas:

- Recepción de materia prima.
- Fundición del azufre.
- Filtrado del azufre fundido.
- Filtrado y secado del aire.
- Oxidación del azufre.
- Oxidación catalítica.
- Absorción de  $SO_3$  y producción de  $H_2SO_4$ .
- Envasado y etiquetado del producto.
- Almacenamiento.

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de producción de ácido sulfúrico:

- **Recepción de materia prima.** El proceso inicia con la recepción del azufre, el cual constituye la principal materia prima para la producción del ácido sulfúrico.

En esta etapa, se receipta el azufre en estado sólido (al granel o en big bag), por lo que se puede generar material particulado y da lugar al riesgo potencial de posibles derrames del producto, durante la descarga de la materia prima.

- **Fundición del azufre.** El azufre se funde a temperaturas de 140-150 °C y toma una consistencia viscosa. Se agregan pequeñas cantidades de soda cáustica en los tanques de fusión para neutralizar la acidez natural del azufre. La fundición se realiza en el lapso de 12 a 14 horas aproximadamente.

En esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de los tanques de fusión y soda cáustica para la regulación del pH de la materia prima. Como producto de la actividad se generan envases vacíos de la soda.

- **Filtrado del azufre fundido.** El azufre fundido es bombeado a través de filtros los cuales están cargados con tierra diatomea o kiesegelurh. Después azufre líquido obtenido es almacenado en un tanque, luego de lo cual pasa a la etapa de oxidación.

En la fase se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas y tierra diatomea como agente filtrante. Como resultado de esta etapa se generan residuos sólidos (tierra diatomea utilizada).

- **Oxidación del azufre.** El azufre líquido y limpio es sometido a combustión, proceso que se lo realiza en un quemador en presencia de oxígeno del aire, el cual es previamente filtrado y secado en la torre de secado. El aire secado que entra al quemador contiene aproximadamente 21 % de oxígeno y 79 % de nitrógeno. En el quemador de azufre se utiliza solamente una parte del oxígeno del aire para quemar el azufre. El azufre reacciona con el oxígeno en el interior del quemador a una temperatura de aproximadamente 900-950 °C, generando dióxido de azufre ( $SO_2$ ) como producto de la reacción exotérmica. El gas resultante contiene de 10-11 % de  $SO_2$  y es enfriado en la caldera de recuperación. El vapor de alta presión generado es utilizado para impulsar los compresores y sopladores de aire en la fusión. El quemador es un equipo de acero al carbono, cilíndrico y horizontal, revestido interiormente con ladrillos refractarios y aislantes. En su interior se colocan diafragmas para desviar el flujo de los gases y asegurar una óptima distribución de temperatura a lo largo del horno.

En esta etapa es necesario el uso de energía eléctrica para el funcionamiento del quemador y resto de maquinaria empleada (bombas, compresores, etc.) y aire puro filtrado generado mediante servicio auxiliar. Como resultado se puede generar emisiones furtivas de  $SO_2$  de la reacción del azufre y ruido.

- **Oxidación catalítica.** El gas caliente proveniente de la caldera, (10-11% de  $SO_2$ ) es impulsado al convertidor de oxidación catalítico, el cual consta de cinco lechos catalíticos. En el convertidor, la presencia de un catalizador (pentóxido de vanadio -  $V_2O_5$ ) acelerará la conversión exotérmica del  $SO_2$  a  $SO_3$ , al pasar el gas por cinco lechos catalíticos, enfriándose después de cada pasada, de modo que la temperatura de reacción a la entrada de cada lecho catalítico se mantenga en un rango de 440-460 °C y la reacción se mantenga a una temperatura inferior a 580 °C. Por su propia naturaleza, el catalizador no se afecta ni se agota.

El  $SO_2$  que se encuentra en el gas reacciona con el oxígeno remanente para generar anhídrido sulfúrico ( $SO_3$ ). Para ello, el gas debe estar a una temperatura menor que la de salida del quemador de azufre; por lo tanto es necesario enfriar el gas de salida del quemador de azufre. El enfriamiento se lo realiza en una caldera de recuperación que contendrá agua.

El gas ( $SO_2$ ) caliente, que sale de la caldera de recuperación, pasa a través del filtro de gas caliente para extraerle el material particulado que pudiese arrastrar.

Después del segundo paso, el gas pasa a través del intercambiador caliente de paso intermedio, el cual enfría el gas y también sirve para precalentar el gas que retorna de la torre de absorción intermedia hacia el quinto paso de catalizador.

Después del tercer paso, el gas es conducido a la torre barredora, y luego a la torre de absorción intermedia, donde el  $SO_3$  que contiene el gas se combina con el agua y produce el ácido sulfúrico al 98 %.

El gas es enfriado antes de la torre en el intercambiador frío de paso in-

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

termedio que también sirve para calentar el gas que retorna de la torre de absorción intermedia, para lograr la temperatura correcta en el quinto paso. El SO<sub>2</sub> que queda en el gas es luego convertido en SO<sub>3</sub> en el cuarto paso. El gas que sale del convertidor pasa a través del economizador supercalentador, donde es enfriado antes de pasar a la torre de absorción final, donde el SO<sub>3</sub> remanente es absorbido en ácido sulfúrico al 98 %.

En esta etapa es necesario el uso de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria empleada, pentóxido de vanadio como catalizador, filtros para la retención de material particulado y agua para el enfriamiento de gases. Como resultado se pueden generar gases de la reacción de los químicos, filtros desechados, envases vacíos del producto químico utilizado, agua de enfriamiento que es reciclada y ruido.

- **Absorción de SO<sub>3</sub> y producción de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.** El SO<sub>3</sub> reacciona con agua y genera el ácido sulfúrico con 98,5 % de concentración en las dos torres de absorción, manteniéndose a esa concentración mediante la adición controlada con agua de proceso y en el tanque de bombeo. El gas SO<sub>3</sub> producido en el convertidor, adecuadamente enfriado no se combinará directamente con agua, sino que se combina indirectamente, mediante absorción en ácido sulfúrico de 98 a 99 %. En estas condiciones el SO<sub>3</sub> se une fácilmente con el agua contenida en el ácido. Esta operación se lleva a cabo en las torres de absorción donde se efectúa la absorción en dos etapas: la primera antes que la conversión a SO<sub>3</sub> se haya completado, denominado inter absorción y en la segunda etapa el SO<sub>3</sub> absorbido en la torre intermedia seguirá hacia adelante y el restante será absorbido en la torre de absorción final.

El ácido que recircula por la torre de secado se debilita con el vapor de agua que le quita el aire mientras que en las torres de absorción, el ácido se reforzará mediante la absorción de SO<sub>3</sub> (gas); el ácido más débil se combina con el ácido reforzado, proveniente de las torres de absorción antes de ingresar a la torre de enfriamiento. La adición de agua a las corrientes combinadas también será necesaria para mantener la concentración adecuada del ácido para lograr la absorción del SO<sub>3</sub> y un buen secado.

El ácido combinado es bombeado a través de los enfriadores de ácido antes de recircular entre la torre de secado y a las torres de absorción. La absorción del vapor de agua por el ácido circulante de secado, además de la adición de agua a las corrientes combinadas de ácido de las torres de secado final y paso intermedio, aumenta constantemente el volumen del ácido en el tanque común de bombeo. Como resultado de ello, constantemente se bombea ácido de 98 a 99 % de concentración desde el sistema común de secado final e intermedio al tanque de almacenamiento.

En esta etapa es necesario el uso de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria empleada y agua para la producción de ácido.

- **Envasado y etiquetado del producto.** Una vez obtenido el producto final se procede a envasarlo y se lo etiqueta, indicando los datos del producto y su nivel de peligrosidad según las correspondientes normas de seguridad. Es importante considerar que el producto también puede ser transportado en tanqueros, donde el envasado se lo realiza directamente en los vehículos cisterna.

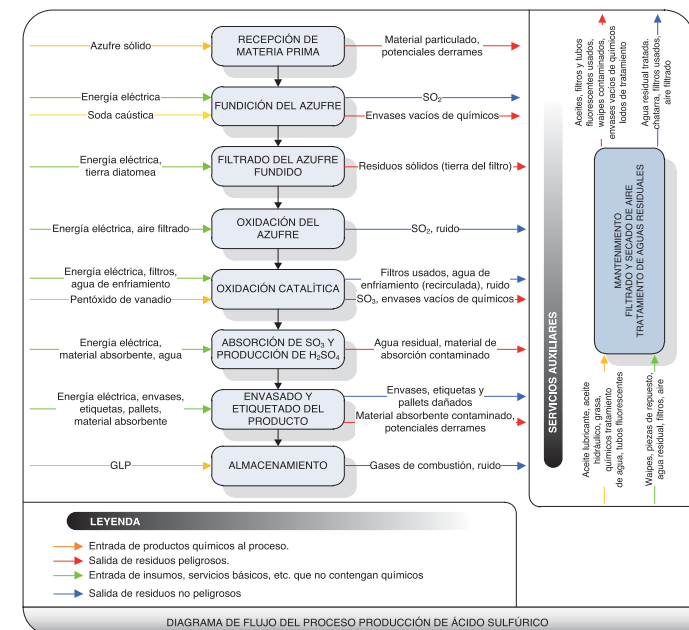
En esta fase se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de la envasadora y maquinaria requerida para el movimiento del producto (bombas en el caso de envasado en tanqueros), envases plásticos, etiquetas, pallets y material neutralizante para casos de derrames. Se evidencia el riesgo de potenciales derrames de ácido sulfúrico, la generación de material absorbente/

neutralizante contaminado, así como envases, etiquetas y pallets dañados.

- **Almacenamiento.** Representa la fase terminal del proceso, donde el producto terminado es almacenado en tanques para su posterior comercialización.
- **Servicios auxiliares necesarios para el proceso.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de producción de ácido sulfúrico, se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:
  - Mantenimiento mecánico e industrial.** Para llevar a cabo estas actividades de mantenimiento de la infraestructura tecnológica de la planta, se requiere del uso de aceites lubricantes, filtros de aceite, pinturas anticorrosivas, grasas waipes,, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: aceites y filtros usados, envases contaminados, waipes impregnados con hidrocarburos, etc.
  - Tratamiento de aguas residuales.** Para el tratamiento de los efluentes generados en el proceso de producción de ácido sulfúrico se requiere de una planta de tratamiento (PTARI), en la cual básicamente se requiere neutralizar los efluentes ácidos. En esta actividad se utilizan productos químicos principalmente para la neutralización del efluente, donde se pudieran generar lodos de tratamiento, los cuales están sujetos a caracterización previa a su disposición final.

En el Gráfico 14.3 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de ácido sulfúrico.

**Gráfico 14.3 Diagrama de flujo del proceso de producción de ácido sulfúrico**



"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

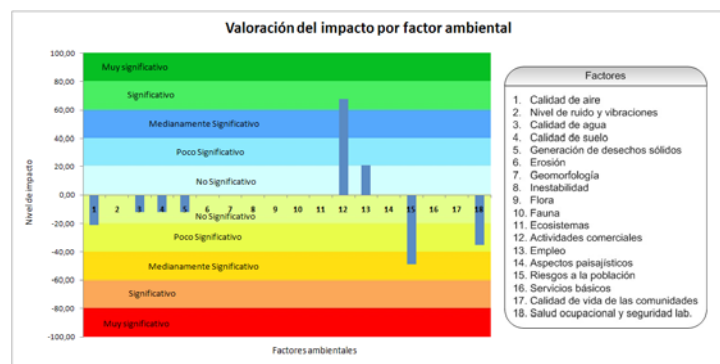
### 14.2.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de ácido sulfúrico

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.2), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.4).

**Tabla 14.2 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-21,00	-9,0%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,40	-0,2%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-12,00	-5,1%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-12,00	-5,1%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-12,00	-5,1%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	67,50	28,9%
	Empleo	21,00	9,0%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-49,00	-21,0%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-35,00	-15,0%
<b>Impacto total</b>		<b>-56,50</b>	<b>-24,2%</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 14.4 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.4, el desarrollo del proceso causa impactos negativos de importancia en los factores calidad de aire (poco significativo), riesgos a la población (medianamente significativo) y salud ocupacional y seguridad laboral

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

(poco significativo). Los impactos positivos están asociados a las actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -56,50, catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

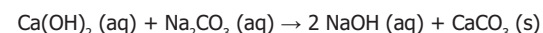
### 14.3 Producción de soda cáustica

El hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido sódico, también conocido como sosa cáustica o soda cáustica, es un hidróxido cáustico, usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos y detergentes. Además es usado intensamente en la industria petrolera en la elaboración de lodos de perforación base agua.

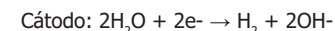
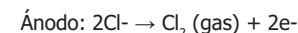
A temperatura ambiente el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe rápidamente la humedad del aire (higroscópico). Es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido, la sosa cáustica libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se lo comercializa en forma sólida o como una solución de 50 %.

El hidróxido de sodio se usa para fabricar jabones, crayón, papel, explosivos, pinturas y es ampliamente utilizado en la industria petrolera. También se usa en el procesamiento de textiles de algodón, lavandería y blanqueado, revestimiento de óxidos, galvanoplastia y extracción electrolítica. Se encuentra comúnmente en limpiadores de desagües y hornos.

El hidróxido de sodio en su mayoría se fabrica por el método de caustificación, es decir, reaccionando otro hidróxido con un compuesto de sodio:



Sin embargo, en la industria moderna el hidróxido de sodio se lo produce por electrólisis de una solución acuosa de cloruro sódico o salmuera. Es un subproducto que resulta del proceso que se utiliza para producir cloro.



Al desarrollarse la electrólisis se van perdiendo los cloruros siendo sustituidos por iones hidróxido, que combinados con los cationes sodio presentes en la disolución forman el hidróxido sódico. Los cationes sodio no se reducen a sodio metálico debido a su bajísimo potencial.

El CIU específico de esta actividad es el C-2011.12 denominado "Fabricación de álcalis, lejías y otras bases inorgánicas excepto amoníaco".

#### 14.3.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Las etapas del proceso de producción de soda cáustica se indican a continuación:

- Recepción de la materia prima.
- Saturación y sedimentación de salmuera.
- Filtración.
- Ultrafiltración.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"



- e. Intercambio iónico.
- f. Electrólisis.
- g. Envasado y almacenamiento.

El hidróxido de sodio se lo produce mediante electrólisis de cloruro de sodio en celdas de mercurio, diafragma o membranas, siendo ésta última, la descrita a continuación:

- **Recepción de la materia prima.** Consiste en el ingreso de la materia prima básica para la obtención de la soda cáustica, que en este caso la constituye el cloruro de sodio.

Durante el almacenamiento del cloruro de sodio se generan bloques de sal con impurezas.

- **Saturación y sedimentación de salmuera.** En esta etapa se obtiene la salmuera, la cual consiste en la mezcla del cloruro de sodio con agua desmineralizada.

Este procedimiento es realizado en tanques de polietileno de alta densidad o de acero inoxidable, donde además del mezclado, se decanta la disolución para que los sólidos gruesos se sedimenten.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de agua desmineralizada y energía eléctrica. Como resultado, se generan lodos del proceso de decantación que contienen impurezas (piedrecillas, arena y otras impurezas).

- **Filtración.** Consiste en la eliminación de los sólidos en suspensión contenidos en la salmuera mediante el uso de filtros que utilizan arena o antracita de distinta granulometría, utilizados como medios filtrantes de los sólidos que se desean eliminar.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de agua, y arena, grava y antracita como medios filtrantes. Como resultado de la etapa se generan aguas residuales, salmuera agotada, la cual es reinsertada a la etapa de saturación; así como también, medios filtrantes agotados y ruido.

- **Ultrafiltración.** Para eliminar por completo las impurezas contenidas (sólidos de menor diámetro y microorganismos), la salmuera es sometida a un proceso de ultrafiltración.

La ultrafiltración consiste en un sistema de módulos con membranas capilares, mediante la utilización de un eyector que alimenta el agua en un ciclón que elimina posibles restos de arena. Posteriormente se pasa el agua a través de un filtro de 100 µm.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema de ultrafiltración. Como resultado de esta etapa se generan residuos de arena contenidos en la salmuera y aguas residuales.

- **Intercambio iónico.** Como última etapa, previo a la electrólisis, la salmuera es purificada para eliminar las impurezas contenidas ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), las cuales pueden reducir el tiempo de vida de la membrana (electrólisis) o causar desperfectos en los electrodos.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso, se emplean resinas de intercamb-

bio iónico y energía eléctrica, generándose resinas agotadas, ruido y agua de retrolavado (agua de circulación proveniente de la salmuera filtrada).

- **Electrólisis.** La electrólisis consiste en pasar corriente eléctrica a través de la salmuera, lo cual permite generar cloro gas en el ánodo e hidrógeno gaseoso con el hidróxido de sodio en el cátodo. Si el cloro y el hidróxido de sodio son los productos finales la celda de membrana se encarga de impedir que se mezclen, ya que éstos pueden reaccionar explosivamente entre sí.

El cloro e hidrógeno en fase gaseosa son recogidos separadamente y conducidos fuera del equipo de electrólisis. El cloro es secado, comprimido y licuado para enviar al almacenamiento. Aunque el hidrógeno puede comprimirse y envasarse en cilindros, su valor comercial no es suficiente para hacerlo; por tal razón, el hidrógeno normalmente es quemado en la planta de electrólisis con el fin de proporcionar energía térmica para evaporar el agua de la solución de hidróxido de sodio, obteniéndose así, la solución comercial 50 % (en peso).

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica e hidrógeno como medio de energía térmica. Como resultado, se genera salmuera agotada, la cual es recirculada y reinsertada a la etapa de saturación y sedimentación de la salmuera, vapor de agua y ruido.

- **Envasado y almacenamiento.** La sosa cáustica es envasada cuidadosa y herméticamente en tambores plásticos. Una vez envasado el producto, los envases son transportados al área de almacenamiento, para su posterior comercialización.

Las bodegas de almacenamiento del producto terminado deberán cumplir con los requisitos establecidos en la NTE 2266:2010. Para su almacenamiento se tendrán en cuenta los criterios de compatibilidad del producto y su grado de peligrosidad. Además, se lo protegerá de los rayos solares y alejados de sustancias oxidantes y de materiales combustibles, en especial de toda sustancia ácida u objetos metálicos, susceptibles de reaccionar con el hidróxido de sodio, liberando hidrógeno.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica, tambores plásticos para el envasado del producto y material absorbente. En esta etapa se pueden generar potenciales derrames de sosa caustica, tambores deteriorados, material absorbente contaminado y ruido.

- **Servicios Auxiliares.** Los servicios auxiliares necesarios en la producción de soda cáustica son:

- a. **Mantenimiento industrial.** Para el mantenimiento de la maquinaria e infraestructura industrial, se utilizan piezas de repuesto, filtros de aceite, tubos fluorescentes, waipes, aceites lubricantes, grasas, pinturas anticorrosivas, etc. De las actividades de mantenimiento se generan aceites, filtros y fluorescentes usados; waipes impregnados con aceites y grasas, chatarra, envases vacíos de aceites lubricantes, solventes, pinturas y anticorrosivos, etc.

- b. **Tratamiento de aguas residuales.** El proceso de producción de sosa cáustica genera aguas residuales alcalinas, por lo cual tienen que ser tratadas antes de descargarse al medio. Este tratamiento requiere el uso de sustancias ácidas (ácido sulfúrico o clorhídrico). También últimamente se emplea  $\text{CO}_2$ , el cual aporta ventajas operativas y ambientales.

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

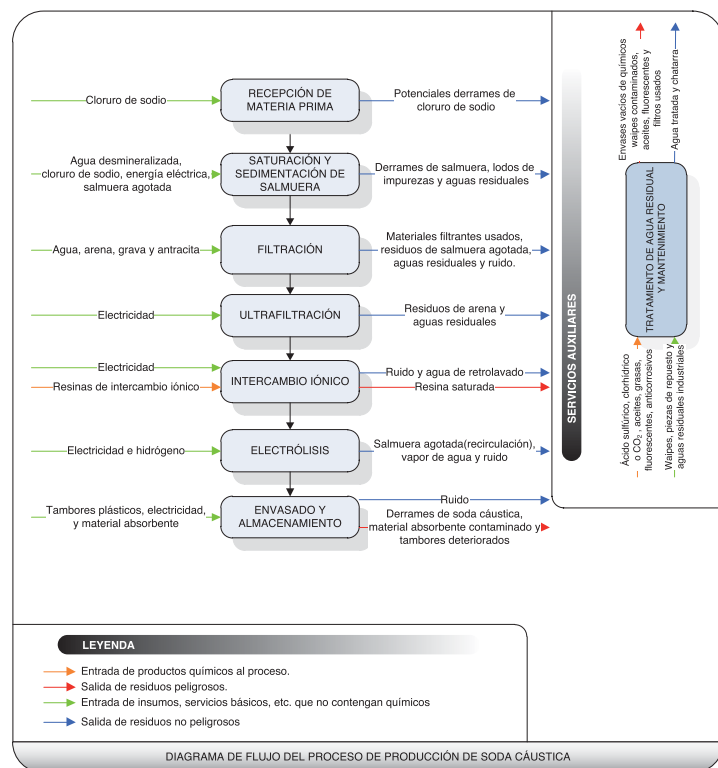
\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*



Para el desarrollo de esta etapa se requiere de ácido sulfúrico, clorhídrico o dióxido de carbono, generándose aguas tratadas con pH neutro y envases vacíos de los productos químicos utilizados.

En el Gráfico 14.5 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de soda cáustica.

**Gráfico 14.5 Diagrama de flujo del proceso de producción de soda cáustica**



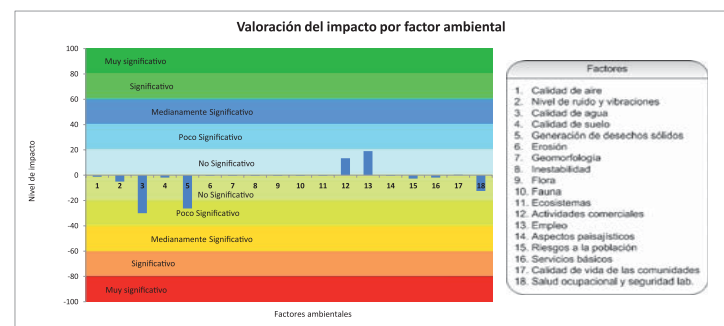
### 14.3.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de soda cáustica

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.3), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.6).

**Tabla 14.3 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-1,20	-1,0%
	Nivel de ruido y vibraciones	-5,00	-4,3%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-30,00	-25,6%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-1,90	-1,6%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-26,25	-22,4%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,3%
	Geomorfología	-0,40	-0,3%
	Inestabilidad	-0,40	-0,3%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,3%
	Fauna	-0,40	-0,3%
	Ecosistemas	-0,40	-0,3%
Socioeconómico	Actividades comerciales	13,44	11,5%
	Empleo	19,00	16,2%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,3%
	Riesgos a la población	-2,70	-2,3%
	Servicios básicos	-1,88	-1,6%
	Calidad de vida de las comunidades	0,40	0,3%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-12,50	-10,7%
<b>Impacto total</b>		<b>-51,39</b>	<b>-43,9%</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 14.6 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.6, el desarrollo del proceso causa impactos negativos especialmente sobre la calidad de agua (poco significativo) y generación de desechos sólidos (poco significativo). Existen riesgos de afectación sobre los aspectos de salud ocupacional y seguridad laboral. Los impactos positivos están asociados a las actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -51.39, catalogado como

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

impacto medianamente significativo de carácter negativo.

#### 14.4 Producción de sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio se obtiene al reaccionar un mineral aluminico (bauxita, caolín, hidrato de aluminio, etc.) con ácido sulfúrico a temperaturas elevadas, según la reacción siguiente:



El sulfato de aluminio se presenta en forma de cristales solubles en agua, con una coloración blanca. Es un agente coagulante ampliamente utilizado en la potabilización del agua, tratamiento de efluentes industriales y mejora el sabor del agua. Este producto no es tóxico y su manejo es realmente sencillo. Es estable bajo condiciones usuales de almacenamiento, no es afectado por las temperaturas ordinarias y es químicamente inerte a la atmósfera.

Este producto comercialmente es llamado alumbre y es uno de los coagulantes de más bajo costo. Es utilizado en diferentes industrias: producción de papel, refinerías de petróleo, elaboración del caucho, elaboración de medicamentos, desodorantes y jabones.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), específico de esta actividad relacionada con la producción del sulfato de aluminio es el C-2011.19 "Fabricación de otros compuestos químicos inorgánicos".

##### 14.4.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de obtención del sulfato de aluminio tipo A (sólido).

- **Recepción de la materia prima.** Generalmente la bauxita es transportada al granel y almacenada en galpones.

Para el desarrollo de esta actividad se receipta la bauxita. Como resultado se genera material particulado.

- **Mezclado.** Consiste en la reacción de la bauxita con el ácido sulfúrico y agua desmineralizada en proporciones estequiométricas adecuadas para el contacto de la bauxita con el ácido sulfúrico. La solución debe mantener constante agitación, liberándose energía en forma de calor durante la reacción. Para cumplir con las condiciones de temperatura de reacción (150-160 °C), se requiere que el reactor sea calentado con vapor de agua. Una vez transcurrido el tiempo de reacción el producto pasa a la etapa de sedimentación y clarificación.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de ácido sulfúrico, agua desmineralizada y energía eléctrica para el funcionamiento de los reactores. Como resultado se generan vapores ácidos, existe el riesgo potencial de derrames del ácido, emisiones térmicas propias de la reacción, olores ofensivos y ruido.

- **Sedimentación y clarificación.** Una vez finalizada la reacción de la bauxita con el ácido sulfúrico, producto es enviado al tanque de sedimentación y clarificación. El objetivo de la sedimentación es obtener un líquido claro mediante la precipitación por gravedad de los residuos sólidos e impurezas insolubles presente en la disolución. Posteriormente, el producto clarificado es bombeado al tanque de cristalización.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas. Como resultado de la actividad se generan lodos de la sedimentación

- **Cristalización.** La solución se mantiene en reposo a temperatura ambiente por un periodo de 6 horas, tiempo suficiente para que se enfríe y alcance la temperatura óptima de cristalización, formándose los cristales de sulfato de aluminio hidratados. Una vez obtenidos los cristales de sulfato de aluminio, estos son extraídos del cristizador e ingresan a la etapa de molienda.

- **Molienda.** El sulfato de aluminio en forma de planchas es triturado para reducir el tamaño de las planchas para facilitar la molienda. El producto triturado ingresa al molino para reducir aún más el tamaño del grano hasta obtener la granulometría requerida por el mercado.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del molino. Como resultado se genera gran cantidad de material particulado, ruido intenso.

- **Tamizado.** El producto obtenido en la molienda tiene muy variada granulometría, por lo que es necesario tamizarlo. El sulfato de aluminio retenido en el tamiz será incorporado a la etapa de molienda y tamizado nuevamente hasta obtener la granulometría requerida.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del equipo. Como resultado se genera material particulado, intenso ruido y mallas dañadas.

- **Envasado.** Una vez tamizado el sulfato de aluminio, éste es envasado en sacos plásticos litografiados, donde se indica su contenido, peso del producto, lote, fecha de producción, etc. Los sacos son cosidos para posteriormente ser almacenados en bodega.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de sacos litografiados, piola para coser los sacos y energía eléctrica para el funcionamiento de la máquina cosedora. Como resultado de esta actividad se generan residuos sólidos (piola y sacos dañados), material particulado, ruido.

- **Almacenamiento.** Una vez empacado el producto, es trasladado con ayuda del montacargas a las bodegas de almacenamiento para su posterior comercialización.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

Para la ejecución de esta etapa se requiere de GLP para el montacargas. Como resultado se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de producción en las industrias de químicos, se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

a. **Mantenimiento industrial.** Generalmente se requiere del uso de lámparas, repuestos de los equipos, aceites lubricantes, grasas, filtros, fluorescentes, waipes, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: chatarra, aceites y filtros usados, envases vacíos de lubricantes y grasas; waipes impregnados con hidrocarburos, fluorescentes, etc.

b. **Generación de vapor.** Para el tratamiento del agua de las calderas se emplean diferentes productos químicos, dando origen a la generación de envases de las sustancias químicas. Durante la combustión del combustibles en los calderos para la producción de vapor se generan gases de combustión.

c. **Planta desmineralizadora de agua.** Para el proceso de producción el agua es sometida a ablandamiento. Las industrias cuentan con un equipo de intercambio catiónico, donde se utilizan resinas de intercambio iónico que removerán los iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg), presentes en el agua cruda.

Como resultado del proceso se generan resinas de intercambio iónico agotadas y lodos.

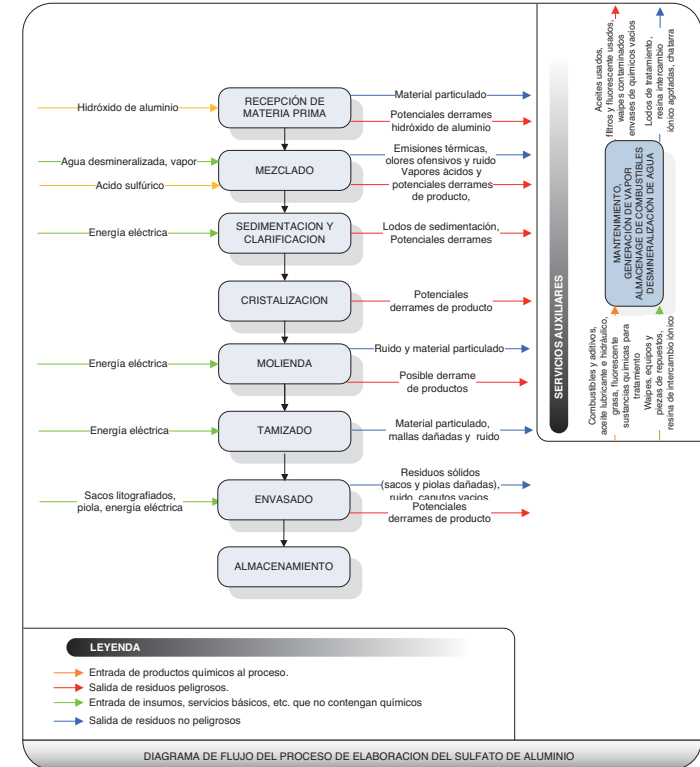
d. **Manejo de combustibles.** El combustible que se utiliza para la generación de vapor en los calderos es almacenado en tanques estacionarios, los cuales generan lodos de combustible. Existe el riesgo de potenciales derrames no intencionales de combustibles que pudieran provocar la contaminación de los suelos y/o las aguas superficiales.

e. **Tratamiento de aguas residuales.** En las operaciones de fabricación de las industrias de químicos se generan aguas residuales industriales. Las técnicas empleadas para tratar las aguas residuales generadas en este sector incluyen la clasificación por origen y el pre tratamiento de corrientes de aguas residuales. Los efluentes que contengan compuestos no biodegradables, son tratados mediante neutralización. Adicionalmente, si las condiciones lo requieren se puede aplicar: coagulación, floculación, oxidación química, reducción de metales pesados, empleando la precipitación química.

Para el tratamiento de los efluentes se emplean sustancias químicas. Como resultado se generan envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas, efluentes tratados y lodos del tratamiento. En

el Gráfico 14.7 se describe el diagrama de flujo del proceso de producción de sulfato de aluminio.

**Gráfico 14.7 Diagrama de flujo del proceso de producción del sulfato de aluminio**



#### 14.4.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción del sulfato de aluminio

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.4), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.8).

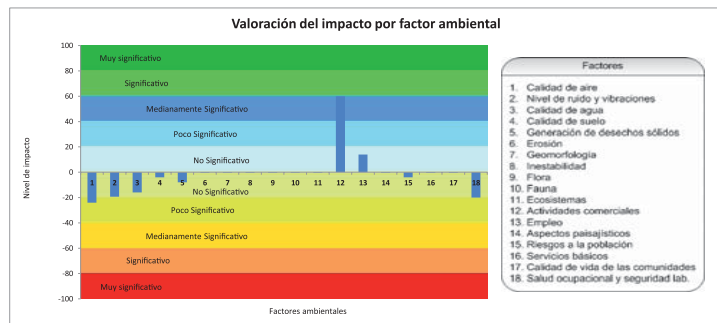
"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

**Tabla 14.4 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-24,00	-13,9%
	Nivel de ruido y vibraciones	-19,30	-11,2%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-16,00	-9,3%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-4,00	-2,3%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-8,00	-4,6%
	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
Proceso geomorfofodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	60,00	34,7%
	Empleo	14,00	8,1%
Socioeconómico	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-4,00	-2,3%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-20,00	-11,6%
	Impacto total	-24,90	-14,4%
	Porcentaje del impacto		

**Gráfico 14.8 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.8, el desarrollo del proceso causa impactos negativos generados principalmente por el ruido, material particulado y afectación a la calidad de aire (poco significativo). Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24.90 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## 14.5 Producción de cloruro de polialuminio

El cloruro de polialuminio, conocido generalmente como PAC, es el resultado de un complejo proceso de fabricación bajo condiciones de trabajo controladas.

El cloruro de polialuminio es un polímero coagulante-floculante que es ampliamente utilizado para el tratamiento de clarificación del agua potable y aguas residuales industriales. Su fuerte poder desestabilizador de cargas permite una completa coagulación de los sólidos presentes en el agua, permitiendo obtener óptimos niveles de color, turbidez y los parámetros necesarios para un sistema en particular.

El PAC es muy eficiente para los procesos de tratamiento de aguas con alto contenido de compuestos de hierro, aguas duras o con color.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de producción del PAC se encuentran dentro de la categorización C-2011.19 "Fabricación de otros compuestos químicos inorgánicos".

### 14.5.2 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de elaboración del cloruro de polialuminio (PAC) intervienen las siguientes etapas:

- Recepción de la materia prima.
- Mezclado.
- Calentamiento.
- Enfriamiento.
- Sedimentación y clarificación.
- Almacenamiento.

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de elaboración del policloruro de aluminio.

- **Recepción de la materia prima.** Para la elaboración del (PAC) se utiliza  $Al(OH)_3$  (hidróxido de aluminio) el cual ingresa al proceso en estado sólido.

El hidróxido de aluminio es alimentado a la tolva de distribución, la cual cuenta con una banda de tornillo sinfín que dispone de cobertura o tapa de material plástico, para evitar la generación de emisiones de material particulado.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere del hidróxido de aluminio que constituye la principal materia prima para la elaboración del PAC. Como resultado de esta actividad se genera envases vacíos (sacos big bag vacíos).

- **Mezclado.** En esta etapa del proceso ocurre la reacción del hidróxido

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

de aluminio con el ácido clorhídrico en proporciones estequiométricas adecuadas hasta obtener la disolución completa del hidróxido de aluminio con el ácido clorhídrico. Las condiciones de presión, temperatura y tiempo de reacción son preestablecidas de modo que la reacción tenga lugar hasta obtener una solución líquida y viscosa. Durante la reacción se va agregando lentamente agua desmineralizada hasta obtener la densidad deseada.

Durante el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del agitador, ácido clorhídrico y agua desmineralizada. Como resultado de esta actividad se generan vapores ácidos, olores ofensivos, ruido.

- **Calentamiento.** La solución es calentada para aumentar la velocidad de reacción del hidróxido de aluminio y el ácido clorhídrico. La reacción se caracteriza por ser exotérmica y su temperatura debe mantenerse en el orden de los 98 °C. Terminado el tiempo de reacción se ha producido el cloruro de polialuminio, conocido comercialmente como PAC.

Durante el desarrollo de esta actividad se requiere de vapor como fuente de calor y se generan emisiones térmicas.

- **Enfriamiento.** El cloruro de polialuminio es enfriado, haciendo circular agua potable a través de un serpentín colocado en el exterior del tanque. Una vez enfriado el cloruro de polialuminio, es conducido a través de tuberías hacia el tanque de sedimentación y clarificación.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere agua para el enfriamiento. Como resultado de esta actividad se genera agua residual del enfriamiento, la cual es recirculada.

- **Sedimentación y clarificación.** El objetivo de la sedimentación es obtener un líquido claro mediante la precipitación por gravedad de los residuos sólidos e impurezas insolubles presentes en la mezcla a fin de obtener un producto libre de impurezas.

Como resultado del desarrollo de esta etapa se generan lodos de la sedimentación.

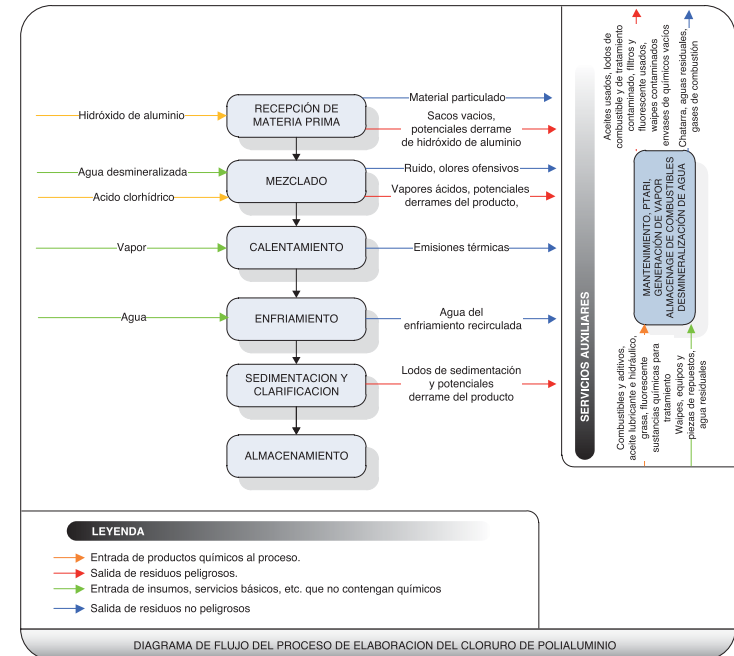
- **Almacenamiento.** Posteriormente la solución clarificada de PAC, es conducida a los tanques de almacenamiento (tanques de fibra de vidrio). Posteriormente el producto es envasado en tanques plásticos de 55 galones, con sus respectivas etiquetas. Dichas etiquetas responden a los requerimientos establecidos en la NTE INEN 2-288:2000 "Etiquetado de Productos Químicos Industriales Peligrosos".

Para la ejecución de esta etapa se requiere de GLP para el montacargas. Como resultado se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido

- **Servicios auxiliares.** En el proceso de elaboración del PAC se requiere de los mismos servicios auxiliares que en los procesos de producción de hipoclorito de sodio, sosa cáustica, formaldehído, ácido sulfúrico, ya que se llevan a cabo dentro de la misma empresa.

En el Gráfico 14.9 se describe el diagrama de flujo del proceso de producción del cloruro de polialuminio (PAC).

**Gráfico 14.9 Diagrama de flujo del proceso de producción del cloruro de polialuminio (PAC)**



### 14.5.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción del cloruro de polialuminio (PAC)

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.5), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.10).

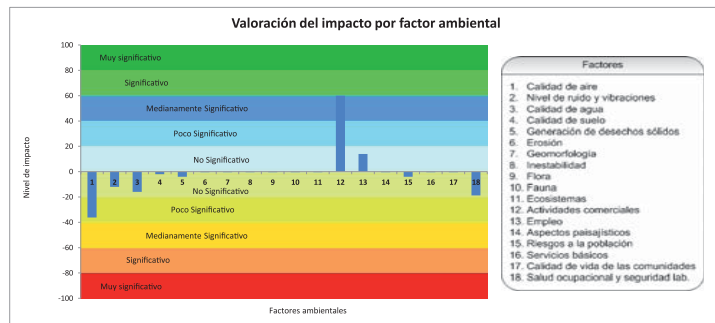
"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

**Tabla 14.5 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-36,25	-21,2%
	Nivel de ruido y vibraciones	-12,00	-7,0%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-16,00	-9,4%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-2,00	-1,2%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-4,00	-2,3%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	60,00	35,2%
	Empleo	14,00	8,2%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-4,00	-2,3%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-18,75	-11,0%
<b>Impacto total</b>		<b>-22,60</b>	<b>-13,2%</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 14.10 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.10, el desarrollo del proceso causa impactos negativos relacionados sin la generación de ruido y afectación a la calidad de aire (poco significativo). Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -22.60 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## 14.6 Producción de hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio o hipoclorito sódico ( $\text{NaClO}$ ) es un compuesto químico de ligero color amarillento, olor característico y fuertemente oxidante que contiene un 10 % de cloro activo con aproximadamente 10 a 12 g/l de soda cáustica. En disolución acuosa sólo es estable a pH básico. El hipoclorito de sodio no debe entrar en contacto con cualquier ácido.

A nivel mundial, el hipoclorito de sodio es utilizado como el principal desinfectante del agua en el proceso de potabilización; también se lo usa para el blanqueo de la celulosa y textiles, tratamiento de piscinas, desinfección de hospitales, producción de agua sanitaria, tratamiento de efluentes, tintorería, productos domésticos de limpieza, lavado de frutas y verduras, producción de diversos productos químicos como oxidantes, blanqueadores y desinfectantes, entre otros.

El CIU específico de esta actividad es el C-2011.12 denominado "Fabricación de álcalis, lejías y otras bases inorgánicas excepto amoníaco".

### 14.6.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Las etapas del proceso de producción de hipoclorito de sodio se indican a continuación:

- Electrólisis.
- Absorción.
- Envasado.
- Almacenamiento.

Adicionando agua a una parte del cloro y soda cáustica, obtenidos en la etapa de electrólisis de los procesos de obtención de soda cáustica y cloro gas, se produce el hipoclorito de sodio al 10%.

Previo a la etapa de electrólisis, la materia prima inicial (cloruro de sodio y agua desmineralizada), atraviesa por una serie de etapas tales como: saturación y sedimentación de salmuera, filtración, ultrafiltración e intercambio iónico, las cuales se encuentran detalladas en los procesos de obtención de soda cáustica y cloro gas.

La descripción de las etapas de obtención del hipoclorito de sodio a partir de la electrólisis se indica a continuación:

- **Electrólisis.** La materia prima básica para la obtención del hipoclorito de sodio se obtiene a partir de esta etapa que consiste en descomponer al cloruro de sodio y el agua en sus elementos básicos.

El método utilizado es la electrólisis por membrana, donde pasa la corriente eléctrica a través de salmuera de manera que en el cátodo (electrodo positivo) se lleve a cabo la reducción del sodio y en el ánodo (electrodo

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"



negativo) se desarrolla la oxidación del cloro. La función de la membrana es dejar pasar los cationes e impedir el paso de los aniones.

Los iones de cloro se depositan en electrodo positivo y se forma cloro molecular (gas); mientras que en el ánodo se tiene el ion de sodio, el cual se une con el hidroxilo (OH) formándose soda cáustica (NaOH).

Una vez obtenida la totalidad del cloro gas y la soda cáustica, se separa una cantidad determinada para ingresarla a la unidad de hipoclorito de sodio (adjunta a la planta de soda cáustica y cloro).

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica y salmuera. Como resultado de la misma se genera ruido y salmuera agotada, la cual es recirculada y reinsertada a los procesos de obtención de soda cáustica y cloro gas.

- **Adsorción.** En esta etapa se precisan torres de absorción de relleno con anillos resistentes al cloro y a la sosa cáustica. Por la parte de abajo de las torres entra cloro gaseoso y por la de arriba la soda cáustica diluida en agua al 20 %. Esta soda diluida va absorbiendo el cloro al caer por la columna de la torre y empieza a formarse el hipoclorito de sodio. Luego, se almacena en tanques de proceso, y una vez enfriado se vuelve a enviar a la parte superior de la torre, donde vuelve a enriquecerse con cloro y así sucesivamente hasta que alcance la concentración requerida.

Para la recirculación de la sosa enriquecida en cloro, se utilizan bombas especiales de titanio o plástico para evitar la corrosión. Asimismo los intercambiadores de enfriamiento deben ser de titanio para evitar la corrosión.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza agua desmineralizada y energía eléctrica para el funcionamiento de la torre de absorción, generándose algunos vapores de cloro gas que no reaccionaron.

- **Envasado.** Luego de la obtención del hipoclorito de sodio, se procede a su envasado. Son pocos los materiales que soportan la naturaleza altamente reactiva del hipoclorito de sodio, por ende se debe almacenar en tanques de PVC (cloruro de polivinilo) o poliéster reforzado con fibra de vidrio, teflón, goma terbutílica, FEP (fluoretilenpropileno), PVDF (difluoruro de polivinilideno), HALAR (policlorotrifluoretileno), y titanio o tantalio que son los únicos materiales de carácter metálico en los que se puede almacenar.

Cabe señalar que estos recipientes deben ser cuidadosamente sellados para evitar la fuga de vapores de cloro.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas de envasado y tanques para almacenamiento. Como resultado de la misma se generan tanques deteriorados, así como potenciales derrames de hipoclorito de sodio.

- **Almacenamiento.** El hipoclorito de sodio se caracteriza por ser co-

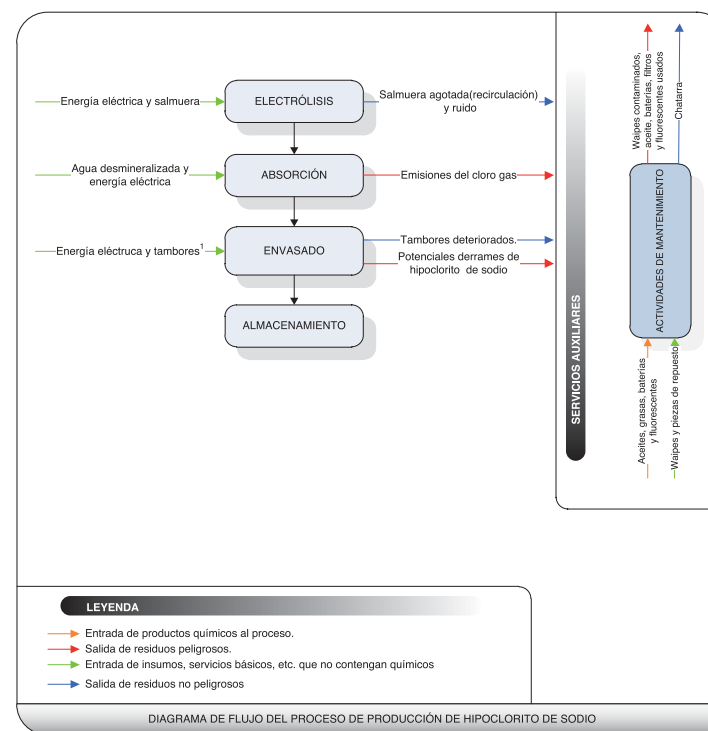
rosivo, por tanto debe estar completamente alejado de ácidos, compuestos oxidantes, amoniacales, alcoholes o hidrocarburos, así mismo, las áreas de almacenamiento deben ser frescas (sin exposición directa con la luz solar), bajo techo y ventiladas.

- **Servicios auxiliares.** Se requiere la implementación del siguiente servicio auxiliar.
  - b. **Mantenimiento de equipos e instalaciones.** Para las actividades de mantenimiento de la infraestructura, se requiere de fluorescentes, baterías, aceites lubricantes, grasas, waipes y piezas de repuesto.

Como resultado, se generan waipes contaminados, chatarra, aceites, fluorescentes, baterías y filtros usados.

En el Gráfico 14.11 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de hipoclorito de sodio.

**Gráfico 14.11 Diagrama de flujo del proceso de producción de hipoclorito de sodio**



1. Tambores de PVC (cloruro de polivinilo) o poliéster reforzado con fibra de vidrio, teflón, goma terbutílica, FEP(fluoretilenpropileno), PVDF(difluoruro de polivinilideno), HALAR(policlorotrifluoretileno), o titanio y tantalio que son los únicos metales que pueden almacenar hipoclorito de sodio.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

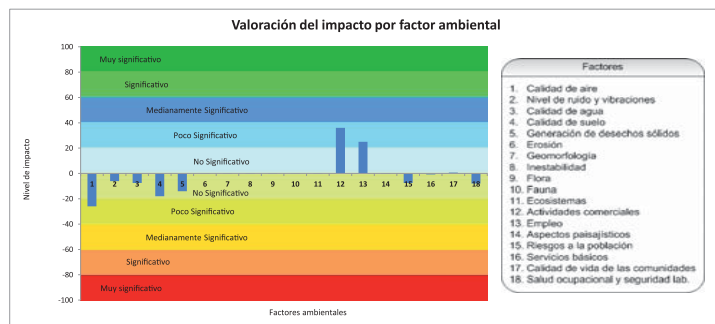
### 14.6.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de hipoclorito de sodio

A continuación se presentan la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.6), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.12).

**Tabla 14.6 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-26,00	-17,1%
	Nivel de ruido y vibraciones	-6,00	-3,9%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-7,50	-4,9%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-18,00	-11,8%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-14,00	-9,2%
	Erosión	-0,40	-0,3%
	Geomorfología	-0,40	-0,3%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,3%
	Flora	-0,40	-0,3%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,3%
	Ecosistemas	-0,40	-0,3%
	Actividades comerciales	36,00	23,6%
Socioeconómico	Empleo	25,00	16,4%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,3%
	Riesgos a la población	-7,50	-4,9%
	Servicios básicos	-0,80	-0,5%
	Calidad de vida de las comunidades	0,70	0,5%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-8,00	-5,3%
Impacto total		-28,90	-19,0%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 14.12 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 14.12, el desarrollo del proceso causa impactos negativos de importancia en los factores calidad de aire (poco

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

significativo). Existe el riesgo de posible afectación a la comunidad, en especial en la fase de transporte de este producto corrosivo. Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (poco significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -28.90 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

### 14.7 Producción de cloro gas

El cloro elemental fue aislado por primera vez en 1774 por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele quien consideraba que el gas era un compuesto. No fue hasta 1810 cuando el químico británico Sir Humphry Davy demostró que el cloro era un elemento y le dio su nombre actual.

En condiciones normales y en estado puro, el cloro es un gas amarillo-verdoso formado por moléculas diatómicas ( $Cl_2$ ), unas 2,5 veces más pesado que el aire, de olor desagradable y tóxico para la salud humana. Debido a su reactividad y sus características particulares (elevado poder oxidante, abundante, económico, etc.), lo convierten en una sustancia de extraordinario interés técnico, industrial y económico.

Es extremadamente reactivo por lo que en la naturaleza no lo encontramos en estado puro sino combinado, principalmente en forma de cloruro de sodio ( $NaCl$ ) y también en otros minerales, como la silvina y la carnalita. Es el halógeno más abundante en el agua marina, con una concentración de unos 18000 ppm. En la corteza terrestre está presente en concentraciones menores a 130 ppm.

El cloro se emplea principalmente en la desinfección del agua potable, como agente blanqueador de la celulosa para la producción de papel y en la preparación de distintos compuestos clorados.

El CIIU específico de esta actividad es el C-2011.11 denominado "Fabricación de gases industriales o médicos inorgánicos, licuados o comprimidos: gases elementales, aire líquido o comprimido (oxígeno), gases refrigerantes, mezclas de gases industriales (gases carbónicos), gases inertes como el dióxido de carbono (anhídrido carbónico), gases aislantes".

#### 14.7.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Las etapas del proceso de producción de cloro se indican a continuación:

- Recepción de la materia prima.
- Saturación y sedimentación de salmuera.
- Filtración.
- Ultrafiltración.
- Intercambio iónico.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

- f. Electrólisis.
- g. Decloración.
- h. Secado.
- i. Almacenamiento y envasado.

Los siete primeros procesos y han sido exhaustivamente descritos en la producción de hipoclorito de sodio. Se procederá a describir los subsiguientes procesos:

- **Secado.** El secado del cloro gas obtenido en la electrolisis de la sal muera se realiza en dos columnas en serie donde se emplea como agente secador el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 75 % primeramente, y luego concentrado al 98 %, que circula en contracorriente. El cloro seco contiene 97,5 % de  $Cl_2$ , con pequeñas cantidades de compuestos clorados.

Cuando el ácido sulfúrico se agota (baja su concentración) se le añade más ácido con mayor concentración para conseguir la concentración deseada.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de ácido sulfúrico y energía eléctrica. Como resultado de esta etapa se genera ácido sulfúrico agotado y ruido.

- **Purificación, almacenamiento y envasado de cloro gas.** El almacenamiento del cloro se realiza por compresión para lo cual es necesaria una última etapa de purificación. Esta etapa comienza por comprimir el gas a 17 atm. El gas comprimido es enfriado y condensado a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  en la planta de licuefacción del cloro. El producto obtenido es un cloro líquido de alta pureza.

El ciclo de licuación consiste en cuatro compresores alternativos de pistón (dos de baja presión y dos de alta) y un licuador de cloro que trabaja con agente refrigerante

El agente refrigerante (freón) es captado por los compresores de baja proveniente de la cámara de expansión del licuador y es llevado al estado líquido, pasando previamente por un intercambiador y obtener una licuación total del freón.

El freón líquido es conducido al intercambiador (licuador) para licuar el cloro, el cual pasa por un "Nock Dry" para eliminar el inerte, que sirve para la obtención de hipoclorito.

El cloro se almacena en grandes cilindros metálicos horizontales de hierro a una determinada presión. El cloro es comercializado y transportado en diversos tipos de embalajes; los más comúnmente utilizados son los cilindros de acero, pequeños o grandes. En su carga total, el cilindro de cloro tiene un margen de seguridad para absorber la expansión del volumen del líquido (aprox. 20 %), debido al incremento de la temperatura

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de gas refrigerante, cilindros de acero y energía eléctrica. Se genera como desechos emisores del cloro gas y cilindros metálicos deteriorados.

- **Servicios auxiliares.** Se requiere la implementación de los siguientes servicios auxiliares.

- a. **Tratamiento de aguas residuales.** En este caso el pH de estas aguas es alcalino por tanto debe ser sometido a un proceso de neutralización.

Este tratamiento requiere el uso de un neutralizante como el ácido sulfúrico o clorhídrico, cuya naturaleza agresiva y corrosiva hace aconsejable el uso de métodos alternativos de neutralización e inclusive con  $CO_2$  que ofrece grandes ventajas operativas y medio ambientales.

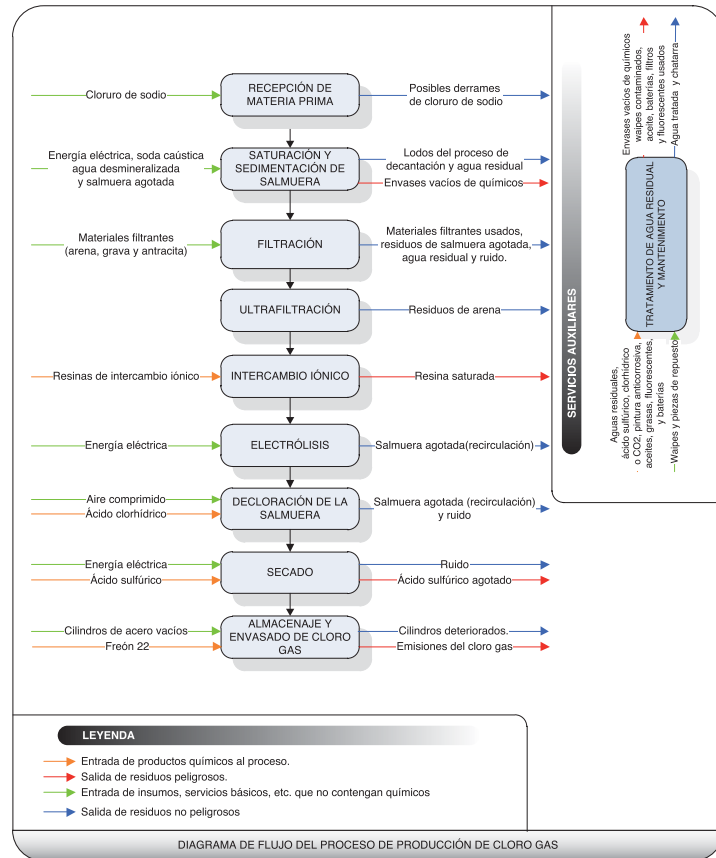
Para el desarrollo de esta etapa se puede utilizar ácido sulfúrico, clorhídrico o dióxido de carbono de las cuales se derivan aguas tratadas con pH neutro.

- b. **Mantenimiento de equipos e instalaciones.** Para las actividades de mantenimiento de la infraestructura, aceites lubricantes, grasas, waipes y piezas de repuesto, así como pinturas anticorrosivas para los cilindros.

Como resultado, se generan envases vacíos de las pinturas anticorrosivas, waipes contaminados, chatarra, aceites, baterías y filtros usados.

En el Gráfico 14.13 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de cloro gas.

**Gráfico 14.13 Diagrama de flujo del proceso de producción de cloro**



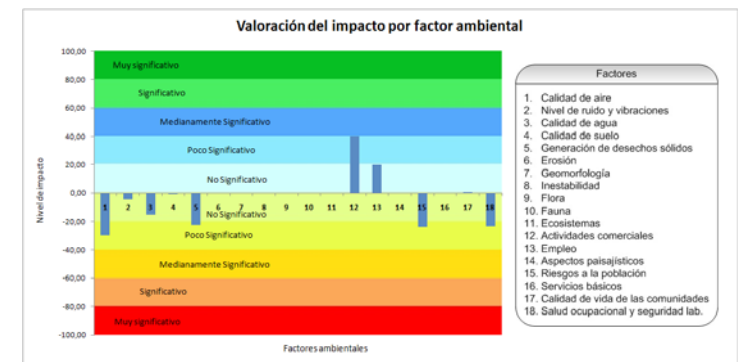
**14.7.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por proceso de producción de cloro gas**

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.7), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.14).

**Tabla 14.7 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-30,00	-16,3%
	Nivel de ruido y vibraciones	-4,50	-2,4%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-15,00	-8,1%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-1,00	-0,5%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-22,50	-12,2%
	Erosión	-0,40	-0,2%
Proceso geomorfodinámico	Geomorfología	-0,40	-0,2%
	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
	Flora	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	40,25	21,8%
	Empleo	20,00	10,8%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-24,00	-13,0%
	Servicios básicos	-0,50	-0,3%
	Calidad de vida de las comunidades	0,40	0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-23,63	-12,8%
	<b>Impacto total</b>		<b>-63,28</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 14.14 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



De acuerdo al Gráfico 14.14, este proceso causa impactos negativos relacionados principalmente con los riesgos a la población, salud ocupacional, seguridad laboral, la calidad de aire, generación de desechos sólidos. Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -63.28 catalogado como impacto significativo de carácter negativo.

## 14.8 Producción de formaldehído

El formaldehído o también conocido como metanal, formalina, aldehído fórmico, óxido de metileno, metanaldehído, oxometano o formol, es un aldehído (el más simple de ellos), altamente volátil y muy inflamable. Fue descubierto en 1867 por el químico alemán August Wilhelm von Hofmann. Se obtiene mediante oxidación catalítica del alcohol metílico (metanol). En condiciones normales de presión y temperatura, el formaldehído es un gas incoloro de un olor penetrante, muy soluble en agua y en ésteres. Las soluciones acuosas al  $\approx 40\%$ , se conocen con el nombre de formol, que es un líquido incoloro de olor penetrante y sofocante, utilizado generalmente para la preservación de cadáveres. Estas soluciones pueden contener alcohol metílico como estabilizante. Puede ser comprimido hasta el estado líquido y su punto de ebullición es  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

El CIIU específico de esta actividad es el C-2011.26, denominado "Fabricación de compuestos de función oxígeno, incluso aldehídos, cetonas, quinonas y compuestos duales o múltiples de función oxígeno".

### 14.8.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Este proceso está compuesto por las siguientes etapas:

- Recepción de materia prima.
- Vaporización del metanol.
- Reacción.
- Adsorción e ionización.
- Envasado y etiquetado del producto.
- Almacenamiento.

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de producción de formaldehído:

- **Recepción de materia prima.** El proceso inicia con la recepción del metanol al granel, el cual es almacenado en grandes tanques estacionarios metálicos.

En esta etapa ingresa el metanol al proceso y existe el riesgo de potenciales derrames del metanol durante su carga o manejo.

- **Vaporización del metanol.** El metanol es transformado de líquido a gaseoso para lo cual, la temperatura del metanol es elevada hasta  $300 - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente, para lograr su total vaporización. El gas obtenido es mezclado con aire y gas que se producen en las torres de absorción más adelante en el proceso y es recirculado a esta fase.

Para el cumplimiento de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria de inyección para la incorporación de aire a la fase, vapor y aire natural como insumo. Como resultado de la etapa se genera y ruido.

- **Reacción.** Una vez que se obtiene la mezcla del metanol gaseoso con el aire, éste pasa a los reactores, donde se realiza la reacción en presencia del catalizador. La reacción que se genera es exotérmica, cuyo calor es utilizado para evaporar el fluido de transmisión de calor (agua de enfriamiento) que es recirculado a la fase anterior como medio térmico (vapor). De esta forma es controlada la temperatura del reactor.

En esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria que permite la movilidad de los gases y agua para el enfriamiento del reactor. Como resultado de la operación se genera agua caliente por el enfriamiento del reactor, la cual es recirculada en la fase.

- **Adsorción e ionización.** El formaldehído gaseoso es enfriado y se lo transporta hacia las torres de adsorción. Se circula el gas y en contraflujo un solvente (en este caso se utiliza agua) para capturar el soluto del gas y generar la solución de formaldehído, alcanzando una concentración de formaldehído superior al  $55\%$ . Como productos no deseados se obtiene ácido fórmico (separado por medio de ionización), monóxido de carbono, entre otros.

En la ejecución de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de inyectores, resinas de intercambio iónico y agua como solvente. Como resultado se generan gases que contienen nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono y componentes combustibles como dimetileter y metanol, entre otros (por lo general estos gases son incinerados inmediatamente después de ser generados) y ácido fórmico producto de la separación iónica. Este último debe recibir una correcta gestión o disposición debido a su nivel de peligrosidad. Además la fase genera ruido por el funcionamiento de los equipos y maquinaria utilizada.

- **Envasado y etiquetado del producto.** Una vez obtenido el producto final, se procede a envasarlo y etiquetado, destacando los datos del producto y los riesgos que implica su manejo. El envasado del producto se realiza en tanques plásticos de 55 galones.

En esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de la envasadora, envases plásticos de 55 galones, etiquetas y mate-

rial absorbente para controlar potenciales derrames. Como resultado se genera material absorbente contaminado, envases y etiquetas dañadas, potenciales derrames del producto y ruido.

- **Almacenamiento.** El producto terminado es almacenado en bodegas para su posterior comercialización. El almacenamiento se lo hace protegido de la intemperie en una bodega que cumpla con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2266:2010.

Para la actividad se requiere del uso de montacargas, por lo que se hace indispensable el uso de GLP como combustible. Producto de la actividad se generan gases de combustión y ruido de los montacargas.

- **Servicios auxiliares necesarios para el proceso.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de producción del formaldehído, se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

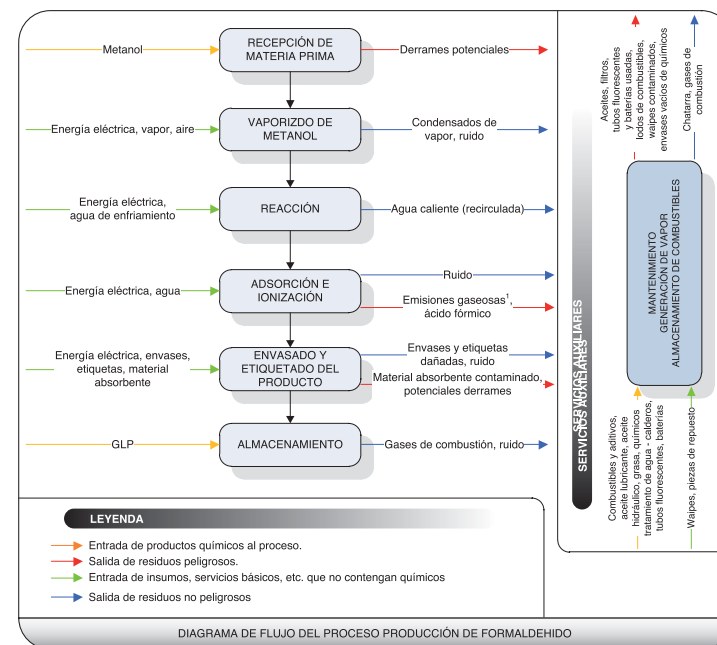
**a. Mantenimiento mecánico e industrial.** Se requiere del uso aceites lubricantes, waipes, tubos fluorescentes, baterías plomo-ácido, filtros de aceite, piezas de repuesto, grasas, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: aceites y filtros usados, envases contaminados aceites y grasas, chatarra, waipes impregnados con hidrocarburos, tubos fluorescentes y baterías usadas etc.

**b. Generación de vapor.** Para la generación de vapor en las calderas se requiere de combustible. También para el tratamiento del agua de las calderas, se emplean productos químicos, dando lugar a la generación de envases vacíos de sustancias químicas y gases de combustión como resultado de la quema de combustibles para obtención de vapor.

**c. Manejo de combustibles.** El combustible que se emplea para la generación de vapor en las calderas, es almacenado en tanques estacionarios. Producto de este almacenamiento se generan lodos de combustible. También existe el riesgo de potenciales derrames no intencionales que pudieran provocar la contaminación de los suelos y las aguas superficiales.

En el Gráfico 14.15 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de formaldehído.

**Gráfico 14.15 Diagrama de flujo del proceso de producción de formaldehído**



1. Nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono, dimetiléter, metanol.

### 14.8.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de formaldehído

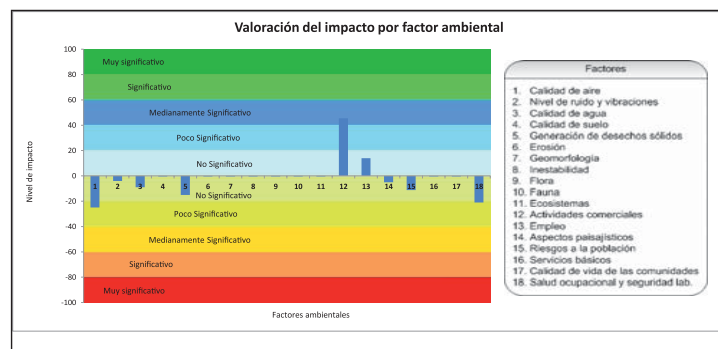
A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.8), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.16).



**Tabla 14.8 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-25,00	-16,3%
	Nivel de ruido y vibraciones	-4,00	-2,6%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-9,00	-5,9%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-0,40	-0,3%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-15,00	-9,8%
	Erosión	-0,40	-0,3%
	Geomorfología	-0,40	-0,3%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,3%
	Flora	-0,40	-0,3%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,3%
	Ecosistemas	-0,40	-0,3%
	Actividades comerciales	45,50	29,7%
Socioeconómico	Empleo	14,00	9,1%
	Aspectos Paisajísticos	-5,00	-3,3%
	Riesgos a la población	-11,25	-7,3%
	Servicios básicos	-0,40	-0,3%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,3%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-21,00	-13,7%
	Impacto total		-34,35
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 14.16 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Del análisis del Gráfico 14.16 se desprende que este proceso implica riesgos a la salud ocupacional y seguridad laboral y puede causar impactos negativos sobre la calidad de aire e implica la generación de desechos sólidos. Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo), y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -34.35 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## 14.9 Producción de mineral turpentine y rubber solvent

La industria del petróleo es una de las más grandes y extendidas en la industria química de procesos. Esta es la encargada de transformar los hidrocarburos mediante procesos de refinación, generando una gran variedad de derivados que satisfacen la demanda interna del país y las necesidades de la industria.

En una de las tres refinerías existentes en el Ecuador, "La Libertad", se procesa crudo de 28,5 grados API, obteniendo una gama de derivados, entre los cuales se encuentran los siguientes: GLP, gasolina base, diesel oil 2, diesel 1, turbo fuel base, rubber solvent (solvente de caucho), solvente No. 1, mineral turpentine (solvente de pintura), spray oil, absorber oil y fuel oil 4. Esta refinería abastece parte de la demanda de la provincia del Guayas y sus aéreas de influencia.

Los solventes mineral turpentine y rubber solvent tienen una gran aplicación en diferentes procesos industriales, tales como preparación de diluyentes, fabricación de pinturas, ceras para pisos, lacas y barnices, en la industria de llantas como agentes de vulcanización del caucho, en la industria química para la preparación de diversos productos de limpieza, entre otros. El término solventes se refiere a sustancias en estado líquido, utilizadas para disolver sólidos o gases u otros líquidos.

Es importante mencionar que no hay ningún solvente orgánico 100 % seguro, todos tienen distintos niveles de peligrosidad. Los solventes más utilizados son alcanos, aromáticos, alcoholes, éteres, ésteres, cetonas, acetatos, halogenuros de alquilo, etc.

### 14.9.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

El desarrollo de esta actividad tiene como objetivo obtener el mineral turpentine y el rubber solvent a partir de la refinación de crudos livianos, los cuales son enviados a la refinería de La libertad, la cual cuenta con una planta Parsons con capacidad para procesar 20.000 barriles diarios, entregando productos tales como solventes para la industria química, aceite agrícola y combustible de aviación, etc.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades relacionadas con la producción de mineral turpentine y rubber solvent, específicamente en el C-1920.09 "Fabricación de otros productos de la refinación del petróleo: bencina mineral (aguarrás), vaselina, cera de parafina, jalea de petróleo (petrolato), briquetas de petróleo etcétera".

En el proceso de obtención del mineral turpentine y el rubber solvent, intervienen las siguientes etapas:

- Recepción de la materia prima.
- Desalación.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

- c. Destilación.
- d. Condensación.
- e. Almacenamiento.

A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de obtención del mineral turpentine y rubber solvent.

- **Recepción de la materia prima.** La materia prima para la obtención del mineral turpentine y el rubber solvent constituye el petróleo crudo liviano. A menudo el crudo está acompañado por pequeñas cantidades de agua, azufre, oxígeno, y compuestos nitrogenados, metales.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de petróleo crudo liviano. Como resultado de la recepción pueden generarse potenciales derrames de crudo.

- **Desalación.** El proceso consiste en "lavar" el crudo para extraer las sales que contiene, en especial cloruro de sodio. Para lograr la desalación el crudo es precalentado para disminuir su viscosidad y se le inyecta agua exenta de sales para producir una mezcla íntima entre el agua para el lavado y el agua residual que contiene el crudo. Para optimizar esta mezcla se usan demulsificantes (agentes tensoactivos). Posteriormente se separa el agua del crudo, conteniendo ésta las impurezas que contenía el crudo.

El crudo libre de sales (crudo desalado) entra a la etapa de acondicionamiento, donde se le inyecta una solución de hidróxido de sodio. A diferencia del desalado, el acondicionamiento no elimina contaminantes, sino que minimiza sus efectos mediante la transformación en sales menos perniciosas. Posteriormente el pH del crudo es regulado con soluciones ácidas.

El crudo desalado es bombeado a través de una serie de intercambiadores de calor y horno hasta lograr una temperatura de 350 - 400 °C para preparar su ingreso a la zona flash o zona de carga de la torre de destilación atmosférica.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de vapor como fuente de energía para el precalentamiento del crudo, soluciones alcalinas y ácidas, demulsificantes para la etapa del acondicionamiento y agua para la eliminación de las sales del crudo. Como resultado de esta actividad se genera agua residual de la desalación, envases vacíos del hidróxido de sodio y ácido, así como lodos que contienen arcilla, arena, etc., que arrastra el crudo en su forma natural.

- **Destilación atmosférica.** Se define como la operación, mediante la cual las fracciones de hidrocarburos se separan por transferencia de masa y calor, aprovechando la diferencia de los puntos de ebullición de sus componentes.

El proceso de obtención del mineral turpentine y el rubber solvent (productos obtenidos mediante el proceso de destilación atmosférica de crudos livianos de bajo contenido de azufre), se lleva a cabo en una columna de destilación cerca de la presión atmosférica, donde los hidrocarburos livianos se destilan en el rango de 40-205 °C.

Para que se produzca la "separación o fraccionamiento" de los cortes, se debe alcanzar el equilibrio entre las fases líquido-vapor, ya que de esta manera los componentes más livianos o de menor peso molecular se concentran en la fase vapor, pasando por una serie de bandejas perforadas (platos de la columna) y por el contrario los de mayor peso molecular predominan en la fase líquida, aprovechando las diferencias de los puntos de ebullición de los hidrocarburos.

Las fracciones líquidas son separadas y extraídas de las bandejas. De este modo, los gases ligeros (metano, etano, butano y propano), son evacuados por la parte superior de la columna. Los dos primeros se utilizan como combustibles en la refinería, en tanto que el propano y el butano pueden ser licuados por compresión y comercializados como gas líquido del petróleo (GLP). La gasolina es extraída de los platos superiores, el queroseno y gasóleo- de los platos del medio y los aceites combustibles en la parte inferior. A lo largo de la torre se pueden retirar diferentes fracciones en fase líquida que son cortes laterales, donde se obtiene el **mineral turpentine** y el **rubber solvent**. Debido a la presencia preponderante de hidrocarburos parafínicos, estos productos son de aspecto blanquecino transparente, y su densidad fluctúa entre 0.67 - 0.84 Kg/ L.

Durante el desarrollo de la etapa de destilación atmosférica se requiere de vapor para el funcionamiento de la torre de destilación. Como resultado de la actividad se generan derivados del petróleo (metano, etano, propano, butano, gasolina, nafta, kerex y diesel), condensados de vapor, emisiones de COV's, ruido y olores ofensivos.

- **Condensación.** Los vapores de hidrocarburos más livianos y el vapor de agua, salen por la parte superior de la torre y son parcialmente condensados mediante un intercambiador de calor, en el cual se circula agua para su enfriamiento. El líquido condensado pasa al tambor acumulador de destilado, de donde sale una corriente que refresca al tope de la torre como reflujo y una corriente de producto de tope "destilado" que se retira del sistema.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de agua para el intercambiador de calor. Como resultado de esta actividad se genera agua caliente que pasa a un sistema de enfriamiento para ser reutilizada y ruido.

- **Almacenamiento.** El mineral turpentine y el rubber solvent son almacenados en tanques especiales. Para evitar las pérdidas de hidrocarburos volátiles, los tanques poseen techos flotantes que evitan

este tipo de fugas, según se establece en las normas del Instituto de Petróleo Americano, específicamente API 650. Posteriormente, los productos son transportados en tanqueros hasta las industrias que los adquieren.

En el Gráfico 14.17 se presenta el diagrama de flujo del proceso de obtención del mineral turpentine y rubber solvent.

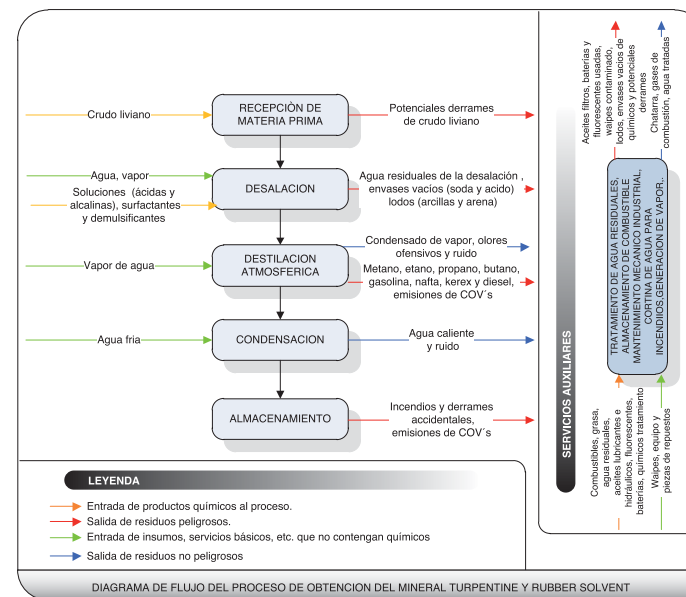
- **Servicios Auxiliares.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de extracción de mineral turpentine y rubber solvent, se requiere de servicios auxiliares, tales como:
  - a. **Mantenimiento mecánico e industrial.** Para llevar a cabo las actividades de mantenimiento de la infraestructura tecnológica, se requiere del uso de aceites lubricantes, filtros de aceite, aceites de compresores, gases comprimidos, waipes, grasas, piezas de repuestos. Estas actividades generan desechos, tales como aceites usados, filtros usados, chatarra, envases vacíos de aceites lubricantes, waipes impregnados con hidrocarburos, etc.
  - **Almacenamiento de combustibles.** Para el almacenamiento de estos productos inflamables y combustibles, se cuenta con tanques cerrados que permitan cuidadosamente descargar los vapores.

La instalación de los tanques puede ser aérea o subterránea, las aberturas y conexiones con los tanques para ventilación, medición, llenado y extracción pueden originar riesgos, si no están debidamente protegidas.

Como resultado de la etapa de almacenamiento pueden generarse incendios y derrames accidentales, así como emisiones de COV's.

- e. **Cortina de agua contra incendios.** Las cortinas de agua se utilizan con el fin de separar los gases y vapores emitidos, generando el efecto "water spray" al asimilarse su acción a la que origina una tubería horizontal en la que se han dispuesto boquillas por las que fluye el agua. Existen otros sistemas que permiten controlar fugas de vapores y posibles incendios.
- **Tratamiento de las aguas residuales.** Las aguas residuales de las refinerías comprenden el agua de separación, disoluciones cáusticas agotadas, descargas procedentes de la purga de torres de refrigeración y calderas, agua de lavado, agua de neutralización de residuos ácidos y alcalinos, aguas amargas y otras aguas relacionadas con los procesos. Habitualmente, estas aguas residuales contienen hidrocarburos, sólidos disueltos, sólidos en suspensión, fenoles, amoníaco, sulfuros, metales pesados, HAP's y COV's.

**Gráfico. 14.17 Diagrama de flujo del proceso de obtención del mineral turpentine y rubber solvent**



Por lo general cada refinería determina el tipo de tratamiento a aplicar a sus aguas residuales dependiendo del tipo de crudo que está refinando, de los productos que se desean obtener y de las exigencias de la normativa ambiental, pero en términos generales este tratamiento consta de los siguientes pasos: separación de hidrocarburos preliminar, desaceitado, eliminación de sulfuro, depuración biológica, tratamientos terciarios y tratamiento de lodos.

Para el desarrollo de este tratamiento es necesario el uso de oxígeno, ozono, coagulantes/floculantes, demulsificantes. Como resultado, se generan aguas tratadas y lodos, así como envases vacíos de químicos utilizados.

- **Generación de vapor.** Para el tratamiento del agua de las calderas, se emplean productos químicos para el acondicionamiento del agua que alimenta los calderos. De este tratamiento se generan envases y fundas vacías de las sustancias químicas utilizadas. Para la generación de vapor se requiere del uso de combustibles en las calderas, por lo cual se generan gases de combustión.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

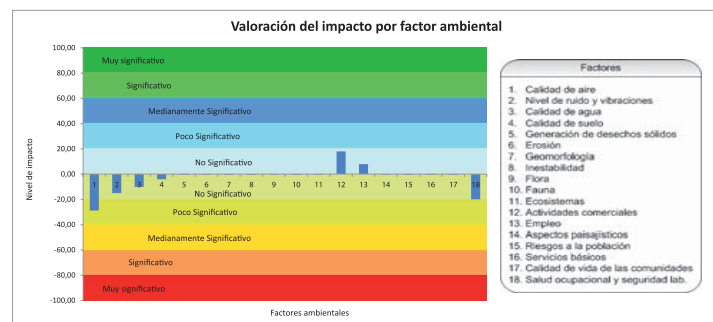
### 14.9.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de obtención del mineral turpentine y rubber solvent

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 14.9), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 14.18).

**Tabla 14.9 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-28,75	-26,6%
	Nivel de ruido y vibraciones	-15,00	-13,9%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-10,00	-9,2%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-4,00	-3,7%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-0,40	-0,4%
	Erosión	-0,40	-0,4%
	Geomorfología	-0,40	-0,4%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,4%
	Flora	-0,40	-0,4%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,4%
	Ecosistemas	-0,40	-0,4%
Socioeconómico	Actividades comerciales	18,00	16,6%
	Empleo	8,00	7,4%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,4%
	Riesgos a la población	-0,40	-0,4%
	Servicios básicos	-0,40	-0,4%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,4%
Impacto total		-56,15	-51,9%
	Porcentaje del impacto		

**Gráfico 14.18 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

Como se observa en el Gráfico 14.18, el desarrollo del proceso causa impactos negativos en los factores calidad de aire, genera ruido y genera aguas residuales industriales que requieren ser tratadas previo su descarga. También existen riesgos a la salud de los trabajadores y constituye un riesgo para la comunidad. Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales y la generación de empleo.

El impacto final resultante del proceso es de -56.15 catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

### 14.10 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 14.10 se indica las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 14.10 Carga contaminante de la actividad de producción de químicos básicos**

Proceso de producción de químicos básicos, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y amoníaco				
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial			
	Fabricación de ácido clorhídrico	Fabricación de ácido sulfúrico	Fabricación de amoníaco	
Unidad	t	t	t	
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	-	-	
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)	-	20	
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)	-	-	
	HC (kg/unidad)	-	-	45
	CO (kg/unidad)	-	-	-
	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	Agua de enfriamiento	1,62	2,1
Efluentes	pH	-	-	
	DBO (kg/unidad)	Insignificante	Insignificante	0,2
	DQO (kg/unidad)	Insignificante	Insignificante	0,26
	SS (kg/unidad)	-	-	-
	SDT (kg/unidad)	-	-	-
	Aceites (kg/unidad)	-	-	0,2-20
Residuos Sólidos	Desechos sólidos	-	N/D	N/D
	Naturaleza del desecho	-	Catalizador usado en el proceso de contacto (V205). Material sulfuroso usado como materia prima.	Condensados aceitosos provenientes de reservas alimenticias.

(d) Densidad de aceite combustible = 0,957 g/cm  
(s) Contenidos de azufre en el combustible

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

## FABRICACIÓN DE PLAGUICIDAS Y OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGROPECUARIO

Un plaguicida es aquella sustancia o mezcla de sustancias, utilizada para destruir, prevenir, repeler o mitigar alguna plaga. El término plaguicida se puede utilizar para designar a los herbicidas, fungicidas, insecticidas, nematocidas u otras sustancias utilizadas para controlar plagas.

Se usan plaguicidas en el ámbito agrícola, animal, industrial, para la higiene personal y para uso doméstico, afectando en diferente proporción al medio ambiente.

Los plaguicidas se clasifican, según su uso en: insecticidas, fungicidas, nematocidas y herbicidas. Según la familia química a que pertenecen, se clasifican en: carbamatos, organoclorados, organofosforados, organometálicos, piretroides, tiocarbamatos, triazinas, arsenicales, etc. En relación con el grado de peligrosidad hacia las personas (vía inhalación, ingestión o penetración cutánea), se los clasifica en: baja peligrosidad (con escasos riesgos), nocivos (riesgos de gravedad limitada), tóxicos (riesgos graves), muy tóxicos (extremadamente graves). Además, los plaguicidas pueden tener efectos corrosivos, irritantes o inflamables.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de plaguicida y de otros productos químicos de uso agropecuario se encuentran dentro de la categorización C-2021 "Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario".

### 15.1 Proceso de preparación de los herbicidas

Los herbicidas son productos fitosanitarios diseñados para controlar o destruir directamente malezas que puedan resultar perjudiciales para los cultivos agrícolas.

El CIIU específico de esta actividad es el C-2021.01 "Fabricación de insecticidas, raticidas, fungicidas, herbicidas, antigerminantes, reguladores del crecimiento de las plantas".

En el Gráfico 15.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de preparación de herbicidas.

#### 15.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

Este proceso está compuesto por las siguientes etapas.

- a. Recepción de la materia prima.
- b. Pesado.
- c. Mezclado.

- d. Envasado
- e. Etiquetado y empaçado
- f. Almacenamiento.

A continuación se describe el proceso para la elaboración de los herbicidas:

- **Recepción de la materia prima.** En Ecuador, generalmente los ingredientes activos utilizados en la producción de herbicidas son importados, tales como la atrazina, glifosato, isoforona, etc. Las materias primas son clasificadas y almacenadas según el tipo de producto a prepararse de acuerdo a su composición química y presentación. Para ello se consideran los criterios técnicos de compatibilidad de los productos: toxicidad, inflamabilidad, reactividad o manejos especiales, que requieran los productos.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de ingredientes activos. Como resultado durante la recepción, pueden producirse potenciales derrames de los productos (ingredientes activos).

- **Pesado.** Para proceder a la preparación de los herbicidas, las materias primas son pesadas de acuerdo a la formulación que se desee elaborar, donde se indica el nombre y las cantidades a utilizarse de cada producto.

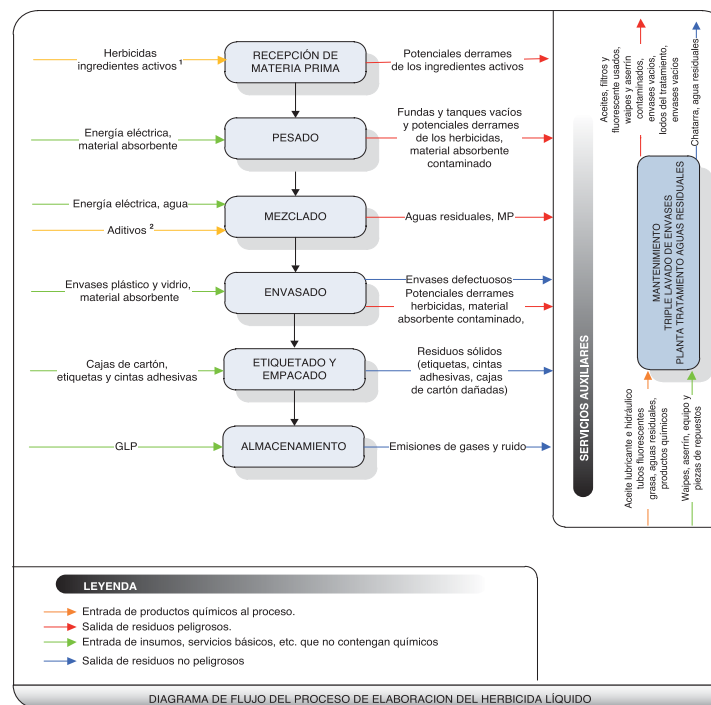
Durante el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de material absorbente (aserrín) para la contención de posibles derrames. Como resultado se generan residuos sólidos (fundas y tanques vacíos) de los herbicidas utilizados para la formulación, así como potenciales derrames de los herbicidas y material absorbente contaminado.

- **Mezclado.** En el tanque mezclador o de formulación, se coloca agua y se incorporan los aditivos tales como la monoisopropilamina, nonilfenol, dimetilamina, emulsogen, colorante rojo a la grasa, ácido cítrico, ácido sulfónico, agentes humectantes, etc. En caso de utilizarse ingredientes sólidos, estos son cargados en la tolva de donde pasarán al tanque mezclador. En el caso de los ingredientes líquidos estos son bombeados desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque mezclador. El orden que se realice la carga de la materia prima dependerá del producto que se vaya a elaborar.

Una vez realizada la mezcla de todas las materias primas, se realiza el control de calidad, donde son analizados los requisitos para el producto a obtener. Si el producto cumple con todas las especificaciones, pasa a la etapa de envasado/empaçado.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del agitador del tanque mezclador y para las bombas y agua para la mezcla. Como resultado se generan residuos líquidos de las muestras analizadas, las cuales son reingresadas nuevamente al proceso, aguas residuales del lavado del tanque mezclador y material particulado por la manipulación de las materias primas sólidas.

**Gráfica15.1 Diagrama de flujo del proceso de preparación del herbicida líquido**



1. Atrazina, glifosato ácido, isoforona.  
 2. Fenil sulfonato metilcobutil cetona monoisopropilamina, nonilfenol, dimetilamina, emulsogen, colorante rojo a la grasa, ácido cítrico, ácido sulfónico, humectante.

- **Envasado.** Una vez que el producto pasa al área de envasado se procede a llenar los envases según las presentaciones requeridas por el mercado. El envasado generalmente se realiza de forma mecánica.

Para esta etapa del proceso generalmente se requieren de envases plásticos y de vidrio de diferentes volúmenes, así como material absorbente para contener posibles derrames. Como resultado se generan potenciales derrames de herbicidas, material absorbente contaminado y envases defectuosos.

- **Etiquetado y empaçado.** Los envases son llenados, sellados y etiquetados conforme a la norma INEN 2288: 2000 y según lo establecido por Agrocalidad. La etiqueta cuenta con una banda de color azul, amarillo o roja, la cual indica el grado de toxicidad del producto para la salud humana.

Los envases ya etiquetados son colocados en cajas de cartón en correspondencia con las presentaciones de los productos elaborados. A su



vez las cajas con el producto son rotuladas, selladas y colocadas en pallets.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de cajas de cartón para el empaquetado de los productos, etiquetas adhesivas y cinta adhesiva para el sellado de las cajas. Como resultado de esta actividad se pueden generar residuos sólidos (etiquetas, cintas adhesivas y cajas de cartón dañadas).

- **Almacenamiento.** El producto terminado, debidamente paletizado, es transportado por medio de montacargas a las bodegas de almacenamiento, donde los productos son almacenados de acuerdo a su clasificación y por grupos familiares para evitar contaminación cruzada.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de GLP para los montacargas. Como resultado se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

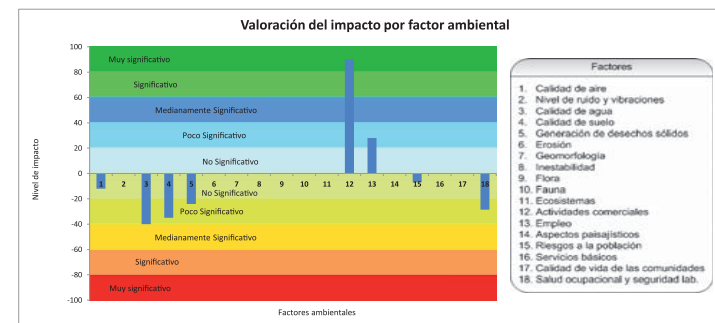
### 15.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de preparación del herbicida líquido

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 15.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 15.2).

**Tabla 15.1 Valoración del impacto ambiental del proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-12,00	-4,5%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,40	-0,1%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-40,00	-14,9%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-35,00	-13,0%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-24,00	-8,9%
	Erosión	-0,40	-0,1%
	Geomorfología	-0,40	-0,1%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,1%
	Flora	-0,40	-0,1%
	Fauna	-0,40	-0,1%
Medio biótico	Ecosistemas	-0,40	-0,1%
	Actividades comerciales	90,00	33,5%
	Empleo	28,00	10,4%
Socioeconómico	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,1%
	Riesgos a la población	-7,00	-2,6%
	Servicios básicos	-0,40	-0,1%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,1%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-28,50	-10,6%
	Impacto total		-32,50
Porcentaje del impacto			

### Gráfico 15.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso



Como se observa en el Gráfico 15.2, el desarrollo del proceso potencialmente puede causar impactos negativos a la salud ocupacional y seguridad laboral, afectar la calidad del aire (COV's), agua y del suelo, generar y desechos sólidos (envases de las materias primas). Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (muy significativo), y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -32.50 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

Las empresas que formulan químicos generalmente aplican los criterios de Producción Limpia y Ecoeficiencia: reutilizan de las aguas residuales producto del lavado de los tanques en la preparación de los subsiguientes lotes, observando que no se produzca la contaminación cruzada.

### 15.2 Proceso de preparación de los fungicidas

Los fungicidas son sustancias químicas usadas para combatir los hongos. Se los usa extensamente en la agricultura, en el hogar y el jardín para un número de propósitos que incluyen: para protección de las semillas de granos durante su almacenamiento, transportación y la germinación; para la protección de los cultivos maduros, para la eliminación de mohos que atacan las superficies pintadas; para el control del limo en la pasta del papel; y para la protección de alfombras y telas en el hogar.

Los fungicidas, según su modo de acción pueden ser

- Fungicidas protectores, también llamados de contacto; se aplican antes de que lleguen las esporas de los hongos, actuando solamente en la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan que los esporangios germinen y penetren las células

- b. Fungicidas erradicadores, también llamados sistemáticos; se aplican para el tratamiento de la planta ya enferma por hongos. Son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan por toda la planta.

Según su composición los fungicidas pueden ser: compuestos de cobre (óxido cuproso), ditiocarbamatos (Mancozeb + Cymoxanil), compuestos organofosforado, carbamatos etc. Según su campo de aplicación los fungicidas pueden ser usadas para el revestimiento de las semillas, desinfección del suelo o aplicaciones sobre las plantas.

Los fungicidas, conocidos también como plaguicidas, ordinariamente se formulan como polvos, polvos mojables, gránulos, pastas o suspensiones acuosas y concentrados emulsionables. Comercialmente se encuentra en el mercado una gran variedad de fungicidas agrícolas con diferentes nombres comerciales.

### 15.2.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

El proceso de preparación de concentrado emulsionable, está compuesto por las siguientes etapas:

- Recepción de materia prima
- Pesado.
- Mezclado.
- Envasado.
- Etiquetado y empacado.
- Almacenamiento.

En el Gráfico 15.3 se presenta el diagrama de flujo del proceso de preparación de fungicida concentrado emulsionable. A continuación se describe el proceso para la elaboración de los fungicidas (concentrados emulsionables):

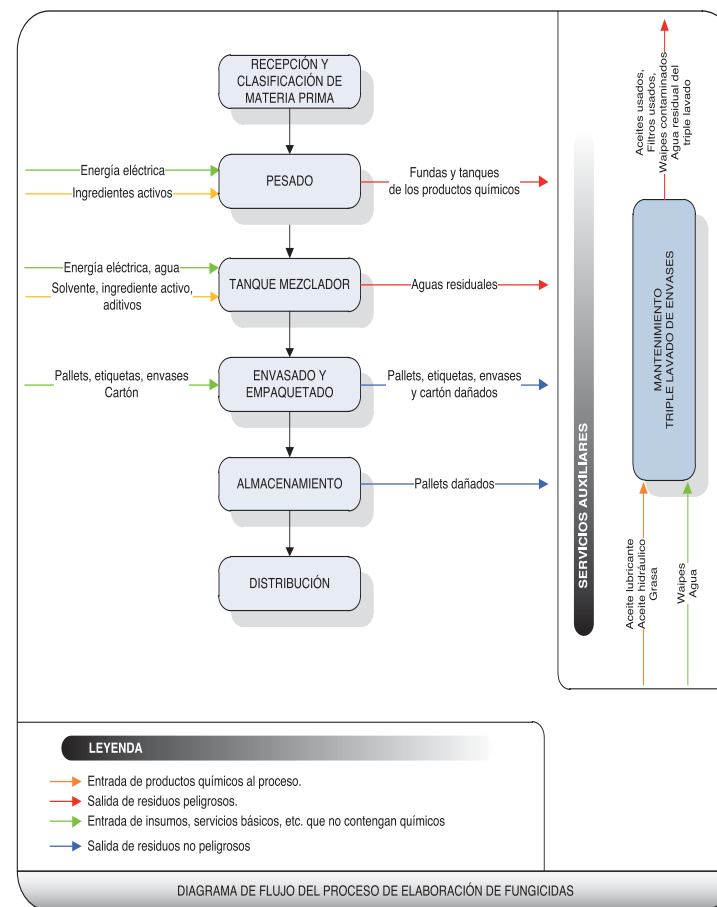
- **Recepción de la materia prima.** Los ingredientes activos generalmente son importados, tales como propyl 3-(dimethylamino) propylcarbamate, clorotalonil, mancozeb, óxido cuproso, sulfonato de polialquil naftaleno, tiabendazol, etc. Las materias primas son clasificadas y almacenadas según el tipo de producto a prepararse, de acuerdo a su composición química y presentación, para lo cual se consideran los criterios técnicos de compatibilidad de los productos: toxicidad, inflamabilidad, reactividad o manejos especiales que requieran los productos.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requieren de ingredientes activos. Como resultado durante la recepción, pueden producirse potenciales derrames de los ingredientes activos.

- **Pesado.** Para la preparación de los concentrados emulsionables, los ingredientes activos, los solventes y agentes emulsificantes son pesados o medidos acorde a la formulación correspondiente. La carga de los productos se hace al tanque de formulación de través de tuberías.

En esta etapa del proceso se requiere material absorbente (aserrín) para la contención de posibles derrames. Como resultado se generan residuos sólidos (fundas y tanques vacíos) de las materias primas utilizadas para la formulación, así como material absorbente contaminado.

**Gráfico 15.3 Diagrama de flujo del proceso de preparación del fungicida concentrado emulsionable**



- **Mezclado.** En el tanque mezclador o de formulación se coloca el solvente (hidrocarburo), se cargan los ingredientes activos y los aditivos. Una vez

realizada la mezcla de todas las materias primas, se realiza el control de calidad, para analizar los diferentes parámetros de control y establecer si el producto cumple con todas las especificaciones; si es aprobado, pasa el lote de producción a la etapa del envasado y empaçado.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del agitador del tanque mezclador y para las bombas; además se utilizan solventes y aditivos (emulsionantes y dispersantes) y agua. Como resultado se generan residuos líquidos de las muestras a analizarse, las cuales son reingresadas nuevamente al proceso, aguas residuales por el lavado del tanque mezclador y material particulado por la manipulación de las materias primas sólidas.

- **Envasado.** Una vez que el producto pasa al área de envasado, se procede a llenar las botellas de plástico de diferentes capacidades y sellarlas. El proceso se realiza de forma mecánica.

En esta etapa del proceso se requieren envases plásticos y material absorbente para la contención de derrames. Como resultado se pueden generar envases defectuosos, material absorbente contaminado; existe el riesgo de posibles derrames del producto.

- **Etiquetado y empaçado.** Una vez que los envases son sellados, y etiquetados conforme a NTE INEN 2288:2000 y lo establecido por Agrocalidad, indicando el nombre del producto, su grado de toxicidad, el color de la banda que nos indica el grado de peligro para la salud humana. Las botellas ya etiquetadas son colocadas en cajas de cartón, las cuales son rotuladas, selladas y colocadas en pallets.

En esta etapa se requieren envases plásticos, cajas de cartón, etiquetas y cinta adhesiva para el sellado de las cajas. Como resultado de esta actividad se generan residuos sólidos (etiquetas, cintas adhesivas y cajas de cartón dañadas).

- **Almacenamiento.** El producto terminado, debidamente palletizado, es transportado por medio de montacargas a las bodegas de almacenamiento. El almacenamiento se lo hace acorde a lo establecido en la NTE INEN 2266:2010.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de GLP para los montacargas y pallets. Se generan desechos sólidos de pallets dañados y emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

### 15.2.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de preparación del fungicida concentrado emulsionable

La valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso se presentan en la Tabla 15.2) y su representación gráfica en el Gráfico 15.4, en el cual se aprecia que el desarrollo del proceso puede causar impactos negativos a la salud ocupacional y seguridad laboral, afectar la cali-

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

dad del aire (COV's), agua y del suelo, generar y desechos sólidos (envases de las materias primas). Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (muy significativo) y empleo (poco significativo). El impacto final resultante del proceso es de -26.10 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

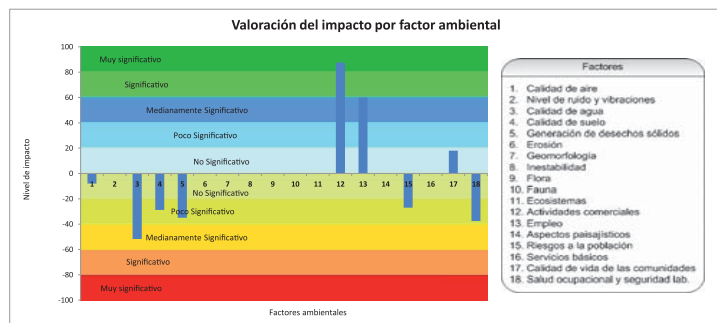
Generalmente, las empresas que formulan químicos aplican los criterios de Producción Limpia y Ecoeficiencia a fin de minimizar los posibles impactos ambientales. Uno de ellos es la reutilización de las aguas residuales producto del lavado de los tanques en la preparación de los subsiguientes lotes, observando que no se produzca la contaminación cruzada.

**Tabla 15.2 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-8,00	-2,2%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,40	-0,1%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-51,75	-14,5%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-28,75	-8,1%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-35,00	-9,8%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,1%
	Geomorfología	-0,40	-0,1%
	Inestabilidad	-0,40	-0,1%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,1%
	Fauna	-0,40	-0,1%
	Ecosistemas	-0,40	-0,1%
Socioeconómico	Actividades comerciales	87,50	24,5%
	Empleo	60,00	16,8%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,1%
	Riesgos a la población	-27,00	-7,6%
	Servicios básicos	-0,40	-0,1%
	Calidad de vida de las comunidades	18,00	5,0%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-37,50	-10,5%
Impacto total		-26,10	-7,3%
Porcentaje del impacto			

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

**Gráfico 15.4 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



a su composición química considerando los criterios técnicos de compatibilidad de los productos: toxicidad, inflamabilidad, reactividad o manejos especiales que requieran los productos. Los productos más comúnmente utilizados son piretros, piretrinas, solventes de base hidrocarbúrica, tensioactivos, colorantes a la grasa y aromatizantes en el caso los insecticidas de uso doméstico.

Como resultado de la recepción, pueden producirse potenciales derrames de los ingredientes activos.

- **Pesado.** El solvente es cargado al tanque de formulación a través de tuberías. Las materias primas son pesadas/medidas de acuerdo a la formulación.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de la balanza. Como resultado de la actividad se generan residuos sólidos especiales (tanques y fundas vacías de los químicos), material absorbente contaminado. Además existe el riesgo de potenciales derrames de las materias primas.

### 15.3 Proceso de preparación de los insecticidas

Los insecticidas son plaguicidas que se emplean para el control de insectos, los cuales ejercen su acción mediante la interrupción de al menos de uno de los principios vitales del metabolismo de los insectos: escarabajos, orugas, moscas, mosquitos y muchos otros tipos de insectos causan grandes daños en las cosechas y transmiten enfermedades. Los avances de la ciencia y de la industria química hicieron posible la aparición de mejores insecticidas que se suelen denominar de la 2ª generación.

#### 15.3.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

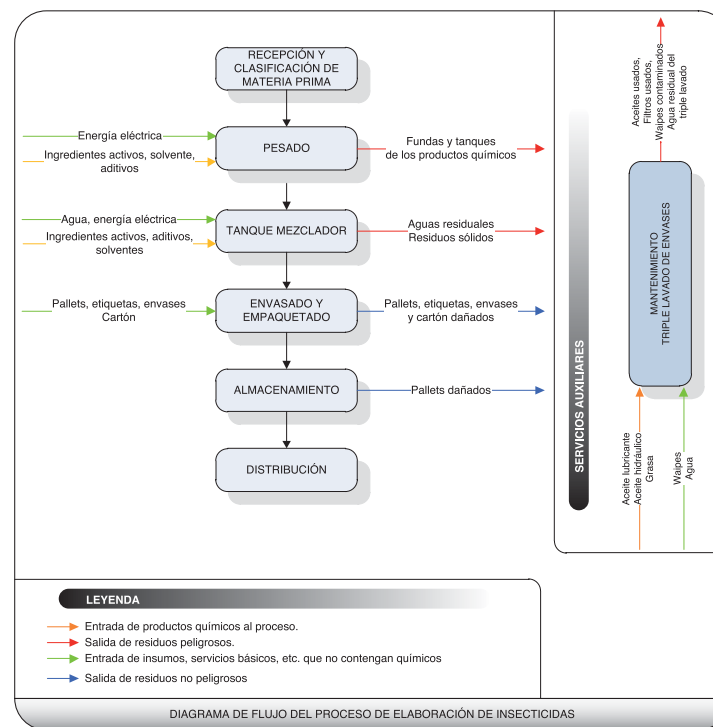
El proceso de preparación de insecticidas, está compuesto por las siguientes etapas.

- Recepción de materia prima
- Pesado.
- Mezclado.
- Envasado.
- Etiquetado y empaclado.
- Almacenamiento.
- Distribución.

En el Gráfico 15.5 se presenta el diagrama de flujo del proceso de preparación de insecticidas. A continuación se describe el proceso para la elaboración de los insecticidas

- **Recepción de la materia prima.** Los principios activos, solventes y aditivos de los insecticidas comerciales son clasificados de acuerdo

**Gráfico 15.5 Diagrama de flujo del proceso de preparación de insecticidas**



\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

**Mezclado.** El orden que se realiza la carga de los ingredientes de la formulación dependerá del producto que se elabore. Todos los ingredientes son prolijamente mezclados en el tanque mezclador. Una vez realizada la combinación de todas las materias primas, se realiza el control de calidad, para analizar los diferentes parámetros de control. Si el producto cumple con todas las especificaciones y si es aprobado, pasa el lote de producción a la etapa del envasado y empaçado.

Como resultado se generan residuos líquidos de las muestras a analizarse, las cuales son reingresadas nuevamente al proceso. También se generan envases vacíos de los aditivos.

- **Envasado.** Una vez que el producto pasa al área de envasado se procede a llenar y sellar las botellas en diferentes presentaciones.

En esta etapa se generan envases defectuosos, material absorbente contaminado y eventualmente se producen derrames del producto.

- **Etiquetado y empaçado.** Una vez que los envases han sido llenados y tapados, son etiquetados, conforme a la norma INEN 2288:200. Es indispensable que en la etiqueta se indique el nombre del producto, su toxicidad, el color de la banda que indica el peligro que tiene con la salud humana, entre otros. Posteriormente los envases son colocadas en cajas de cartón, las cuales son rotuladas, selladas y colocadas en pallets.

En la ejecución de esta actividad se generan residuos sólidos: etiquetas, cintas adhesivas y cajas de cartón dañadas.

- **Almacenamiento.** El producto terminado que está debidamente palletizado es transportado por medio de montacargas a las bodegas de almacenamiento. Los productos son almacenados de acuerdo a la clasificación por grupos familiares, para evitar contaminación cruzada.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de GLP para los montacargas y pallets. Como resultado se generan desechos sólidos de pallets dañados, emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de elaboración de herbicidas, fungicidas e insecticidas, así como de otros productos químicos de uso agropecuario, se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

**a. Mantenimiento mecánico.** Para el mantenimiento de la planta generalmente se utilizan aceites lubricantes, filtros, lámparas fluorescentes, piezas de repuestos, waipes, material absorbente y grasas. Se generan desechos, tales como: aceites, fluorescentes y filtros usados, chatarra, envases vacíos de aceites lubricantes, waipes impregnados con hidrocarburos etc.

**b. Actividad de triple lavado de los tanques.** El triple lavado se lo puede hacer en el interior de la planta o contratar los servicios

de un gestor calificado. Aplicando los conceptos de Producción Limpia, se recomienda segregar las aguas para reutilizarlas en la aplicación a los cultivos, evitando la contaminación cruzada, logrando de esta manera reducir el volumen de agua residual a tratar y su carga contaminante.

- c. **Planta de tratamiento de aguas residuales.** Los efluentes generados por la limpieza de equipos, tanques de almacenamiento, áreas de producción, etc., son evacuados a través de canales, sumideros y cajas de registros, al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, para ser tratados antes de su descarga al medio. Para el tratamiento de aguas residuales se requiere de productos químicos, generándose lodos del tratamiento, carbón activado contaminado, aguas residuales tratadas y envases vacíos de productos químicos, considerados como desechos especiales

### 15.3.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de preparación de insecticidas

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 15.3), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 15.6).

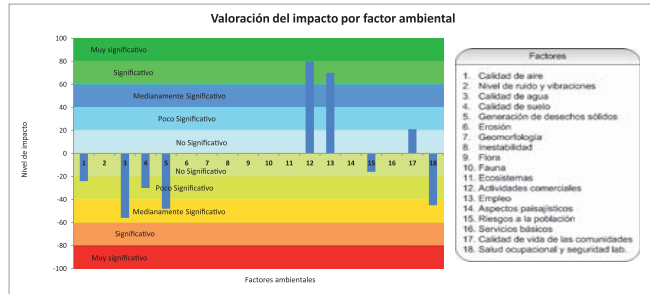
**Tabla 15.3 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-24,00	-6,1%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,40	-0,1%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-56,00	-14,2%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-30,00	-7,6%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-48,00	-12,2%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,1%
	Geomorfología	-0,40	-0,1%
	Inestabilidad	-0,40	-0,1%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,1%
	Fauna	-0,40	-0,1%
	Ecosistemas	-0,40	-0,1%
Socioeconómico	Actividades comerciales	80,00	20,3%
	Empleo	70,00	17,8%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,1%
	Riesgos a la población	-16,00	-4,1%
	Servicios básicos	-0,40	-0,1%
	Calidad de vida de las comunidades	21,00	5,3%
Salud Ocupacional y seguridad laboral	-45,00	-11,4%	
Impacto total		-51,60	-13,1
Porcentaje del impacto			

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

**Gráfico 15.6 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 15.6, el desarrollo del proceso puede causar impactos negativos a la salud ocupacional y seguridad laboral, afectar calidad de aire (COV's), agua, calidad de suelo, generar desechos sólidos. Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (significativo), empleo (medianamente significativo), empleo (significativo) y calidad de vida de las comunidades (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -51.60 catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

**15.4 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad**

En la Tabla 15.4 se indica las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 15.4 Carga contaminante de la actividad de fabricación de plaguicidas**

Proceso de producción de plaguicidas				
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial			
	Herbicidas de hidrocarburos clorados	Carbamatos	Producción de plaguicidas	Formulación de plaguicidas
Unidad	t producción	t producción	t (1)	t
Emisiones	Partículas (kg/unidad)			
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)			
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)			
	HC (kg/unidad)			
	CO (kg/unidad)			
	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	3,6		
Efluentes	pH	0,5		
	DBO (kg/unidad)	22,7		
	DQO (kg/unidad)	30		
	SS (kg/unidad)	9		
	SDT (kg/unidad)	374,4		
	Aceites (kg/unidad)			
	Kg/unidad	Cl 187		
	F- (kg/unidad)	Cl-Fen 4		
	Cu (kg/unidad)	Cl.Fen. 0,85		
Residuos Sólidos	Desechos sólidos		200*	20*
	Naturaleza del desecho		Contenedores, sacos, 0,5% de material toxico activo, etc.	Productos rotos de emulsión, material potencialmente toxico.

(1) Ingredientes activos  
\* Desechos solidos sobre base seca



## PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS

La industria de productos plásticos en el Ecuador transforma la materia elaborada por la industria petroquímica (resinas) en productos finales demandados en el mercado. Las materias primas utilizadas generalmente son polietileno de alta y baja densidad, poliestireno, polietilentereftalato, polipropileno, policloruro de vinilo, entre otros. El procesamiento de cada uno de estos permite la obtención de productos plásticos finales. Cabe destacar que cada tipo de plástico tiene usos específicos.

Los plásticos son macromoléculas de origen orgánico que pueden deformarse hasta lograr la forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas poliméricas pueden ser de origen natural (celulosa, cera, caucho natural) o sintéticas (polietileno, nylon, etc.) y su presentación es en estado sólido.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de productos plásticos se encuentra dentro de la categorización C-2220 descrita como "Fabricación de productos de plástico".

### 16.1 Proceso de producción de tubos de PVC

El policloruro de vinilo, mejor conocido como PVC, es un polímero eficiente y versátil con un amplio rango de aplicaciones en todas las áreas de la actividad humana; es un material termoplástico que se presenta en su forma original como un polvo de color blanco. Se fabrica mediante la polimerización del cloruro de vinilo monómero (VCM).

Todos los polímeros tienen algún tipo de aditivo para facilitar el procesamiento que los llevará al uso o producto final. El PVC no está exento de esta generalización y su versatilidad promueve una utilización más amplia de aditivos. Esto permite producir desde artículos rígidos (tuberías, perfiles de ventanas), hasta muy flexibles (moquetas, mangueras, botas, envases para sueros y sangre, etc.); opacos, translúcidos o cristales; pigmentados en la gama de colores que se desee, etc.

Al quemar objetos de PVC se genera emisiones tóxicas y corrosivas, ocasionando graves quemaduras y daños en el sistema respiratorio de las personas y al ambiente.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de producción de tubos de PVC se encuentran dentro de la categorización C-2220.12 que detalla la "Fabricación de productos acabados de plásticos: tubos, caños y mangueras de plástico, accesorios para tuberías, caños y mangueras".

### 16.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de fabricación de tubos de PVC se realiza los siguientes pasos:

- Recepción e inspección de la materia prima
- Extrusión.
- Enfriamiento
- Corte.
- Almacenamiento.
- Servicios auxiliares.

En el Gráfico 16.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción de tubos de PVC. A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de producción de tubos de PVC.

- Recepción de la materia prima.** El policloruro de vinilo (PVC) es comercializado en forma granular o en polvo. Su presentación puede ser en sacos big bag o en sacos de 25 kg, según las necesidades del comprador. Como parte de esta etapa, se verifican las características de la materia prima, el contenido de plomo, estaño, entre otros, también se requiere de materiales adicionales como estabilizadores, pigmentos, lubricantes, cargas y modificadores de impacto.

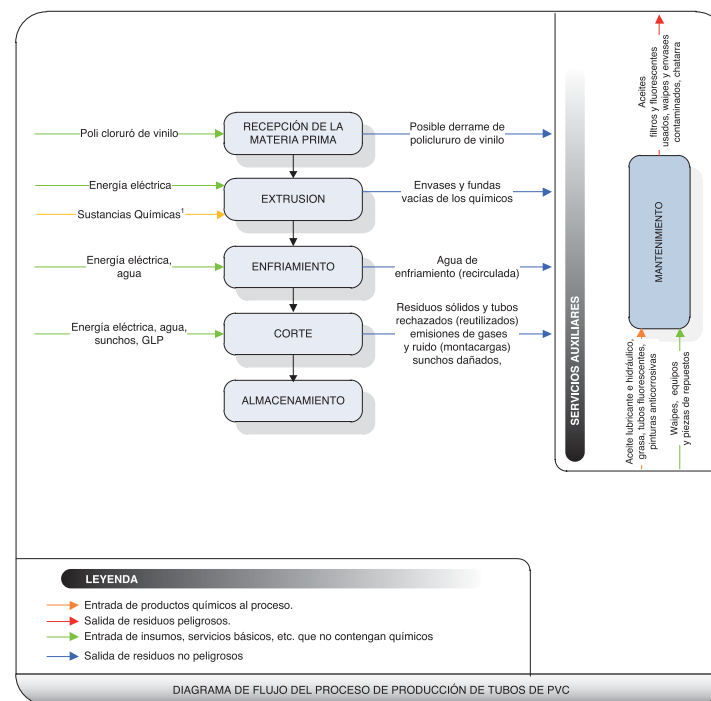
Durante esta etapa se genera ruido durante la descarga al granel, material particulado y existe el riesgo de potenciales de derrames de materia prima.

- Extrusión.** El PVC es precalentado inicialmente hasta 140 °C. Luego pasa a la fase de fundición, donde se convierte el policloruro de vinilo en un fluido de viscosidad apropiada, a una temperatura de 170 °C. Posteriormente se le adicionan los demás componentes como las cargas que son generalmente productos inertes, inorgánicos y minerales (carbonato de calcio, la arcilla, caolín, y talco), los pigmentos (órgano-metálicos de Cd, Cu, Ba), los estabilizadores (estearatos de Ca y Zn), los materiales empleados como modificadores de impacto (polietileno clorado, el acrilato de butadieno, estireno) y agentes lubricantes (ácido esteárico).

Los ingredientes son prolijamente mezclados manteniendo la mezcla caliente (150 y 180 °C), transportados y sometidos a extrusión formando el objeto deseado: tuberías rígidas o flexibles, cintas, , recubrimiento de cables, cordones, mangueras, etc.

Durante el desarrollo de esta etapa se consume energía eléctrica para el funcionamiento de las extrusoras y materiales adicionales (fundamentalmente aditivos). Como resultado de esta actividad de generan fundas y envases vacíos de los productos químicos utilizados.

**Gráfico 16.1 Diagrama de flujo del proceso de producción de tubos de PVC**



1. Cargas (carbonato de calcio, la arcilla, caolín, y talco), pigmentos metálicos (aluminio, cobre, oro, bronce, cadmio (Cd), cobre (Cu) y bario (Ba)), estabilizadores (estearatos de calcio (Ca) y zinc (Zn)), modificadores de impacto (polietileno clorado, acrilato de butadieno, estireno), lubricantes (ácido esteárico).

- Enfriamiento.** El tubo todavía caliente pasa por una tina de enfriamiento donde el agua recircula y enfría el material hasta hacerlo rígido. Esta tina también contiene un formador que es el que le va a proporcionar la redondez definitiva al tubo. Una vez que sale el tubo rígido de la tina de enfriamiento, pasa por un sistema de tiraje para lo cual se utiliza un jalador o puller, el cual hará la función de jalar al tubo hacia el sistema de corte. Este transporte jalador, además tiene la función de controlar el espesor de la tubería, mediante la regulación de la velocidad, con lo que se pueden obtener tubos con paredes de diferentes espesores.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de agua para el enfriamiento y energía eléctrica para el funcionamiento de las maquinarias. Como resultado de la etapa, se generan aguas de enfriamiento, las cuales son recirculadas.

- Corte.** El corte de los tubos se realiza una vez efectuada la medición de la longitud que tendrá el tubo mediante sierras eléctricas que se

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

van desplazando con el tubo mientras dura la operación, regresando manual o automáticamente al punto de medición, una vez realizado el corte. Luego, el tubo pasa al departamento de acampanado donde se realizan operaciones de achaflanado (espiga) y acampanado de los tubos para facilitar la inserción de los mismos. Una vez formado el acampanado en la punta, el tubo es enfriado inmediatamente con agua.

Una vez realizado el corte, se toma una muestra del producto terminado para realizar las pruebas de peso, aplastamiento, impacto, espesor del cuerpo, presión mínima de reventamiento, longitud, presión sostenida a 1000 horas, absorción de agua, resistencia química, combustibilidad, deflexión por temperatura, etc. En el caso de que un lote no cumpla con las especificaciones requeridas, el material puede molerse y reciclarse. Si la tubería cumple con las especificaciones de control de calidad, ésta es almacenada en la bodega de producto terminado. Los tubos son sujetados con zunchos y son transportados mediante teclés.

En este proceso se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de las maquinarias para el corte y acampanado, así como agua para el enfriamiento de las puntas acampanadas de los tubos, GLP para el montacargas y zunchos para el atado de los tubos. Como resultado se obtienen aguas del enfriamiento, tubos rechazados de la inspección de calidad (son reutilizados), residuos sólidos por el corte (son reutilizados) y zunchos dañados.

- **Almacenamiento.** Los tubos son almacenados protegidos de la radiación solar. Son acomodados en formar horizontal, sobre cuarterones de madera de aproximadamente 4" x 4" distanciados cada 1.50 m. Los tubos son almacenados por clase y diámetro. La altura de almacenamiento no deberá ser mayor a 1.80m
- **Servicios auxiliares necesarios para el proceso.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de producción de tubos de PVC, se requiere de servicios auxiliares, tales como:
  - f. **Mantenimiento mecánico e industrial.** Para llevar a cabo las actividades de mantenimiento de la infraestructura tecnológica de la planta se requiere del uso de piezas de repuesto, tubos fluorescentes, waipes, aceites lubricantes e hidráulicos, pinturas anticorrosivas, grasas, etc. Estas actividades generan desechos, tales como: fluorescentes, aceites y filtros usados, envases aceites y grasas contaminados, waipes impregnados con hidrocarburos, chatarra, etc.

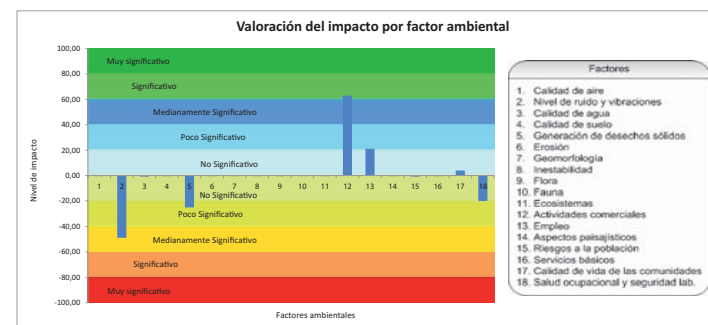
### 16.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de producción de tubos de PVC

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 16.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 16.2).

**Tabla 16.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-0,40	-0,2%
	Nivel de ruido y vibraciones	-49,00	-26,1%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-0,80	-0,4%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-0,40	-0,2%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-25,00	-13,3%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	63,00	33,6%
	Empleo	21,00	11,2%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-0,80	-0,4%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	4,00	2,1%
Salud Ocupacional y seguridad laboral		-20,00	-10,7%
Impacto total		-11,60	-6,2%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 16.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 16.2, el desarrollo del proceso causa impactos negativos especialmente en lo referente a ruido y vibraciones (medianamente significativo), generación de desechos sólidos (poco significativo) y salud ocupacional y seguridad laboral (medianamente significativo). Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo) y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -11.60 catalogado como impacto no significativo de carácter negativo.

## 16.2 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 16.2 se indica las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 16.2 Carga contaminante de la actividad de producción de plásticos**

Proceso de producción de resinas plásticas								
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial							
	Resina vinílica	Polioléfinas	Resinas de poliestireno y copolímero	Resinas vinílicas (PVC)	Resinas fenólicas	Resinas acrílicas (polímeros a granel)	Resinas acrílicas (polímero emulsionado)	Resinas sintéticas, plásticos y fibra
Unidad	t	T	t	t	t	t	t	t*
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	17	-	-	-	-	-	-
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)							
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)							
	HC (kg/unidad)	3,5						
	CO (kg/unidad)							
Efluentes	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)		0	5,7	12,5	4,1	0	0,5
	pH					6,4		
	DBO (kg/unidad)			Insignificante	10	47,3		1,5
	DQO (kg/unidad)			Insignificante				
	SS (kg/unidad)			Insignificante	1,5	1,6		
	SDT (kg/unidad)					2,1		
	Aceites (kg/unidad)							
Residuos Sólidos	Desechos sólidos (kg/unidad)							N/D
	Naturaleza del desecho							

t\* de ingrediente activo

## FABRICACIÓN DE PINTURAS, BARNICES Y PRODUCTOS DE REVESTIMIENTOS, SIMILARES, TINTAS DE IMPRENTA Y MASILLA

Un recubrimiento o pintura líquida es una mezcla heterogénea de varios productos, que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua sin pegajosidad y con las características para las que ha sido fabricada. La industria de pinturas elabora una amplia gama de productos, entre los que se destacan, de acuerdo a la solubilidad de la pintura (material utilizado para diluirla):

- Solubles en agua, conocidas como pinturas de agua o látex
- Solubles en hidrocarburos (mineral turpentine y rubber solvent) conocidas como pinturas de esmalte
- Solubles en disolventes especiales (xileno, metanol, cetonas o sus mezclas), llamadas lacas/barnices.

Las pinturas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- De acuerdo a la forma en que se preparan para su uso pueden ser: las de un solo componente (lista para usarse), las que se preparan mezclando dos o más componentes (pinturas epoxi y de poliéster).
- Por su capacidad para resistir sin cambios el medio en que se van a aplicar: pinturas de interiores, pinturas de exteriores, pinturas marinas, pinturas resistentes a ambientes especiales (ácidos, álcalis, altas temperaturas etc.).
- Según el acabado final: pinturas mate (sin brillo), pinturas con algo de brillo (la denominación depende del fabricante), pinturas brillantes, etc.
- Por el tiempo de secado: de secado rápido (menos de 30 minutos al tacto), de secado medio (menos de 4 horas al tacto), las de secado lento (más de cuatro horas al tacto).
- De acuerdo al modo de secado: pinturas que secan por la evaporación del disolvente, pinturas que secan por reacción química con el aire, pinturas que secan por polimerización, pinturas que usan una combinación de las anteriores.

Los productos elaborados para recubrimientos de superficies son indispensables para la preservación de todo tipo de estructuras arquitectónicas y estructuras industriales de los ataques comunes del clima.

Las superficies de madera, cemento y metales no recubiertas, son susceptibles al deterioro, especialmente en ciudades donde el hollín y dióxido de azufre aceleran dicha acción.

Los recubrimientos de superficie se dividen en: pinturas, barnices, esmaltes, lacas, tintas de impresión, abrillantadores, etc. De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de pinturas se encuentran dentro de la categorización C-2022 "Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas".

### 17.1 Proceso de producción de pinturas de esmalte

Las pinturas esmalte pueden ser alquídicas, brillantes o mates y están compuestas por un solvente, pigmentos, agente plastificante (DOP diocetilftalato) y sustancias secantes. Ellas evitan la oxidación de los metales, la corrosión y la abrasión. Su costo de mantenimiento es reducido y producen un acabado duro con buena flexibilidad y adherencia. Tienen buena retención de color y brillo, buena resistencia a la intemperie y a la humedad, pero no resisten la acción de los ácidos, álcalis ni solventes. Este tipo de recubrimiento se utiliza para proteger y decorar superficies interiores y exteriores de madera, metal o materiales similares (tanques, equipos, maquinaria, estructuras, etc.). Se utiliza preferentemente en ambientes secos y húmedos sin salinidad.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de pinturas se encuentran dentro de la categorización C-2022.01 "Fabricación de pinturas, barnices, esmaltes o lacas.

#### 17.1.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de fabricación de pinturas de esmalte, se realizan las siguientes operaciones.

- Recepción de materia prima.
- Mezclado.
- Envasado y sellado.
- Etiquetado.
- Embalaje.
- Almacenamiento.

En el Gráfico 17.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de pintura de esmalte. A continuación se describe cada una de las etapas del proceso para la producción de este tipo de pinturas.

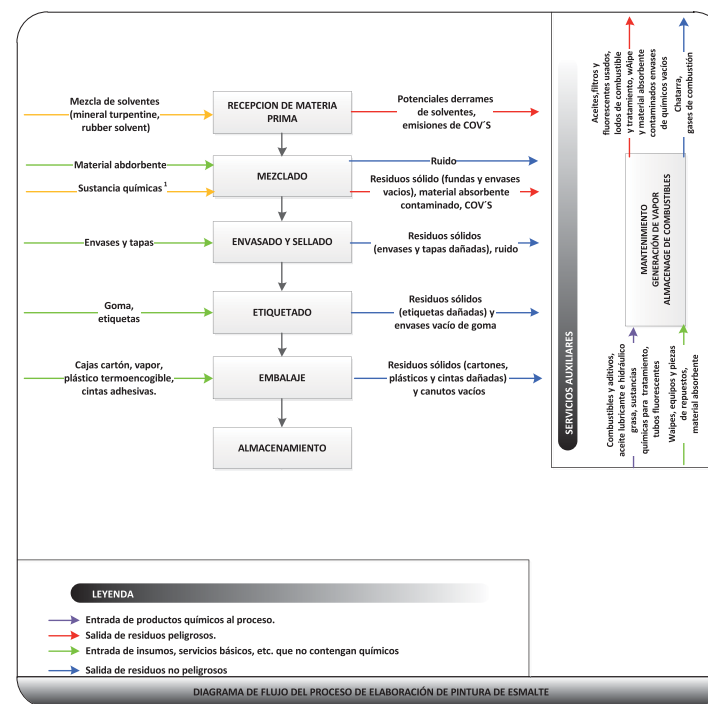
- **Recepción de la materia prima.** Las materias primas utilizadas para la elaboración de pinturas de esmalte son pigmentos orgánicos, óxidos de hierro, óxidos de zinc, polvo de zinc, pasta de aluminio, agentes antisedimentante, aditivos que evitan la formación de costras en el envase,

resinas alquídicas media, agentes secantes (octoato de cobalto, calcio y plomo o el cobalto de zirconio, etc.) y solventes orgánicos (mineral turpentine y rubber solvent). Las materias primas utilizadas dependen básicamente de la propia formulación y del tipo y color de pintura a ser elaborada.

En esta etapa se ingresa una gran variedad de materias primas (arriba indicadas), solventes orgánicos (mineral turpentine y rubber solvent), por lo que se puede generar material particulado, emisiones de COV'S y existe el riesgo de potenciales derrames del solvente y productos químicos.

- **Mezclado.** En el tanque mezclador se adiciona el solvente, pigmentos, resinas y aditivos, manteniendo una agitación constante y lograr una óptima dispersión. Una vez obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra y se toma una muestra para el control de calidad.

**Gráfico 17.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pintura de esmalte**



1. Mineral turpentine, rubber solvent, pigmentos orgánicos, óxidos de hierro, óxidos de zinc, polvo de zinc, pasta de aluminio y ciertos compuestos de plomo y cromo, el bentone 34, esquin 2, las resinas alquídicas media, los agentes secantes como el octoato de cobalto, calcio y plomo o el cobalto de zirconio.

Las resinas ayudan al recubrimiento de la pintura. Las cantidades utilizadas para la fabricación de la pintura están determinadas en formulaciones específicas que deben cumplir con ciertas propiedades al ser aplicadas, tales como: dureza, color, brillo y resistencia superficial.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere del ingreso de la materia prima a usarse (sustancias químicas), energía eléctrica para el funcionamiento de los agitadores de los tanques mezcladores y material absorbente para contener posibles derrames. Como resultado de esta actividad se generan residuos sólidos (fundas y envases vacíos de los productos químicos), material absorbente contaminado, compuestos orgánicos volátiles (COV'S) de los solventes orgánicos (mineral turpentine), producto del lavado de los tanques mezcladores y ruido causado por los motores que mueven los agitadores.

- **Envasado y sellado.** El envasado se lo realiza automáticamente. El producto es transportado por bombas desde el tanque mezclador hacia el tanque de alimentación, donde se dosifica el producto elaborado (pintura de esmalte) en los respectivos envases (presentaciones desde 1 litro hasta 55 galones).

Esta etapa del proceso requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas y banda transportadora, envases con tapas y mineral turpentine para el lavado del tanque de alimentación. Como resultado de la actividad se generan residuos sólidos (envases y tapas dañadas), así como solventes orgánicos (mineral turpentine) del lavado del tanque de alimentación y ruido.

- **Etiquetado.** Cuando los envases son litografiados estos pasan directamente al proceso de embalaje. En el caso que los envases no sean litografiados se requiere que las etiquetas sean incorporadas al envase. Este proceso se lo realiza automáticamente en la máquina para este fin, la cual es alimentada con etiquetas y goma.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos, etiquetas y goma. Como resultado de la actividad se generan residuos sólidos (etiquetas dañadas) y envases vacíos de la goma.

- **Embalaje.** Una vez sellados y etiquetados los envases, estos son colocados manualmente o automáticamente en cajas de cartón, de acuerdo a su color y presentación. Posteriormente las cajas son selladas con cinta adhesiva. El embalaje también se lo puede hacer con plástico termoencogible.

Para la ejecución de esta etapa se requiere de cajas de cartón, plástico termoencogible y cintas adhesivas. Como resultado de esta etapa se generan residuos sólidos (cajas de cartón, cinta adhesiva y plásticos dañados) y los canutos de cartón vacíos de las cintas adhesivas.

- **Almacenamiento.** Las cajas selladas son trasladadas con ayuda del montacargas a la bodega de almacenamiento, donde permanecen hasta su posterior distribución.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de GLP para el fun-

cionamiento del montacargas. Como resultado de esta actividad se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Para un buen desarrollo de las diferentes etapas del proceso de elaboración de pinturas se requiere de la presencia de servicios auxiliares, tales como:

**a. Mantenimiento mecánico e industrial.** El mantenimiento de la infraestructura tecnológica se requiere del uso de aceites lubricantes, grasas, waipes, filtros, lámparas fluorescentes, piezas de repuestos y material absorbente. Estas actividades generan desechos, tales como aceites, fluorescentes y filtros usados, chatarra, envases vacíos de aceites lubricantes, waipes impregnados con hidrocarburos etc.

**b. Planta de tratamiento de aguas residuales.** Muchas empresas de pinturas ya han implementado la metodología de Producción Limpia en sus procesos a fin de evitar la generación de efluentes, sin embargo, en otros casos los efluentes generados por la limpieza de equipos, tanques de almacenamiento, áreas de producción, etc., deben ser evacuados a través de canales, sumideros y cajas de registros, al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, para ser tratados antes de su descarga al medio.

Para el tratamiento de aguas residuales se requiere de productos químicos, generándose lodos del tratamiento, aguas residuales tratadas y envases vacíos de productos. Los lodos pueden servir de base para la formulación de pinturas de bajo costo.

### 17.1.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de elaboración de pintura de esmalte

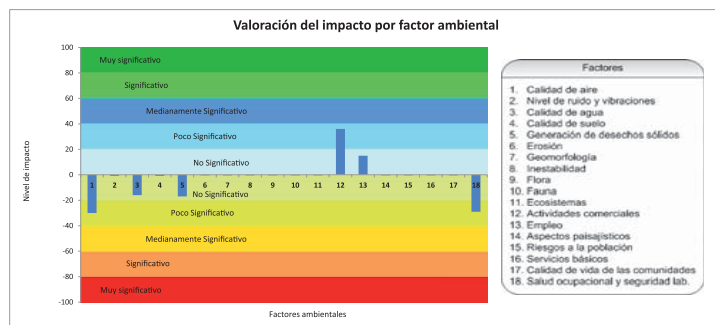
A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 17.1), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 17.2).



**Tabla 17.1 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-30,00	-20,2%
	Nivel de ruido y vibraciones	-0,80	-0,5%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-16,00	-10,8%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-0,80	-0,5%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-17,00	-11,4%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,3%
	Geomorfología	-0,40	-0,3%
	Inestabilidad	-0,40	-0,3%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,3%
	Fauna	-0,40	-0,3%
	Ecosistemas	-0,40	-0,3%
Socioeconómico	Actividades comerciales	36,00	24,2%
	Empleo	15,00	10,1%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,3%
	Riesgos a la población	-0,40	-0,3%
	Servicios básicos	-0,40	-0,3%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,3%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-29,00	-19,5%
Impacto total		-46,60	-31,4%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 17.2 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Como se observa en el Gráfico 17.2, el desarrollo del proceso causa impactos negativos relacionados especialmente con el ruido, la calidad del aire (generación de COV's) y salud ocupacional y seguridad laboral. Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (poco significativo) y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -46.60 catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## 17.2 Proceso de producción de barniz

Se denominan barnices a los productos transparentes que se obtienen mediante la combinación equilibrada de resinas con aceites secantes o solventes apropiados, los cuales se caracterizan por sus buenas aptitudes de dureza y secado.

Los barnices cumplen la doble función de ser un recubrimiento protector así como un factor estético para las superficies en que son utilizados. Se caracterizan por ser incoloros por lo que tienen menor resistencia a la luz que las pinturas, pero su película transparente permite acentuar la textura de la superficie recubierta.

Las materias primas que se utiliza para el proceso de elaboración de barnices son: resinas alquídicas (ésteres de poliácidos con polioles). El más característico es la glicerina y el anhídrido ftálico, que dan origen a las resinas gliceroftálicas, las cuales son fundamentales para la fabricación de barnices, especialmente por su viscosidad manejable, también se usa mineral turpentine, aditivos y agentes secantes.

### 17.2.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de elaboración de los barnices se realizan las siguientes operaciones:

- Recepción de la materia prima
- Mezclado.
- Envasado.
- Sellado y etiquetado.
- Embalaje y almacenamiento.

Los servicios auxiliares: son los mismos utilizados para el proceso de producción de pintura de esmalte.

A continuación se describe cada una de las etapas para el proceso de elaboración del barniz.

- Recepción de la materia prima.** En esta etapa del proceso se realiza la recepción de las resinas alquídicas, plastificantes, agentes secantes y solventes orgánicos (mezcla de rubber solvent, tolueno/xileno, acetato de etilo) que poseen propiedades volátiles, son buenos disolventes y muy eficaces para la fabricación de pinturas y esmaltes.

Como resultado de esta etapa del proceso se generan potenciales derrames de los solventes orgánicos y emisiones de COV'S.

- Mezclado.** Las materias primas utilizadas en la fabricación de barnices las materias son adicionadas manualmente al tanque mezclador, en el cual se mantiene la agitación durante 6 horas aproximadamente. Completada la disolución de todos los productos, se realizan los

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

análisis de viscosidad, hasta que la mezcla cumpla con los parámetros establecidos por el Departamento de Control de Calidad.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de materia primas arriba indicadas, así como de energía eléctrica para el funcionamiento del agitador del tanque mezclador. Como resultado de la actividad se generan envases vacíos de los productos utilizados, mineral turpentine usado para el lavado del tanque mezclador y existe el riesgo de potenciales derrames de químicos.

- **Invasado.** El envasado manual se realiza cuando la presentación del producto es de 5 galones, en tanto que los recipientes de menor capacidad son llenados automáticamente, transportando el producto por medio de bombas, desde el tanque mezclador hasta el tanque dosificador. Las presentaciones del producto varían en dependencia de los requerimientos del mercado (tanques de 1, 5 y 55 galones, 1 litro y 500 cc).

Durante esta etapa del proceso se requieren envases y tapas metálicas, energía eléctrica para el funcionamiento de la bomba y mineral turpentine para el lavado de tanques. Como resultado de la actividad se generan envases y tapas dañadas. Existe el riesgo potencial de derrame del producto.

- **Sellado y etiquetado.** Cuando el envasado se ha realizado manualmente, el sellado se efectúa por medio del impacto de un mazo sobre la tapa del envase. Cuando el envasado ha sido efectuado automáticamente, la misma máquina se encarga de sellar la tapa de los recipientes.

El etiquetado de los envases puede ser, tanto litografiado como por medio de etiquetas. Cada envase es codificado, indicando la fecha de fabricación y el código del producto, lo cual se realiza mediante el uso de máquinas codificadoras.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas (selladora, etiquetadora y codificadora), tinta para la codificación de las latas, etiquetas y goma. Como resultado se generan residuos sólidos (etiquetas dañadas), envases vacíos de la goma y tinta de impresión.

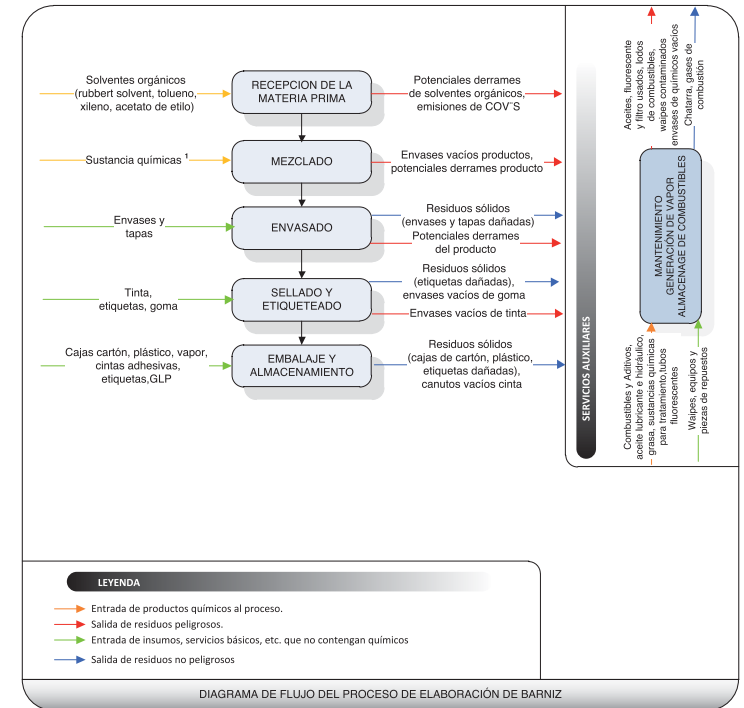
- **Embalaje y almacenamiento.** El embalaje de producto terminado se realiza con plástico termoencogible, mediante un túnel de calefacción o en cajas de cartón y selladas con cintas adhesivas. Concluida la operación de embalaje el producto embalado es transportado hasta la bodega de producto terminado por medio de montacargas, donde es almacenado hasta su comercialización.

En esta etapa del proceso se requiere de GLP para el funcionamiento del montacargas, cajas de cartón, plástico termoencogible, cinta adhesiva y etiquetas. Como resultado de la actividad se generan residuos sólidos (cajas de cartón, plásticos y etiquetas dañadas) y canutos vacíos de la cinta.

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

En el Gráfico 17.3 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración del barniz.

**Gráfica 17.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del barniz**



1. Resinas alquídicas (colofonia), secantes (ftalato de glicerilo), plastificantes (Di-n-octilftalato (DOP) y disolventes (mineral turpentine).

### 17.2.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de elaboración del barniz

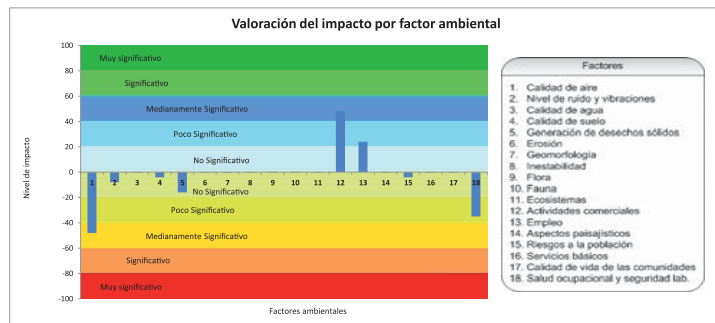
A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 17.2), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 17.4).

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador\*\*

**Tabla 17.2 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-48,00	-25,1%
	Nivel de ruido y vibraciones	-8,00	-4,2%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-0,40	-0,2%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-4,00	-2,1%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-16,00	-8,4%
	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
Proceso geomorfodinámico	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
	Flora	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	48,00	25,1%
Socioeconómico	Empleo	24,00	12,6%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-4,00	-2,1%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-35,00	-18,3%
	Impacto total		-47,00
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 17.4 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Del análisis del Gráfico 17.4 se concluye que el desarrollo del proceso genera ruido, además causa impactos negativos sobre la calidad de aire (COV's), salud ocupacional y seguridad laboral. Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo) y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -47.0 catalogado como impacto medianamente significativo de carácter negativo.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

## 17.3 Proceso de fabricación de pintura látex

La pintura de látex es una recubrimiento superficial hecho a base de agua, pigmentos, agentes secantes, dispersantes, preservantes, reguladores de pH, antiespumantes y una emulsión de resina. Estas pinturas son de alto poder de recubrimiento, durables, fáciles de aplicar y de limpiar y de buena resistencia en exteriores e interiores.

Su formulación está libre de plomo, mercurio, cromo y metales pesados. Se emplean para recubrir muros alcalinos, estucos, hormigón, ladrillos y fibrocemento, para evitar los daños producidos por la intemperie, la lluvia y las heladas. También se aplican sobre muros neutros y enlucidos con yeso.

Las materias primas e insumos a utilizar en la fabricación de pinturas látex son: agua, caolín, talco, tiza, antioxidante, espesante, resina látex, dispersantes, antiespumantes (siliconas), reguladores de pH (amina o amoniaco), preservantes (fungicidas), pigmentos de varios colores (variados compuestos en base de sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro). Los pigmentos blancos más corrientes son: óxidos inorgánicos, como el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), óxido de antimonio (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de cinc (ZnO) y agentes humectantes como la glicerina.

### 17.3.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de elaboración de las pinturas látex se realizan las siguientes operaciones.

- Pre mezcla.
- Molienda o dispersión.
- Completado y entintado.
- Envasado.
- Sellado, etiquetado y empaque.
- Almacenamiento.

En el Gráfico 17.5 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración del barniz. A continuación se describe cada una de las etapas para el proceso de elaboración de pintura látex.

Las pinturas de látex, básicamente son elaboradas usando el agua (previamente tratada) como solvente principal. Todas las materias primas utilizadas en su producción pasan por un estricto control de calidad.

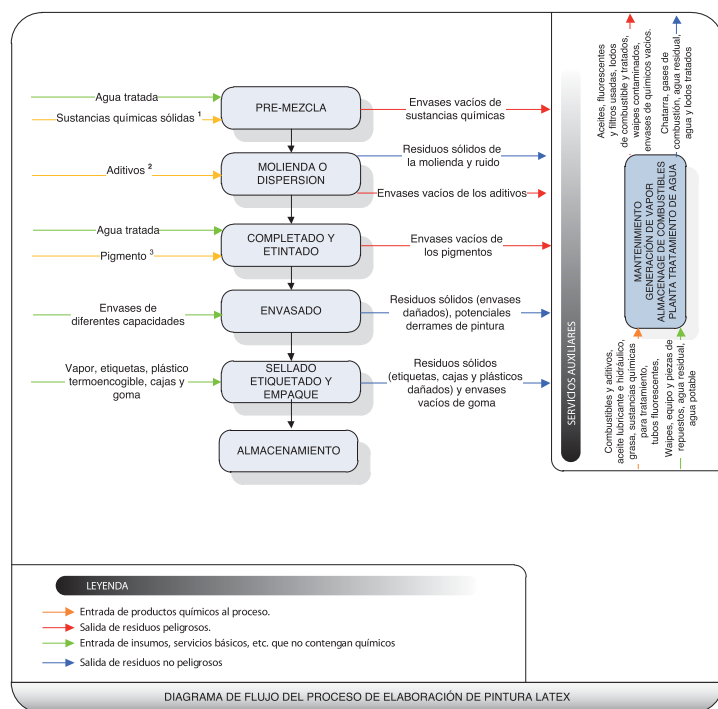
- **Premezcla.** Se vierte una determinada cantidad de agua tratada previamente al tanque mezclador, la cual debe estar exenta de sulfuros para evitar la alteración de los pigmentos y demás componentes líquidos. Posteriormente se adicionan manualmente las materias primas sólidas (caolín, talco, tiza, antioxidante, espesante y preservantes).

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

Todos los componentes ingresados al tanque, se mezclan hasta obtener una masa homogénea, la cual pasa posteriormente a la etapa de dispersión y molienda.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento del mezclador, agua tratada para la premezcla y las materias primas arriba indicadas. Como resultado de la actividad se genera agua residual del lavado de tanques (reutilizada en el proceso), material particulado, ruido y envases vacíos de las materias primas utilizadas.

**Gráfica 17.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pintura látex**



1. Caolín, talco, tiza, antioxidante, espesante (bermocol o tillosyl), preservantes como el isotiazolin y parte del pigmento.
2. Aditivos resina ucar látex, dispersantes, antiespumante (silicona), amina o amoniaco.
3. Pigmentos de varios colores (variados compuestos en base de sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro), pigmentos blancos dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), el óxido de antimonio (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el óxido de cinc (Zn O).

- **Molienda o dispersión.** Esta etapa se la realiza con el fin de obtener la finura requerida de la pintura, sometiéndola al mezclado de alta velocidad, mediante el cual las partículas sólidas se reducen hasta los rangos requeridos por las especificaciones técnicas de las pinturas. En esta etapa se agrega resina, dispersantes, antiespumante (silicona) y amina o amoniaco.

Cuando las partículas de los componentes sean de mayor resistencia y no se obtengan los resultados esperados mediante la dispersión de alta velocidad, se procede a la molienda húmeda en molinos coloidales.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de aditivos y energía eléctrica para el funcionamiento de los molinos. Como resultado de la actividad se generan residuos sólidos de la molienda, envases vacíos de los aditivos y ruido causado por el molino.

- **Completado y entintado.** Esta etapa del proceso consiste en adicionar las cantidades de agua y pigmentos que se requieran, en correspondencia con la cantidad de pintura que se produzca.

Una vez realizadas las operaciones de dispersión o molienda, la mezcla es bombeada a los tanques mezcladores, donde se realiza la agitación constante por un tiempo aproximado de 8 horas hasta obtener la pintura con las características requeridas. Luego de mezclar todos los ingredientes la pintura obtenida es filtrada para retener los pigmentos no dispersos antes de pasar al envasado.

En esta etapa del proceso se toman muestras de la pintura para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos para el producto. Los parámetros analizados son: adherencia, nivelación, brillo, chorro, impacto, color, viscosidad, finura y tiempo de secado.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas y agitadores, agua tratada y pigmentos para completar el producto. Como resultado de la actividad se generan envases vacíos de los pigmentos utilizados y residuos del filtrado.

- **Envasado.** El envasado se lo realiza en presentaciones de litro, galón, canecas de 5 galones y tanques de 55 galones.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de envases de diferentes capacidades. Como resultado de la actividad se generan envases dañados y existe el riesgo de potenciales derrames.

- **Sellado, etiquetado y empaque.** Los envases son sellados según el tipo de envase utilizado. El etiquetado de los envases se lo realiza mediante una máquina etiquetadora automáticamente. Para las presentaciones de baldes se cuenta con un túnel de calefacción, para empaque con plástico termoencogible. Las demás presentaciones son colocadas manualmente en cajas de cartón, de acuerdo a su color, luego las cajas son selladas con cinta adhesiva.

Para la ejecución de esta etapa del proceso de elaboración de pintura látex se requieren etiquetas, cajas de cartón, plástico termoencogible y goma. Como resultado se genera residuos sólidos (etiquetas, plástico y cajas de cartón dañadas) y envases vacíos de goma.

- **Almacenamiento.** Una vez empacado el producto, es trasladado con ayuda del montacargas a las bodegas de almacenamiento para su posterior comercialización.

Para la ejecución de esta etapa se requiere de GLP para el montacargas. Como resultado se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Los servicios auxiliares son los mismos descritos en los procesos anteriores, para la producción de barniz y pintura esmalte.

### 17.3.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el del proceso de elaboración de pintura látex

A continuación se presentan la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 17.3), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 17.6).

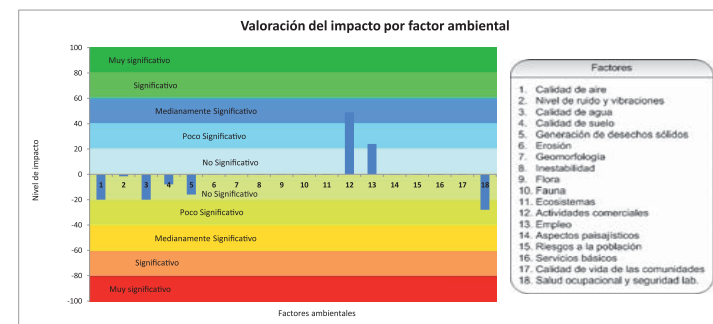
**Tabla 17.3 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-20,00	-11,7%
	Nivel de ruido y vibraciones	-1,50	-0,9%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-20,00	-11,7%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-8,00	-4,7%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-16,00	-9,4%
	Erosión	-0,35	-0,2%
	Geomorfología	-0,35	-0,2%
	Inestabilidad	-0,35	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,35	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
	Actividades comerciales	49,00	28,8%
	Empleo	24,00	14,1%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-0,40	-0,2%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-28,00	-16,4%
Impacto total		-24,30	-14,3%
Porcentaje del impacto			

Como se observa en el Gráfico 17.6, el desarrollo del proceso implica riesgos relacionados con la salud ocupacional y seguridad laboral. También se genera ruido y material particulado. Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo) y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24.30 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

**Gráfico 17.6 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



### 17.4 Proceso de producción de tintas de impresión

Las tintas de impresión son productos formulados con una variedad de sustancias y diversa de naturaleza, las cuales varían según el proceso de impresión al que se destinen y en función de determinadas exigencias del sistema de impresión. Cualquier tinta de impresión tiene que cumplir funciones concretas en un proceso de impresión tales como colorear el soporte mediante la ayuda de sustancias colorantes, transportar el color desde el tintero al soporte con la ayuda del solvente, fijar el color sobre el soporte, utilizando las propiedades filmógenas de los solventes, etc.

Debido a la diversidad de la industria gráfica en cuanto a sus productos finales y a sus procesos productivos, las tintas de impresión cuentan con una gama amplia de formulaciones, así como de propiedades especiales. La clasificación más general de las tintas, se hace atendiendo a su viscosidad, clasificándolas en:

- Tintas grasas, son tintas viscosas basadas en barnices y en aceites que generalmente contienen resinas y se secan por oxidación
- Tintas líquidas, son tintas de baja viscosidad, su secado se produce principalmente por la evaporación del disolvente que contiene
- Tintas para serigrafía, de viscosidad intermedia

Los ingredientes utilizados en la preparación de las tintas de impresión se pueden dividir en tres grupos principales:

- Fase continua, formada por solventes orgánicos o agua

- b. Fase dispersa, formada por los pigmentos (orgánicos o inorgánicos) y los aditivos que aceleran el secado y evitan los malos olores (alcohol isopropílico, trietanolamina, propilico glicol, etanol y N- metil-2-pirrolidone).

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de tintas de imprenta se encuentran dentro de la categorización C-2022.05 "Fabricación de tintas de imprenta".

### 17.4.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de producción de las tintas de impresión (en base a disolventes orgánicos y agua), se realizan las siguientes operaciones.

- a. Premezclado.
- b. Mezclado.
- c. Envasado y etiquetado.
- d. Almacenamiento.

En el Gráfico 17.7 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de tinta para impresión. A continuación se describe cada una de las etapas para el proceso de elaboración de tintas de impresión.

- **Premezclado.** El proceso de producción de tintas de impresión, comienza con el ingreso de una fracción del solvente (mezcla de solventes orgánicos más agua desmineralizada caliente) al tanque de premezclado, al que se le añade parte de los pigmentos y colorantes previamente pesados. Todos los componentes ingresados son mezclados con agitación suave hasta obtener una solución bien homogénea con lo cual se asegura la calidad del producto final.

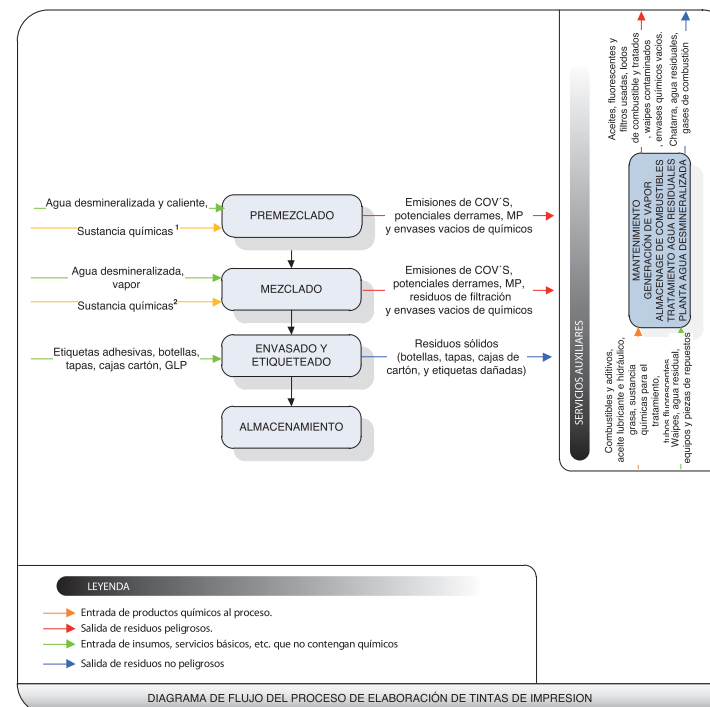
Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de agua desmineralizada, solventes orgánicos, pigmentos y colorantes. Como resultado, se generan envases vacíos de los productos químicos usados, emisiones de COV's, material particulado y potenciales derrames de las materias primas.

- **Mezclado.** La mezcla homogenizada es colocada en el tanque mezclador, a la que se le añade el resto de los ingredientes: agua desmineralizada, solventes orgánicos, pigmentos y colorantes. Todos los componentes son mezclados con ayuda de un agitador a baja velocidad hasta obtener la dispersión completa de los pigmentos y/o colorantes.

La mezcla es filtrada para eliminar las impurezas. Posteriormente, la mezcla es bombeada al tanque de llenado donde se deja reposar por corto tiempo para la eliminar las burbujas de aire antes de proceder al envasado.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere de agua desmineralizada, solventes orgánicos, pigmentos y colorantes. Como resultado se generan envases vacíos de los productos químicos usados, emisiones de COV's, material particulado, residuos de la filtración y potenciales derrames de las materias primas.

**Gráfica 17.7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tinta de impresión**



1. Alcohol isopropílico, trietanolamina, propilico glicol, etanol y el NMP (N Metil-2-Pirrolidone), pigmentos y colorantes.  
2. Pigmentos y colorantes y el resto de los solventes

- **Envasado y etiquetado.** La tinta es envasada en envases de diferentes presentaciones, luego son selladas y etiquetadas, indicando el color, la cantidad, fecha de elaboración y de vencimiento. Los envases son empacados en cajas de cartón y transportados con ayuda del montacargas al área de almacenamiento.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de etiquetas adhesivas, envases y tapas de diferentes capacidades, cajas de cartón y GLP para el funcionamiento del montacargas. Como resultado de esta actividad se generan residuos sólidos (cajas de cartón, etiquetas, botellas y tapas dañadas).

- **Almacenamiento.** El producto es almacenado a temperatura ambiente, protegidos de la presencia directa de la luz solar.
- **Servicios auxiliares.** El proceso de producción de tintas de impresión utiliza los mismos servicios auxiliares que la producción de barniz y pinturas esmalte y látex.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"



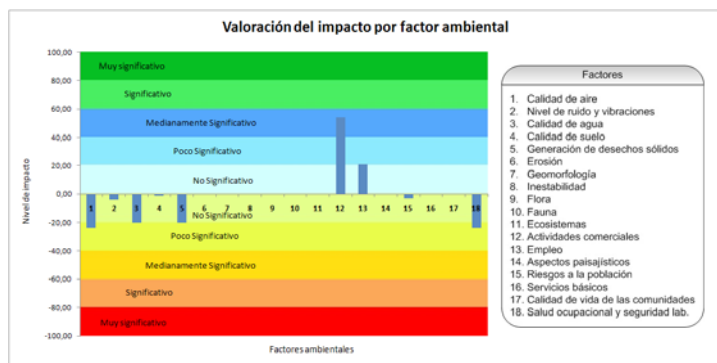
### 17.4.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de elaboración de tinta de impresión

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 17.4), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 17.8).

**Tabla 17.4 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-24,00	-13,8%
	Nivel de ruido y vibraciones	-4,00	-2,3%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-20,00	-11,5%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-1,20	-0,7%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-20,00	-11,5%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,35	-0,2%
	Geomorfología	-0,35	-0,2%
	Inestabilidad	-0,35	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,35	-0,2%
	Fauna	-0,35	-0,2%
	Ecosistemas	-0,35	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	54,00	31,0%
	Empleo	21,00	12,1%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-3,00	-1,7%
	Servicios básicos	-0,40	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,2%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-23,66	-13,6%
Impacto total		-24,16	-13,9%
Porcentaje del impacto			

**Gráfico 17.8 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



Del análisis del Gráfico 17.8 se establece que el desarrollo del proceso

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

causa impactos sobre la calidad de aire (generación de COV's), y existe riesgo sobre la salud ocupacional y seguridad laboral. También se generan efluentes que podrían afectar a la calidad de las aguas superficiales. Los impactos positivos de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (medianamente significativo) y empleo (poco significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -24.16 catalogado como impacto poco significativo de carácter negativo.

### 17.5 Proceso de elaboración de masillas

La masilla es ideal utilizarla para cubrir superficies irregulares y rugosas de la carrocería del automóvil, los metales y los huecos de los agujeros de los clavos de carpintería, fijación del virio en las ventanas u otros agujeros. Las características especiales de las masillas deben ser: secado rápido, excelente capacidad adhesiva, fácil lijado y no dejar agujeros después del lijado.

La masilla es un producto a base de resina poliéster en caso de las de relleno, que son de dos componentes (masilla y catalizador) y universales o mono componentes en caso de las de terminación. Para el caso de las de relleno, es un producto que además de resina contiene también talcos o cargas, reactivos y solventes. Su dureza y capacidad de relleno dependen de la carga y de la resina, cuanto más dura la masilla, mas capacidad de relleno y mejor tolerancia al ataque de solventes, naftas, etc. Es un principio muy simple, todas las masillas de fácil lijado poseen un alto contenido de carga y solvente, en cambio las masillas más duras poseen menos solventes y menos carga, es decir más contenido de resinas poliéster.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades de fabricación de masillas se encuentran dentro de la categorización C-222.03 "Fabricación de masillas, compuestos para calafatear y preparados similares no refractarios para relleno o enlucido".

#### 17.5.1 Descripción y diagrama de flujo del proceso

En el proceso de elaboración de las masillas poliéster se realizan las siguientes operaciones.

- Recepción de la materia prima.
- Mezclado.
- Envasado, etiquetado y empaque.
- Almacenamiento.

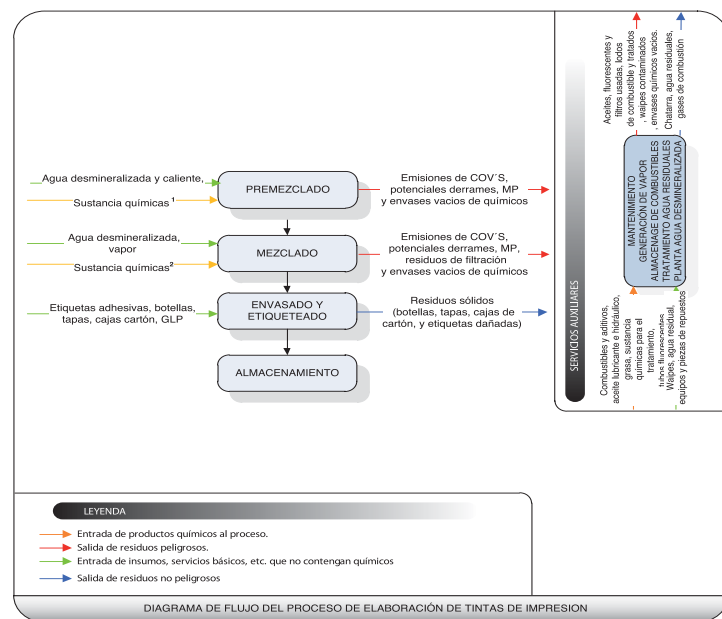
En el Gráfico 17.7 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de la masilla poliéster. A continuación se describe cada una de las etapas del proceso de elaboración de masilla poliéster.

- Recepción de materia prima.** Para la elaboración de la masilla se requiere de resina poliéster y solventes los cuales constituyen la materia prima principal para la elaboración del producto final.

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

Como resultado de esta etapa del proceso se genera materia prima no conforme, así como potenciales derrames de las materias primas usadas.

**Gráfica 17.7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de masilla poliéster**



1. Alcohol isopropílico, trietanolamina, propilico glicol, etanol y el NMP (N Metil-2-Pirrolidone), pigmentos y colorantes.  
2. Pigmentos y colorantes y el resto de los solventes

- **Mezclado.** En el tanque mezclador se coloca una determinada cantidad de resina poliéster. Manteniendo una constante agitación, se agrega la carga (carbonato de calcio y talco), el catalizador (peróxido de benzoilo y cobalto) y perlas de poliestireno micronizado, el cual facilita la lijalidad de la masilla cuando está seca. Luego se completa el resto de la resina poliéster. Una vez agregadas todas las materia primas, la mezcla es agitada a alta velocidad con el objetivo de obtener una buena dispersión de todos los ingredientes, así como la finura requerida de la masilla. El proceso de agitación se realiza durante 6 horas (tiempo requerido para obtener los valores requeridos de pH, viscosidad y densidad).

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere las materias primas arriba indicadas, energía eléctrica para el funcionamiento de los agitadores y solventes orgánicos para la limpieza del tanque. Como resultado de la actividad se generan envases vacíos de los productos químicos utilizados y potenciales derrames de las materias primas.

- **Envasado, etiquetado y empaque.** El envasado se lo realiza de forma manual y las presentaciones son litro, de un galón, baldes de

5 galones y tanques de 55 galones. Una vez envasado el producto, los envases son sellados cuidadosamente, etiquetados y empacados.

Esta actividad se requiere envases de diferentes capacidades y presentaciones, cajas de cartón, plástico termoencogible y etiquetas adhesivas. Como resultado de esta actividad se generan residuos sólidos (envases, cartón, plástico y etiquetas dañadas), así como envases defectuosos y potenciales derrames de tinta.

- **Almacenamiento.** Una vez empacado el producto, es trasladado con ayuda del montacargas a las bodegas de almacenamiento, donde permanecen hasta su comercialización.

Para la ejecución de esta etapa se requiere de GLP para el montacargas. Como resultado se generan emisiones no significativas de gases de combustión y ruido.

- **Servicios auxiliares.** Los servicios auxiliares son los mismos descritos en los procesos anteriores, para la producción de barniz y pintura esmalte, pintura látex y tintas de impresión.

### 17.5.2 Evaluación de impactos ambientales producidos por el proceso de elaboración de masilla poliéster

A continuación se presenta la valoración de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proceso (Tabla 17.5), además de la representación gráfica de los mismos (Gráfico 17.10).

Como se observa en el Gráfico 17.10, el desarrollo del proceso causa impactos negativos sobre la calidad de aire (generación de COV's) y constituye un riesgo para salud de los trabajadores. Los impactos positivos producto de la actividad se generan en los factores actividades comerciales (poco significativo) y empleo (no significativo).

El impacto final resultante del proceso es de -18.40 catalogado como impacto no significativo de carácter negativo.

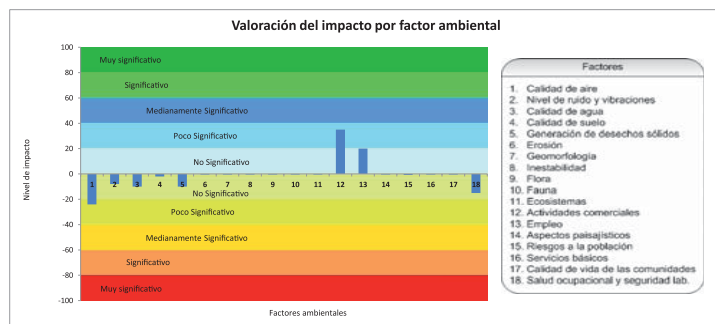
"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

"Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

**Tabla 17.5 Valoración del impacto ambiental producido por el proceso**

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-24,00	-18,7%
	Nivel de ruido y vibraciones	-8,00	-6,2%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-10,00	-7,8%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-2,00	-1,6%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-10,00	-7,8%
	Erosión	-0,40	-0,3%
Proceso geomorfodinámico	Geomorfología	-0,40	-0,3%
	Inestabilidad	-0,40	-0,3%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,3%
	Fauna	-0,40	-0,3%
	Ecosistemas	-0,40	-0,3%
Socioeconómico	Actividades comerciales	35,00	27,3%
	Empleo	20,00	15,6%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,3%
	Riesgos a la población	-0,80	-0,6%
	Servicios básicos	-0,40	-0,3%
	Calidad de vida de las comunidades	-0,40	-0,3%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-15,00	-11,7%
<b>Impacto total</b>		<b>-18,40</b>	<b>-14,3%</b>
<b>Porcentaje del impacto</b>			

**Gráfico 17.10 Representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso**



## 17.6 Evaluación de cargas contaminantes para la actividad

En la Tabla 17.6 se presentan las cargas contaminantes generadas por la ejecución de la presente actividad.

**Tabla 17.6 Carga contaminante de la actividad de fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimientos, similares, tintas de imprenta y masilla**

Proceso de producción de pinturas, barnices y lacas								
Evaluación de Cargas Contaminantes	Proceso Industrial							
	Manufactura de pinturas	Manufactura de pinturas (capa superficial)	Manufactura de barnices	Manufactura de barnices (capa superficial)	Manufactura de lacas (capa superficial)	Pintura de látex	Solvente para pintura	
Unidad	t	T	T	t	t	t*	t*	
Emisiones	Partículas (kg/unidad)	1	-	-	-	-	-	
	SO <sub>2</sub> (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	NO <sub>x</sub> (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	HC (kg/unidad)	15	560	40	500	770	-	-
	CO (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	-
Efluentes	VOL. DES. (m <sup>3</sup> /unidad)	-	-	-	-	-	-	
	pH	-	-	-	-	-	-	
	DBO (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	DQO (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	SS (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	SDT (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
	Aceites (kg/unidad)	-	-	-	-	-	-	
Residuos Sólidos	Desechos sólidos (kg/unidad)	-	-	-	-	-	5,8	8,3
	Naturaleza del desecho	-	-	-	-	-	Sedimento de pintura, solvente de desecho, etc. (Hg 125 g/l)	Sedimentos de pintura, solventes de desecho, etc. (Metales pesados 4,5%)
<b>t* de pintura</b>								

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"

\*Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador"