

CAPÍTULO 3 PRINCIPIOS Y CONCEPTOS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.1 INTRODUCCIÓN

Para introducir el tema de la Producción Más Limpia (PML) es necesario explicar cómo ha evolucionado la temática ambiental hasta nuestros días.

Toda actividad genera residuos (sólidos, líquidos, gaseosos o una combinación de éstos) que deben ser tratados y dispuestos de manera que su impacto negativo a la salud humana y al medio ambiente sea el menor posible. Desde tiempos remotos, se ha buscado soluciones a los problemas de contaminación causados por las actividades del ser humano; empero, es a partir del inicio de la revolución industrial, que el problema se tornó más complejo y fue abordado desde diversas ópticas. Las actividades industriales, a lo largo de su evolución, han generado diversos problemas ambientales, por lo cual son seguidas muy de cerca por la sociedad y las autoridades en su desempeño frente al medio ambiente.

La revolución industrial, también conocida como Revolución Científico Tecnológica (RCT), se gestó a partir del siglo XVI, pero su expresión tecnológica se dio a mediados del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX. Cuatro fueron las circunstancias económico-sociales asociadas a esta RCT: la descomposición de la sociedad feudal, el desarrollo del capital comercial, el desarrollo de las relaciones comerciales marítimas y el impulso de la industria pesada (minera y metalúrgica). Se caracterizó, además, por un cambio en los instrumentos de trabajo de tipo artesanal por la máquina de vapor, generado por la energía del carbón. La revolución industrial, produjo una serie de cambios tecnológicos y hábitos, los que, sin lugar a dudas, implicaron problemas de contaminación. Durante esta etapa la industria producía mucho y a bajo costo, pero con elevados desperdicios de materiales, lo que también contribuyó a la aparición de enfermedades.

Una segunda etapa de la revolución industrial se inició en la segunda mitad del siglo XIX y duró hasta casi mediados del siglo XX, estuvo marcada por la aparición de la energía eléctrica, el uso de hidrocarburos como combustibles, el desarrollo de inventos como el motor a explosión y otros, la producción de acero a bajo costo, promovió la aparición de la industria petroquímica y benefició a la medicina, rubros que se caracterizan por una importante generación de residuos, además de su peligrosidad.

Finalmente, la tercera etapa de la revolución industrial se inicia en la mitad del siglo XX (a mediados de los años 1940 y una segunda oleada de descubrimientos científicos y tecnológicos se presenta en las décadas de 1970 y 1980) hasta nuestros días. Se trata de una verdadera "Revolución de la Inteligencia". El avance de la ciencia y tecnología a nivel mundial fue notable, sobretodo en la aeronáutica, robótica, biotecnología, informática, telecomunicaciones, energía nuclear y ciencias del espacio, lo que propició la aplicación de tecnologías de punta en las industrias introduciendo equipos de gran precisión, invenciones novedosas, algunas de ellas con costosas inversiones. Este avance, es, sin lugar a dudas, beneficioso para la humanidad, pero también ha traído consigo problemas ambientales.

Durante las dos primeras etapas de la revolución industrial, la importancia que se le daba a la temática ambiental era escasa, los residuos eran dispuestos en basurales, sin sistemas de control, ni de seguridad. Es recién a partir de la tercera etapa de la revolución industrial, hacia la mitad del siglo XX que, en algunos países, se comienza a pensar en normativas ambientales específicas. Hacia la mitad de la década de los 60, aparecieron legislaciones que proponían tener en cuenta los impactos ambientales. Durante este periodo, varios países tenían legislaciones que estipulaban que *"a mayor contaminación, mayor pago"* o aplicaban el principio de *"quien contamina paga"*. El abuso que se hizo de esta legislación llevó al razonamiento que *"si yo pago, tengo derecho a contaminar"*; aunque se creía que el pago llevaría a desalentar las metodologías de trabajo

vigentes y paulatinamente a la superación del problema. La realidad mostró que el dicho de *“la solución a la contaminación es la dilución”* fue el que se aplicaba en los hechos.

En la década de los 70, la comunidad científica mostró ante la sociedad descubrimientos alarmantes, como la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático (por incremento del efecto invernadero), la acidificación, la eutrofización, y otros problemas que impactaron al mundo. Los países comenzaron a manifestarse a través de foros internacionales de medio ambiente, planteando nuevas obligaciones y condicionamientos a las prácticas de producción y a los hábitos de consumo del ser humano. Se dio un gran impulso a la normativa, pero el gran problema era que se creía que *“la solución a la contaminación era el tratamiento al final del proceso (end of pipe)”*.

Sólo en los años 90, se comenzó a formular normas que intentaban adelantarse a los problemas, actuando de manera preventiva. Esto significó un cambio de enfoque en el manejo de los temas ambientales, sobretodo para los industriales, debido a que producir sosteniblemente no significa reducir las ganancias, y hacer buenos negocios no está refido con el cuidado del medio ambiente: *“Producir eficientemente implica ahorros y retornos económicos a las inversiones como resultado de un mejor uso de los recursos (naturales, humanos, financieros)”*.

Esta cronología de la evolución de la temática del medio ambiente hasta nuestros días, muestra el avance positivo respecto al manejo de los efluentes, desde la simple disposición de los residuos hasta la producción más limpia.

3.2 DEFINICIONES Y CONCEPTOS CLAVE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

A continuación se presenta las definiciones y conceptos más importantes relacionados con la PML. Estas definiciones fueron extraídas de las referencias que se citan al final de cada concepto y definición.

3.2.1 Contaminación

“La contaminación es un cambio desfavorable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra, que es o podría ser perjudicial para la vida humana, para la de aquellas especies deseables, para nuestros procesos industriales, para nuestras condiciones de vivienda o para nuestros recursos culturales; o que desperdicie o deteriore recursos que son utilizados como materias primas.”

(Science Advisory Board, de la EPA).

3.2.2 Prevención de la contaminación

“Prevención de la contaminación es el uso de procesos, prácticas y/o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de origen; es decir, que reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier corriente de residuos o emitirse al ambiente (incluyendo fugas), antes de ser tratadas o eliminadas, protegiendo los recursos naturales a través de la conservación o del incremento en la eficiencia.”

(Science Advisory Board, de la EPA).

3.2.3 Eficiencia

“Es la habilidad de lograr objetivos optimizando la utilización de los recursos (tiempo, horas/hombre, insumos y otros).”

(CPTS).

3.2.4 Eficiencia energética

“La eficiencia energética, se define como la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible.”

(CPTS).

3.2.5 Reciclaje, Reuso y Recuperación (las 3 R's)

“Existen ciertos flujos de residuos cuya cantidad es imposible o difícil de reducir en su fuente de origen (por ejemplo, la sangre en un matadero de ganado vacuno; las plumas en un matadero de pollos; agua de refrigeración; y otros). Por esta razón, para estos flujos de residuos no siempre es posible aplicar medidas de prevención de la contaminación y, por ende, es necesario recurrir a prácticas basadas en el reciclaje, reuso y recuperación, cuyas definiciones genéricas, sin pretender mayor rigurosidad, buscando únicamente una comprensión conceptual, son:

- **Reciclaje:** convertir un residuo en insumo o en un nuevo producto.
- **Reuso:** utilizar un residuo, en un proceso, en el estado en el que se encuentre.
- **Recuperación:** aprovechar o extraer componentes útiles de un residuo.

El reciclaje de residuos puede ser interno o externo. El reciclaje es interno cuando se lo practica en el ámbito de las operaciones que generan los residuos objeto de reciclaje. Cuando éste se practica como un reuso cíclico de residuos en la misma operación que los genera, se denomina “**reciclaje en circuito cerrado**”. El reciclaje externo se refiere a la utilización del residuo en otro proceso u operación diferente del que lo generó. Por otra parte, tanto el reciclaje como el reuso pueden efectuarse, entre otros, por recuperación.”

(CPTS).

Por ejemplo, una botella de vidrio que contenía una bebida gaseosa, luego de que su contenido ha sido vaciado, puede seguir los siguientes caminos (no son los únicos):

- Si la botella retorna al proveedor para que sea nuevamente usada como envase de la bebida gaseosa, o si se la emplea como recipiente para otro líquido, en su forma original, esta práctica se denomina reuso.
- Si la botella es enviada a una fábrica de vidrio, para que ésta la reprocese para la fabricación de otros productos, esta práctica se denomina reciclaje.
- Si la botella, una vez desechada (destruida o no), se mezcla con otros residuos, pero antes de procederse a su disposición final (por ejemplo, en el relleno sanitario), se la separa, para darle otros usos, esta práctica se denomina recuperación.

Sin embargo, existen muchas definiciones de otros autores sobre estos términos, lo que ha llevado a confusión. En los hechos, las situaciones que se presentan pueden llevar a que se interprete una misma práctica con varias definiciones. Lo importante es que se comprenda el concepto global de las tres R's para aplicar los principios de la PML.

3.2.6 Mejores técnicas disponibles (Best Available Techniques - BAT)

“La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente. También se entenderá por:

- “**técnicas**”: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida y paralizada.
- “**disponibles**”: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios.
- “**mejores**”: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.”

(Diario Oficial de las Comunidades Europeas: “Directiva 96/61/CE del Consejo de la Unión Europea, N° L257/26, de 24 de septiembre de 1996).

3.2.7 Producción más limpia (PML)

“La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción Más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad.

En los procesos productivos, la Producción Más Limpia conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos, durante el proceso de producción.

En los productos, la Producción Más Limpia busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.

En los servicios, la Producción Más Limpia implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios”.

(Traducción realizada por el CPTS de la definición oficial, en inglés, de Producción Más Limpia, adoptada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (United Nations Environment Program – UNEP).)

3.2.8 Desarrollo Sostenible

“Desarrollo sostenible es el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente.”

(Ley del Medio Ambiente, N° 1333, Art. 2).

3.3 ENFOQUE PIRAMIDAL EN EL MANEJO DE EFLUENTES

La evolución de la temática ambiental hasta nuestros días ha tenido grandes cambios, sobretudo por la conciencia ambiental que se ha creado y las presiones que ejerce hoy la sociedad en su conjunto.

Las técnicas del manejo de efluentes (ver definición en Anexo A), también han ido evolucionando. Esquemáticamente, la Figura 3.1 ilustra lo que se ha denominado como “enfoque piramidal para el manejo de efluentes”, que consiste en agotar las soluciones basadas en prácticas de producción más limpia, antes de intentar el manejo de flujos de residuos como desechos al final del proceso de producción. Este último consiste en realizar el tratamiento y la disposición final de residuos considerados como desechos.

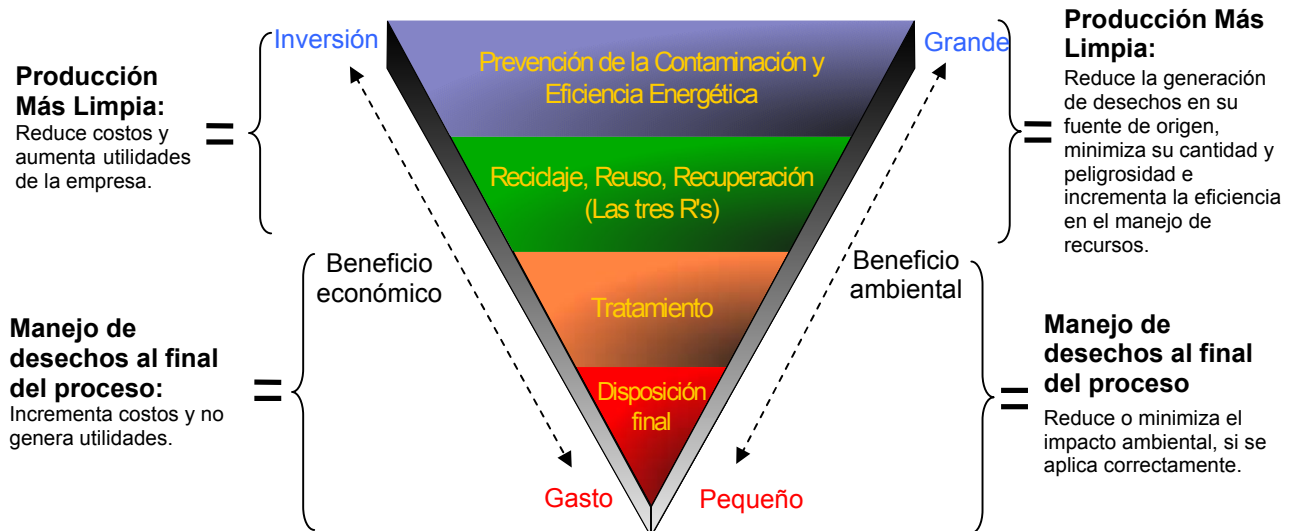


Figura 3.1 El enfoque piramidal para el manejo de efluentes

Elaboración: CPTS

Dentro de las prácticas de PML, se debe priorizar aquellas de prevención de la contaminación y de eficiencia energética frente a las prácticas de reciclaje, reuso y recuperación. Sin embargo, las prácticas de “reciclaje en circuito cerrado” (ver Sección 3.4.3), son parte de las prácticas de prevención de la contaminación o de eficiencia energética, por tanto, también deben ser priorizadas frente a las prácticas de reciclaje que no son realizables en circuito cerrado.

Por otra parte, existen ciertos flujos de residuos generados cuya cantidad no puede ser reducida, o no es fácil de reducir, mediante prácticas de prevención de la contaminación o de eficiencia energética; como la sangre de un matadero de reses; las plumas de un matadero de pollos; el pelo o sus formas proteicas degradadas del proceso de pelambre en una curtiembre; el agua de refrigeración que sale caliente; el calor sensible del vapor ya condensado, entre muchos otros flujos de residuos similares. En estos casos, se debe proceder directamente con las prácticas de reciclaje, reuso y/o recuperación. Sin embargo, no se debe perder de vista que las operaciones asociadas a estas prácticas (reciclaje, reuso y/o recuperación) pueden hacerse de manera más eficiente mediante prácticas de prevención de la contaminación (PC) y de eficiencia energética (EE). Es decir que, estas últimas (PC y EE), deben ser aplicadas a los procesos empleados en el reciclaje, reuso y/o recuperación.

En general, los recursos empleados para introducir prácticas de PML en una empresa son considerados como una inversión, normalmente de corto plazo, ya que generan retornos económicos y beneficios ambientales simultáneamente. Contrariamente a ello, los recursos empleados para hacer el manejo de residuos como desechos al final del proceso productivo (plantas de tratamiento) son considerados como un gasto, ya que no generan retornos económicos, excepto por el beneficio que resulta por evitar que se generen impactos ambientales, beneficio que para la empresa tiene un carácter intangible en la mayoría de los casos.

Corolario del enfoque piramidal de efluentes

- Producción Más Limpia = Prevención de la Contaminación + Eficiencia Energética + 3 R's
 - Prevención de la contaminación no es igual a producción más limpia, es parte de ella.
 - Tecnologías limpias no es igual a tecnologías más limpias. La primera es la utopía de la segunda; y ésta, a su vez, forma parte de la producción más limpia.
 - Producción limpia no es igual a producción más limpia. La primera es la utopía de la segunda.
 - Tratamiento de residuos al final del proceso y disposición final de desechos, son conceptos que no forman parte de la producción más limpia.
-

A continuación, se desarrolla cada una de las diferentes prácticas del manejo de efluentes.

3.3.1 Disposición final de residuos

Antes de que la contaminación ambiental fuera percibida como un problema, la solución más sencilla, una vez generados los residuos o desechos, era deshacerse de ellos llevándolos lo más lejos posible de la vista. Esto implicaba:

- La disposición final de los residuos sólidos se realiza comúnmente en botaderos de basura (Figura 3.2), que son sitios de acumulación de residuos sin ningún tipo de control, en cuanto a medidas ambientales y de salubridad; o en rellenos sanitarios, que, por el contrario son obras de ingeniería especialmente diseñadas para la disposición de residuos, con sistemas de control más desarrollados para evitar problemas de contaminación. Un relleno sanitario (Figura 3.3) puede ser una forma adecuada para la disposición de los desechos. Sin embargo, presenta varias desventajas, como sus costos, por ejemplo, de transporte y de disposición, y de los impactos ambientales que puede generar para el medio (olores, movimiento de tierras, deterioro paisajístico, etc.), particularmente si no está bien manejado. Es necesario, por lo tanto, para reducir la carga de desechos sólidos, discriminar entre desechos, que ya no tienen uso, ni valor económico alguno, de los residuos, que sí lo tienen y al disponerlos, se estaría perdiendo el valor que todavía se les puede extraer.
- La eliminación de los efluentes gaseosos mediante chimeneas de la mayor altura posible para difundirlos en un radio mayor, de modo que se evite su llegada a la superficie en concentraciones demasiado altas.
- La descarga de efluentes líquidos en cursos de agua, con la finalidad de diluir la concentración contaminante, pero sin reducir su carga inicial (ver Anexos F – 1 y F – 2).

Sin embargo, ninguno de estos métodos permite un uso eficiente de los recursos, ni la reducción de la contaminación. La opción de la disposición final debe ser considerada como la última a la hora de seleccionar alternativas en la eliminación de residuos, ya que, como se ve más adelante, es posible obtener ventajas ambientales y económicas del aprovechamiento de residuos.



Figura 3.2 Botadero de basura en la ciudad de El Alto

Fuente: Foto CPTS (2001)



Figura 3.3 Relleno Sanitario de Mallasa en la ciudad de La Paz

Fuente: Foto CPTS (2001)

3.3.2 Tratamiento de efluentes “al final del proceso” (end of pipe)

Posteriormente, siguiendo históricamente el manejo de los efluentes, los esfuerzos para enfrentar la contaminación generada por las industrias se concentraron en el tratamiento de efluentes “al final del proceso” o al “final del tubo” (denominado “end of pipe” en inglés), previo a la disposición final.

Los métodos de tratamiento “al final del proceso” requieren de la instalación de sistemas de tratamiento, basados en tecnologías de punta o en tecnologías tradicionales. Por lo general, las tecnologías de punta emplean espacios reducidos, pero son de alto costo tanto en su adquisición como en su operación y mantenimiento. Las tecnologías tradicionales, tales como lagunas anaeróbicas o lagunas de oxidación (aeróbicas), si bien son de menor costo bajo un contexto tecnológico, requieren de espacios considerables que, dependiendo de la ubicación de la planta, pueden llegar a tener costos también bastante elevados debido al valor del terreno. En particular, las empresas ubicadas en áreas urbanas se ven obligadas a considerar la adquisición de tecnología de punta para el tratamiento final de sus residuos por falta de espacio o por el elevado valor del terreno, mientras que las empresas ubicadas en áreas rurales pueden optar por uno u otro tipo de tecnología.

En general, los métodos de tratamiento “al final del proceso” dan buenos resultados. Sin embargo, su alto costo constituye una seria restricción al mejoramiento continuo de la competitividad de las empresas. Los sistemas de tratamiento de residuos pueden ser externos o internos. En el primer caso, están basados en la prestación de estos servicios que pueden estar a cargo del municipio, de empresas de agua potable y alcantarillado o de administradoras de parques industriales. En el segundo caso, son las mismas empresas que instalan sus plantas de tratamiento y las administran (Figura 3.4).



Figura 3.4 Lagunas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales
Fuente: Foto cortesía Ingenio Azucarero Roberto Barbery Paz -UNAGRO (2002)

3.3.3 Producción más limpia (PML)

Actualmente, la implementación de medidas de producción más limpia viene a ser el primer paso que debe realizarse a la hora de manejar los efluentes en una empresa.

La ventaja de aplicar prácticas de PML está en que promueve el uso eficiente de materias primas, agua y energía, entre otros insumos, a fin de eliminar o reducir en las fuentes de origen la cantidad de residuos no deseados que se genera durante los procesos de producción. De esta manera, además de reducir los costos unitarios de producción, se reducen los requerimientos para el tratamiento final de desechos, si éste fuera necesario, y, por ende, se reduce el costo de adquisición de una planta de tratamiento y de sus consecuentes costos de operación y mantenimiento.

Por lo tanto, se puede afirmar que, para disminuir costos de producción, es necesario reducir los flujos de residuos; o que, para reducir los flujos de residuos, es necesario incrementar la eficiencia productiva, lo que también lleva a disminuir los costos de producción. Una conclusión lógica de esta afirmación, y de lo expuesto en el párrafo anterior, es que la opción de introducir prácticas de PML debe ser considerada como prioritaria y en forma exhaustiva antes de abordar soluciones de tratamiento “al final del proceso”.

Las técnicas de PML pueden aplicarse a cualquier proceso industrial, y abarcan desde cambios operacionales relativamente fáciles de ejecutar hasta cambios más profundos, como la sustitución de insumos, la modificación de procesos u operaciones unitarias, o el uso de tecnologías más limpias y eficientes.

Cuadro 3.1 Diferencias entre tratamiento de residuos “al final del proceso” y la PML

Tratamiento de efluentes “al final del proceso” Reaccionar y corregir	Producción Más Limpia Anticipar y prevenir
La contaminación es controlada mediante sistemas de tratamientos al final del proceso (enfoque solo en residuos).	Se previene a generación de la contaminación en su fuente de origen, a través de medidas integrales.
Es aplicada cuando los procesos se han desarrollado, los productos se han producido y los residuos se han generado.	Es una parte integral del desarrollo de los procesos y productos, enfocada al aumento de la productividad y la rentabilidad.
Los sistemas de tratamientos y control requieren inversiones que, en general, no son rentables para la empresa.	Los residuos pueden ser transformados en productos/subproductos útiles y ser fuente potencial de recursos. Con ello, se aumentan las ganancias y las inversiones tienen retornos a corto y mediano plazo.
La conducción del manejo ambiental en la empresa es realizada tanto por expertos ambientalistas como expertos en el manejo de desechos.	La conducción del manejo ambiental en la empresa es responsabilidad de todo el personal de la empresa incluyendo obreros, jefes de planta, administrativos y gerencia.
Las mejoras ambientales van acompañadas de técnicas y tecnologías sofisticadas.	Las mejoras ambientales resultan de la aplicación de medidas sencillas como buenas prácticas operativas, incluso de medidas no técnicas (por ejemplo administrativas), hasta cambios tecnológicos.
Las medidas aplicadas deberían permitir el cumplimiento con los estándares impuestos por las autoridades.	Las medidas aplicadas, al estar dentro de un proceso de mejora continua, permiten alcanzar estándares cada vez más altos.
El tratamiento de efluentes “al final del proceso” no está relacionado con la mejora de la calidad de los productos, ni la mejora del ambiente de trabajo.	La PML, reduce la contaminación ambiental, mejora las condiciones de seguridad y salud, y puede mejorar la calidad de los productos.

Elaboración: CPTS

A continuación se menciona algunos de los beneficios que pueden obtener las empresas que practican PML:

- Mejor productividad y rentabilidad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan un incremento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos, entre otros. En el ámbito económico:
 - Reduce costos a través del uso eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos.
 - Reduce costos a través de un mejor manejo de residuos / desechos.
 - Reduce costos de traslado y disposición de desechos.
 - Reduce o elimina la inversión en plantas de tratamientos o medidas “al final del proceso”.
 - Incrementa las ganancias por mejoras en los procesos productivos y por el valor económico obtenido al reusar, reciclar y recuperar los residuos.

- Mejor desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de desechos, que pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse. Consiguientemente:
 - Reduce los costos y simplifica las técnicas requeridas para el tratamiento “al final del proceso” y para la disposición final de los desechos.
 - Genera nuevos conocimientos en el interior de la empresa.
 - Facilita el proceso de adecuación ambiental previsto en la legislación ambiental.
 - Ayuda a la evaluación de riesgos relacionados con los impactos ambientales.
 - Contribuye al establecimiento de un sistema de gestión ambiental en el interior de la empresa.

- Mejor posicionamiento comercial de la empresa, debido a que:
 - Diversifica su línea de productos.
 - Accede a nuevos mercados.
 - Incrementa las ventas.
 - Diversifica el uso de materiales residuales.
 - Mejora su imagen en el mercado.

- Mejor entorno laboral, debido a que:
 - Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
 - Mejora las condiciones de infraestructura de la planta productiva.
 - Genera efectos positivos en el personal.
 - Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.

La PML debe entenderse como un modo de pensar, como una filosofía, en el que la convicción de la Gerencia y la educación del personal son las armas principales; la organización eficiente y su gestión son más efectivas que el uso de alta tecnología. La PML es una herramienta para mejorar el comportamiento ambiental e incrementar ganancias. Una condición necesaria para que la PML funcione de forma eficiente es la existencia de un Sistema de Gestión Ambiental como marco base para la PML (ver Sección 3.5).

3.4 CONCEPTOS, PRINCIPIOS Y BASES PARA LA PRÁCTICA DE PML

Desde el punto de vista del CPTS, la producción más limpia debe enfocarse teniendo en consideración los siguientes conceptos:

3.4.1 El concepto de “insumo”

De manera general, el término “*insumo*” incluye toda materia y energía utilizadas en la producción, es decir, materias primas, agua, energía eléctrica, energía térmica (incluyendo combustibles), catalizadores y reactivos químicos en general, lubricantes, resinas de intercambio iónico,

empaquetaduras, filtros desechables y otros. Los insumos que forman parte del producto final se denominan “*materias primas*”, mientras que aquéllos que no forman parte del producto final se denominan “*insumos auxiliares*”.

Por ejemplo, en una curtiembre, tanto el cuero fresco como las sales de cromo constituyen “*materias primas*” para la elaboración de cuero curtido al cromo, mientras que la cal constituye un “*insumo auxiliar*” dentro de este mismo proceso. La grasa animal es una “*materia prima*” para la fabricación de jabón, mientras que el agua y la energía son “*insumos auxiliares*”. Sin embargo, en una fábrica de refrescos el agua es “*materia prima*” por una parte, ya que forma parte del producto final, y un “*insumo auxiliar*” por otra, ya que el agua también es utilizada para otros usos, sin que termine siendo parte del producto final.

3.4.2 Distinción entre residuo y desecho

De manera general, el término “*residuo*” se conceptúa como “*materia prima de menor valor*”, mientras que el término “*desecho*” se conceptúa como “*materia a la que ya no se le puede dar valor alguno*”. Por ejemplo, en una curtiembre los residuos pueden ser utilizados para la producción de grasas y proteínas de diferente naturaleza, nutrientes, solventes, cuero reconstituido, etc., mientras que los desechos son aquellas materias que deben ser tratadas y dispuestas en forma no dañina al medio ambiente, tales como algunas aguas de lavado, entre otras materias no recuperables, reciclables o reusables.

3.4.3 Bases para la práctica

La utopía de la PML es desarrollar procesos que no generen desechos

Las bases para poner en práctica la producción más limpia (PML), son:

➤ Buenas prácticas operativas:

En general, son medidas sencillas que no implican cambios significativos en los procesos o en los equipos; más bien se trata de cambios en los procedimientos operacionales, en las actitudes de los empleados y, sobretodo, de un mejor manejo a nivel administrativo.

EJEMPLOS:

- Programa de mantenimiento preventivo.
- Mejoramiento del orden y las operaciones de limpieza.
- Control de inventarios.
- Control de las especificaciones de los materiales.
- Evaluación del desempeño ambiental mediante indicadores (por ejemplo, consumos específicos).
- Sistema de recolección de derrames y su disposición adecuada.
- Minimización de fugas y derrames.
- Reparación de fugas y trampas de vapor defectuosas.
- Instalación de instrumentos de medición, debidamente calibrados.
- Programa de capacitación para el manejo de materiales peligrosos.
- Instalación de medidores de consumo de agua, energía y potencia en la planta y otros.

➤ Circuito cerrado de reciclaje:

Consiste en el retorno de los residuos directamente al proceso de producción en calidad de insumo.

EJEMPLOS:

- Recuperación de mermas para su reproceso.
- Reciclaje de condensados de vapor a la alimentación de la caldera.
- Reciclaje del agua, utilizando la del último enjuague para el primer lavado, por ejemplo en galvanoplastia o curtiembres.

EJEMPLOS:

- Sustitución del subacetato de plomo, empleado en el análisis de sacarosa, por un agente químico que no contiene plomo o por una técnica espectrofotométrica donde se elimina el uso de subacetato de plomo.

- **Sustitución de insumos:** Consiste en reemplazar un material y/o energético utilizado en un proceso por otro material y/o energético que genere menor cantidad de residuos, y/o que su uso sea no peligroso o menos peligroso.

● Sustitución del tipo de combustible, por ejemplo, diesel por gas natural.

- **Optimización de procesos:** Significa, entre otros, rediseñar los procesos; mejorar los controles de las operaciones; sustitución de procesos ineficientes; efectuar modificaciones en los equipos o cambios tecnológicos que permitan reducir la generación de residuos.

EJEMPLOS:

- Mejoramiento del proceso de enfriamiento de agua.
- Optimización del funcionamiento de equipos y del uso de insumos.
- Optimización del funcionamiento de la caldera para reducir el consumo de energía térmica.
- Optimización del uso de agua y energía en maquinarias y equipos.
- Sustitución del proceso de esterilización de agua vía irradiación con rayos UV.

- **Reformulación del producto:** Consiste en sustituir un producto final por otro de características similares, que requiera de insumos no peligrosos o menos peligrosos en los procesos de producción; o cuyo uso y/o disposición final sea menos dañino para el medio ambiente y/o para la salud.

EJEMPLOS:

- Curtido con reactivos que no contienen cromo.
- Estabilización de resinas de PVC con reactivos que no contienen cadmio.
- Sustitución de pintura en base a solventes por pintura en base a agua.

- **Las tres R's:** Segregar los flujos de residuos, a fin de facilitar su reciclaje, reuso y recuperación, minimizando de esta manera la cantidad de desechos; o, en último caso, cuando no hay más alternativa, para facilitar su tratamiento y disposición final como desechos.

EJEMPLOS:

- Producción de compost a partir de residuos orgánicos.
- Procesamiento de alimento balanceado para animales a partir de residuos orgánicos.
- Recuperación de aceites/grasas de compresores para elaboración de lubricantes para automóviles.

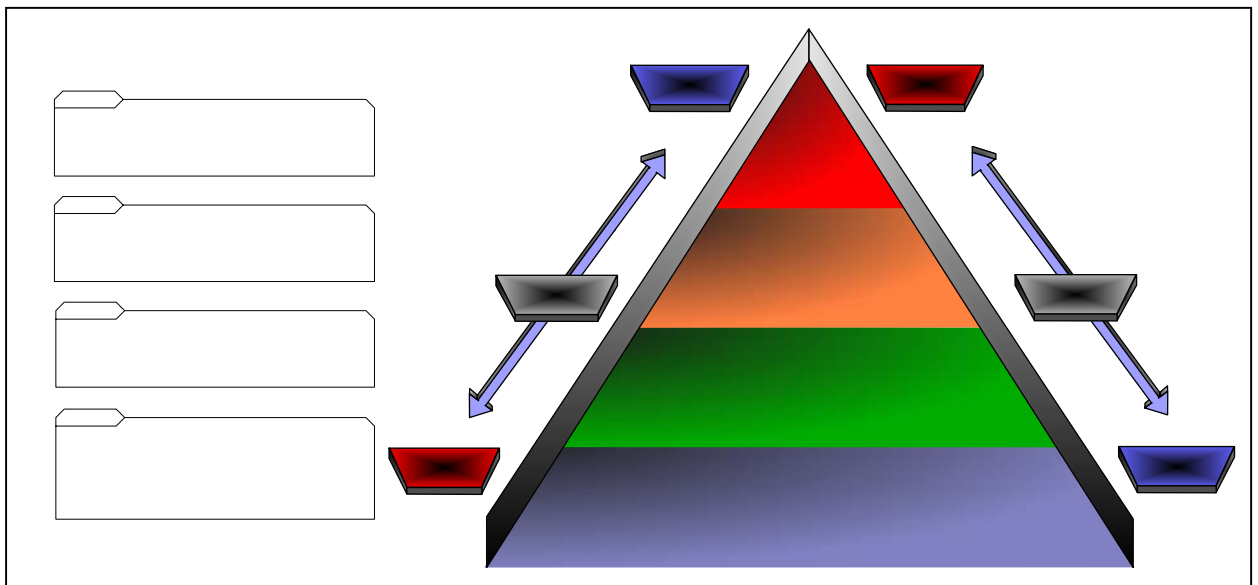


Figura 3.5 Inversión y oportunidades de la producción más limpia *

Elaboración: CPTS

* No incluye las tres R's porque la inversión es variable

Para ver ejemplos específicos de producción mas limpia en Bolivia, puede consultarse el texto “14 Estudios de Caso de Empresas a la Vanguardia de la Producción Mas Limpia en Bolivia” elaborado por el CPTS, en febrero de 2003.

3.5 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML)

3.5.1 Conceptos

Según la norma ISO 14001, un sistema de gestión ambiental es *“la parte del sistema general de gestión, que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política ambiental”*.

La política ambiental se define como *“la declaración de intenciones y principios de una organización con relación a su desempeño ambiental general, que proporciona un marco de trabajo para la acción y el establecimiento de sus objetivos y metas ambientales”* (ISO 14001¹).

El sistema de gestión ambiental (SGA) es muy similar al sistema de gestión de calidad. Se basa en un conjunto de cuatro acciones, con actividades organizadas en forma sistemática, que responden a una política de calidad de la empresa. Las cuatro acciones mencionadas son: “Planificar, Implementar, Controlar, Revisar”. Estas acciones se repiten continuamente en forma cíclica. El carácter cíclico de estas acciones asegura el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad de la empresa.

El SGA también se basa en las mismas cuatro acciones mencionadas del sistema de gestión de calidad, pero se desarrollan en función a la política ambiental de la empresa, como se muestra en el dibujo de la Figura 4.2. En esta figura se incluye el Programa de PML como un instrumento que puede ser útil para facilitar la implantación y el desarrollo de un SGA en una empresa.

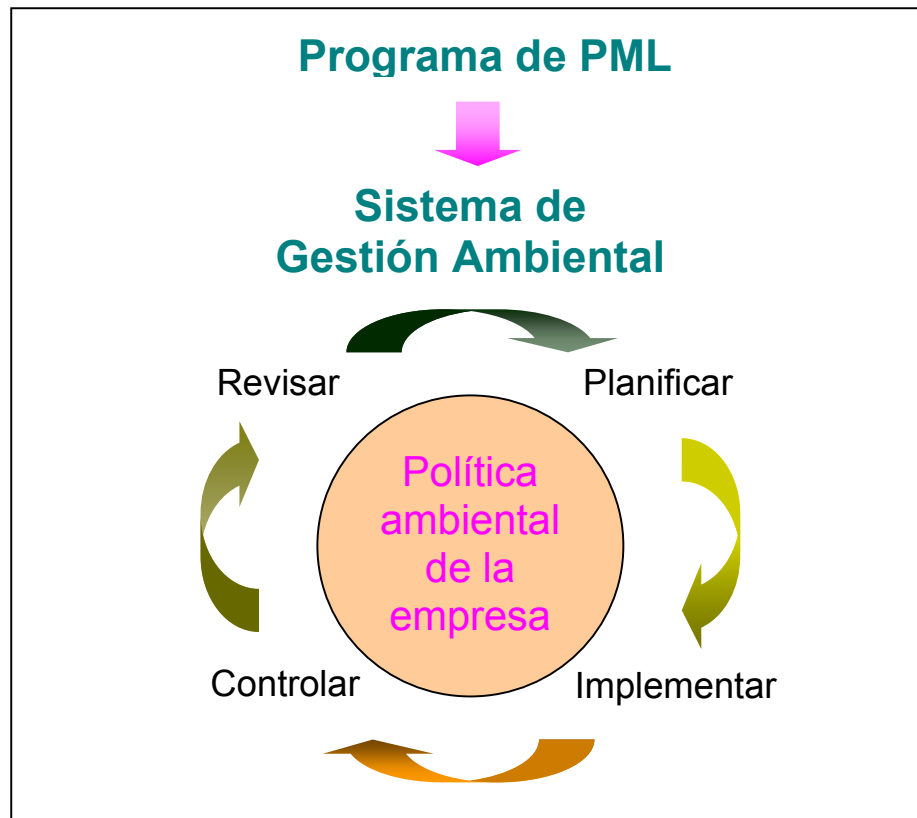


Figura 3.6 El Programa de PML puede ser útil para facilitar la implantación y el desarrollo de un SGA en una empresa (elaboración: CPTS)
Elaboración: CPTS

Un producto de la planificación requerida por un SGA es el Programa de Gestión Ambiental, que describe los objetivos ambientales que la empresa establece en función a su política ambiental; las estrategias aplicables para lograr dichos objetivos, es decir, el establecimiento de metas específicas para el logro de dichos objetivos; las actividades detalladas que se deben llevar a cabo para el logro de las metas específicas; las fechas para la realización de cada actividad; la asignación de los recursos monetarios; y la designación de los responsables de ejecutar las actividades y de verificar tanto su cumplimiento como el grado de avance y logro de las metas y objetivos.

3.5.2 Ubicación del concepto de PML en el marco de un SGA

Un SGA, como su nombre implica, tiene carácter sistémico, ya que contempla lineamientos y normas específicas para la administración y manejo de un conjunto complejo y variado de aspectos ambientales asociados a las operaciones productivas.

El SGA exige, entre otros, el compromiso gerencial de aplicar una política ambiental que se expresa en forma de objetivos ambientales, entre otros. Estos objetivos se logran en base al cumplimiento de metas específicas que se diseñan en función a estrategias definidas. Es decir, los objetivos contenidos en el programa de gestión ambiental e, inclusive, la forma de ejecutar dicho programa, dependen en gran medida de las estrategias adoptadas por la empresa para establecer metas específicas que conduzcan al logro de dichos objetivos.

Por lo tanto, es en la adopción de estrategias por parte de la empresa donde se inserta la filosofía de la producción más limpia, ya que ésta, en sí misma, es una estrategia de carácter preventivo

para diseñar y alcanzar metas específicas destinadas a resolver problemas ambientales. La adopción de una estrategia ambiental depende en gran medida del conocimiento que el empresario tenga en esta materia y de los recursos técnicos que estén a su disposición.

La producción más limpia hace que el sistema de gestión ambiental sea preventivo y, a su vez, el sistema de gestión ambiental hace que la producción más limpia sea un proceso continuo.

Lo siguiente aclara las afirmaciones hechas en el párrafo anterior. Bajo una misma política y objetivos ambientales, las metas planteadas por las empresas pueden ser muy distintas entre sí, ya que el planteamiento de dichas metas depende de la estrategia que adopte el empresario para alcanzar sus objetivos. Es decir, un mismo problema ambiental puede ser resuelto de muchas maneras distintas, que dependen en gran medida de la estrategia adoptada por el empresario. Por ejemplo, si desconoce el concepto y los beneficios que se derivan de las prácticas de PML, es probable que en su programa de gestión ambiental plantee metas que se derivan de la filosofía tradicional del tratamiento final de descargas mediante plantas de tratamiento. Por el contrario, si el empresario conoce dicho concepto y beneficios, es muy probable que su estrategia contemple, en primera instancia, metas diseñadas en base a medidas de producción más limpia y, en segunda instancia, metas diseñadas en base al tratamiento final de descargas.

En resumen, un SGA desarrolla sus objetivos mediante estrategias de manejo empresarial, es decir, con un enfoque sistémico, mientras que la producción más limpia es una de dichas estrategias, que se aplica con fundamento en las buenas prácticas operativas, medidas de prevención y el uso de tecnologías sostenibles.

3.5.3 Características del Programa de PML en relación a un SGA

La producción más limpia, definida como una estrategia ambiental, de carácter preventivo, e integrada a los procesos productivos, los productos y los servicios (ver definición en Sección 3.2.7), es mucho más eficaz cuando se aplica en el contexto de un sistema de gestión ambiental.

En este contexto, el método para desarrollar un programa de PML fue diseñado para ser aplicado a prácticas de PML en cualquier empresa donde no exista un SGA. Por supuesto, si una empresa cuenta con este sistema, el programa de PML se aplica sólo en las etapas y pasos que corresponden al diagnóstico de PML (ver Capítulo 4).

Los pasos del programa que corresponden a las Etapas 1, 2 y 5, son los que se incorporan para subsanar la ausencia del SGA. Es decir, las actividades asociadas a las etapas mencionadas, subsanan dicha ausencia al contemplar acciones fundamentales, tales como el compromiso de la gerencia (paso 1); el funcionamiento de por lo menos un comité que tiene la responsabilidad, entre otras, de identificar y evaluar la importancia de los impactos asociados a los aspectos ambientales de una empresa y de eliminar los obstáculos para encarar su solución (pasos 2 y 3); sistematizar la información relacionada con los procesos productivos de la empresa (paso 4), evaluar dichos procesos e identificar aspectos ambientales significativos (pasos 5 y 6); establecer metas, elaborar un plan como parte del programa de gestión ambiental e implementar dicho plan (pasos 16 y 17); y la revisión del SGA y de sus objetivos ambientales, como parte de un proceso de mejoramiento continuo (paso 19).

En resumen, el programa de PML emula un SGA, pero considera solamente los aspectos de carácter preventivo (pasos 7 al 15 de las Etapas 3 y 4); y no los de carácter correctivo que, en el caso de un SGA, tienen el propósito de asegurar que la empresa cumpla con las regulaciones ambientales.

ⁱ **Internacional Standardization Organization (ISO)**, Sistemas de Gestión medioambiental, UNE-EN ISO 14001:1996: Versión en español (1996).