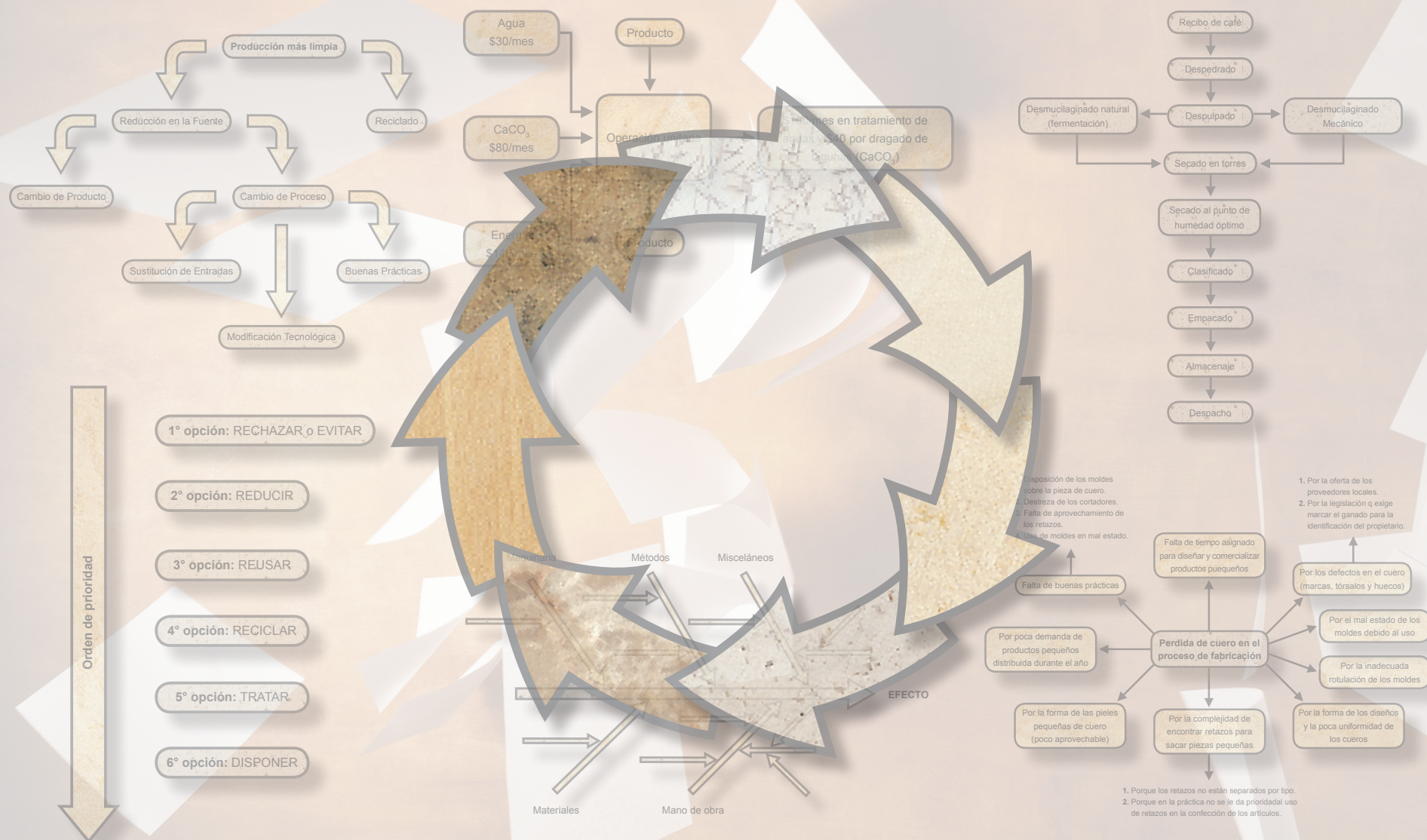


Manual de Producción más Limpia



Colección Gestión Organizacional





© CEGESTI

Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial
San José, Costa Rica

Manual de Producción Más Limpia
Coordinación: José Pablo Rojas

Primera edición 2010

Diseño: Tormenta Cerebral S.A.

363.7
C391m

CEGESTI
Manual de producción más limpia / CEGESTI. -- San José, C. R.
CEGESTI, 2010.
48 p.; il., for. dig. -- (Colección Gestión Organizacional ; 5)

ISBN 978-9930-9401-3-6

1. GESTIÓN AMBIENTAL. 2. PRODUCCION MÁS LIMPIA.
3. SANEAMIENTO AMBIENTAL. 4. BIENESTAR AMBIENTAL. I. Título.

Respecto a este manual

Este Manual fue desarrollado en el marco del proyecto “Fomentar las oportunidades de negocios sociales y ambientales en América Central y República Dominicana, mediante el acceso a los recursos financieros innovadores y asistencia técnica”, y forma parte de una serie de publicaciones que se derivan de la metodología propuesta por CEGESTI para asistir técnicamente a las empresas que emprenden proyectos de alto impacto social y ambiental, en temas específicos relacionados con la calidad y la gestión socio-ambiental de su desempeño.

El objetivo de los manuales es convertirse en herramientas para una gestión eficiente de las organizaciones, con el fin de lograr el fortalecimiento de sus capacidades y destrezas, repercutiendo directamente en el éxito económico de sus emprendimientos y promoviendo la responsabilidad social.



Es una organización privada, independiente y sin fines de lucro, establecida en 1990 con el propósito de promover el desarrollo sostenible en América Latina, al ofrecer servicios integrados de consultoría, capacitación, investigación e información a empresas privadas y públicas, universidades, empresas de base tecnológica y organizaciones gubernamentales.

Áreas de servicio

Sistemas de gestión

Nuestros servicios están orientados a la mejora de la competitividad por medio del diseño, implementación y mejoramiento de sistemas de gestión basados en estándares nacionales e internacionales, los cuales incluyen normas generadas por ISO así como otras de entidades independientes. Se cubren ámbitos como la mejora de la calidad, el ambiente, la responsabilidad social, la seguridad y salud ocupacional, la inocuidad alimentaria, las buenas prácticas agrícolas, las condiciones laborales y temas específicos sectoriales, entre muchos otros.

Gestión ambiental

La gestión ambiental apoya el fortalecimiento de la competitividad del sector productivo, mediante la introducción de técnicas de mejora de la eficiencia, el costo operativo y la relación con el medio, tales como producción más limpia, el ecodiseño, la gestión ambiental rentable, gestión de residuos, gestión del recurso hídrico, mecanismos de desarrollo limpio, carbono- neutral y consumo sostenible (más información sobre este último tema en www.comprasresponsables.org).

Desarrollo empresarial

Los servicios de desarrollo empresarial buscan promover el desarrollo sostenible en la región y apoyar el fortalecimiento de la competitividad del sector productivo, mediante herramientas de gestión financiera, monitoreo de costos, desarrollo organizacional, planificación estratégica y gestión de la innovación.

Responsabilidad social empresarial

Los servicios con el enfoque de responsabilidad social en las organizaciones buscan orientar el valor agregado de sus actividades y definir estrategias de innovación que incorporen consideraciones ambientales, económicas y sociales, manteniendo un adecuado balance estratégico y de éxito del negocio.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Los beneficios ambientales	7
Reducción de costos de producción	8
Requisitos para su implementación	9
Ciclo de implementación de producción más limpia	11
Paso 1. Inicio del ciclo	12
El equipo de trabajo	13
Visita inicial a las instalaciones de la empresa	13
Paso 2. Análisis de la situación actual	14
Descripción general de procesos	15
Definición de la orientación del programa	15
Esquematización de los procesos productivos	15
Paso 3. Balance de materiales / análisis del proceso	20
Balance de materiales	21
Paso 4. Definición de opciones de mejora	26
Diagrama de espina de pescado	28
Mapas mentales	29
Definición de opciones de mejora	31

Paso 5. Asignación de prioridad de las opciones	34
Asignación de prioridad preliminar	35
Opciones factibles con inversión	37
Establecimiento de prioridad de las opciones factibles con inversión	39
Paso 6. Definición de planes de implementación	40
Paso 7. Seguimiento, culminación y evaluación del ciclo	44
Comentarios Finales	46
Bibliografía	47
Agradecimientos	48

La producción más limpia (P+L) puede ser definida como *“una estrategia preventiva que se aplica a los procesos, productos y/o servicios con la finalidad de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente”* (CEGESTI 2004).

Al definir la P+L como una estrategia preventiva, se desea resaltar que antes de brindar soluciones de tratamiento de emisiones se evitará que estas se generen; sin embargo, un programa de P+L es más que un simple plan de manejo de reducción de emisiones, es una poderosa herramienta que ayuda a identificar deficiencias en prácticas operacionales, carencias en capacitación, deficiencias en el manejo de información de la empresa, desperdicios de materia prima/recursos, malas condiciones de trabajo, riesgos de accidentes laborales y carencia de tecnología adecuada, entre otros.

Por otra parte, un programa de P+L, luego de identificar las deficiencias o carencias anteriormente mencionadas, propone medidas correctivas y, adicionalmente, desarrolla un plan de gestión que está orientado a la prevención de impactos ambientales y a mantener la sostenibilidad de la empresa en el tiempo por medio de un planteamiento de mejoramiento continuo.

Los beneficios ambientales

Un programa de prevención de la contaminación desde un punto de vista conceptual busca utilizar los recursos de la forma más eficiente posible. Por tanto, no sólo se desean mejorar las condiciones ambientales tanto a lo interno de la empresa como en el entorno de esta, sino también obtener beneficios ambientales ocultos que den un valor agregado a todo el programa.

Los beneficios ambientales que se pueden llegar a obtener a raíz de la implementación de un programa de P+L son:

- Reducción del consumo de materias primas.
- Reducción de desechos y emisiones.
- Reducción de costos operacionales.
- Menos contaminación al ambiente.
- Mejora en las condiciones laborales de la empresa.
- Reducción de los riesgos de accidentes.
- Acceso a nuevos mercados por medio de negocios “verdes”.
- Cumplimiento con las normativas ambientales.
- Mejora de la imagen de la empresa.

Reducción de costos de producción

Un programa de P+L implica la optimización de procesos a lo interno de la empresa. Dicha optimización involucra mejorar las prácticas operativas, definir horarios de operación de maquinaria y reducir las distancias de transporte de material, entre muchas otras opciones. Todo lo anterior está orientado a disminuir el consumo de recursos (agua, energía eléctrica) y materias primas, sin afectar la calidad del producto. De esta manera, el costo de producción unitaria se ve reducido considerablemente.

La figura 1 presenta el enfoque de priorización de la P+L. Las acciones prioritarias deben ser aquellas orientadas a rechazar el uso de materias innecesarias en el proceso productivo, reducir el consumo de materias y recursos, reutilizar todo aquel material que pueda ser reintroducido en el proceso productivo y reciclar el material que sea apto para tal efecto. De esta forma, se logran cerrar los subciclos de producción e iniciar con el proceso de disminución de consumo de materia prima virgen, reduciendo el costo de producción unitario.

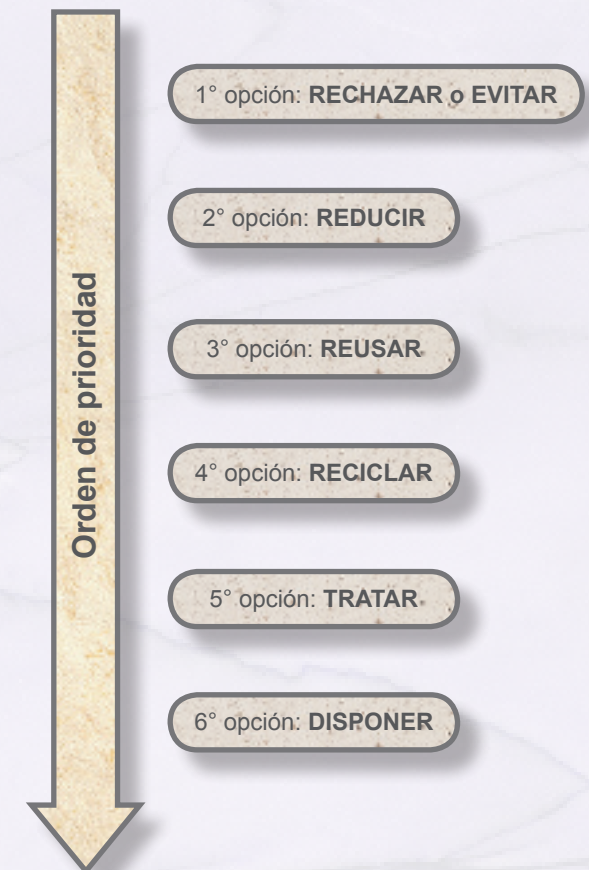


Figura 1. Priorización de P+L.

Una vez evaluadas las alternativas anteriores, es importante garantizar un adecuado tratamiento de los desechos antes de su disposición final, con el objetivo de neutralizar, mitigar o minimizar el impacto ambiental que estos puedan tener en el sistema en el que finalmente se disponen o en otros involucrados. De igual forma, se debe hacer énfasis en la adecuada disposición de los desechos en lugares acondicionados apropiadamente para la recepción de estos materiales, en los cuales se garantiza un mínimo impacto ambiental.

Continuando con la misma línea de pensamiento, al implantar cambios que busquen disminuir el consumo de materias y recursos, se disminuirá la cantidad de desechos que se generen y por tanto se reducirá el costo por disposición y por tratamiento volumétrico de este.

Requisitos para su implementación

Para que la implementación de un programa de P+L sea adecuada y la calidad de los resultados sea aceptable, se debe cumplir una serie de requisitos mínimos.

Apoyo de la gerencia

Como uno de sus resultados, el programa de P+L genera un plan de gestión, que define una serie de acciones que se deben llevar a cabo a lo interno de la empresa, las cuales pueden involucrar tiempo de empleados, inversiones y cambios de procedimientos de manufactura, entre otros. Para que este plan se implemente, debe contar con el aval de la gerencia, porque de lo contrario, su impacto en la empresa será mínimo y los conceptos de prevención de contaminación quedarán únicamente divulgados en los mandos medios.

Grupo P+L

El programa de P+L introduce un cambio en los paradigmas de la empresa. Independientemente de si la empresa lleva a cabo por sí sola el programa de P+L o se contrata a un consultor externo para que guíe el proyecto, es imperativo contar con un grupo de trabajadores que sigan todo el proceso de implementación, con el fin de que el programa sea adecuado a la realidad de la empresa y sea adoptado. De esta manera, aunque el consultor no esté en la empresa, existirá un grupo de personas que conocen el proceso de principio a fin, lo cual asegura la sostenibilidad del programa a lo largo del tiempo.

Por otra parte, el grupo de P+L debe estar compuesto por funcionarios de la mayor cantidad de oficinas, departamentos o direcciones, ya que cada una de ellas tiene una orientación diferente, lo que hace que cada opción de mejora sea una solución integral.

Coordinador del grupo P+L

El grupo de P+L requiere una figura que se encargue de definir reuniones, responsabilidades de cada uno de los integrantes del grupo, sitios y cantidad de mediciones de recursos, informar a la gerencia y supervisar que se cumpla con el cronograma de actividades definido para llevar el programa a buen término.

Esta figura es representada por el coordinador del equipo de P+L y su existencia es igualmente vital para la consecución del programa de prevención de la contaminación. El coordinador funge como unión entre la gerencia y los mandos medios y bajos de la empresa, y al mismo tiempo hace el enlace con el posible consultor en prevención de la contaminación.

Asignación de recursos al inicio del programa

Una vez que se tiene constituido el grupo de P+L (incluido su coordinador) y se cuenta con el apoyo de la gerencia, es muy importante que se definan los recursos necesarios para que el programa funcione adecuadamente.

Primeramente, se deben definir todos los canales de comunicación para que los acuerdos que se tomen en el transcurso del programa queden claros para cada uno de los actores involucrados.

En segundo lugar, es muy importante que se le asigne un tiempo definido a cada integrante del grupo de P+L por semana, para que se dedique exclusivamente a labores relacionadas con el programa de prevención de la contaminación. De no ser así, se caerá en acciones poco planificadas antes de las reuniones de trabajo.

Como tercer punto, se debe tener claro que la mayoría del trabajo recaerá en el coordinador del grupo de P+L, por lo que a él se le debe asignar más tiempo de dedicación, pues de otra manera se puede atrasar el proceso completo.

Ciclo de implementación de producción más limpia

Todo el proceso de implementación del programa de P+L se puede apreciar con claridad en la Figura 2.

Tal como se observa en la Figura 2, un programa de P+L se compone de siete fases o etapas interrelacionadas entre sí. En los siguientes capítulos de este Manual se estará profundizando en cada una de las etapas.



Figura 2. Ciclo de implementación de P+L

Paso 1. Inicio del ciclo



En esta fase, se logra el apoyo gerencial, se definen los objetivos del programa, se identifican las particularidades de la empresa, se forma y se capacita el grupo de P+L, se definen los requerimientos para iniciar el programa y la planificación de actividades generales, y se discuten tanto los beneficios como los compromisos de la gerencia y del equipo de P+L para llevar a un buen fin el primer ciclo del programa. Por lo general, en esta etapa se lleva a cabo una visita corta, para familiarizarse con los procesos productivos que se llevan a cabo en la empresa. De esta misma actividad se puede obtener como un segundo producto la identificación preliminar de las debilidades de la empresa.

El equipo de trabajo

Una vez que en los altos mandos de la empresa se haya definido como estrategia la aplicación de la prevención de la contaminación y se hayan interiorizado los requisitos para iniciar con el proceso, se debe proceder con la conformación del equipo de trabajo. Se recomienda formar un equipo de trabajo en donde estén presentes las áreas o departamentos de contabilidad, gerencia de planta, mantenimiento, línea de proceso y gerencia general.

Visita inicial a las instalaciones de la empresa

Es de suma importancia realizar un recorrido inicial por las instalaciones de la empresa. Si se está trabajando con un consultor externo, esta actividad, además de clarificar muchas condiciones descritas en la reunión con la gerencia, lo ayudará a familiarizarse con los procesos productivos que maneja la empresa. Por otra parte, con esta primera visita, el consultor puede identificar ciertos procesos que requieran una investigación específica y que deberá llevar a cabo una vez haya conceptualizado el proyecto de forma global.

Incluso si la empresa está trabajando sin consultor, es recomendable realizar este recorrido debido a que aunque los trabajadores conozcan bien la empresa, recorrer la planta enfocándose específicamente en los conceptos de P+L permitirá observar situaciones que en otras circunstancias podrían pasar inadvertidas.

Algunos de los puntos que se deben tratar de observar durante la primera vista son:

- Sitios donde se consume agua o electricidad.
- Sitios de riesgo para la salud, ya sea por ruidos, emisiones gaseosas o condiciones inseguras.
- Sitios en donde se den derrames.
- Sitios en donde haya poca luz para realizar las labores.
- Forma en que se manipulan las materias primas.
- Tipos de sistemas de tratamiento de emisiones o emanaciones.
- Características de almacenamiento de materias primas y de productos terminados.
- Características de los sistemas de aire comprimido.

Paso 2. Análisis de la situación actual



Es necesario conocer cómo se encuentra la empresa en el momento inicial, para poder medir las mejoras que se generen con la implementación del programa de P+L. En esta etapa, se debe realizar una recopilación de la información de la empresa; y llevar a cabo una visita a la planta para identificar posibles sitios de interés, ya sea por alto consumo de materias y recursos, o bien por emisiones o vertidos importantes. Como resultado de esta actividad, se definen los procesos o actividades de mayor interés para la empresa, así como la descripción gráfica de estos. También se debe capacitar al grupo de P+ L en el montaje de diagramas de flujo en donde queden definidas las operaciones unitarias, las entradas y las salidas que lo componen.

Descripción general de procesos

En esta fase, lo que se desea es recopilar información general de los procesos productivos y, para tal efecto, se requieren datos generales tales como tipos de productos, cantidad de insumos que se compran (si es posible por línea de producción), consumo eléctrico, cantidad de agua que se consume, pago por disposición de desechos sólidos (cantidad en toneladas si es posible), tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales (en caso de contar con un sistema formal) y capacidad instalada de producción.

Cabe mencionar que para esta fase se utiliza únicamente la información que se maneja a nivel de contabilidad, suministros o departamento afín, ya que en esta etapa no es requerido todavía realizar mediciones detalladas.

Al final de esta fase se desea contar con indicadores que se corroborarán posteriormente.

Algunos ejemplos de estos indicadores son: cantidad de energía eléctrica consumida por producto producido, cantidad de agua consumida por producto producido, costo de disposición por producto producido y consumo de reactivos por producto, entre los más importantes.

Definición de la orientación del programa

Una vez analizados los procesos de la empresa, se deben definir aquellos que han sido históricamente problemáticos, que generan la mayor cantidad de desechos, que tienen los mayores consumos de recursos y que presentan la mayor incidencia de accidentes laborales. Adicionalmente, se podrán inferir los procesos en los cuales se proyecta un aumento en su capacidad de producción, los que serán principalmente controlados por la legislación y los que deberán variar su metodología de trabajo debido a demandas externas.

Esquematización de los procesos productivos

Una vez definidos los procesos de importancia en la empresa, se procede a su esquematización, la cual se realiza desarrollando los diagramas de flujo. El montaje de estos diagramas promueve el entendimiento específico de cada acción que se lleva a cabo en los diferentes procesos y contribuye en la definición de opciones de mejora que sean prácticas y de provecho para la empresa. Los pasos que involucra la esquematización de los procesos productivos son:

- Definición de operaciones unitarias.
- Generación de los diagramas de flujo.
- Identificación de entradas al proceso.
- Identificación de salidas del proceso.

A continuación se explica cada paso en detalle.

1. Definición de operaciones unitarias

Una operación unitaria es una fase que involucra acciones similares en un cierto período de tiempo y que se llevan a cabo dentro de un proceso, que en este caso es productivo.

Por ejemplo, para una empresa que se dedica al beneficiado del café, existe una actividad en la cual se le remueve la cáscara al grano. Esta actividad se puede identificar claramente de otras acciones debido a que tiene un orden que no puede variarse dentro de todo el proceso de producción y, adicionalmente, la acción propiamente mencionada es totalmente diferente de la que la antecede y de la que la precede.

Poniendo en práctica la descripción anteriormente mencionada se puede segregar todo el proceso productivo en subprocesos y de esta manera quedan definidas las operaciones unitarias.

2. Definición de diagramas de flujo

El montaje de los diagramas de flujo es simplemente la unión ordenada de cada una de las operaciones unitarias que se identificaron anteriormente.

Aunque existen numerosas formas de realizar diagramas de flujo, a continuación se presentan algunas reglas generales que se recomienda seguir:

- Los procesos se representan por cuadrados.
- Los flujos se representan con flechas.
- Se incluyen los flujos de entrada, tales como materias primas e insumos auxiliares, agua y energía. Por lo general, se acostumbra colocarlos a la izquierda del diagrama.

- Se incluyen los flujos de salida, los cuales incluyen tanto el producto principal o deseado, como los subproductos o residuos y emisiones no deseadas (aguas residuales, residuos sólidos, emisiones atmosféricas, energía perdida, productos fuera de especificación, devoluciones del cliente). Esto se suele colocar a la derecha del diagrama.
- Opcionalmente, se coloca el producto terminado debajo del último proceso y los productos intermedios por debajo de cada proceso.
- Por lo general, se desarrolla primero un diagrama del proceso productivo completo, incluyendo la recepción de materiales, el almacenamiento y el embalaje, entre otros. Luego, para información más detallada se pueden hacer “ampliaciones” de pasos específicos (“zoom” de un proceso generalizado).

La Figura 3 ejemplifica un diagrama de flujo (todavía sin mostrar entradas y salidas), para el proceso de beneficiado del café.

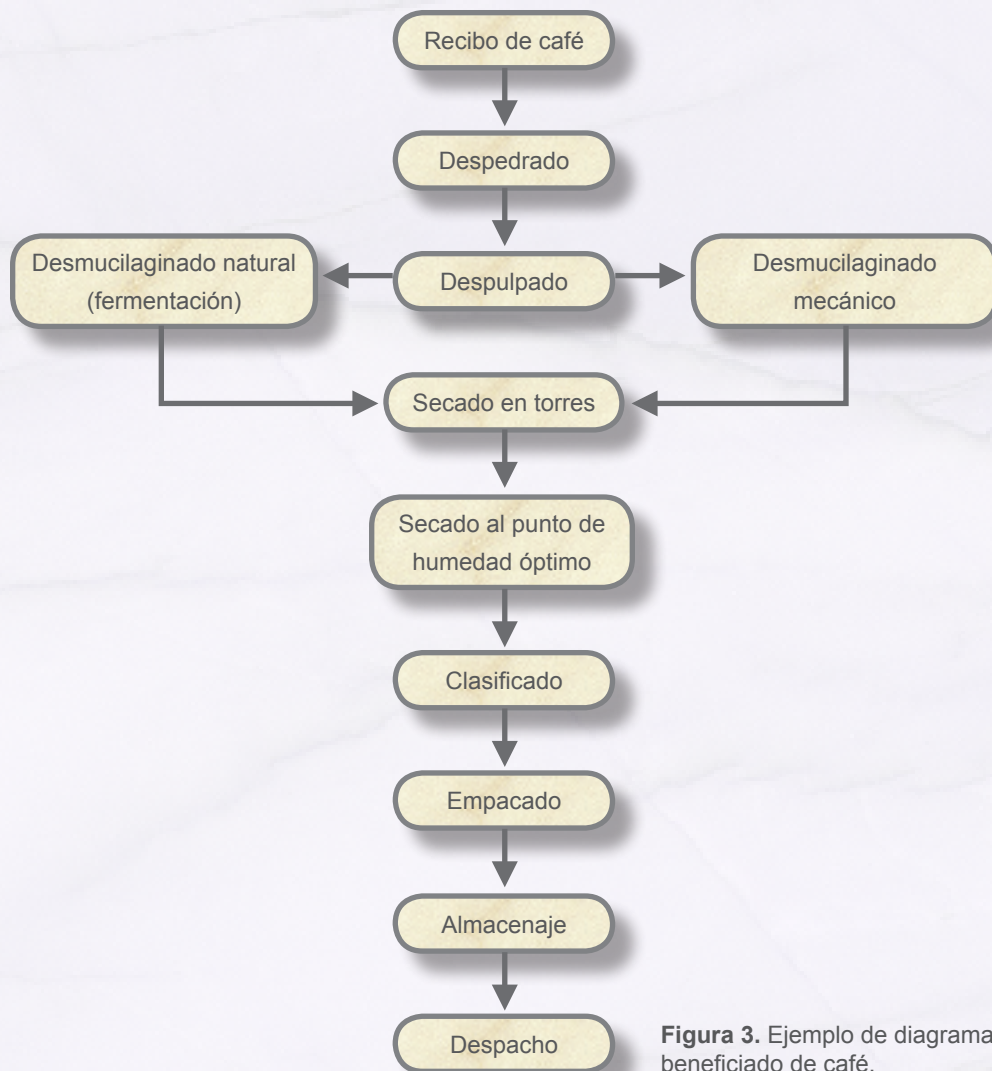


Figura 3. Ejemplo de diagrama de flujo del proceso de beneficiado de café.

3. Identificación de entradas al proceso

Una vez que se ha confeccionado el diagrama de flujo, se procede a identificar las entradas a cada operación unitaria que se haya definido. Para esta actividad es vital que se encuentren presentes los encargados de los procesos en línea, e inclusive los operarios, ya que son ellos los que conocen de mejor manera cada proceso en específico.

En esta etapa, es importante aclarar que se deben analizar las entradas de una forma práctica, es decir, identificar las entradas más importantes y dejar para un segundo ciclo de prevención de la contaminación otras entradas que sean difíciles de identificar o que se prevé que son sumamente difíciles de cuantificar posteriormente. Los criterios para definir una entrada importante son: costo, cantidad, toxicidad y legislación aplicable.

La Figura 4 muestra las entradas para el proceso de beneficiado de café.

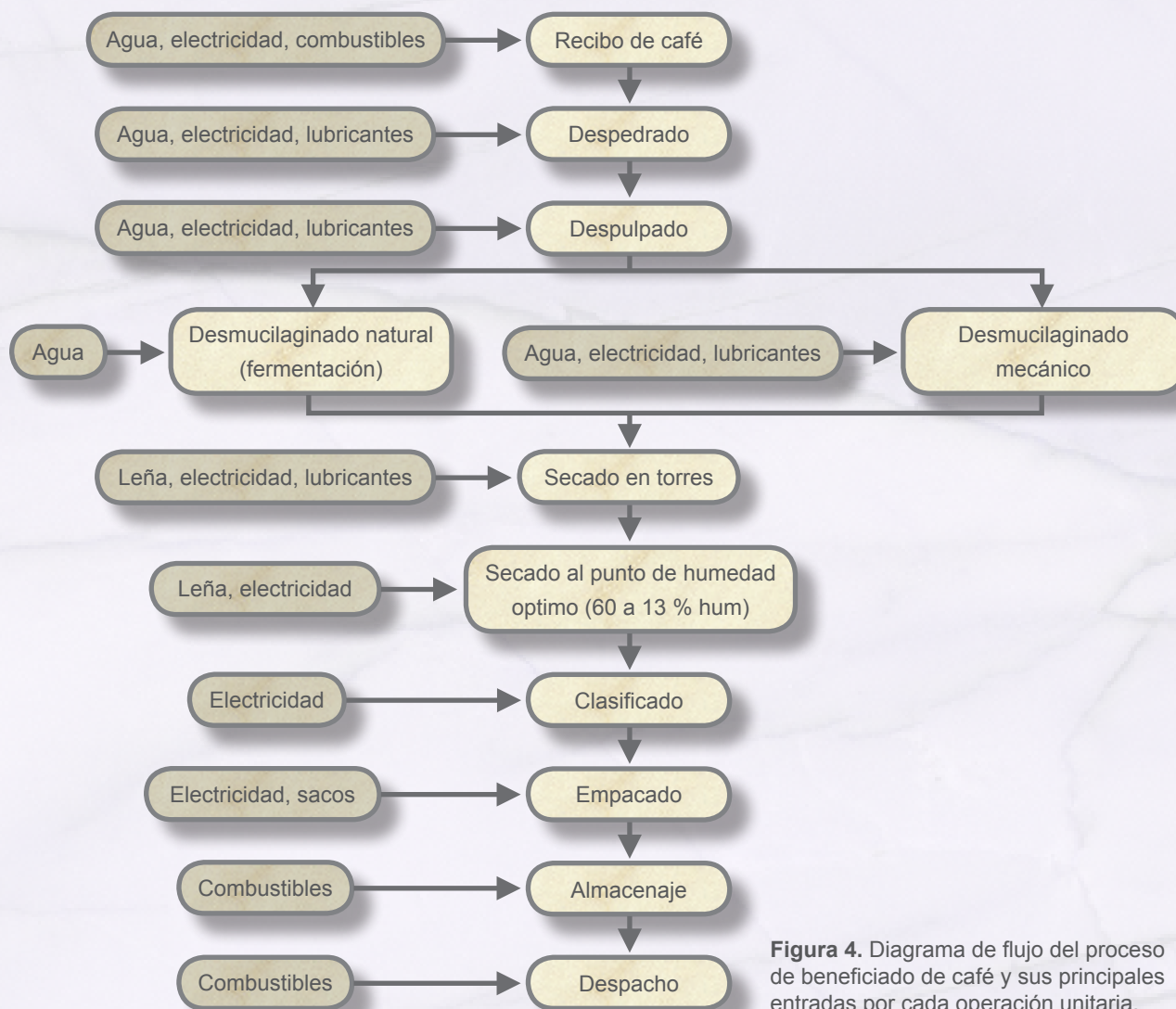


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de beneficiado de café y sus principales entradas por cada operación unitaria.

4. Identificación de salidas del proceso

Como última etapa de esta fase, se deben identificar las salidas de cada operación unitaria. La identificación de operaciones unitarias, la generación de los diagramas de flujo, la identificación de entradas y la identificación de salidas, en conjunto, conforman la base principal para desarrollar lo que se conoce como el 'balance de materiales'.

Al igual que para la fase de identificación de entradas, en esta fase se deben identificar las principales salidas de cada operación unitaria. Una vez más, se hace hincapié en que dicha identificación debe ser orientada desde un punto de vista práctico. En este caso, se enfoca la practicidad en función de: costo, volumen, legislación aplicable, toxicidad y oportunidades de reuso o reciclaje a lo interno de la empresa.

La Figura 5 muestra el proceso de beneficiado de café, con sus entradas y salidas.

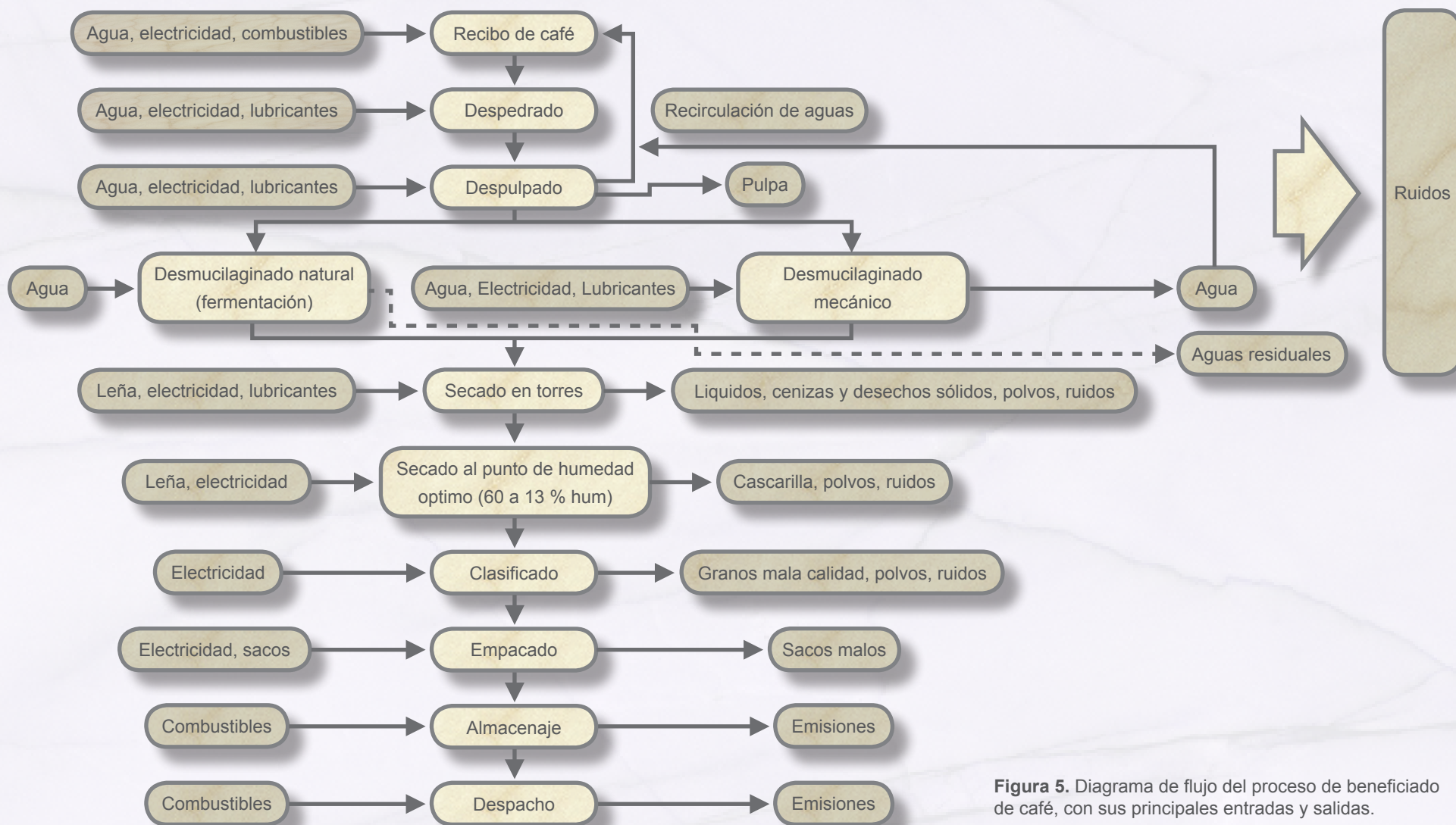


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de beneficiado de café, con sus principales entradas y salidas.

Paso 3. Balance de materiales / análisis del proceso



En esta etapa, se definen los recursos y materias primas por cuantificar; se establecen los puntos y períodos de tiempo para la cuantificación; se crean los registros necesarios; y, adicionalmente, se definen los planes generales de cuantificación. Cabe mencionar que en esta etapa se lleva a cabo un análisis de las posibles causas de los problemas identificados. Se elabora un balance de materiales y se verifica el cierre de estos, orientados a los recursos de mayor importancia para la empresa.

Balance de materiales

Una vez que se han esquematizado los procesos de interés de la empresa y se han identificado tanto las entradas como las salidas de las operaciones unitarias que los conforman, es preciso iniciar con el proceso de seguimiento de parámetros. Esto se conoce como el 'balance de materiales de cada operación unitaria'.

El balance de materiales es la reconstrucción sistemática de la forma en que un elemento químico, compuesto o material pasa a través de un ciclo natural, industrial o económico. Es así como con el balance de materiales se logra tener una idea de la condición actual de cierto proceso, y sirve a su vez como punto de partida para que una vez cuantificados todos sus componentes, pase a una etapa de análisis y mejora. Adicionalmente, establece la relación entre el consumo y la generación de desechos.

Para realizar la medición de parámetros, es importante contar con un esquema o metodología, ya que de otra manera se corre el riesgo de que la actividad de seguimiento pierda sentido. Se debe contestar a las siguientes preguntas:

¿Por qué se va a cuantificar?

Los parámetros se cuantifican con el fin de:

- Establecer prioridades de acción del modelo de P+L.
- Evaluar el impacto y progreso de los planes de mejora establecidos a lo largo de la aplicación del modelo de P+L.

¿Qué se va a cuantificar?

Los parámetros por cuantificar quedan preliminarmente definidos en la fase anterior. Básicamente, en esta fase se contraponen todos los parámetros identificados con las razones de cuantificación mencionadas.

¿Cómo se va a cuantificar?

La forma en que se va a cuantificar el parámetro de interés responde a una base teórica. De esta manera, si se va a cuantificar un material sólido, es conveniente definir una forma gravimétrica de medición, o sea, utilizando una balanza y relacionando con el período de tiempo que se tardó en obtener el peso del parámetro en cuestión (p.ej. Kg por día, hora o minuto). De la misma manera, a la hora de cuantificar un líquido, se debe definir si la cuantificación será de tipo volumétrica, teoría de vertederos, teoría de orificios, teoría de estrangulaciones o con medidores ultrasónicos (p. ej. m3 por día, hora o segundo).

¿Dónde se va a cuantificar?

En caso de que se desee cuantificar un parámetro que se emite a lo largo de todo el día, se debe tomar en cuenta el escoger un sitio cómodo, seguro y por el cual el flujo de material pase en forma constante y regular.

¿Cuándo se va a cuantificar?

Si por el contrario, se desea cuantificar un parámetro que, por las características de producción, es de flujo intermitente a lo largo del día, entonces deben definirse los períodos de medición a lo largo del día.

Al aplicar con rigurosidad los pasos anteriormente expuestos se define el plan de monitoreo. Es conveniente que se defina un plan de monitoreo y para facilitar la labor del operario, lo que se recomienda es brindar un registro. A continuación se muestra un ejemplo de registro:

Cuadro 1. Ejemplo de registro para monitoreo de parámetros

Parámetro (unidades)	Responsable muestreo	Punto de muestreo	Cantidad de muestra	Tiempos de muestreo	Técnica de muestreo
Caudal (m ³ / d)	Operador de despulpador #1	Canal de entrada a despulpadora #1	*****	9 am 3 pm 6 pm	Vertedero
D. sólidos tenería (camaza) (kg/día)	Jefe de planta	Zona de recibo	Acumulado diario	6 pm	Por peso (gravimétrico)
Cantidad de contaminación (DBO) (mg/l)	Operador planta de tratamiento	Entrada y salida de laguna	500 ml por punto de muestreo	9 am 3 pm 6 pm	Muestreo compuesto (análisis externo)

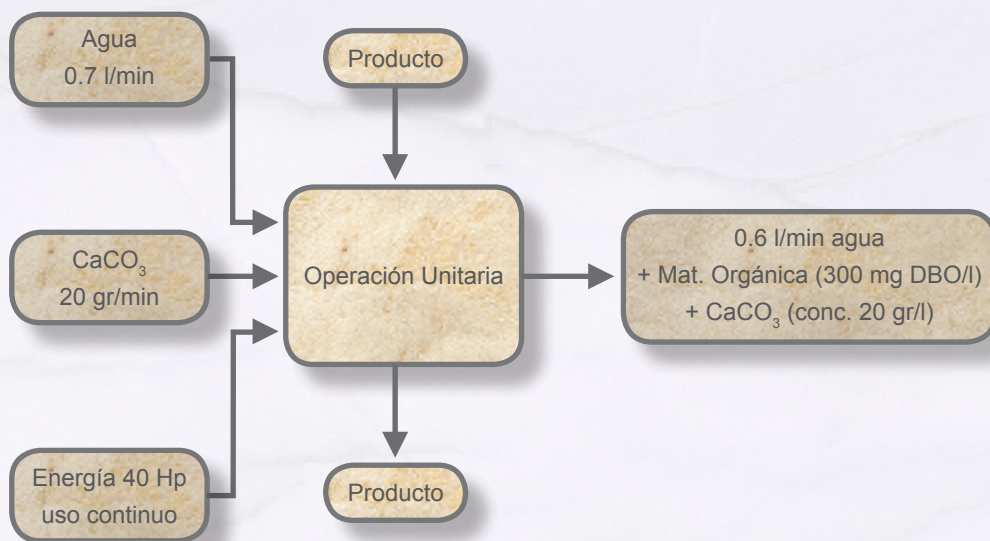


Figura 6. Ejemplo de un balance de materiales.

Con toda la información recopilada, se procede a realizar el balance de materiales, lo cual consiste en completar el diagrama de flujo con datos numéricos. Un ejemplo de esto se presenta en la Figura 6.

Es importante tener claro una vez que se haya concluido con el balance de materiales, que resulta sumamente difícil que dicho balance cierre, es decir, que lo que está entrando en la operación unitaria sea igual a lo que está saliendo de ella. Por esto, siempre se debe aceptar cierto margen de variabilidad que ciertamente es inevitable.

De forma complementaria, también se puede realizar un análisis preliminar de los costos en que se está incurriendo en el proceso u operación unitaria de interés, con el objetivo de identificar algunos puntos importantes en los que se tendrá que concentrar el equipo de P+L durante la etapa de generación de opciones de mejora.

Para el caso de ejemplo, si se desean determinar los costos, se requiere la tarifa de agua, la tarifa de electricidad, el costo de CaCO_3 por kg y el costo de tratamiento. Se recomienda que la proyección se lleve a cabo por mes. La Figura 7 ilustra este proceso.

El análisis de la información proporcionada por el balance de materiales conduce a cuestionamientos como:

- ¿Es realmente necesario utilizar 0.7 l/min de agua?
- Si existe una concentración de CaCO_3 en las aguas residuales, ¿se podría disminuir la cantidad que se adiciona inicialmente?
- ¿Se podrían disminuir los costos de tratamiento?
- ¿Se podría realizar la operación unitaria en ciertos períodos durante el día, en lugar de ser continuo?

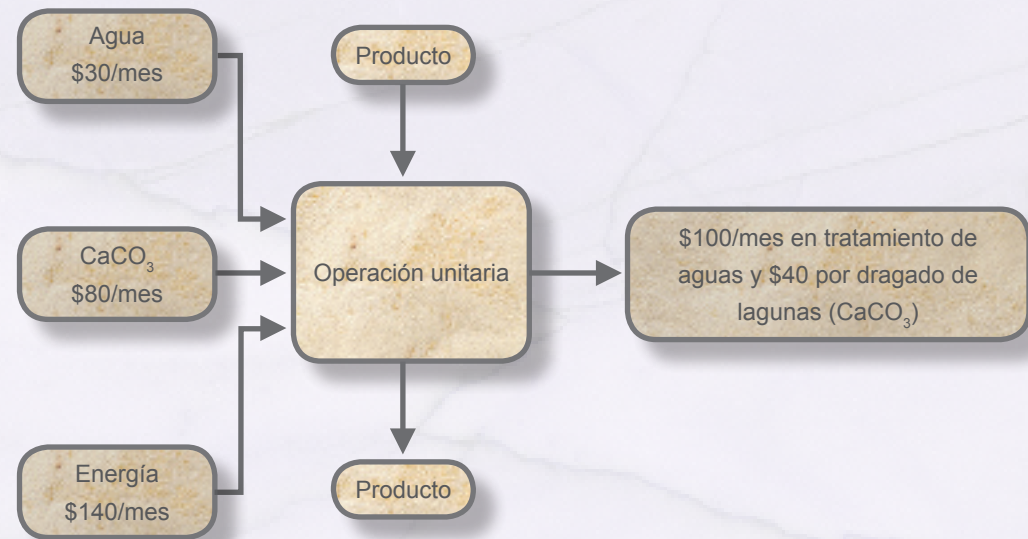


Figura 7. Ejemplo de una estimación preliminar de costos.

El proceso de identificación de problemas puede variar de una organización a otra. Se puede realizar una lluvia de ideas, o bien esquematizarlas mediante un diagrama de espina de pescado (diagrama Ishikawa) o mapas mentales. En el Paso 4: Definición de opciones de mejora se detallarán estas herramientas. Lo importante en esta etapa es que el equipo de P+L identifique las causas por las cuales se realizan los consumos y vertidos actuales, y que se cuestione si no hay otras alternativas para realizar las mismas actividades, pero consumiendo menos recursos.

Paso 4. Definición de opciones de mejora



En esta etapa, se debe capacitar al grupo de P+L en el análisis de datos, realizar la generación de ideas de mejora para la empresa, identificar las opciones de mejoramiento, identificar los desechos problemáticos, y definir las opciones de segregación de desechos y posibles reutilizaciones. Se deben abrir sesiones de discusión para la generación de opciones de mejora que respondan a un análisis de causas, efectos, descripción de los efectos y costos actuales, entre otros principales puntos por discutir. Además, en este mismo espacio se deben aplicar las diferentes estrategias de P+L, para disminuir el consumo de recursos y de esta manera limitar la generación de emisiones.

Cuando se han llevado a cabo los balances de materiales y se ha realizado la asignación preliminar de costos, es necesario que el equipo de P+L se inicie con un proceso más profundo de análisis. Es importante que el equipo de P+L abra espacios de discusión para que cada parte involucrada exponga su punto de vista. Si el equipo se sesga de alguna manera con respecto a alguno de los análisis que esté realizando, tendrá menos elementos de juicio y, por tanto, no conocerá el problema real.

Ahora bien, tomando en cuenta que el análisis puede resultar complejo, es importante enfocar la generación de opciones de mejora a los problemas de mayor relevancia y que necesitan pronta solución; otras situaciones de menor importancia serán postergadas para su consideración en un segundo ciclo del programa de prevención de la contaminación.

Diagrama de espina de pescado

Esta es una técnica gráfica japonesa desarrollada por Kaoru Ishikawa, la cual facilita el análisis de las causas y efectos de un problema, y permite determinar y analizar mejor cuáles son sus verdaderas raíces y no sólo sus síntomas. El diagrama se construye a partir del problema que va a ser analizado (cabeza del pescado) y las causas se van agrupando en categorías. Cada rama representa las posibles causas del problema. Una forma muy utilizada de agrupamiento es la “4M”: máquina, mano de obra, método y materiales. Adicionalmente, se puede incluir la quinta “M” (Misceláneos), para toda aquella posible causa que no entre dentro de las clasificaciones anteriores. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de un diagrama Ishikawa.

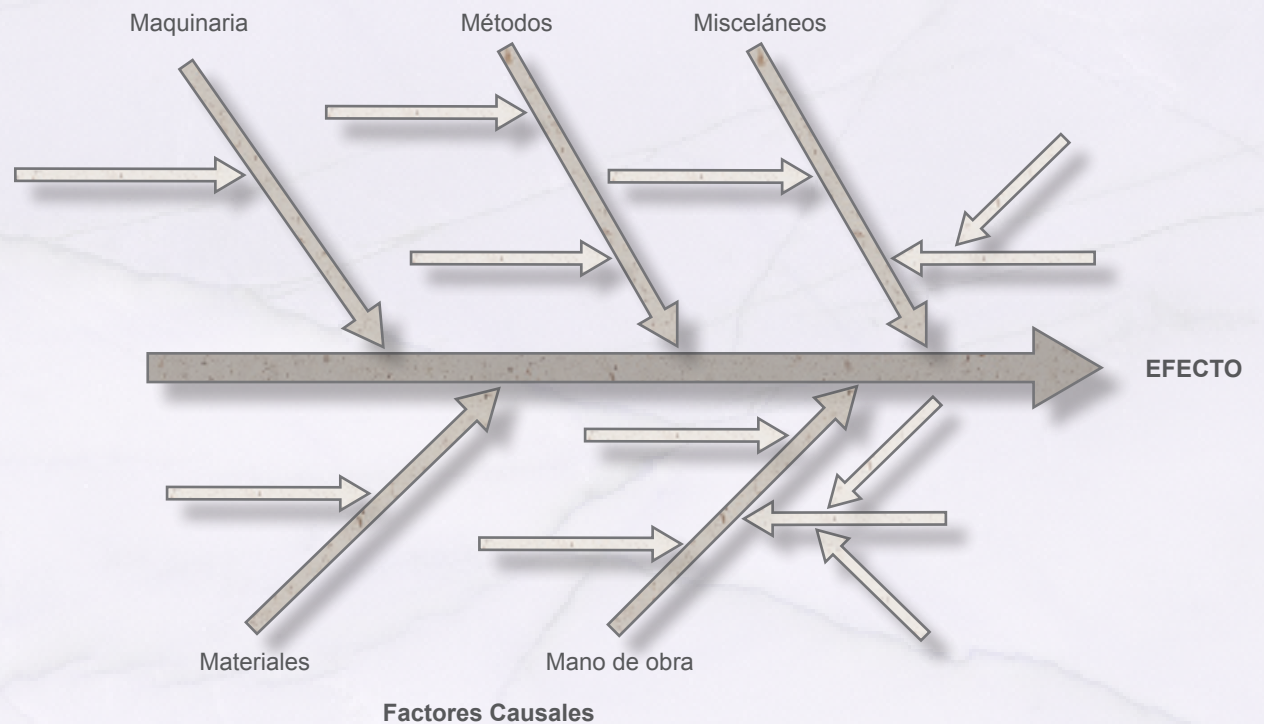


Figura 8. Ejemplo de un diagrama de espina de pescado (diagrama Ishikawa) para el análisis de problemas.

Mapas mentales

Otra forma efectiva y sencilla de identificar problemas, causas y efectos con el objetivo de generar opciones de mejora, es la metodología conocida como 'mapas mentales'. Una de las grandes virtudes de esta metodología es que brinda un esquema visual claro y fácilmente entendible, lo cual es un gran apoyo durante las sesiones de discusión.

El mapa mental define un tópico, área o situación en la empresa que se desee analizar y pregunta qué es requerido para mejorar la condición en estudio. Para un mejor aprovechamiento, esta metodología debe llevarse a cabo en sesiones en donde participan tanto la gerencia como el equipo de P+L. Adicionalmente, se puede contar con el apoyo de un consultor, facilitador o moderador de la discusión. El resultado de esta actividad depende en gran medida de la apertura que tenga el equipo de P+L, y es primordial que se discuta con detenimiento cada condición, para obtener como resultado de la actividad opciones de mejora realizables.

La Figura 9 muestra un ejemplo del establecimiento de mapas mentales para el análisis de los problemas.

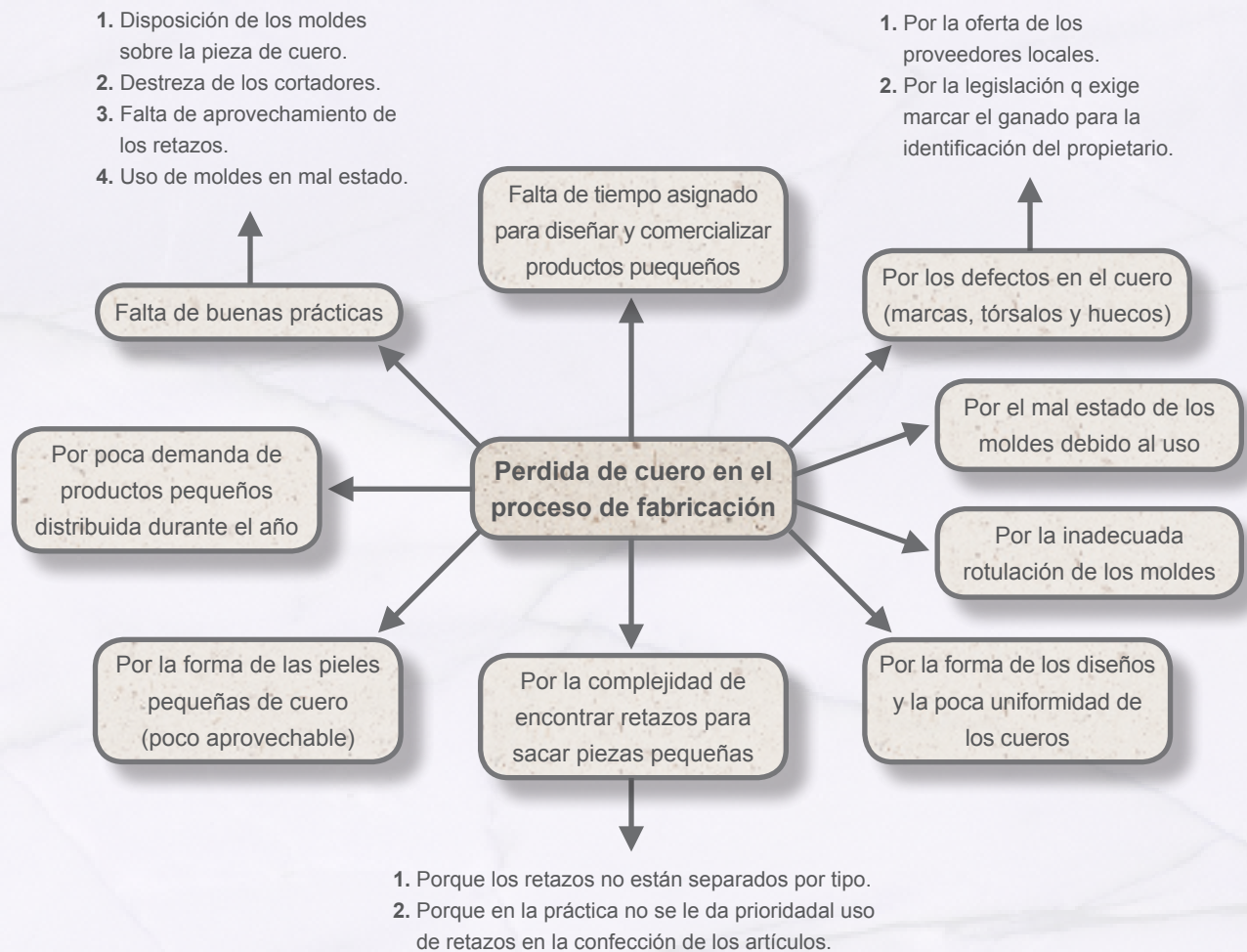


Figura 9. Mapa mental para el análisis de pérdida de cuero en el proceso de fabricación..

Establecimiento de prioridad de los problemas

También resulta importante establecer la prioridad y relevancia de los problemas identificados; para esto, se podrían utilizar algunos de los siguientes parámetros, que no necesariamente son los únicos:

- Impacto ambiental (aire, suelo y agua).
- Costo de ineficiencia o de tratamiento.
- Impacto en la calidad del producto.
- Imagen de la empresa y relación con la comunidad.
- Seguridad de los empleados.
- Cumplimiento de ley.

Seguidamente, se puede asignar a cada parámetro un peso específico que, mediante escala numérica, permita una ponderación final de los problemas. El peso específico es definido por el equipo de P+L según sea la prioridad establecida que de común acuerdo se haya definido con la gerencia o con el representante de esta. El Cuadro 2 presenta un ejemplo del establecimiento de prioridades.

Cuadro 2. Ejemplo del establecimiento de prioridades para los problemas identificados

Factor	Costo	Impacto ambiental	Calidad de producto	Resultado	Prioridad
1. Pérdidas materia prima	2	2	2	6	# 3
2. Aguas contaminadas	3	1	0	4	# 5
3. Emisiones del horno	1	3	3	7	# 2
4. Fallas en un panel de control	3	2	3	8	# 1
5. Devolución de producto terminado (por cliente)	2	0	1	3	# 6
6. Errores de impresión	2	1	3	6	# 4

En el caso anterior, cada uno de los parámetros tiene un peso específico similar y, por consiguiente, utilizan una escala de 0 a 3. Cada uno de los problemas identificados es analizado desde la perspectiva de cada parámetro y se asigna una puntuación correspondiente, donde el valor 0 representa menos relevancia y el 3, mayor relevancia. La ponderación final resulta de la sumatoria de los puntajes obtenidos en el análisis de cada uno de los parámetros. El orden de prioridad de los problemas se establece con el resultado obtenido, de mayor a menor.

Definición de opciones de mejora

Posteriormente, se definen opciones de mejora que tengan por objeto solucionar, mitigar o minimizar los efectos negativos de los problemas identificados. Las opciones identificadas deben enfocar sistemáticamente los problemas identificados, de mayor a menor prioridad, y sus causas. Se puede dar una orientación a la solución de problemas utilizando los conceptos de prevención de la contaminación. Dicha orientación se concentra principalmente en cinco puntos principales, que se exponen a continuación.

Cambios en materias primas

Algunas opciones generadas tienen que ver con cambios en las materias primas que permiten el uso de materiales más limpios y amigables con el ambiente, que reducen el riesgo de los empleados, generan menos desechos o producen algún ahorro de costo, energético o de agua.

Cambios en tecnología

Otras opciones generadas tienen que ver con cambios de tecnología que modifican equipos o procesos de producción. Estos cambios pueden aumentar la capacidad de producción, reducir el consumo de materias primas, reducir la cantidad de desechos generada o hacer un uso más eficiente de la energía o agua.

Buenas prácticas de manufactura

Consisten en realizar mejoras en la manera en la que actualmente se hacen las cosas o sugerir nuevas y mejores formas de hacerlas, que aumentarían en gran medida el desempeño ambiental de la empresa.

Cambios de productos

Se sugiere cambiar productos de la empresa, en el caso de que estos cambios reduzcan la cantidad de residuos, emisiones, cantidad de energía o agua consumida, riesgos laborales e impacto ambiental, entre otros.

Programas de reutilización

Es posible iniciar programas de reciclaje, reutilización o reproceso en planta que puede involucrar a las materias primas, al producto en proceso, al agua, los residuos y la energía, entre otros.

La Figura 10 esquematiza las principales estrategias de prevención de la contaminación, enmarcadas en la filosofía de la P+L.



Figura 10. Estrategias de prevención de la contaminación, enmarcadas en la filosofía de la P+L.

Se vuelve a hacer mención de que el proceso de generación de opciones de mejora se desarrolla por medio de una serie de sesiones en donde todos los integrantes del equipo de P+L deben participar y retroalimentar las discusiones. El procedimiento que se utiliza generalmente es el conocido como 'lluvia de ideas', en el cual se reúne a las personas en grupos, para sugerir tantas ideas como se les ocurran. Todas las ideas generadas son anotadas y luego analizadas para definir si se desecha la idea, se investiga más en detalle o se acepta directamente.

Paso 5. Asignación de prioridad de las opciones



En esta etapa, se lleva a cabo un análisis orientado a definir el orden de prioridad de implementación de las opciones generadas en la etapa anterior. Es así como se realiza una categorización inicial de las opciones que pueden llevarse a cabo inmediatamente. Posteriormente, se realiza un análisis de factibilidad técnica, ambiental y económica de cada opción encontrada y que no es sujeta a implementación inmediata.

Asignación de prioridad preliminar

En la etapa de generación de opciones de mejora se obtuvo como resultado una serie de soluciones que deben ser analizadas para su implementación. Es importante que una vez que se hayan identificado las opciones de mejora que pueden ser implementadas inmediatamente, estas se ejecuten y no se espere a que se cumpla el ciclo completo de P+L.

Esta categorización preliminar tiene la función de identificar opciones que no requieren un análisis profundo para determinar si funcionan o no. Además, son opciones que por lo general no necesitan inversión, sino cambios en las formas de trabajar (buenas prácticas de manufactura).

Todas las opciones generadas se deben analizar y clasificar de acuerdo con los siguientes tres tipos de opciones:

- Opciones de fácil implementación.
- Opciones factibles con inversión o que requieren algún tipo de ensayo adicional.
- Opciones no factibles.

A continuación se analizan los dos primeros grupos de opciones.

Opciones de fácil implementación

Estas opciones se caracterizan por no requerir inversión y estar relacionadas con cambios en las prácticas de manufactura. Adicionalmente, su implementación a simple vista genera mejoras ambientales y ahorro en costos.

Para determinar cuáles opciones son de fácil implementación, se puede realizar un sencillo análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental. Para las opciones que requieren un mayor análisis debido a que necesitan inversión, dichas factibilidades se llevarán a cabo en forma más detallada.

Como una guía para identificar las opciones que pueden ser implementadas fácilmente, se presenta el Cuadro 3.

Como puede observarse, una opción que no tenga demandas técnicas importantes (capacitación especial, aditamentos o equipo especializado, entre otros), cuyos costos de implementación e inversión sean mínimos y que tenga beneficios ambientales importantes será clasificada con una puntuación alta y por tanto tendrá una prioridad de implementación alta.

Cuadro 3. Ejemplo de priorización preliminar de opciones de mejora.

Opciones P+L	Requerimientos técnicos esperados			Costos de inversión esperados			Costos de implantación esperados			Beneficios ambientales esperados			Priorización y selección	
	3 Bajo	2 Medio	1 Alto	3 Bajo	2 Medio	1 Alto	3 Muy bajo	2 Bajo	1 Lo mismo o más alto	1 Bajo o ninguno	2 Medio	3 Alto	Puntuación total	Prioridad
1.														
2.														

La forma en que se utiliza el Cuadro 3 es marcando la casilla que mejor se adecue a la opción que se está analizando (desde el punto de vista técnico, de costos de inversión, de costos de implementación y de beneficios ambientales). Como puede verse, la máxima puntuación que se puede obtener es 12. Luego de haber determinado la puntuación total, se asigna la prioridad:

- Opciones de fácil implementación (Opción A)
- Opciones factibles con inversión o que requieren algún tipo de ensayo adicional (Opción B)
- Opciones no factibles (Opción C)

Por lo general, se define una Opción A como aquella que se encuentra entre 10 y 12, la Opción B como aquella que se encuentra entre 5 y 9 y la Opción C como la que tenga una puntuación de 4. La empresa también es libre de variar esta escala según sus características y facilidad de recursos.

Las Opciones C generalmente son rechazadas por ser consideradas como no factibles. Las Opciones B deben ser analizadas más detalladamente, tal y como se muestra a continuación.

Opciones factibles con inversión

A partir del establecimiento de prioridades preliminar descrito en la sección anterior, quedan definidas las opciones que pueden ser factibles, pero que requieren una inversión significativa. Para estas opciones, es necesario entrar en un proceso de análisis más profundo. El resultado de este proceso es la definición de opciones que se pueden implementar a corto, mediano y largo plazos. El análisis involucra factores técnicos, económicos y ambientales.

Factibilidad técnica

La factibilidad técnica debe considerar:

- Impactos en la calidad del producto.
- Impactos en la capacidad de producción.
- Requerimientos de espacio.
- Requerimientos de equipo existente (balance de equipo).
- Tiempos de paro debido a nuevas instalaciones.
- Requerimientos de mantenimiento.
- Necesidades de capacitación.
- Aspectos del orden de seguridad e higiene ocupacional.

Factibilidad económica

Si la opción resulta ser técnicamente factible, se inicia con la determinación de la factibilidad económica.

Para esto existe una serie de herramientas financieras que se pueden utilizar. En ocasiones, cálculos sencillos y prácticos, como el período de recuperación simple, pueden ser suficientes.

El período de recuperación simple permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. Este mide tanto la liquidez del proyecto como el riesgo relativo, pues permite anticipar hasta cierto punto los eventos en el corto plazo.

Para calcular el período de recuperación simple, se utiliza la siguiente fórmula:

$$PRS = I/(A-C)$$

Donde:

- PRS = Período de recuperación simple.
- I = Inversión (incluye costo de equipo, construcción o modificación de infraestructura existente).
- A = Ahorro estimado (debido a la implementación de la opción de mejora, por unidad de tiempo).
- C = Costo adicional de la operación (los cuales se pueden generar con la medida, por unidad de tiempo).

Factibilidad ambiental

Si la opción es considerada económica y técnicamente factible, entonces debe ser analizada desde el punto de vista ambiental. La factibilidad ambiental debe tomar en cuenta tanto los beneficios como las desventajas de las opciones. Los beneficios pueden ser expresados en términos de una reducción en la cantidad agua y contaminantes desechados, mientras que un ejemplo de desventaja es un mayor consumo de electricidad.

Una vez que se han analizado las factibilidades técnicas, económicas y ambientales, se procede a la priorización de las opciones que requieren inversión.

Establecimiento de prioridad de las opciones factibles con inversión

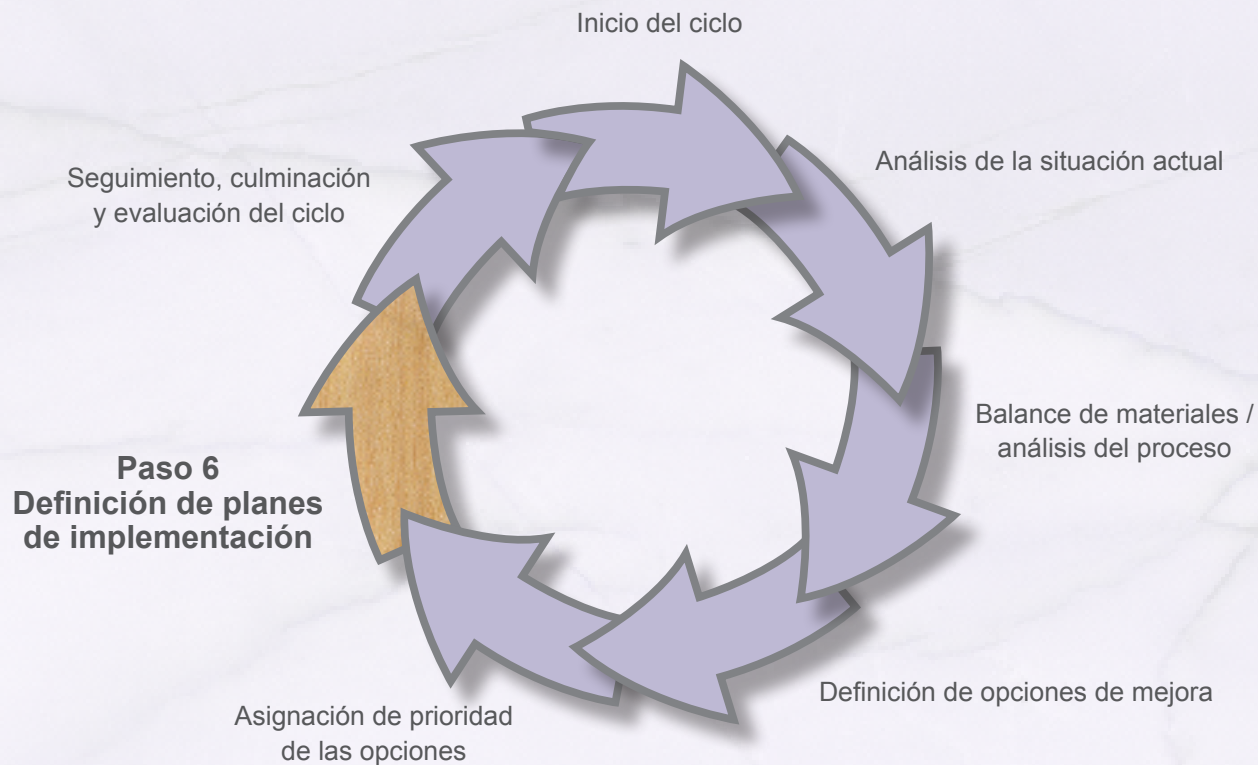
El proceso de establecer la prioridad de las opciones con inversión se da durante las sesiones de discusión del grupo de P+L. Como se ha observado en las tres secciones anteriores, cada opción se analiza de acuerdo con criterios técnicos, económicos y ambientales.

Si se tiene la condición en la cual la opción es técnica y ambientalmente factible, es la factibilidad económica la que define el período de implementación. Al analizar los períodos de recuperación de las distintas opciones, estas se pueden clasificar en:

- Corto plazo (menor de 4 meses).
- Mediano plazo (de 5 a 10 meses).
- Largo plazo (mayor a 10 meses).

Estos períodos son los que convencionalmente se utilizan en programas de P+L, aunque pueden variarse según las necesidades de la empresa.

Paso 6. Definición de planes de implementación



Consiste en generar un plan de implementación de medidas en donde se debe especificar el período de ejecución de cada opción. Dicho período obedece al orden de importancia de implementación obtenido en la etapa anterior. Por lo general, junto con el plan general de implementación se genera un plan específico que define actividades, responsables, fechas de inicio y culminación, recursos necesarios, costos de implementación y ahorros esperados. Es necesario también desarrollar indicadores de eficiencia con los que en un inicio se cuantifique la situación antes de llevar a cabo las mejoras (establecimiento de la línea base), y luego sirva para monitorear los avances o retrocesos resultantes de la implementación de las medidas.

El procedimiento para definir el plan de implementación inició en la etapa anterior, con la categorización de las opciones respecto a su factibilidad. Aquellas opciones categorizadas como de fácil implementación se llevarán a cabo dentro de un período de tiempo de corto plazo (menos de 4 meses). Por otra parte, las opciones que requieren inversión serán llevadas a cabo según su posición definida previamente. De esta manera, dichas opciones serán implementadas en el mediano plazo (5-10 meses) y en el largo plazo (más de 10 meses). Cabe aclarar que la empresa es la que define sus plazos de ejecución, los cuales pueden resultar diferentes de los propuestos por este manual.

Primeramente se genera un plan general de implementación en donde se mencionan las opciones, responsables, tiempos de inicio y culminación, costo y ahorro esperado. Luego, se genera un plan específico por cada opción, en el cual se desglosan todas las actividades necesarias para concretar la medida y el tiempo de implementación esperado. Esto implica la definición de un cronograma detallado de las actividades, responsables, recursos necesarios y el momento en que van a ser requeridos.

Se deben monitorear los resultados de las medidas propuestas a través de uno o más indicadores de eficiencia. Estos indicadores serán vitales en el Paso 7: Seguimiento, culminación y evaluación del ciclo. El sistema de monitoreo toma como línea base o punto de partida el valor de los indicadores antes de la implementación de las medidas de mejora. Luego de la implementación, se miden periódicamente para registrar los beneficios.

Para la construcción de los indicadores, se debe tener en cuenta que el consumo de materiales e insumos de producción, al igual que la generación de desechos, está relacionada con el nivel de producción en la empresa. Por ello, es importante que el indicador integre esta relación y esté dentro de una unidad de tiempo definido. Por ejemplo, un indicador puede ser: kg de desechos de cuero / producción de cinturones de cuero por mes.

Los Cuadros 4 y 5 representan ejemplos de planes generales y específicos de implementación de opciones de mejora.

Cuadro 4. Ejemplo de cuadro resumen de un plan general de implementación.

Opción	Responsable	Inicio	Culminación	Indicador	Costo estimado	Ahorro esperado
No. y nombre de la opción	Nombre de la persona y puesto o departamento	Fecha de inicio de la implementación de la opción	Fecha de culminación de la implementación de la opción	Indicador de eficiencia	\$\$\$	\$\$\$ por unidad producida o por unidad de tiempo
No. y nombre de la opción	Nombre de la persona y puesto o departamento	Fecha de inicio de la implementación de la opción	Fecha de culminación de la implementación de la opción	Indicador de eficiencia	\$\$\$	\$\$\$ por unidad producida o por unidad de tiempo

Cuadro 5. Ejemplo de cuadro de un plan específico de implementación.

Opción	Actividades	Fecha de inicio y culminación (cronograma)	Responsable	Indicador	Recursos necesarios y fecha de requerimiento
No. de opción y descripción	Descripción de actividad	Fecha inicio: Fecha culminación:	Nombre de la persona y puesto	Indicador de eficiencia	Recursos: Fecha:
	Descripción de actividad	Fecha inicio: Fecha culminación:	Nombre de la persona y puesto	Indicador de eficiencia	Recursos: Fecha:
	Descripción de actividad	Fecha inicio: Fecha culminación:	Nombre de la persona y puesto		Recursos: Fecha:

Al igual que en otras ocasiones, los cuadros presentados son tentativos e ilustrativos. Cada empresa podrá realizar las modificaciones que crea convenientes, según sus propias características.

Estos planes representan una de las últimas etapas del programa de P+L. Una vez que se han elaborado y han sido discutidos a lo interno del equipo de P+L, estos deben ser expuestos a todos los altos mandos de la empresa para lograr su apoyo y compromiso con estos.

En algunas ocasiones, luego de llevar los planes a discusión, se llega al acuerdo de variar algunas actividades o cambiar el orden de implementación de ciertas opciones. Es importante que se deje claro que los planes de implementación son el resultado del programa de P+L, y deben estar lo más consensuados posibles para que surtan efecto. Es responsabilidad del equipo de P+L y de su coordinador aceptar las recomendaciones que se den, incluirlas en el plan y lograr el apoyo al plan de implementación.

Un último punto en esta etapa es definir la fecha de revisión de resultados por parte de la gerencia. Por lo general, se acostumbra definir un plazo de un año desde el momento en que inicie el proceso de implementación.

Paso 7. Seguimiento, culminación y evaluación del ciclo



Una vez que se tienen debidamente creados los planes de implementación, se debe iniciar con la fase de llevar a cabo las acciones. El grupo de P+L debe supervisar que se sigan los planes y, en caso de variaciones de estos, los cambios se deben documentar e incluirlos en un listado para ser discutidos posteriormente con el gerente de la empresa. Para lograr brindar un control adecuado, se debe crear un plan de seguimiento en donde se indique la opción, la actividad específica, qué se debe controlar (indicadores) y las acciones correctivas, entre otros puntos. Por último, esta fase involucra la realización de una reunión de cierre del ciclo del programa de P+L e inicio de la siguiente con la gerencia.

En esta etapa, resulta recomendable desarrollar un plan de seguimiento de implementación en donde se definan los siguientes puntos:

- Opción de mejoramiento.
- Actividad.
- Fecha de culminación.
- Qué, cuándo, dónde y cómo se debe controlar.
- A quién se informa el avance de implementación o el problema encontrado.
- Indicador de control para comparar con el ahorro esperado mencionado en la tabla general de implementación de opciones.
- Acción correctiva en caso de incumplimiento con fecha.
- Fecha de revisión.

Estos puntos no resultan exhaustivos ni requeridos. Cada empresa podrá modificarlos según sus necesidades. Lo más importante es llevar un control específico de cada opción que esté en proceso de implementación y, al mismo tiempo, brindar un mecanismo para subsanar problemas que se presenten durante el mismo período.

Cabe mencionar que el equipo de P+L debe mantenerse activo y reuniéndose periódicamente para la toma de decisiones en caso de que así se requiera. Asimismo, el coordinador debe seguir fungiendo como línea de unión entre todas las partes de la empresa y el equipo de P+L.

Si el programa de P+L fue desarrollado por un consultor, es importante que este realice al menos una visita de seguimiento antes de que concluyan los períodos de implementación. Es importante realizar esto, debido a que durante el proceso de implementación, el equipo de P+L se enfrentará a situaciones que en algunas ocasiones no estuvieron contempladas originalmente. Básicamente, esta actividad busca apoyar a la empresa y específicamente al equipo de P+L en llevar a un buen término el programa. Al mismo tiempo, es una actividad que tiene un gran valor para el consultor, ya que significa una fuente de retroalimentación para futuros proyectos.

Una vez que se concluyan los diferentes períodos de implementación (tentativamente en un año), se procede a contraponer los resultados esperados contra los obtenidos para cada opción de mejora.

El resultado de esta sesión es la definición de acciones preventivas para impedir que ocurran los problemas que se pudieron haber dado en el transcurso de la implementación de las opciones, nuevas prioridades del programa de P+L, recomendaciones para el manejo de los recursos asignados a cada actividad, mejoras en las formas de controlar parámetros y acciones que mejoren la comunicación entre los diferentes involucrados, entre otros resultados. Esta etapa se caracteriza por su alta retroalimentación y por enriquecer el siguiente ciclo del programa de P+L.

Comentarios Finales

La prevención de contaminación debe ser un proceso apto y flexible para la empresa, en el cual los involucrados en el proceso (equipo de P+L) se sientan cómodos e incentivados para usar su imaginación e intuición.

El éxito de este tipo de programas está íntimamente relacionado tanto con el apoyo y el involucramiento de la gerencia, como con el involucramiento de todo el personal de la empresa a través de capacitaciones y consultas individuales con el equipo de P+L.

Por otra parte, se hace especial énfasis en que el programa de P+L no acaba con la implementación de las actividades definidas en forma adecuada y de acuerdo con el cronograma de actividades establecido. El programa apoya a la empresa para desarrollar, culminar y volver a iniciar el ciclo, ya que constantemente se están dando problemas que es necesario resolver de forma adecuada. El programa de P+L envuelve a la empresa en un ciclo de mejoramiento continuo, haciéndola cada vez más competitiva y adaptable a nuevas condiciones.

Por otra parte, el programa de P+L puede servir como plataforma para el desarrollo de sistemas de gestión ambiental más completos y maduros. Una vez que se han ejecutado e introducido conceptos de P+L en las empresas, se cuenta con la orientación y la experiencia suficientes para iniciar otros programas más complejos como, por ejemplo, sistemas de gestión ambiental ISO 14001.

Al contar con un programa de P+L en la empresa, ya se tiene una esquematización de procesos, indicadores de consumo, indicadores de contaminación, grupo organizado y capacitado a lo interno de la empresa (grupo P+L) y registros para el control de procesos, los cuales en conjunto forman parte de la base para el desarrollo de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001.

CEGESTI. (2004). *Manual de Producción más Limpia*. San José, Costa Rica: CEGESTI.

GTZ – P3U. (2003). *Guía de Buenas Prácticas de Gestión Empresarial (BGE) para Pequeñas y Medianas Empresas*. Bonn, Alemania: GTZ – Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en los países en desarrollo (P3U).

NegociosGt.com. (2006). *Generación de ideas de nuevos productos y servicios: Cómo buscar y encontrar ideas*. Recuperado de http://www.negociosgt.com/main.php?id=249&show_item=1&id_area=150.

Vaqui, J. (2008). *Período de recuperación de la inversión – PRI*. Recuperado de <http://www.pymesfuturo.com/pri.htm>

Agradecimientos

Este Manual fue desarrollado en el marco del proyecto:

“Fomentar las oportunidades de negocios sociales y ambientales en América Central y República Dominicana, mediante el acceso a los recursos financieros innovadores y asistencia técnica”.

Elaborado con el apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda, Programa SCHOKLAND.

Ejecutado por:



Financiado por:

