

TEMA 4 EL MÉTODO GENÉRICO DE EP+L. Planeamiento y organización. Evaluación preliminar.

4.1 Pasos del método genérico de la EP+L

- Planeamiento y organización
- Evaluación preliminar
- Estudio detallado
- Análisis de factibilidad
- Aplicación
- Supervisión

La figura 4.1 muestra estos pasos y las tareas relacionadas de un proceso típico de EP+L. En esta sección se describe el proceso de EP+L, con las herramientas asociadas y ejemplos, para comprender cada hito.

Mientras las explicaciones se orientan a una empresa industrial típica, la guía es igualmente aplicable a empresas comprometidas en los sectores de servicio. Se discutirán también algunas de las variaciones en el proceso genérico de EP+L.

Por su parte, la Evaluación de Producciones más Limpias contiene dos etapas críticas:

- La Evaluación preliminar
- El Estudio Detallado

4.2 Evaluaciones de las Producciones más Limpias

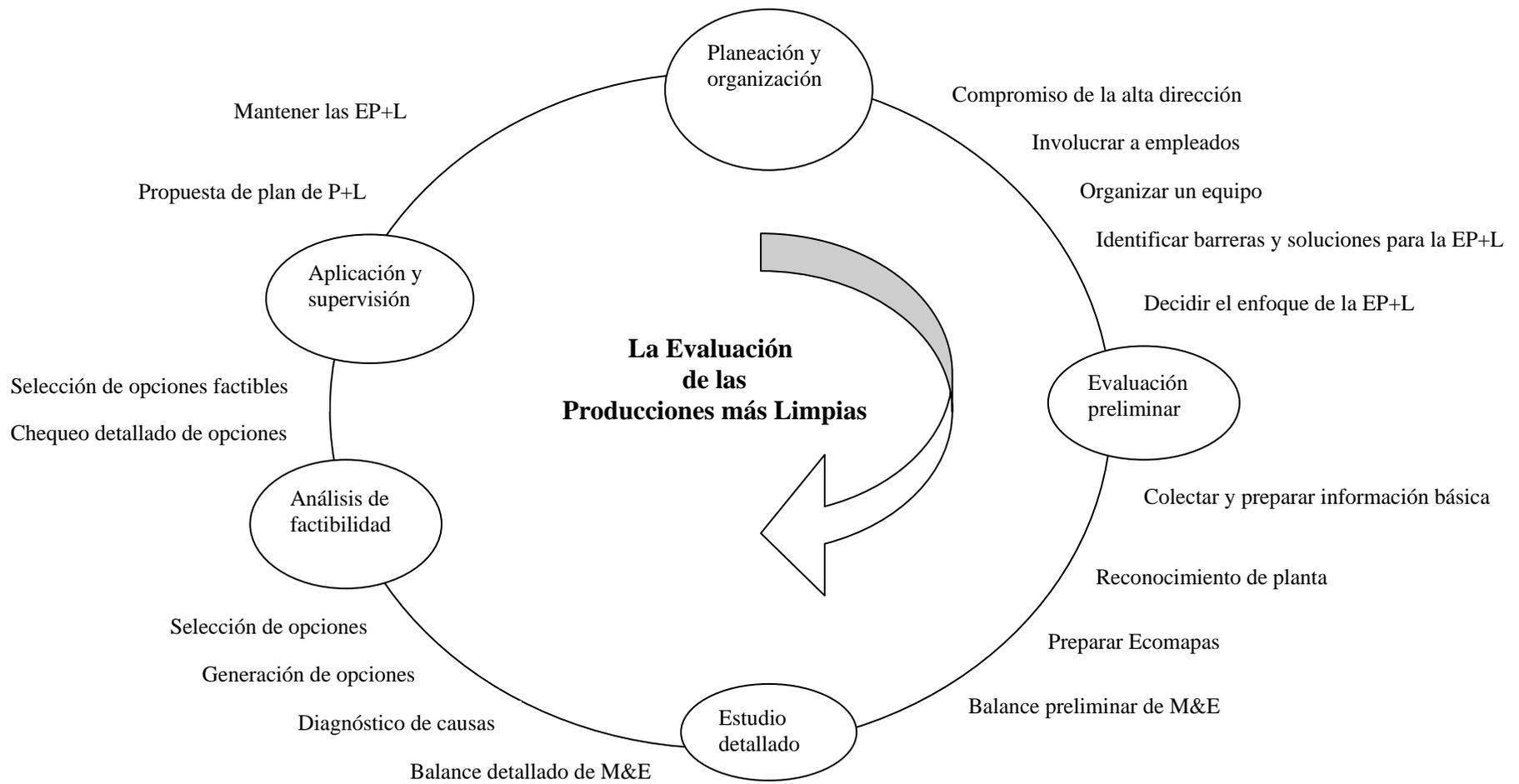
Una Evaluación de las Producciones más Limpias (EP+L) ayuda la empresa de muchas maneras. Los beneficios de una EP+L incluyen:

- La identificación, caracterización y cuantificación de desperdicios o de corrientes de estos y, las asociadas evaluaciones medioambientales y económicas de pérdidas de recursos (materiales y energía)
- La identificación de las opciones de las Producciones más Limpias (P+L) de más fácil ejecución y más económicas que las empresas pueden llevar a cabo inmediatamente
- La preparación de propuestas de inversión a las instituciones financieras para ejecutar acciones de las Producciones más Limpias de medio o alto costo que pueden requerir cambio de tecnología o equipos.

Los beneficios adicionales de una EP+L incluyen:

- Formación de una "cultura de las Producciones más Limpias" en la compañía, lo cual es crucial para la sustentabilidad a largo plazo
- Generando ejemplos locales y casos de estudios, los cuales podrían usarse eficazmente en los programas de entrenamiento y concientización
- Ayudando en la estimación del potencial de Producciones más Limpias en el sector interesado y así en la formación de la base para las reformas de las políticas sectoriales
- Ayudando en la identificación de las tecnologías y habilidades necesarias para el desarrollo de la compañía y sector.

De hecho, la EP+L es un método excelente de formación de competencias de todo el personal que participe. Una EP+L debe conducirse de forma sistemática y no sobre una base ad-hoc. Un enfoque estructurado es necesario para conseguir los mejores resultados. Semejante enfoque asegura que los resultados de la EP+L son consistentes con aquéllos identificados en el proceso más amplio de la planificación de la empresa.



4.1: Los Pasos y Tareas en el Proceso Genérico de EP+L

4.2.1 Planificación y Organización

La experiencia muestra que los siguientes elementos son importantes para el inicio exitoso de una EP+L:

- Obtener el compromiso de la dirección superior
- Involucrar a los empleados
- Organizar un equipo de Producciones más Limpias
- Identificar los impedimentos y soluciones a la EP+L como un proceso
- Decidir el enfoque de la EP+L.

La planeación puede comenzar cuando uno o varios miembros de la dirección de una empresa se interesan en las Producciones más Limpias. A menudo, éste es un resultado de los programas de entrenamiento y concientización. Sin embargo, una EP+L sólo puede comenzarse después que la decisión ha sido tomada por la dirección.

4.2.1.1 Obtención del compromiso de la dirección superior

Cuando por una razón cualquiera, el interés por aplicar la P+L no se ha originado en la dirección de la empresa es necesario que esta sea la primera en quedar convencida de sus ventajas. El primer argumento para obtener su compromiso es hacerle patente los beneficios económicos que pueden derivarse. Adicionalmente debe ver claro qué otros beneficios pueden esperarse de la evaluación, tanto de tipo ambiental como de imagen empresarial o de disminución de las responsabilidades legales.

Si la empresa decide involucrar a un Centro de Producciones más Limpias (CP+L), normalmente se requiere una reunión entre el CP+L y la dirección superior de la empresa para formalizar la decisión. Típicamente, debe prepararse entre el centro y la empresa un plan de trabajo que defina los objetivos de la EP+L, los plazos de realización de las tareas, las responsabilidades y resultados y los pagos.

Hay que destacar que la EP+L no evalúa el acatamiento de las regulaciones o legislación medioambiental.

El compromiso de la administración es esencial para el éxito de cualquier proyecto empresarial, especialmente en proyectos a largo plazo. Esto es muy real en proyectos de P+L, pues esto requiere de un compromiso sostenido en el tiempo para la localización y eliminación de desperdicios. Si no existe tal compromiso, nunca serán implementados los planes de mejoramiento desarrollados durante la evaluación de P+L, lo que resulta en una pérdida de tiempo y esfuerzo.

En empresas con una organización compleja está en manos de la dirección hacer intervenir a todos los grupos potencialmente implicados en la aplicación de la P+L, siguiendo una correcta metodología. Solamente si la alta dirección muestra una clara y positiva intención de aplicar la P+L puede asegurarse que los distintos niveles de la organización también se sienten comprometidos. Si no hay compromiso, entonces para los empleados será difícil encontrar tiempo para los trabajos de mejoramiento y, porque no son necesarios para el trabajo diario, eventualmente fallarán.

El compromiso incluye el apoyo verbal y formal de la dirección y que comunique este apoyo a todos los empleados. Esto significa la inclusión del proyecto en los planes de la empresa y destinar los recursos necesarios, especialmente tiempo de los empleados. Finalmente, incluye que la dirección muestre un interés real en el trabajo y que revise regularmente el progreso del proyecto.

La dirección de una empresa tiene que preparar el escenario para la EP+L de modo que se asegure la cooperación y participación de los miembros del personal. De este modo el compromiso de la dirección superior implica:

- Dirigir la formación de un equipo para la EP+L
- Hacer disponibles los recursos requeridos

- Acatar los resultados de la EP+L.

4.2.1.2 Involucrar a los empleados

El éxito de una EP+L también depende de la colaboración del personal.

Es importante recordar que una EP+L exitosa no se lleva a cabo por las personas externas a la empresa, tales como consultores o el personal del CP+L, sino por el personal de la propia empresa, si apoyó y donde fue necesario a las personas externas. El personal no sólo incluye la alta dirección, sino también al personal involucrado en las operaciones cotidianas y mantenimiento. Muchos de los empleados de la empresa estarán involucrados en las etapas de evaluación e implementación del proyecto de P+L. Si son informados por la administración de hacia donde se va y por qué se está haciendo, hay más probabilidades de que contribuyan con información e ideas y trabajen con entusiasmo durante la implementación. El compromiso de los empleados también es vital para el éxito del proyecto de P+L. La mejor manera de lograr este acuerdo es mantener a los empleados bien informados desde el inicio y continuamente buscar y valorar sus aportes.

La información a los empleados debe hacerse en dos niveles.

En el primer nivel, el administrador de la empresa debe demostrar su apoyo al proyecto de P+L hablando personalmente con sus empleados acerca de esto. Si es necesario, el administrador debe disipar cualquier temor sobre el proyecto ya que, por ejemplo, algunos empleados pueden pensar que es realmente una caería de brujas para hallar quién no cumple debidamente con su trabajo.

En el segundo nivel, el equipo de EP+L debe dedicar parte de su tiempo al contacto con los empleados durante el proyecto, buscando sus aportes e ideas. Es imperativo que el equipo de EP+L trate con respeto a todos los empleados, y reconozcan su detallado conocimiento sobre su empresa.

El personal de la fábrica tiene a menudo un buen entendimiento del proceso y puede proponer sugerencias para las mejoras. De nuevo, el involucrar al personal no debe limitarse solo a técnicos o personal de producción. Pueden tener un papel considerable otras secciones como compras, comercial, contabilidad y administración. Estos miembros del personal proporcionan datos muy útiles, sobre todo en "entradas" y "salidas"; ayudan en la evaluación de la factibilidad económica y financiera de opciones de las Producciones más Limpias; proporcionan información sobre alternativas de materias primas; o, proporcionan la retroalimentación del mercado cuando se enfrenta un rediseño de productos.

4.2.1.3 Organizar un equipo de Producciones más Limpias

Las EP+L son un trabajo de equipo, por lo que la formación de uno o más equipos es una parte importante de la planificación de una EP+L. Los equipos deben consistir en personal de la empresa, apoyados y ayudados donde necesario por el personal del CP+L o por consultores locales.

El equipo evaluador se compone de miembros procedentes de todas las funciones implicadas, que puedan tener una relación con la aplicación del programa. Al inicio de un programa suele ser muy útil contar con la colaboración de un experto externo que aporte su experiencia en evaluaciones y que no esté influido por la rutina de tratar siempre con la misma instalación, lo que a menudo impide una visión imparcial de la situación.

Una vez organizado, el equipo mixto ha de conseguir la colaboración de todos los departamentos involucrados, en particular de los operarios que, por su contacto con los procesos suelen ser fuente de buenas ideas de mejoras. Si en la empresa existe un departamento de control de la calidad, este deberá participar en el análisis de las posibles interacciones entre los cambios a introducir y la calidad real y percibida del producto.

Para la introducción efectiva de una E P+L, se requiere que la dirección de la empresa tenga el convencimiento de la necesidad de ejecutar tal programa y el interés de incluir el componente de P+L como una prioridad.

La organización del programa debe estar encabezada por un coordinador o director, que comunique e informe a la alta dirección, que interprete sus objetivos y le dé a conocer los resultados. Por otra parte, el coordinador puede organizar comités de gestión multidisciplinarios, formados por representantes de las diferentes áreas o secciones empresariales. Los efectivos dedicados dependerán del tamaño de la empresa.

En cada empresa, la composición del equipo vendrá determinada por su tamaño y el sentido común. En empresas de pequeño tamaño es frecuente que el empresario además de la gerencia, asuma casi todas las directivas. En tal caso, él puede ser su propio coordinador y comité.

En el caso de compañías con múltiples plantas de producción es conveniente contar con una persona responsable específicamente para cada planta, con su propio comité y representación. Raramente el jefe de planta dispondrá del tiempo necesario para llevar a cabo la función el solo, por lo cual es conveniente que incorpore a un representante de su confianza.

El comité tiene la función de actuar como elemento de referencia, identificando áreas de posible actuación, haciendo recomendaciones específicas sobre la forma de actuar y sirviendo de sistema de comunicación entre las partes implicadas. Cuando el programa está bien implantado, una reunión mensual con el comité puede ser suficiente para mantener la continuidad de la acción.

Las actividades fundamentales del comité serán:

- Ayudar a definir y hacer cumplir la política de residuos de la fabrica
- Identificar los problemas: Caracterización de residuos, localización de la fuente de emisión, evaluación de su importancia
- Examen de las soluciones que teniendo en cuenta el menor costo para la Empresa, salvaguarden mejor el medio ambiente
- Adopción de las medidas de revalorización
- Mantenimiento de los contactos exteriores con la administración y con las empresas que valorizan o eliminan los residuos
- La sensibilización de la operarios y las personas en general
- La planificación de la formación específica del personal de la planta

Deben hacerse esfuerzos por unificar los miembros del equipo celebrando las reuniones frecuentes. Conseguir la unión de los miembros del equipo es crucial, de otra manera es posible que el equipo pueda enfrentar estorbos desde dentro así como de fuera (por ejemplo del personal y los obreros de la empresa). Todos los posibles conflictos entre las partes deben resolverse dentro del grupo evaluador. El equipo también debe ser capaz de minimizar los posibles obstáculos al proceso evaluador, desde el “yo siempre lo he hecho así” hasta el miedo comercial de que se modifique la calidad del producto. Muchos de los obstáculos son simples inercias al cambio o mera falta de comprensión de los objetivos y la metodología que se sigue. A los actores involucrados más escépticos e inmovilistas conviene mostrarles los beneficios esperados.

El responsable de la ejecución además de llevar el proceso práctico debe hacer un seguimiento y análisis del propio proceso de evaluación, del cual mantendrá permanentemente informada a la alta dirección.

Para las organizaciones grandes, un equipo podría consistir en un equipo central (formado con representantes de secciones diferentes) y unos sub-equipos para las tareas específicas. Para las unidades de media y pequeña escala, por otro lado, el equipo podría tener

simplemente al dueño o propietario y al supervisor o gerente que velan por el funcionamiento diario.

Este equipo debe inicialmente, dirigir y coordinar la actividad de EP+L. Para ser eficaz, el equipo debe tener, sobre una base colectiva, bastante conocimiento para analizar y repasar las prácticas de las producciones presentes. Debe tener la creatividad para explorar, desarrollar y evaluar las modificaciones en las prácticas actuales de producción.

Finalmente, deben tener la competencia para llevar a cabo las intervenciones económicamente factibles.

Se recomienda que en este equipo estén representados los siguientes departamentos:

- Legal
- Financiero
- Ingeniería de proceso
- Producción
- Control de la calidad
- Mantenimiento
- Investigación y desarrollo
- Ventas
- Compras y almacenamiento
- Seguridad e higiene

Tabla 4.1: las actividades de cada departamento en las diferentes fases de desarrollo, implantación y seguimiento del plan de P+L

DPTO.	FASE PREVIA Y EVALUACIÓN	PLAN DE ACCIÓN	SEGUIMIENTO DEL PLAN
Legal	Interpretar la legislación y su previsible evolución. Normativa ambiental existente y previsible	Cambios en la calificación de la empresa como generadora de residuos y emisiones peligrosas. Los cambios se ajustan a la legislación vigente y a la prevista	Seguimiento de las nuevas leyes y normas que afecten al plan. Cambios en la legislación vigente
Financiero	Valorar los costos y riesgos de las alternativas de gestión utilizadas. Calcular los costos por procesos o departamentos. Costos de tratamiento final de los residuos y evolución prevista.	Análisis financiero de las alternativas. Informar sobre ayudas y subvenciones. Ahorros por minimización de corrientes residuales. Efecto de los cambios en su gestión final	Seguimiento económico de las medidas implantadas. Costos de la gestión de residuos que se generen
Ingeniería de Proceso	Motivos por los que se están utilizando los procesos actuales. Funcionamiento de dichos procesos y	Informar sobre cambios propuestos. Dificultades previsibles. Efecto de los cambios sobre otros procesos. Implantación	Seguimiento de los problemas que pueden aparecer y de los resultados obtenidos

	generación de corrientes residuales	del plan	
Producción	Descripción detallada de los procesos productivos y de las operaciones de la planta	Análisis de las alternativas. Informar sobre los cambios propuestos. Aportar ideas	Seguimiento y medida de los resultados. Aportar nuevas ideas
Control de la calidad	Rendimiento de los procesos utilizados	Impacto de los cambios en la calidad de los productos. Comprobar especificaciones. Integrar la minimización en su plan de calidad total	Seguimiento de los resultados obtenidos.
Mantenimiento	Describir los procesos, equipos y sistemas de detección de fugas	Descripción de los cambios implantados	Detectar problemas. Medidas de mantenimiento
Investigación y Desarrollo	Proyectos en curso o históricos	Considerar las modificaciones en el diseño de los productos existentes o en fase de desarrollo	Incorporar la política de minimización en los diseños de nuevos productos o procesos. Considerar los residuos producto del consumo
Ventas	Estudio de las empresas competidoras y de las exigencias del mercado	Identificación de las necesidades de los clientes. Educar a los clientes sobre los cambios propuestos. Identificar las opciones de negocio	Seguimiento de la aceptación de los clientes de los resultados. Estudiar posibilidades de nuevos cambios. Publicidad de los resultados obtenidos
Compras y almacenamiento	Información sobre compras, usos y caducidad de las materias primas	Política de compras incluyendo la política de minimización. Involucrar a los proveedores. gestión de inventario	Control del costo de las materias primas, cantidades y toxicidad
Seguridad e higiene	Costos y problemas asociados al uso de los compuestos peligrosos	Evaluación del impacto de los cambios en las condiciones de trabajo. Información sobre costos/problemas	Seguimiento de las mejoras producidas

4.2.1.4 Identificar impedimentos y soluciones a la EP+L como un proceso

Para desarrollar las soluciones posibles, el equipo de las Producciones más Limpias debe identificar los impedimentos como parte del proceso de la EP+L para una empresa particular. Podría haber impedimentos por ejemplo, al obtener la información de algunas de las secciones. El equipo debe resaltar tales dificultades enseguida para que la dirección

pueda emitir las directivas adecuadas para resolver el problema antes de que comience la propia EP+L. Otros impedimentos podrían incluir falta de conocimiento y / o habilidades entre los obreros y personal de la empresa en las Producciones más Limpias. Las soluciones a tales impedimentos podrían ser la presentación en planta de sesiones de concientización, incluyendo las actividades de entrenamiento asociadas mientras dirigiendo, mientras mostrando y explicando casos de estudio pertinentes.

4.2.1.5 Decidir el enfoque de la EP+L

La decisión el enfoque de la EP+L concierne a los decisores involucrados:

- El alcance: es decir si incluir la planta entera o limitar la EP+L a ciertas unidades, secciones o departamentos
- El énfasis: en lo que se refiere a los materiales; por ejemplo el agua, energía o químicos.

Los objetivos finales perseguidos por la empresa con la ejecución de la evaluación han de ser sucintamente descritos y luego desarrollados de forma más particular y detallada, haciendo patentes los beneficios que se han de derivar de su consecución. Los objetivos parciales pueden requerir una participación más amplia del personal en las respectivas áreas de ejecución. Tan pronto como sea posible conviene diferenciar entre los objetivos a corto y largo plazo.

Dichos objetivos se determinarán teniendo en cuenta la legislación ambiental y el grado actual de cumplimiento, la tecnología utilizada en el proceso de fabricación, la información de *benchmarking* relativa a los mismos productos y la capacidad humana disponible.

Los objetivos se pueden definir en términos cualitativos, pero siempre que sea posible, es preferible cuantificarlos. También es importante llevar a cabo revisiones periódicas de los objetivos, de acuerdo con los resultados que se vayan obteniendo

En el caso de una industria del textil, por ejemplo, la sección de prendas de vestir se excluye a menudo, puesto que no conduce a un mayor consumo de recursos o generación de desperdicios o emisiones. En el caso de una industria de cemento, no se da mucho énfasis al agua en la EP+L centrandolo en la energía y materiales.

4.2.2 Evaluación preliminar

El primer paso que ejecutará el equipo de las Producciones más Limpias es la Evaluación preliminar. En la evaluación preliminar se recolecta información y datos sobre la empresa, su ubicación, locales, operaciones y procesos que desarrolla. Se identifican las principales entradas y productos, así como las salidas de desperdicios. Esta etapa culmina con la selección de aquellas entradas y salidas de desperdicios más probables de ofrecer oportunidades para el mejoramiento. Las entradas y las salidas de desperdicios seleccionadas serán el centro del estudio detallado en la siguiente etapa.

Esto consiste en cuatro tareas importantes:

- Colectar y preparar la información básica
- Conducir los reconocimientos de la planta
- Preparar un Eco-mapa
- Ejecutar el balance preliminar de materiales y energía.

4.2.2.1 Colectar y preparar la información básica

En este paso, el equipo de las Producciones más Limpias genera dos resultados importantes:

1. Un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
2. Un Eco-mapa del sitio.

La preparación de Diagrama de Flujos de Proceso

Los diagramas de proceso son la representación del proceso de transformación de las materias primas en productos, en el cual se identifican las distintas unidades y etapas más importantes así como el origen, circulación y destino de los productos, subproductos y corrientes residuales originados en la transformación principal y en las demás operaciones de proceso, entre las que se incluyen las recirculaciones internas y los tratamientos aplicados a las corrientes residuales.

Los diagramas de proceso pueden estar disponibles en los archivos, en cuyo caso debe verificarse que siguen reflejando la situación actual y que incluyen todas las etapas y procesos unitarios. Si no están disponibles habrá que preparar como mínimo unos esquemas gráficos que serán de gran ayuda en las etapas posteriores de la evaluación.

La preparación de un DFP es un paso importante en la EP+L. Para construir un DFP, es mejor para el equipo de las P+L empezar listando las operaciones unitarias importantes a partir del recibo de materias primas en el almacén / despacho de productos terminados. Luego, cada una de las operaciones unitarias puede mostrarse en un diagrama de bloque que indica detalladamente los pasos con las entradas y salidas relevantes. Conectando los bloques individuales de las operaciones unitarias se hace el diagrama y se construye un DFP. A continuación se detallan los pasos a seguir para la construcción de los DFP

Identificar las entradas de materias, agua y energía

Se han de identificar todas las entradas de materias primas y auxiliares, incluyendo agua y energía, y su posición en el diagrama de proceso. También hay que determinar los flujos o las cantidades acumuladas para el periodo elegido para poder efectuar los cálculos de los balances. Para las evaluaciones económicas habrá que disponer además de los precios unitarios correspondientes.

Identificar las salidas del proceso

Todas las entradas y salidas del proceso deben ser identificadas. Las salidas incluyen las deseadas, las no deseadas pero inevitables, y las evitables pero recuperables, calificadas como productos, subproductos, corrientes residuales, corrientes residuales peligrosas y reciclados a un proceso exterior.

Identificar los destinos finales

Los destinos finales de todas las corrientes residuales se identifican para determinar su idoneidad de acuerdo con las características de las corrientes, los límites admisibles en el punto de destino y las posibles responsabilidades del productor y del gestor externo de residuos. Así mismo hay que obtener información sobre los costos de disposición.

Determinar los niveles iniciales de recirculación interna, de reciclado externo y de reutilización

Los niveles iniciales de recuperación de materias sirven para complementar el análisis del proceso y para su comparación con la situación final después de aplicar la P+L. El diagrama de flujo y los balances de materia deben incluir las recirculaciones de materia en forma de bucles cerrados dentro del mismo proceso. Los materiales reciclados a un proceso exterior contarán como una salida. Los materiales reutilizados, como por ejemplo los envases, normalmente contarán por doble partida, como una entrada y una salida de materiales.

Identificar las corrientes con materiales peligrosos

La minimización de residuos requiere de forma especial reducir, y si es posible eliminar, todas las corrientes residuales que contengan sustancias tóxicas o peligrosas. El mismo criterio está incorporado en la P+L. Para ello, en los diagramas de flujo se identifican todas aquellas corrientes que las contengan. Esta identificación se verificará luego en el terreno tomando muestras y contrastando su análisis con los datos del diagrama y los balances de

materia. Luego se inicia una marcha atrás en el proceso siguiendo las líneas de flujo hasta identificar los orígenes de las sustancias peligrosas.

A veces, la manera mejor de crear un DFP es dirigir varios reconocimientos en planta (ver la próxima sección).

La segregación de corrientes de desperdicios

Bastantes problemas de P+L o de tratamiento pueden encontrar una solución más fácil con un tratamiento individualizado de las corrientes. Es particularmente crítico analizar la conveniencia de mezclar corrientes de distinta clasificación. Basta recordar que una corriente inerte mezclada con una tóxica suele convertirse en una corriente tóxica de mayor volumen. Aunque la mezcla es recomendable en algunos casos, tales como la neutralización de corrientes ácidas con otras básicas, en muchos otros casos las mezclas convierten problemas individuales más o menos simples en otros de más compleja resolución.

Mientras se elabora un DFP el equipo debe tener presente los puntos siguientes:

- Usar los bloques para denotar las operaciones. Para cada bloque, escribir el nombre del funcionamiento y cualquier condición especial de operación que necesita ser resaltada; por ejemplo para una operación de teñido, puede ser pertinente indicar 90° C y 1.2 presión atmosférica.
- Mostrar los puntos de inspección o control de calidad en el DFP. Indicar lo que pasa si la calidad del material no está acorde con las normas. Puede ser necesario mostrar si los materiales se rechazan o si se reelaboran con o sin ciertas adiciones. Puede requerirse desarrollar mapas de flujo separados para los rechazos o las reelaboraciones.
- Mostrar todas las entradas y salidas a cada bloque, indicando las materias primas mayores, productos finales e intermedios, agua y vapor; las aguas residuales, pérdida de sólidos y emisiones al aire. Si los registros cuantitativos están disponibles, entonces éstos podrían mostrarse en el DFP en forma de tablas o anexos al DFP.
- El DFP debe utilizar varios símbolos para agregar más información sobre el proceso. Por ejemplo, indicar claramente si las operaciones son en lote o continuas. También pueden usarse líneas continuas y discontinuas para mostrar descargas de emisiones continuas o intermitentes, respectivamente. También pueden usarse códigos de color; por ejemplo líneas verdes para indicar corrientes de reciclados y líneas rojas para indicar descargas de desperdicios, etc. Todos estos símbolos necesitan ser explicados en una simbología en el DFP. También es útil mostrar el tiempo requerido para cada operación como un rango típico; por ejemplo "2 a 4 horas", para mejorar la comprensión del proceso.
- Debe ponerse la atención debida para reflejar el arranque, parada y el mantenimiento relacionado con las actividades; producto estacional o producción relacionada con cambios, etc. Esto se hace mejor preparando un organigrama que indique cómo un proceso u operación unitaria se opera para una situación especial.

La figura 4.2(a) muestra una ilustración de un DFP para una fábrica textil de proceso húmedo.

La figura 4.2(b) proporciona un organigrama que muestra los puntos de decisión para las situaciones especiales dentro de él; es decir si se requieren blanqueado y lavado, si los materiales necesitan ser teñidos.

- — — : Estos procesos son discontinuos y comprenden varias operaciones. Se realizan cuatro descargas.
- - - - -> : Indica salida de aguas residuales contaminantes.

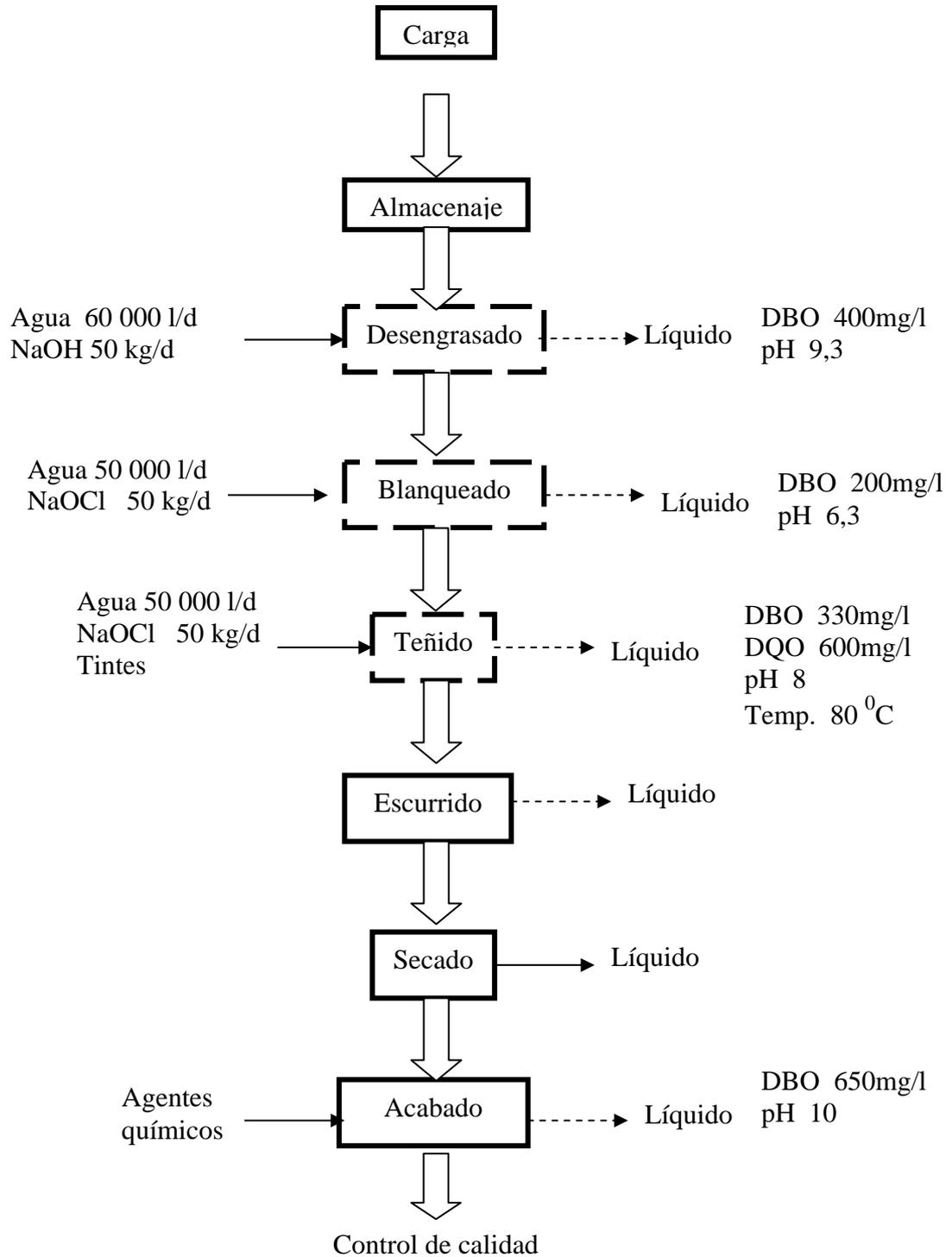


Figura 4.2(a): DFP para una fábrica textil de proceso húmedo.

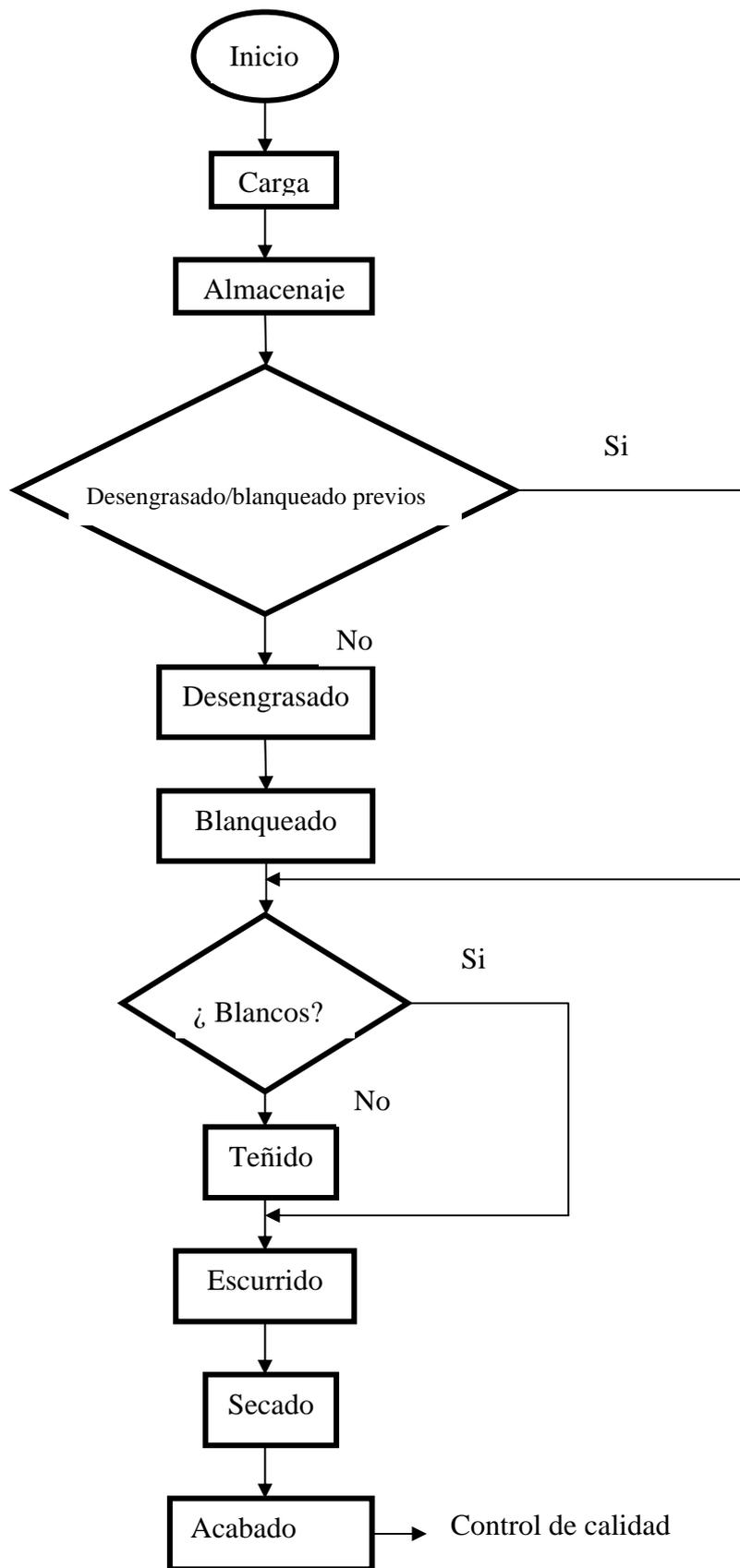


Figura 4.2(b): Organigrama que Indica el Funcionamiento del Proceso Textil Húmedo que Procesa la Unidad para Situaciones Especiales mediante un reconocimiento de planta.

4.2.2.2 El reconocimiento de planta

Un reconocimiento de planta es la técnica simple más eficaz para conseguir en un tiempo corto información de primera mano sobre una operación de producción. El equipo de las P+L no debe llevar a cabo un reconocimiento de planta cuando las operaciones están cerradas (por ejemplo en el fin de semana, o durante los ciclos de bajas producciones, o en los turnos de noche). El equipo debe empezar cada reconocimiento de planta desde el área de recepción de materias primas y debe acabar en la sección del producto terminado. Un reconocimiento de planta sigue esencialmente el DFP.

Una inspección visual permite verificar la información obtenida en los archivos, y muy particularmente todo lo que atañe a sustancias peligrosas. La inspección sobre el terreno es una primera oportunidad para darse cuenta de las condiciones de operación, mantenimiento y limpieza de las instalaciones.

Al realizar la inspección sobre el terreno, la observación de los registros del proceso y la instrumentación centralizada y local que pueda existir, permiten extraer una verificación de los datos obtenidos del archivo. En su caso, la toma de muestras y los análisis correspondientes servirán para cotejar la información disponible sobre el papel con la realidad del proceso.

Los reconocimientos de planta también deben cubrir todas las unidades de apoyo como las calderas, los generadores de energía, los tanques de almacenamiento de combustible, las casas de bombas, la estación de compresores de aire, la planta de refrigeración, la planta de tratamiento de agua crudo, los medios de tratamiento de aguas residuales, etc. La inspección se hará extensiva a la zona de llegada y salida de transportes, a las zonas de trasvase y a los almacenamientos.

El cuadro 4.1 ofrece una lista de lo que se debe y no se debe hacer mientras se hace el reconocimiento de planta.

Cuadro 4.1 Lo que se debe y lo que no se debe hacer durante el reconocimiento de planta

Un reconocimiento de la planta no es para hallar faltas. Es para entender bien los flujos de materiales y de energía, y para generar ideas para ganar en eficiencia, aumentar la rentabilidad y mejoras globales medioambientales. Un reconocimiento de la planta es también para "hacer amigos" para los contactos del futuro y las posibles sociedades. Entonces, es muy conveniente no ser crítico, pero si ser constructivo y hacer sugerencias.

No se recomienda dominar la conversación. Durante el reconocimiento de planta, hay que dar oportunidad al personal responsable para hablar y explicar.

En ningún caso hacer preguntas para mostrar conocimiento sobre el proceso o divagar compartiendo información que se sabe, pero que no es relevante.

Sólo hacer las preguntas cuando se debe. Si no se entienden las explicaciones proporcionadas y se aprecia que son completamente críticos, entonces hay que solicitar de nuevo una explicación. No se debe sentir timidez por expresar la incapacidad para entender.

No dejar el grupo. Se puede proyectar así una imagen de falta de cortesía.

Llegar más temprano que el horario acordado

Siempre mantener la vía de los resultados que se espera que se produzcan.

Deben hacerse las observaciones que permitan el desarrollo correcto del esquema y el DFP. Deben tomarse los apuntes requeridos para permitir los cálculos de los balances de materiales preliminares. También es importante obtener la información sobre las operaciones individuales y las secuencias operacionales claves.

El cuadro 4.2 proporciona una lista de control de preguntas recomendadas mientras se efectúa el reconocimiento de planta. Estas preguntas ofrecen una guía para las discusiones y, además, para conseguir una visión de las opciones de las Producciones más Limpias.

Cuadro 4.2 Lista de control de preguntas a realizar durante el recorrido de planta

Piso de trabajo

- ¿El suelo está sucio o roto?
- ¿Los obreros pueden mover fácilmente sobre él? ¿Hay amontonamiento innecesario de nuevos materiales y acciones?
- Es el esquema óptimo; ¿es decir el flujo de trabajo puede mejorarse para minimizar el movimiento de materiales y el tiempo durante los recorridos de trabajo?

Áreas de almacenamiento

- Es el sistema del almacenamiento FIFO (es decir: primero que entra, primero que sale; las materias primas se utilizan basándose en la fecha de compra, dando preferencia a los inventarios más viejos) o LIFO (último que entra, primero que sale; ¿la materia prima fresca es utilizada primero, mientras los inventarios más viejos siguen sin utilizarse)?
- ¿Cómo se reciben las materias primas que hay que verificar por la calidad?
- ¿Hay casos frecuentes de recibir materias primas que no reúnen las especificaciones requeridas? ¿Qué pasa con los desechos?

Equipos y procesos

- ¿El proceso se opera según las Normas Prácticas de Operación suministradas por el proveedor del equipo/tecnología? ¿Cuáles son las razones si hay cualquier variación?
- ¿Los mantenimientos de equipos se realizan regularmente? ¿Cuáles son las eficiencias de operación del equipo? ¿Se registran averías de las máquinas o los problemas y sus causas se corrigen regularmente?
- ¿Se realiza aseguramiento de la calidad o control de calidad para los productos acabados e intermedios? ¿Cuan frecuentemente? ¿Cuáles son los resultados actuales?

Las calderas y el sistema de distribución de vapor

- ¿Hay fugas por las juntas, uniones, válvulas o válvulas de seguridad?
- ¿Se retorna el condensado con la máxima extensión posible?
- ¿Están aisladas las líneas de condensado y los tanques de alimentación?
- ¿Se usan trampas de vapor del tipo correcto para cada proceso?
- ¿Qué combustible se usa? ¿Es de una calidad y composición consistente?
- ¿Cuál es la fuente de agua? ¿El agua cruda se trata antes del uso?
- ¿Cuál es el tipo de calderas (por ejemplo el solo paso / el paso doble, etc.)?
- ¿Cuál es la frecuencia del soplado de las calderas?

Los desperdicios y emisiones

- ¿Los desperdicios son apropiadamente colectados, segregados y transportados?
- ¿La generación desperdicios es continua o discontinua?
- ¿Se realizan mediciones de los desperdicios y emisiones generados?
- ¿Forman parte de los desperdicios cualquier producto o materia prima valiosa?
- ¿Es posible reusarlos o reciclarlos si se recuperan?

El cuadro 4.3 presenta algunos de los recursos que el equipo necesitaría para prepararse antes de conducir un reconocimiento de planta.

Cuadro 4.3 Con lo que el equipo debe contar para dirigir el reconocimiento de planta

- Una cámara fotográfica y/o de vídeo (es esencial la nota que si los forasteros están autorizados con un permiso del equipo de la dirección para el uso de la cámara).
- Tablilla y papel formato A3 para hacer bocetos rápidos, sobre todo para los esquemas, los Eco-mapas (vea la próxima sección) y DFP. Plumaz de color o marcadores para resaltar los puntos importantes.
- Una grabadora para grabar las observaciones sobre el sitio; sin embargo, debe tenerse cuidado de no intimidar al personal de la fábrica.

4.2.2.3 La preparación de un balance preliminar de materiales y energía

Un balance de materiales y energía (M&E) es una herramienta del inventario básico que permite el registro cuantitativo de entradas y salidas materiales y energía. La base del balance de materiales es el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). Un paso esencial en el balance de M&E es verificar que "lo que entra, debe salir en alguna parte". Todas las entradas deben tener así las salidas relacionadas.

Los balances de materiales se llevan a cabo para hacer un inventario de los flujos de materiales (las materias primas y auxiliares, agentes químicos, el agua, etc.) entrando y saliendo de una producción o servicio. Los balances de energía son útiles para encontrar las opciones para minimizar el uso de energía o recuperar la energía perdida en el sistema.

La primera tarea para el equipo aquí es realizar un balance de M&E preliminar a procesos o secciones que se han identificado en el enfoque en la etapa de planificación.

Se preparan los balances preliminares de M&E normalmente usando datos secundarios apoyados por la información grabada durante el reconocimiento de planta. El agua y las facturas de energía pagadas dan alguna idea de sus niveles del consumo. Por la parte de las salidas, las cifras de producción o las órdenes de reparación durante un cierto periodo de tiempo, pueden dar una media de producción estimada. Obtener valores en los desperdicios y las emisiones es generalmente más difícil. A veces, existen datos de concentración para el agua y los contaminantes aéreos, con los cuales puede estimarse la masa de las emisiones, mientras que los datos en masa o volumen de desperdicios sólidos a veces están disponibles. A menudo, se necesitarán cálculos aproximados, basados en valores "típicos" tomados de la literatura.

Los balances de materia y energía se realizan alrededor de las unidades de proceso, agrupaciones de equipos o equipos individuales con el fin de verificar la consistencia de los datos disponibles o averiguar un dato que falta.

Hay que revisar los balances de materia existentes en los archivos y compararlos con las tomas realizadas en el terreno. Si faltan datos hay que calcularlos a partir de la ejecución de los balances. Cuando se trata de procesos complejos para realizar esta y alguna de las siguientes etapas hay que acudir a un técnico especialista.

Los límites del balance se ajustarán en la medida de lo posible a unidades o equipos simples. Si el proceso es continuo y estable en el tiempo se puede realizar el balance en el período de tiempo más indicado, por ejemplo, sobre 24 horas. Si el proceso no es estable en el tiempo, las dificultades son mayores y es preciso que el ejecutante sea un experto. Unas lecturas simultáneas de entradas y salidas darán con toda probabilidad una interpretación errónea. Como mínimo, las lecturas de masas o volúmenes deberán hacerse considerando los tiempos de residencia. Lo mejor es forzar una situación de estabilidad del proceso durante el mayor tiempo posible y hacer los balances sobre este período.

En procesos discontinuos, el balance se hace sobre una carga o ciclo completo. De ser posible se repite varias veces y se determinan los promedios. Debe asegurarse que las unidades de medida empleadas en los cálculos sean consistentes.

Registro de las fuentes de los datos

Este punto será recalado varias veces en el curso a causa de su importancia. El equipo de la EP+L debe registrar la fuente de todos los datos, por ejemplo, si el costo anual del gas se obtuvo de las cuentas de pago, de un resumen contable o del informe anual de la empresa. El registro de las fuentes de los datos es importante porque es altamente probable que mucha de la información recogida en la evaluación preliminar, necesitará ser revisada con profundidad durante el estudio detallado.

4.2.2.3.1 El Balance de Masa

Un balance material normalmente requiere de una sustancia que permita el vínculo (sustancia tie) que sirva de base para medir la eficiencia de los procesos. La selección de la sustancia tie es una función de varios posibles parámetros; podría ser:

- Un recurso caro
- Un tóxico o una sustancia peligrosa
- Un recurso común a la mayoría de los procesos
- Un parámetro fácil de medir o registrar
- La sustancia que da sentido al proceso

Los datos se toman sobre las mayores entradas y salidas materiales de desperdicios, incorporando estos datos a los valores anuales. Estos datos forman la base del trabajo posterior de caracterización y priorización, y del subsiguiente estudio detallado.

Los datos se tomarán sobre:

- Cantidades y costos anuales del agua y las mayores entradas de materias primas
- Cantidades y costos de las entradas anuales de energía (gas, electricidad, combustibles líquidos)
- Producción anual de productos y servicios de la empresa
- Cantidad anual de desperdicios materiales y estimación de algunos costos asociados con estos desperdicios

Para cada juego de datos, hay que utilizar el mismo período de 12 meses.

Datos de producción

Los datos de producción, cantidad de bienes y servicios producidos, son la base de los cálculos que se desarrollan en la evaluación de P+L.

El primer paso es identificar la unidad básica de producción de la empresa. La unidad de producción es la medida de las salidas de la empresa. Por ejemplo, una panadería puede medir su producción en kilogramos o barras de pan, una empresa de galvanizado en toneladas de acero galvanizado, una tintorería en número de prendas de ropa lavadas.

Para una empresa mixta con varias salidas de producción, puede ser necesario el uso de unidades monetarias de ventas como unidad de producción. Para una empresa de servicio, las horas de tiempo cargables o unidades monetarias facturadas pueden ser la más apropiada unidad de producción.

El segundo paso es establecer cuantas unidades de producción fueron producidas en el período de 12 meses.

Exactitud de los datos

Cuando se estén colectando los datos para la evaluación preliminar, hay que tratar de incluir, por ejemplo, pagos de la electricidad, cuentas del agua, compras de las más importantes materias primas, etc. En esta etapa no hay que preocuparse excesivamente por

la posible inexactitud de los datos ya que, por ejemplo, un 10% de error, es poco probable que afecte los resultados de la evaluación preliminar. En todo caso, las inexactitudes serán rectificadas en el estudio detallado.

Las siguientes orientaciones sobre el Qué, Donde y Cómo de la recogida de datos, pueden ser útiles. En todos los casos, los datos anuales se tomarán sobre el mismo período de 12 meses.

¿Qué datos recoger?

Entradas:

- Consumos de energía: electricidad, gas natural, gas licuado, diesel, petróleo.
- Consumo de agua.
- Entradas de materias primas y mantenimiento, incluyendo costos de transportación y manipulación.

Producción:

- Unidades de producción: cantidad producida, ventas.

Desperdicios:

- Sólidos, peligrosos y generales, y líquidos.
- Trato existente sobre efluentes al alcantarillado y cualquier descarga a los drenajes pluviales.
- Emisiones gaseosas, incluyendo la energía y materiales utilizados en el control y tratamiento de las emisiones.

Otros datos como niveles de rechazo y reproceso se tomarán en una etapa posterior de la evaluación preliminar.

¿ Dónde hallar los datos?

Entradas:

- Consumo de energía: registros de pagos o cuentas de electricidad; registros contables para los combustibles.
- Consumo de agua: cuentas del agua, aunque hay que destacar que los registros de pago pueden no diferenciar entre consumo de agua y cargos por disposición de las aguas residuales.
- Materias primas y otras entradas: registros de pagos, registros contables y/o registros de producción.

Producción:

- Unidades de producción: registros de producción o de venta, estos últimos ajustados con los cambios en el inventario o existencias; registros contables.

Desperdicios:

- Desperdicios: registros de producción (cantidades), registros contables (costos de los materiales utilizados en el tratamiento, costos de transporte y disposición).
- Trato sobre los desperdicios: las tarifas del agua incluirán los costos del trato sobre disposición de los residuales (estos cargos pueden estar incluidos en los cargos por residuales).
- Emisiones gaseosas: pueden ser un estimado porcentual sobre el total de energía y materiales adquiridos para el tratamiento y control de las emisiones.

Hay que destacar que puede ser bastante difícil obtener datos fidedignos sobre los desperdicios, porque probablemente los registros existentes sean malos. El equipo debe recoger cuanto dato y estimados estén disponibles y que puedan ser usados para aproximarse a otros costos. Lo estimado y lo asumido debe ser cuidadosamente destacado.

¿Cómo recoger los datos?

Los datos requeridos deben ser suministrados por el representante de la empresa en el equipo o por otros empleados. Los miembros del equipo deben tener acceso a los registros

relevantes para recoger por si mismos sus propios datos. Esta última alternativa es probablemente la mejor porque el equipo puede examinar los registros (preferiblemente las facturas y registros originales) para asegurar que los datos estén completos, y no se ha dejado de incluir alguno necesario.

Recogida de datos de la forma más conveniente

La recogida y registro de datos se hace de cualquier forma y base de tiempo que estén disponibles. Por ejemplo, pueden recogerse consumos trimestrales de electricidad y bimensuales de gas. Las materias primas pueden no comprarse a intervalos regulares, por lo que los totales anuales obtenidos de los registros de compras pueden ser más apropiados y convenientes, los que hay que registrar.

Aunque en esta etapa solo se requieren los totales anuales, se registrarán datos más detallados, los que se usarán en el estudio detallado.

Materiales en los desperdicios “utilizables de otra manera”

Materiales en los desperdicios “utilizables de otra manera” son los componentes de los desperdicios que si pudieran ser físicamente separados de los desperdicios, podrían ser reutilizados. Ejemplos de estos materiales son los ingredientes de la masa de pan desechada, o el ácido no utilizado en los residuales de ácido agotado.

Registrar las fuentes de todos los datos

Esto es importante porque es altamente probable que mucha de la información recogida en la evaluación preliminar será examinada más a fondo en el estudio detallado.

Caracterización del proceso

Es la descripción estructurada del proceso, lo suficientemente amplia como para dar un buen conocimiento de lo que está sucediendo, y lo suficientemente simple para ser una buena herramienta para realizar varias investigaciones en el proceso.

En este contexto, la palabra *proceso* se usa para referirse a una serie de actividades que de conjunto producen un resultado o producto en una empresa. Por ejemplo, en un proceso de producción puede ser producir accesorios para la iluminación; en el comercio puede ser la preparación de una factura para el cliente; el ordeño de un rebaño de vacas es un proceso en la agricultura.

Una *unidad de proceso* es un paso en el proceso de la empresa. Una unidad de proceso usualmente tiene una actividad central, por ejemplo, la conexión eléctrica en la producción de accesorios de iluminación, la impresión de una factura, el lavado de la ubre después de ordeñar una vaca.

La caracterización del proceso constituye la creación de un cuadro de los procesos y unidades de proceso de la empresa, destacando las principales entradas y salidas de cada unidad de proceso, y asignando cantidades y costos a cada entrada y salida identificada.

El resultado de la caracterización del proceso es un modelo ampliamente cuantitativo, el cual se utilizará en la identificación de las cantidades y costos de los desperdicios asociados con cada proceso.

Bases de comparación

Cuando posteriormente, en la evaluación preliminar, a las entradas y salidas se asignen cantidades y costos, éstas deben ser expresadas por unidad de tiempo. Por ejemplo, los desperdicios pueden ser expresados como kg/día. Sin embargo, si los niveles de producción varían (por ejemplo, la planta no operó durante tres horas), entonces la comparación de los datos diarios de desperdicios para ese día, puede ser engañosa. Por esta razón, es mejor expresar las entradas y desperdicios en términos de unidades de producción, por ejemplo, kilogramos de desperdicios por tonelada de producto fabricado. La utilización de este concepto como base de comparación permite que si cambia el nivel de producción, las entradas y los desperdicios pueden seguir siendo comparables.

Método para la caracterización del proceso

Para la caracterización del proceso se usa el siguiente método:

1. Identificar todos los procesos de la empresa que consumen cantidades significativas de materias primas, energía y agua.
2. Construir un diagrama de flujo para cada proceso
3. Construir un diagrama de entrada/salida mostrando todas las entradas y salidas para cada unidad de proceso.
4. Construir los mapas de consumo mostrando el desglose de las cantidades y costos de cada entrada y salida de desperdicios.

Cada uno de estos pasos se describe a continuación.

Caracterización del proceso – Identificación de los procesos de la empresa

El primer paso en la caracterización del proceso es la identificación de todos los procesos de la empresa que consumen cantidades significativas de materias primas, energía y agua. Una vez identificados, estos procesos serán examinados más a fondo en posteriores etapas del proceso de caracterización.

¿Cómo identificar los procesos de la empresa?

Las siguientes acciones pueden realizarse para identificar todos los procesos significativos de la empresa:

- Preguntar al administrador de la empresa por los procesos principales
- Buscar en los datos recogidos en la etapa de consumos y desperdicios anuales y chequear que todas las mayores entradas y salidas de desperdicios estén contabilizadas en la lista de procesos

Caracterización del Proceso – Diagramas de Flujo

Definición: Los diagramas de flujo son gráficos simples que muestran la secuencia de pasos o actividades que conforman el proceso total.

La evaluación de P+L requiere de un análisis de los procesos de la empresa y de cada unidad de proceso. Las herramientas descritas en esta sección ayudarán a identificar todas las entradas y salidas de cada proceso, incluyendo todas las corrientes de desperdicios.

Construcción de los diagramas de flujo Identificar todas las unidades que constituyen el proceso para poder construir el diagrama de flujo. Cada unidad de proceso, definidas más adelante, debe comprender cada paso o actividad dentro del proceso total, incluyendo las unidades de proceso auxiliares. En la evaluación preliminar, los diagramas de flujo se representan de forma relativamente simple, pero si es requerido pueden ser ampliados en el estudio detallado. Como Ejemplo de diagrama de flujo se representa a continuación el proceso de lavado de ropas en una tintorería, lo cual puede ser dividido en seis unidades de proceso:

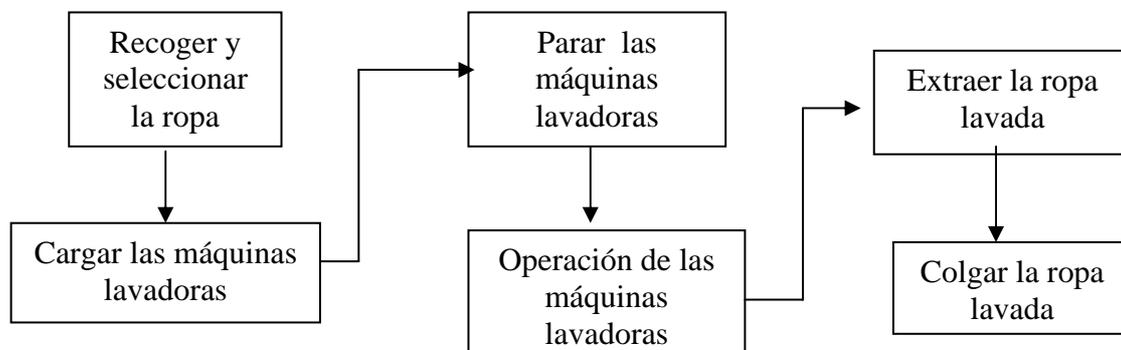


Figura 4.3: Diagrama de flujo del lavado de ropas en una tintorería

Unidades auxiliares del proceso: Usualmente las operaciones en las empresas incluyen procesos auxiliares, los cuales, habitualmente, caen en alguna de las siguientes cuatro categorías:

- Pre – producción: almacenaje y manipulación de materias primas
- Post – producción: empaçado, distribución y transporte
- Mantenimiento: limpiezas, servicios mecánicos o eléctricos periódicos
- Reproceso o procesamiento de desperdicios

Otro ejemplo de diagrama de flujo: Considerar el siguiente diagrama de flujo para la producción y distribución de pan en una panadería mayorista. Incluye las unidades de proceso auxiliares.

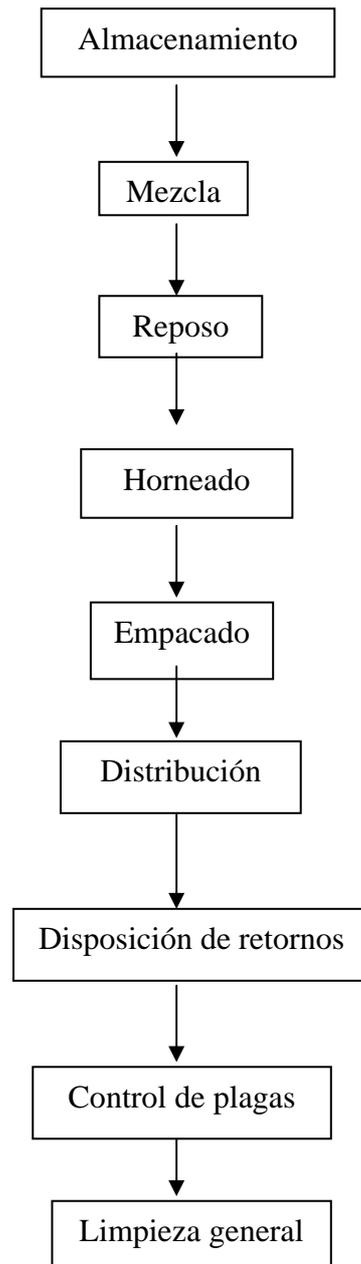


Figura 4.4: Diagrama de flujo del proceso en una panadería mayorista

Otro ejemplo de diagrama de flujo para la fabricación de hamburguesas en un local de comidas rápidas.

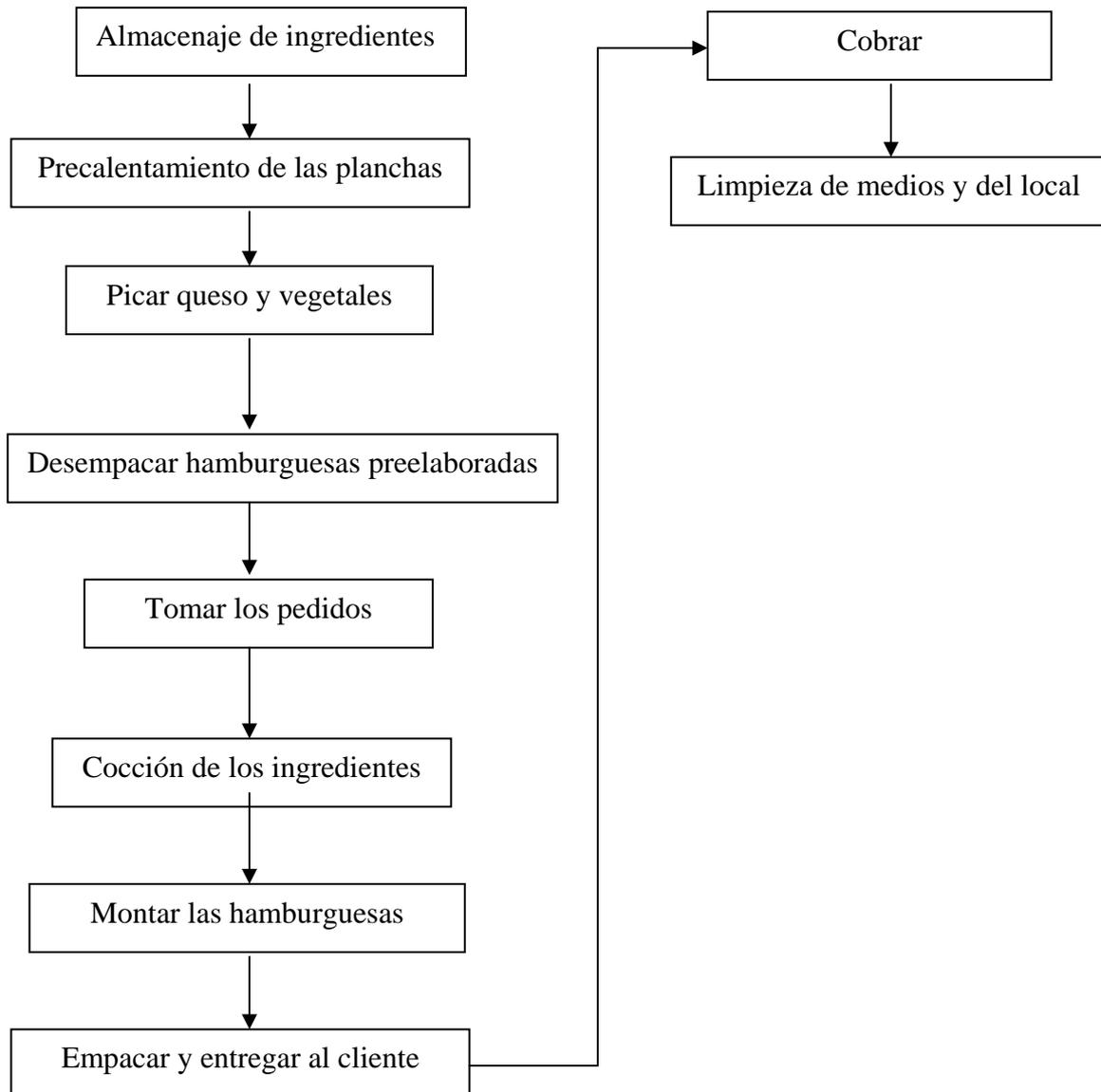


Figura 4.5: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de hamburguesas

Caracterización del Proceso – Diagramas de entrada / salida

Definición: El diagrama de entrada / salida muestra, para cada unidad de proceso, cuales son las entradas de materiales y energía al proceso y cuales son las salidas.

Después que todas la unidades de proceso han sido identificadas, el próximo paso es identificar las principales entradas y salidas de materiales y energía en cada unidad de proceso. Esto conducirá a que en el siguiente paso (los mapas de consumo) se desarrollará un desglose de cantidades y costos de cada entrada a la empresa y de cada salida de desperdicios.

Ejemplo: Tomando el ejemplo anterior de la producción y distribución de pan en una panadería mayorista, las entradas y salidas pueden ser asignadas a cada unidad de proceso del diagrama de flujo para obtener el diagrama de entrada / salida que se muestra en la figura 4.6 Hay que destacar que en esta figura solo se muestran las entradas y salidas de materiales y desperdicios.

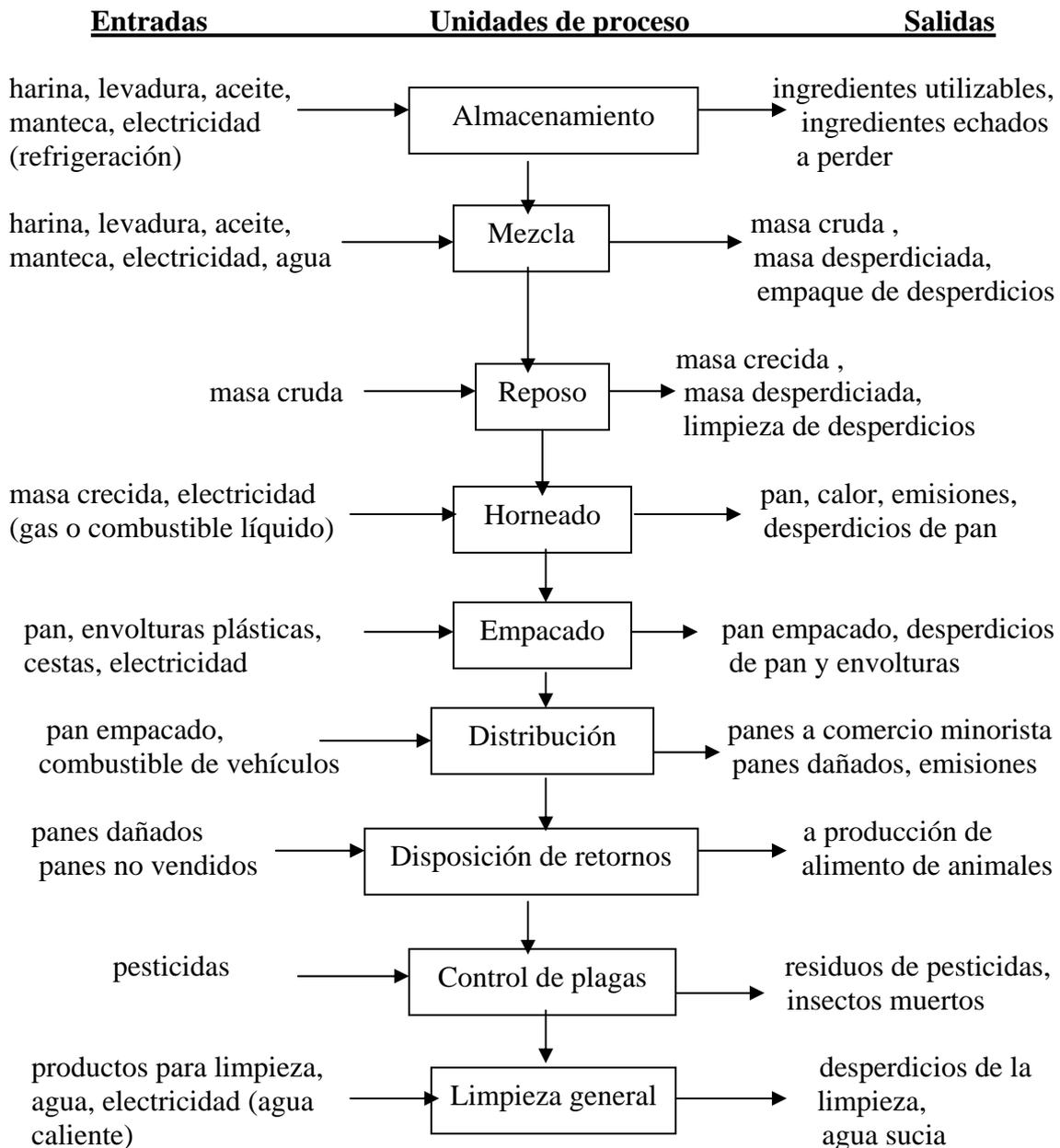


Figura 4.6: Diagrama de entrada / salida en una panadería mayorista

Identificación de entradas y salidas: Cuando se estén identificando las entradas y salidas del proceso el equipo debe conversar con los operarios, ya que suministran información importante, pero hay que tener en cuenta que, debido a su familiaridad con el proceso, pueden pasar por alto algunas entradas y salidas. Debido a esto, el equipo debe caminar por la empresa para realizar observaciones por sí mismo.

Balance de entradas y salidas: Hay que asegurarse de que en cada unidad de proceso, para cada entrada debe haber la correspondiente salida. Si hay algún cambio en el peso de una materia prima o en un producto, hay que contabilizar la diferencia y asegurarse de que está incluida en el diagrama de entrada / salida. Hay que recordar incluir las aguas de lavado, emisiones a la atmósfera, polvos y cualquier tipo de contaminación.

El balance entre las entradas y salidas es un buen método para el desglose de las salidas de desperdicios, los que de otra manera pudieran ser pasados por alto. Hay que incluir cualquier desecho, materia prima o producto, que regular o accidentalmente, se produzca

en el proceso. Hay que notar que no se requieren cantidades y costos en el diagrama de entrada / salida en esta etapa.

Ejemplo de diagrama de entrada / salida para el proceso de fabricación de hamburguesas:

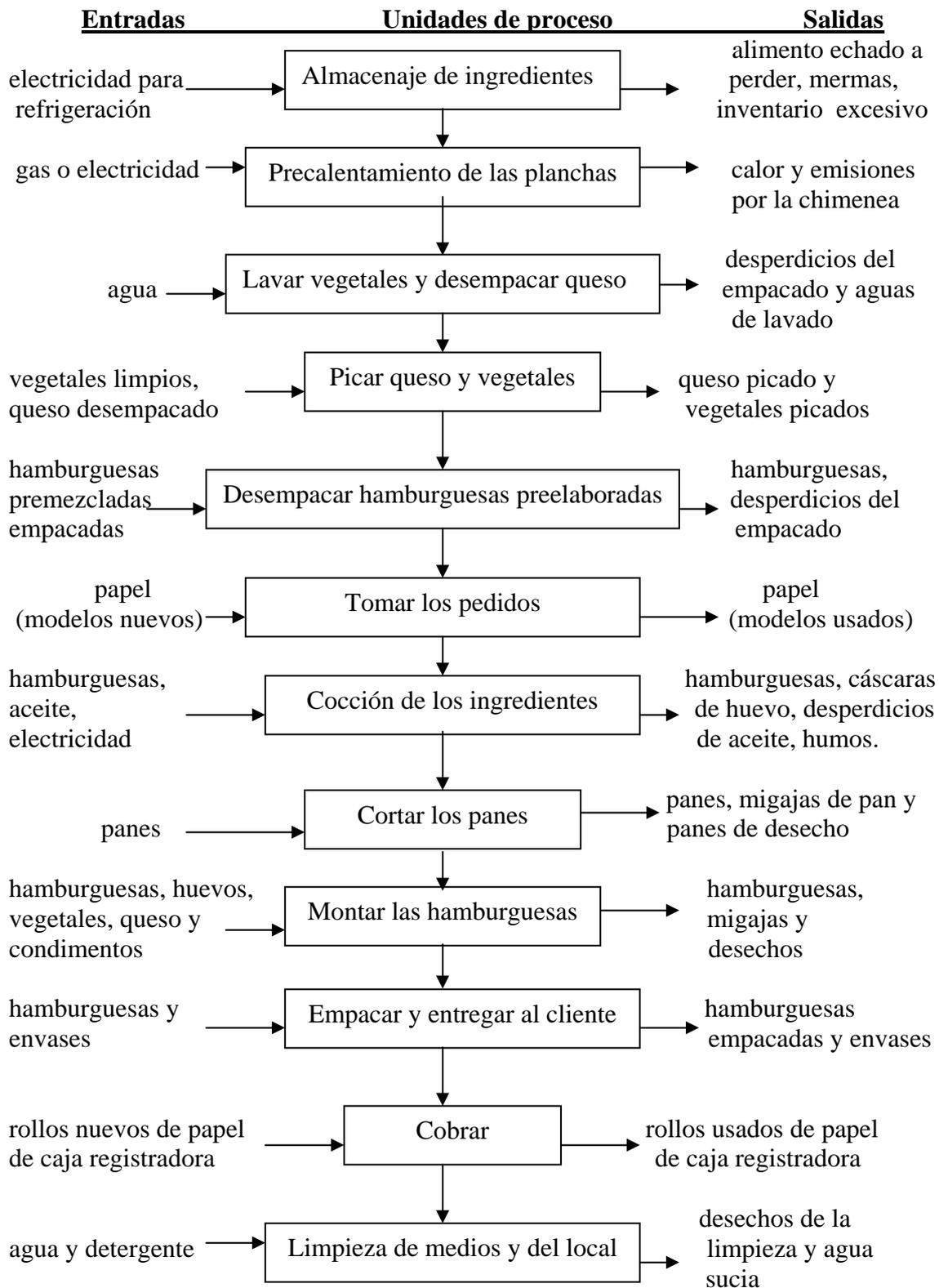


Figura 4.7: Diagrama de entrada / salida del proceso de fabricación de hamburguesas

Caracterización del Proceso – Mapas de Consumo

Definición: Un mapa de consumo es una representación gráfica de cada una de las entradas al proceso, mostrando a donde van finalmente las cantidades de cada entrada. Inversamente, un mapa de consumo puede mostrar para un tipo de desperdicio sus varias fuentes de origen.

Después de completar los diagramas de entrada / salida, el siguiente paso es comenzar a localizar y describir cuantitativamente las entradas y desperdicios para obtener un cuadro completo de donde termina la cantidad total de cada entrada y donde se genera en el proceso cada tipo de desperdicio. Estos datos serán utilizados en la Evaluación Preliminar para escoger los objetivos del Estudio Detallado, de lo que pueden obtenerse las mejores oportunidades para el mejoramiento de la empresa.

Perspectiva diferente: Al compararlos con los diagramas de entrada / salida, los mapas de consumo implican tomar una perspectiva diferente de los procesos de la empresa y, a menudo, conducen el descubrimiento de nuevos datos. En la construcción de un mapa de consumo, la entrada (material o energía) se sigue a través del proceso y unidades de proceso de la empresa, para determinar donde es consumida. Esto a menudo conduce a darse cuenta que, por ejemplo, se consume electricidad en la iluminación y la iluminación no ha sido incluida como una entrada en ninguno de los diagramas de proceso. De igual manera, podrán ser identificadas nuevas fuentes de desperdicios.

Desechos y reprocesos: Cuando se construyen los mapas de consumo, no hay que olvidar incluir todos los desechos de materias primas, de materiales parcialmente procesados y de los productos. Esto también incluye los costos de cualquier material o energía asociados con reprocesos. El reproceso es volver a procesar productos para eliminar defectos, y es uno de los mayores costos ocultos en muchas empresas.

Construcción del mapa de consumo en dos etapas: Los mapas de consumo se construyen en dos etapas. La primera etapa es la construcción de un mapa cualitativo, el cual muestra todas las unidades de proceso que consumen una entrada, o para una salida de desperdicios, todas las unidades de proceso que contribuyen a ese desperdicio.

La segunda etapa es la construcción de un mapa cuantitativo, e incluye la asignación de costos a cada aspecto del mapa de consumo.

Construcción de un mapa de consumo cualitativo: Un mapa de consumo se construye para cada tipo de entrada y cada tipo de desperdicio. Para construir un mapa de consumo para una entrada, hay que ubicar la entrada a través de toda la empresa e identificar todas las unidades de proceso en las cuales es consumida. Esto se registra en el mapa, como se muestra más adelante en la figura 4.8. Para construir un mapa de consumo para un tipo de desperdicio, hay que identificar todas las unidades de proceso que lo producen y registrar esto en el mapa, tal como se muestra en la figura 4.9.

Construcción de un mapa de consumo cuantitativo: En la Evaluación Preliminar solo se requieren mapas de consumo cualitativos, en cambio, en el Estudio Detallado algunos de estos mapas serán desarrollados a mapas de consumo cuantitativos, mostrando la cantidad de cada corriente componente.

Referencia a los diagramas de entrada / salida: Los diagramas de entrada / salida construidos con anterioridad son una excelente fuente de información para los mapas de consumo, así como estos diagramas actualizados con información generada de la construcción de los mapas de consumo.

El equipo de estudiantes debe utilizar el método de la Tormenta de Ideas para analizar los procesos y ubicar el destino de cada parte de cada entrada, e identificar cada fuente de cada desperdicio para poder estar seguro de que están completos los mapas de consumo. Así como también hay que estar seguro de que cada desecho de materias primas y producto terminado o parcialmente terminado, están incluidos en el mapa de consumo.

Cantidad de detalles en el mapa de consumo: Durante la construcción del mapa de consumo, mientras más detalles se incluyan, más útil será durante el Estudio Detallado. Sin embargo, el tiempo disponible para la Evaluación Preliminar durante el proyecto es muy limitado, por lo que el equipo no deben tratar de incluir más de media docena, o algo así, de aspectos por mapa, especialmente para la electricidad.

Ejemplos de mapas de consumo cualitativos: El siguiente ejemplo muestra, para el proceso de producción y distribución de pan en una panadería mayorista, los mapas de consumo cualitativos para electricidad (Figura 4.8) y para desperdicios de masa y pan (Figura 4.9).

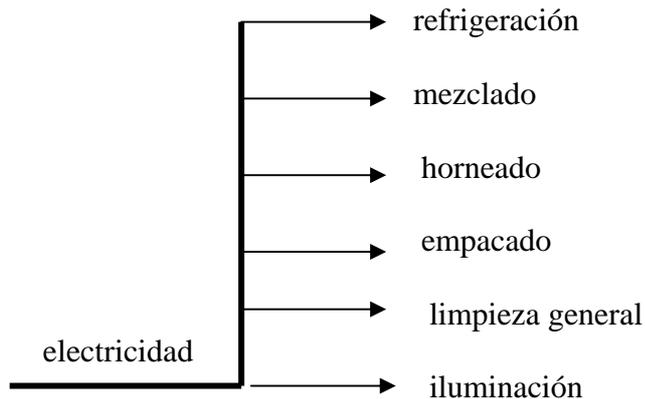


Figura 4.8: Mapa cualitativo de consumo de electricidad

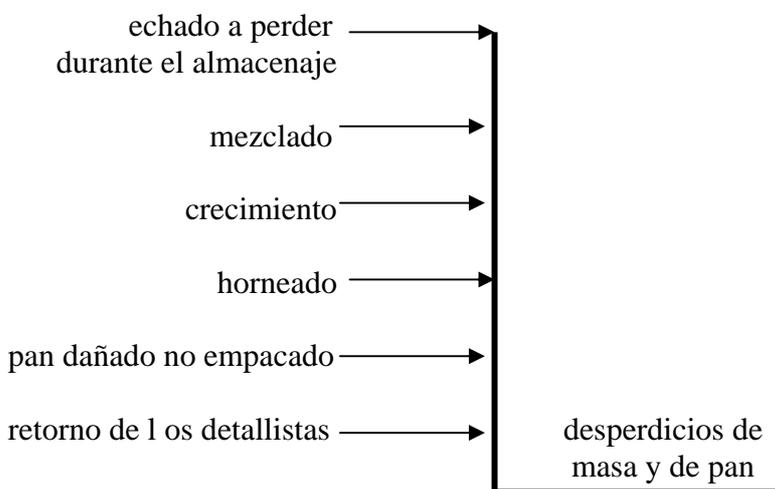


Figura 4.9: Mapa cualitativo para desperdicios de masa y de pan

Mapas de consumo de dos niveles: Algunas veces es conveniente expandir los mapas de consumo a dos niveles, como en el ejemplo siguiente, lo que es especialmente útil cuando el desperdicio de un producto se separa en más de una corriente. En este ejemplo los desperdicios se denotan como W y el consumo productivo como P.

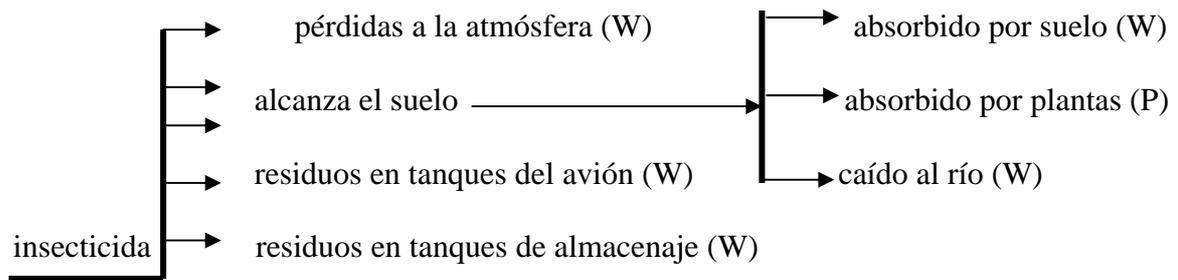


Figura 4.10: Mapa de consumo de dos niveles para la aplicación de insecticidas por avión.

4.2.2.3.2 El Balance de Energía

Un balance de energía generalmente se lleva a cabo a través de los pasos siguientes:

1. Para cada tipo de combustible usado (por ejemplo electricidad, gas, diesel, fuel-oil etc.), registrar la cantidad consumida en un periodo e tiempo dado, junto con el costo por unidad y el costo total para el periodo, mostrando cual de los combustibles se usa en cada área de operaciones y mostrando los flujos de energía entre las áreas.
2. Estimar la proporción de cada combustible usado en cada área de las operaciones. Para hacer esto, el equipo de las P+L debe preparar a una lista del consumo de energía certificado por el fabricante del equipo, la cantidad de equipos y el tipo de combustible usado. Una vez hecho esto para cada una de las áreas, el uso del porcentaje de cada combustible en cada área puede calcularse.

Generalmente, es mejor a este nivel tomar como base para los balances de M&E tomar los datos de un trimestre de datos y calcular los promedios mensuales. Debe tenerse cuidado para asegurar que todos los cálculos se expresen en las unidades correctas (preferentemente las unidades del SI), que sean coherentes, y que se incluyan los costos asociados.

4.2.2.3.3 Priorización de opciones

En el paso de la priorización, se usarán los mapas de consumo para seleccionar cuales desperdicios y unidades de proceso trabajar durante el Estudio Detallado. Para hacer esta selección, el equipo de EP+L debe escoger aquellos desperdicios y unidades de proceso que ofrecen las mayores oportunidades para el mejoramiento de los beneficios y la sustentabilidad a largo plazo de la empresa.

Enfocar sobre los mayores costos: Para obtener las mayores ganancias, las P+L deben enfocarse sobre los mayores costos. Un 2 % de reducción sobre un costo de \$ 10 000, ahorrará cuatro veces más a la empresa que una reducción del 10 % hecha sobre un costo de \$ 500.

Ejemplo: Asumiendo que la Evaluación Preliminar de una empresa ha establecido que las cuentas de electricidad representan el 18 % de sus costos, y el papel de fotocopias representa el 1 %, si los costos de electricidad pueden ser reducidos solo un décimo, entonces los ahorros de la empresa serían más grandes que si se elimina el consumo de papel de fotocopias.

Utilizar un método simple: Debido a que los datos cuantitativos en el mapa de consumos son a menudo incompletos y contienen algunos estimados y suposiciones, no se justifica una rigurosa metodología para la priorización. El método que se describe a continuación es simple y los resultados pueden ser cambiados o perfeccionados durante el Estudio Detallado.

Selección de entradas y desperdicios para el Estudio Detallado: Como norma, deben escogerse las entradas y desperdicios que provoquen los mayores costos a la empresa. Sin embargo, los siguientes factores pueden también ser tenidos en cuenta para tomar la decisión final:

- Magnitud de los ahorros potenciales de las oportunidades ya conocidas por el equipo
- Problemas de costos relacionados con los desperdicios, ya que elevados costos indirectos relacionados con un producto de desperdicio, pueden justificar una alta prioridad para algo que de otra manera se consideraría menor
- Efectos medioambientales de los desperdicios
- Si la empresa está grandemente entusiasmada con la eliminación de un determinado desperdicio, entonces este puede tener una alta prioridad.
- Un alto costo de una entrada puede no ser tenido en cuenta porque no han sido identificadas oportunidades para el mejoramiento.

Tabla de Priorización

La tabla de priorización es un método muy simple de jerarquización de entradas y desperdicios de acuerdo con los costos respectivos para la empresa.

Ejemplo: El siguiente ejemplo muestra el uso de una tabla de priorización. Los elementos de más altos costos son identificados como oportunidades para el mejoramiento, ya que pequeñas reducciones en ellos tendrán un mayor retorno financiero que grandes reducciones hechas en áreas de bajos costos.

Tabla 14.1: Tabla de priorización para la Evaluación Preliminar

Elementos	Cantidades anuales	Costos anuales	Jerarquía
Agua	15 000 kl	\$ 100	8
Materia prima A	20 000 kg	\$ 20 000	2
Materia prima B	10 000 kg	\$ 40 000	1
Materia prima C	8 000 kg	\$ 800	7
Electricidad	150 000 kw/h	\$ 15 000	3
Gas	150 000 MJ	\$ 1 800	6
Diesel	10 000 l	\$ 5 000	4
Eliminación de desperdicios	4 200 kg	\$ 3 000	5

4.2.3 La preparación de un Eco-mapa

El Eco-mapa es una herramienta muy útil para un equipo de las P+L, sobre todo para capturar las observaciones hechas durante el reconocimiento de planta. Es una herramienta simple y práctica para representar visualmente problemas de interés así como para notar las buenas prácticas. Usando un Eco-mapa, pueden llevarse a cabo las medidas correctivas para no sólo mejorar la actuación medioambiental de una compañía sino también la eficacia de sus operaciones.

Los Eco-mapas son a menudo indicadores directos del estado de los quehaceres domésticos de la empresa. Pueden desarrollarse los Eco-mapas para temas específicos como los siguientes:

- Consumo y descarga de aguas residuales
- Uso de la energía
- Generación de residuos sólidos
- Olores, ruido y polvo
- Seguridad y riesgos medioambientales.

Para preparar los Eco-mapas es más fácil usar mapas del esquema del sitio. La empresa puede tener los tales mapas del esquema. En ese caso, antes de usarlos es importante que el equipo verifique los varios detalles mediante la inspección real, ya que muchos, como los mapas y planos, no siempre se actualizan. Si la empresa no los tiene, entonces el equipo debe construirlos. Hasta donde sea posible, el equipo debe asegurarse que los planos del esquema se dibujan a escala, preferentemente en hojas A3, cubriendo lo siguiente:

- **Esquema de las operaciones totales en la organización:**

Este mapa debe mostrar los caminos interiores, entrada y salidas, el almacenamiento de las materias primas, el almacenamiento y procesamiento de desperdicios, los medios para la disposición, las calderas, los sistemas de refrigeración y climatización, posiciones de las chimeneas, desagües pluviales y salidas de corrientes de aguas residuales, equipos, conductos de agua, líneas de vapor; desagües y aberturas / chimeneas, etc.

- **Esquema de las secciones importantes:**

Para las empresas con varias secciones grandes, pueden dibujarse los mapas para las secciones de interés que indican las posiciones más importantes. Si la sección tiene múltiples pisos, entonces se requiere un mapa separado para cada piso.

La figura 4.11 muestra una ilustración de un esquema de planta típico.

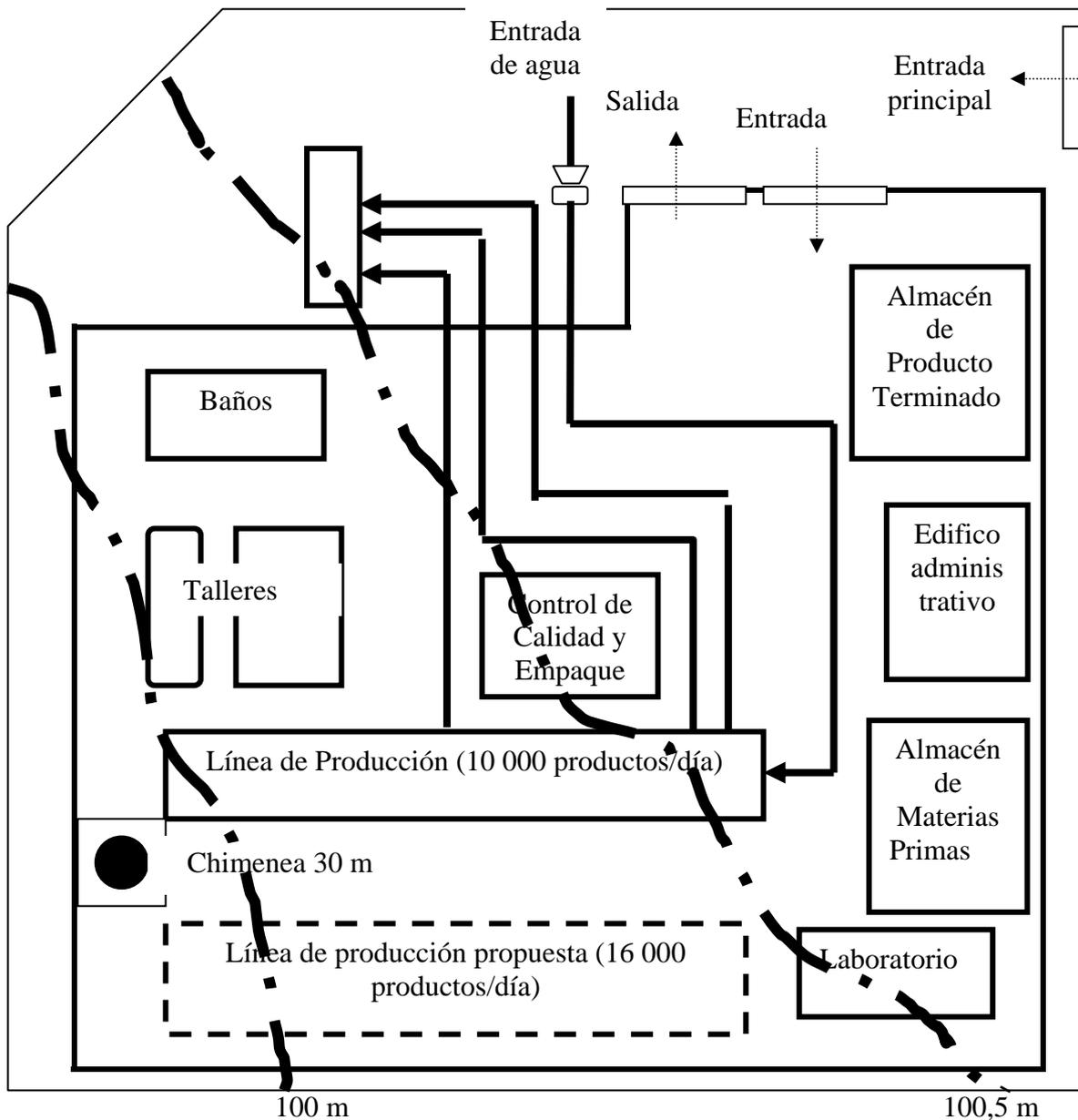


Figura 4.11: Mapa del Esquema Típico para una Fábrica

Para cada Eco-mapa, el equipo debe asegurarse de incluir todo lo relacionado con el problema particular estudiado. Por ejemplo, un Eco-mapa para el consumo de agua y

descarga de aguas residuales debe reflejar con precisión la situación de las inundaciones, derrames o uso excesivo de agua etc. Estas áreas pueden destacarse adicionalmente usando códigos de colores o símbolos distintos para mostrar que tienen que ser supervisadas o áreas dónde los problemas tendrán que ser resueltos lo más pronto posible. La figura 4.12 muestra un Eco-mapa típico.

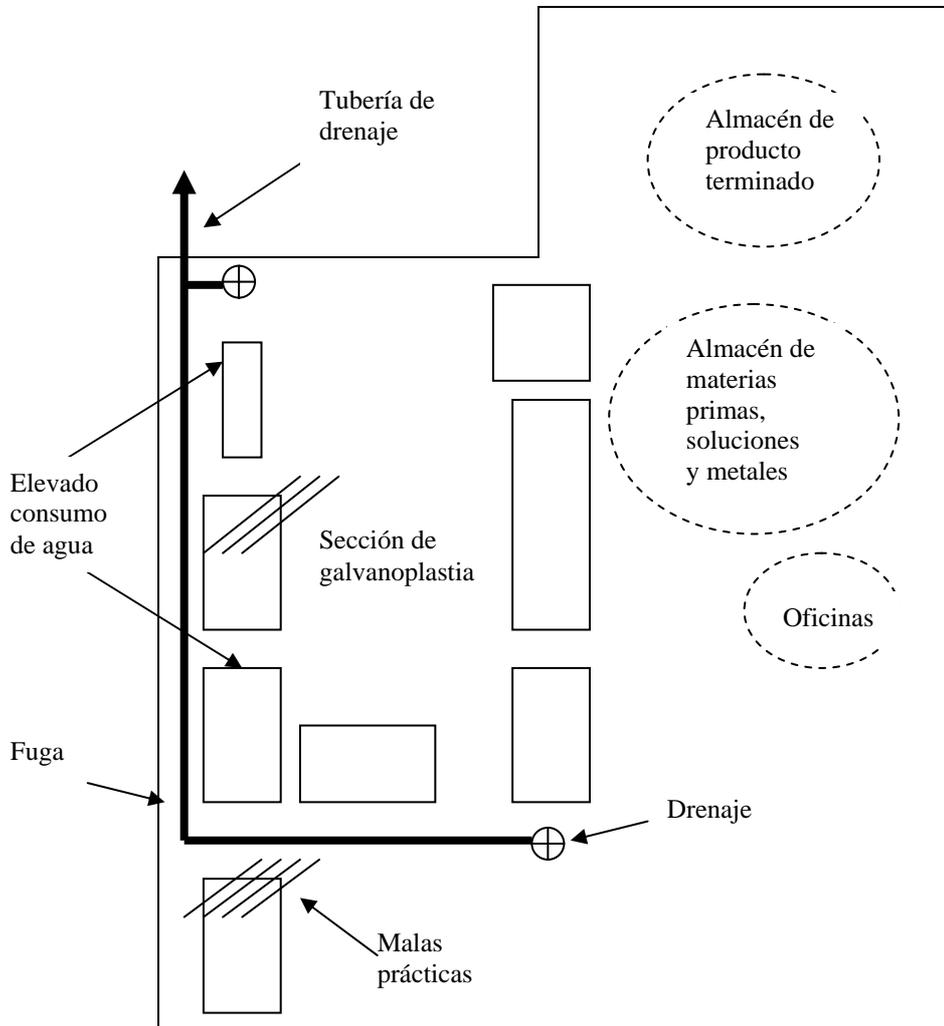


Figura 4.12: Una Ilustración de un Eco-mapa para el Agua en una Fábrica de Galvanoplastia.

El equipo debe usar los Eco-mapas en la tarea de identificación de problemas, donde los análisis visuales de Eco-mapas para varias utilidades o recursos pueden identificar los problemas. También pueden usarse durante la supervisión y revisión, y pueden el Eco-mapa desarrollado compararse con el Eco-mapa actualizado después de la aplicación de la opción de producción más limpia para examinar el cambio. Para asegurar que los Eco-mapas continúan sirviendo a su propósito, deben actualizarse una vez por año o cada vez que el sitio de trabajo se renueva o se extienden las operaciones.