

CAPITULO 2- PROCESO

2.1 Etapa de operación

2.1.1 Descripción del proyecto

1.-La empresa recibe la solicitud de servicio de reciclaje de residuos por parte del cliente, en cualquiera de sus dos modalidades: para ser reciclados in-situ, es decir en el mismo lugar en el que fueron generados, utilizando una unidad de destilación móvil ; ó para ser reciclados en la planta . En el segundo caso, los solventes serán transportados en tambos cerrados de 208 lts. hacia la planta en autotransporte debidamente autorizado y con personal entrenado.

2.- Los residuos se recibirán en la planta y se anotarán en la bitácora respectiva los siguientes datos: fecha, hora, procedencia del cargamento, volumen recibido, tipos de materiales ó sustancias, responsable del transporte y responsable de la planta.

3.- Para comprobar la naturaleza declarada de los residuos, éstos se someterán a pruebas fisico-químicas que serán realizadas por un Ingeniero Químico perteneciente al personal de la planta. Como primer paso se conducirá un examen de gas cromático (GC), seguido por un examen del cálculo del calor de combustión para conocer la inflamabilidad del producto, por último, el residuo se someterá a un examen de cloro. Todos los exámenes se llevarán a cabo por medio de pruebas y equipo portátil de empleo sencillo. No se requiere la existencia de un laboratorio. Estos análisis también se realizarán a los residuos que se reciclen in-situ. Los datos provenientes de los exámenes serán almacenados en los archivos de la planta. El 90% de los residuos que se reciclarán serán acetonas con impurezas.

4.- Después de los exámenes de caracterización, cuando el servicio se realice in-situ, se procederá a realizar el reciclaje. Cuando el servicio se efectúe en la planta, los tambos serán almacenados por un tiempo no mayor a 5 días en lo que son sometidos al proceso. El área destinada a ése fin cumplirá con los requerimientos de seguridad especificados para el almacenaje de residuos peligrosos. Los residuos serán almacenados por un tiempo total no mayor a una semana, tiempo durante el cuál deberán haber sido reciclados.

5.- Aproximadamente el 75% del volumen de los solventes recibidos, se convierten en solventes “limpios” ó reciclados. El 25% restante lo constituyen las sustancias ó residuos extraídos de las sustancias por reciclar. Los residuos finales serán depositados en tambos de 208 lts y almacenados por un tiempo máximo de 7 días en la planta. En éste lapso de tiempo serán transportados y entregados a sus propietarios originales, para que ellos realicen la disposición final de manera adecuada. Si éstos se ubican en los Estados Unidos, los residuos regresados podrán ser incinerados de acuerdo a normas establecidas por la EPA.¹

En el caso de que los solventes usados hayan sido comprados como materia prima por la Recicladora en proyecto, los productos se venderán a la industria local y de la ciudad de Tijuana, y los residuos serán entregados a un incinerador ó a un confinamiento de residuos peligrosos autorizado.

¹ Agencia para la Protección del Ambiente. 1996 U.S.A, Environmental

2.2 Metabolismo Industrial.

La materia prima a reciclar es sometida a un proceso de destilación industrial, el cuál consiste en la separación de los componentes volátiles de los no volátiles utilizando una fuente de calor. Este proceso es similar al de la evaporación, pero con la particularidad de que el material volátil es un producto deseado, es decir, el solvente limpio reciclado.²

Para éste proyecto se contempla utilizar la destilación fraccionada que consiste en llevar el solvente a su fase de vapor dentro de un destilador, poniéndolo en contacto con un flujo líquido de la misma sustancia en contracorriente y haciéndolo pasar por placas metálicas escalonadas, todo esto con el fin de lograr la separación total del solvente de las impurezas. En ninguna fase del proceso habrá adición ó mezcla de sustancias ó materiales extraños a los propios solventes por reciclar.

2.3 Descripción de las líneas de producción.

Proceso de reciclaje.

El primer paso es el precalentamiento de la caldera por una hora aproximadamente. La caldera trabaja a base de gas propano licuado comercial, por lo que la emisión de gases de combustión es muy pequeña. Mientras esto transcurre, se bombearán las sustancias por reciclar a un tanque primario que cuenta con un filtro de malla de alambre para detener partículas mayores. Los solventes ya filtrados son conducidos hacia el destilador por medio de bombas neumáticas. No se utilizan motores eléctricos cerca del destilador. Cabe aclarar que todo el equipo eléctrico estará perfectamente aislado para evitar la presencia de chispas ó ingreso de sustancias ó vapores inflamables y así prevenir cualquier tipo de contingencia. Se contará con dos destiladores, cada uno con diferente capacidad de reciclado, por lo que el uso de cada uno de éstos dependerá del volumen de residuo recibido. El más grande de éstos tiene capacidad para reciclar 20 tambos de 208 lts al día. El destilador chico tiene una capacidad aproximada de 8 tambos al día, el equivalente a 1,600 lts./día, el cual se utilizará para el servicio de reciclamiento in-situ.

El destilador se llena por la parte superior a través de un tubo de acero. El volumen en el destilador se verifica por medio de una columna de nivel instalada sobre un costado del mismo. El monitoreo permite determinar el volumen de líquido que se está inyectando, el ritmo de consumo y el momento en que se tiene que inyectar más.

La caldera proporciona vapor al destilador, dentro del cuál se encuentran las placas metálicas que se calientan para inducir la ebullición de la sustancia en ése punto. El rango de ebullición para la mayoría de los productos que se manejarán oscila entre 37 C ó 100 F hasta 93 C ó 200 F.

² World Environmental Center 1992. Manual de Admón de Riesgos.

Las sustancias a reciclar son calentadas hasta alcanzar la fase de vapor, los productos más pesados (impurezas) se asentarán en el fondo del destilador. El fondo será purgado al final del ciclo de purificación que normalmente dura tres días, procediéndose a vaciar los residuos en tambos de 208 lts y transportarlos de regreso a su generador. En el caso de la acetona, el proceso de purificación continúa a una segunda columna llamada fraccionador. En éste se lleva a cabo un segundo proceso de destilación donde se separan las impurezas y partículas más pequeñas que fueron arrastradas por la acetona en la fase de vapor. En la parte más alta de la unidad se transfiere el vapor al condensador y una pequeña cantidad de acetona sin purificar es recirculada hacia el destilador principal para continuar el ciclo.

El condensador trabaja a base de bobinas donde circula agua en paredes contiguas al vapor de los productos finales. El agua no toca en ningún momento los materiales que están siendo reciclados. Con el producto purificado ya en fase líquida, se llenan tambos de 208 lts. mediante mangueras provistas de válvulas de corte rápido, a su vez se implementa en cada tambo receptor una manguera para escape y purificación de vapores a base de un filtro de carbón activado.

El producto obtenido será devuelto a los solicitantes del servicio de reciclamiento ó vendido a las empresas que consuman solventes reciclados a la brevedad posible. En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo del proceso de reciclaje de solventes.

Reciclamiento in-situ

El reciclamiento en las instalaciones del generador de solventes sucios se realizará con un equipo de destilación portátil con capacidad de 8 tambos de 208 lts. ó 1,664 lts.. Este equipo estará instalado sobre un remolque para hacer más práctico su manejo y transportación. La unidad móvil contará con una columna de destilación, un enfriador de agua y una bomba neumática de alimentación de solventes. El camión que llevará ésta unidad contará con un tanque de gas de 45 Kg. y una caldera portátil de 250 gal. ó 945 lts. de capacidad.

Para que la planta en proyecto pueda ofrecer éste servicio, el generador debe de contar con un área especialmente acondicionada para el reciclamiento. Esta área debe tener las siguientes características:

Ofrecer una superficie de trabajo de por lo menos 16 m^2 , en donde se puede colocar cómodamente la unidad recicladora portátil.

El área debe estar acondicionada con un muro de contención de derrames de 25 cm de altura (suficiente para contener el 100% de un eventual derrame), piso de concreto impermeable con 1% de inclinación hacia una fosa de recuperación de por lo menos 1 m^3 de capacidad. Deberán existir condiciones de seguridad similares a las consideradas en la planta proyectada, tales como: equipo adecuado de trabajo, equipo contra incendio, etc. El personal de la planta en proyecto a cargo de la unidad móvil, estará capacitado adecuadamente en el uso y manejo del equipo y materiales. En ningún momento los empleados de la planta generadora de solventes sucios podrán participar en el reciclamiento

Debido a la naturaleza altamente inflamable de los residuos que se reciclarán antes de iniciar el proceso de mantenimiento (limpieza), es necesario hacer pasar por los destiladores un volumen determinado de cloruro de metileno. Esta es una sustancia que limpia los residuos de plásticos y aceites que pudieran haber quedado en el destilador. Al mismo tiempo ésta sustancia neutraliza los residuos de acetona, con lo cual se elimina la posibilidad de incendio ó explosión. La limpieza de los destiladores se hace por medio de la recolección de las impurezas asentadas en la placa base de éstos aparatos. Dichas impurezas tienen una consistencia viscosa (tipo chapopote) que necesita ser desprendida con la ayuda de espátulas metálicas. Todos estos residuos se juntan con los residuos de impurezas líquidas, para ser regresados al generador ó a la incineradora correspondiente.

2.4 Materias primas e insumos utilizados en el proceso.

Las materias primas serán solventes usados provenientes de diversas industrias. Aproximadamente el 90% de los solventes usados que utilizaremos como materia prima, será acetona usada, mezclada con impurezas tales como resinas, pinturas y polietileno, entre otras. Las sustancias que conforman el 10% restante de las materias primas serán: metanol, nafta solvente (petroleum, isopropanol,) nafta669 (petroleum hidrocarbon), tetracloroetileno (percloroetileno industrial), tricloroetano y tricloroetileno. Cabe mencionar que se usará gas propano para alimentar a la caldera. La descripción y características de cada una de éstas sustancias se muestran en las fig 6 y 7.

2.4.1 Subproductos por fase de proceso.

El único subproducto generado después del proceso, lo constituyen las impurezas en forma de residuos concentrados de desecho. La proporción entre la acetona libre de impurezas y de los residuos concentrados es de 3:1 en promedio. La cantidad de cada uno dependerá en gran medida de la calidad inicial de la acetona. El resto de los solventes potencialmente reciclables muestran un patrón similar de recuperación.

2.4.2 Productos finales.

La capacidad de reciclamiento de la planta será de 29,120 lts. semanalmente, de éste volumen, el 90% corresponderá a acetona, mientras que el 10% restante serán otros solventes. Trabajando a la máxima capacidad de la planta y tomando en consideración que cerca del 75% de la materia prima se recupera como producto final, entonces se obtendrán 19,656 litros semanalmente de acetona pura reciclada, el equivalente a 94.5 tambos de 208 litros c/u a la semana.

En cuanto a los otros solventes, su reciclamiento será esporádico, suponiendo que cada semana hubiera de éstos, entonces aproximadamente se obtendrían 10.5 tambos semanales, lo que equivale a 2,184 litros/semana.

2.4.3 Componentes riesgosos.

En la siguiente cuadro (21) se nombran los componentes riesgosos involucrados en el proceso, y algunas características de ellos. Mas adelante haremos mención de su riesgo y medidas de seguridad.

CUADRO 21. Componentes riesgosos involucrados en el proceso de reciclaje.

Nombre comercial	Componentes Riesgosos y porcentaje.	Numero C.A.S.	Numero O.N.U
Acetona Sintética	Acetona (99.5%)	000067-64-1	1090
Solvente SM Cloroetano	1,1,1-Tricloroetano (96.5%)	000071-55-6	1135
Percloroetileno Industrial	Tetracloroetileno (99.9%)	000127-18-4	1897
Solvente NEU-TRI	Tricloroetileno (99.4%)	000079-01-6	1710
Mineral Spirits Quik Dry	669 Nafta (100%)	064742-47-8	N/D
Isopropanol Anhidrido	Alcohol Isopropílico (100%)	000067-63-0	1219
Solvente 140-66	Solvente Nafta (100%)	008030-30-6	1993
Metanol	Alcohol Metílico (98.85%)	000067-56-1	1230
Cloruro de Metileno	Cloruro de Metileno (99%)	000075-09-2	1593
Gas licuado Propano	Gas l.p. (100%)	000074-98-6	1978

Fuente :Dow Chemical Company, 1994

2.4.4 Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento de los solventes involucrados en el proceso.

Se dará cumplimiento a la normatividad en lo que se refiere al envase de las sustancias y residuos peligrosos de acuerdo a su estado físico, con sus características de peligrosidad y tomando en consideración su compatibilidad con otros residuos de acuerdo a la norma NOM-CRP-003-ECOL/93. Los envases contarán con las medidas de seguridad correspondientes para que durante las operaciones de carga, descarga y transporte, no sufran pérdida ó escape, y así evitar ocurrencia de eventos de riesgo ambiental ó exposición de los operarios a los materiales. Así mismo, los envases estarán identificados con el nombre y características de los residuos. En cuanto a las áreas de almacenamiento, éstas deben tener pisos lisos y de material impermeable, con canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de recuperación, los pasillos serán lo suficientemente anchos como para permitir tránsito y movimiento de tambos, así como para el movimiento de equipo de seguridad en caso de emergencia y tendrán material antiderrapante.

Los almacenes contarán con aspersores cuya presión mínima será de 6 Kg/cm² durante 15 minutos y con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles. Así mismo se contará con pararrayos y con detectores de gases ó vapores con alarma audible y visible. En cuanto a los solventes, los fabricantes recomiendan : un manejo cuidadoso, evitar la inhalación de sus vapores y almacenar en lugares fríos. Dado que los vapores de éstos productos son mas pesados que el aire y que pueden concentrarse en áreas bajas, como pozas, tanques de almacenamiento y áreas de confinamiento, se recomienda no entrar a éstas áreas sin una mascarilla de protección y en caso de fuga solicitar asistencia profesional.

2.4.5 Formas y características de transportación.

El transporte de los solventes usados se hará mediante dos vehículos autorizados por la SCT, que con anticipación hubieran obtenido el permiso de transporte de residuos peligrosos autorizado por la autoridad correspondiente.

Cuando se realice la recepción de los residuos peligrosos que se reciclarán, se solicitará al generador, el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse.

Así mismo se verificará que los residuos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados.

En el caso de generadores de los Estados Unidos, éstos contratarán un servicio autorizado que transporte los solventes usados hasta la frontera, desde donde el vehículo de nuestra compañía, tomará la carga para transportarla hasta la planta recicladora.

Nuestra compañía se encargará de transportar el producto final a los solicitantes del servicio de reciclaje y a los compradores de éstos productos.

Cuando los solventes usados hayan sido comprados como materia prima, los residuos obtenidos se dispondrán en lugares autorizados ó se entregarán para su incineración.

Para transportar los residuos a las instalaciones de disposición final, se contará con los formatos de manifiesto requeridos para el transporte del residuo. Por cada volumen de transporte se hará un manifiesto y se entregará el original y una copia de éste al destinatario, tal como lo estipula el artículo 23 del capítulo III del reglamento de materia de residuos peligrosos.

También, dando cumplimiento al artículo 25 del cap. III del mismo reglamento, se entregará un informe semestral sobre los residuos transportados a la Secretaría de Desarrollo Social.

Finalmente, se deben cumplir con los programas de mantenimiento del equipo de transporte y se contará con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos.

2.4.6 Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento.

Todos los solventes sucios recibidos y los productos obtenidos, serán almacenados en tambos de PVC ó Acero de 208 litros de capacidad, siempre debidamente etiquetados.

Los solventes reciclados se almacenarán en tambos limpios ó que hallan contenido acetona sin impurezas, éstos tambos serán suministrados por el mismo generador.

Los tambos sucios serán devueltos también al generador para que los reutilice en el almacenamiento de solventes con impurezas.

El gas licuado se almacenará en un tanque de acero que cumplirá con los requisitos estándares de seguridad, con capacidad de 3,500 lts.

Tanque de almacenamiento de gas l.p.

Material:	Acero	Capacidad:	3,500 Lts.
Diámetro:	102 cm.	Largo:	425 cm.
Llenado:	80%		

Tambos de almacenamiento de solventes sucios y reciclados.

Material:	Acero y/o PVC	Capacidad:	208 Lts.
Diámetro:	57.15 cm	Altura:	83.8 cm
Llenado:	95%		

2.4.6.1. Formas y características de almacenamiento de: materias primas, productos finales y subproductos.

Dentro de la planta se contará con cuatro áreas de almacenamiento:

- 1.- Almacén para solventes sucios (materia prima)
- 2.- Almacén para solventes ya reciclados.
- 3.- Almacén para residuos.
- 4.- Almacén de tambos limpios.

Las características de cada una de las áreas de almacenamiento se describen en el cuadro 22

CUADRO 22. Características de las áreas de almacenamiento de materias primas, productos y residuos.

Concepto/característica	Area 1 Solventes usados	Areas 2 y 3 Productos y residuos
Area	70 m ²	70 m ²
Altura del muro de contención de derrames.	60 cm	60 cm
Volumen máximo de almacenamiento.	40 tambos de 208 lts. c/u	40 tambos de 208 lts. c/u
Capacidad de contención del muro	42 m ³	42 m ³
Capacidad de fosa de recuperación de derrames ó trinchera.	1 m ³	1 m ³
Material de construcción.	Concreto	Concreto
Techo.	De lámina acanalada	De lámina acanalada
Grosor del piso de concreto.	15 cm	15 cm
Pendiente de la base del almacén.	1.0 %	1.0 %

Fuente : elaboración propia

En el área de almacenamiento de tambos limpios nunca se almacenarán solventes ni ninguna otra sustancia, ésta área estará destinada exclusivamente al almacenamiento de tambos libres de todo tipo de residuo. Los tambos sucios vacíos serán regresados al generador de los solventes.

En la figura 8 se puede apreciar la ubicación de cada una de las áreas de almacenamiento, las cuales estarán separadas del área de producción, servicios y oficinas.

El área 1 estará cerca de la plataforma de desembarque de tambos para facilitar su manejo y, por su proximidad a la maquinaria en donde se reciclarán éstos solventes.

Las áreas 2 y 3 de almacenamiento se encuentran en la parte posterior. Estas solamente serán utilizadas cuando la entrega de productos y residuos no sea inmediata.

El área de tambos limpios se ubicará cerca del área de proceso para facilitar su traslado y manejo.

Los pisos serán lisos y de material impermeable, además contarán con canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de recuperación, los pasillos serán lo suficientemente anchos como para permitir el tránsito y movimiento de tambos, así como para el movimiento del equipo de seguridad en caso de emergencia y tendrán material antiderrapante.

Los almacenes contarán con hidrantes cuya presión mínima será de 6 Kg/cm² durante 15 minutos , y contarán con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles. Así mismo contarán con pararrayos y con detectores de gases ó vapores con alarma audible.

Las áreas de almacenamiento no serán cerradas, ni estarán localizadas en sitios por debajo del nivel del agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.

Dentro de cada área de almacenamiento se encontrarán los tambos debidamente etiquetados para facilitar su identificación, los cuales siempre se mantendrán tapados.

Las etiquetas de los tambos especificarán la procedencia ó generador, tipo del producto del que se trate (acetona, thinner, isopropanol, etc.), volumen, proceso que lo generó y fecha de recepción para su reciclado. Las etiquetas de los residuos tendrán ésta misma información además de la fecha de su obtención y él volumen de éste.

Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento quedarán registrados en una bitácora en la que se indicará la fecha del movimiento, origen y destino del residuo.

Cabe hacer mención que el tipo de almacenamiento que se tendrá en la planta será temporal, y el tiempo de almacenaje máximo será de una semana, tiempo en el que el solvente deberá ser reciclado y estará listo para su entrega. Nunca se almacenarán residuos a granel.