



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA
RECICLADORA DE SOLVENTES,FACTIBILIDAD ECOLOGICA
PROCESO, ANÁLISIS DE RIESGO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA
P R E S E N T A:

ALUMNO: JOSÉ OROZCO COLIN

ASESOR DE TESIS: ALEJANDRO GUERRERO FLORES



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE,2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A ti Juquilita.

Te doy gracias por permitirme realizar una de mis metas y sobre todo, por poder compartir estos momentos de alegría con los seres que amo.

A mis padres.

Dedico el presente, por que gracias a su apoyo y confianza, he llegado a ser un profesionista. Espero no defraudarlos y seguir adelante. Los Quiero.

A ti.

Que sin darte cuenta mediste la fuerza para seguir adelante y sobre todo, por la confianza que en esos momentos tan dificiles necesitaba, gracias por todo. Te Amo.

A mis hermanos

Por haber compartido conmigo todos esos momentos de lucha y sacrificios.

A mis cuñadas

A ustedes por transmitirme toda esa fuerza para seguir adelante. Gracias

A la Familia Ruiz Orozco.

Gracias por ? todo.

A la Familia Leyva Gámez.

Por el apoyo prestado para la realización del presente. Gracias

A mis profesores.

Quienes por su empeño y entusiasmo forjado en mi, han logrado acompañarme en mi más grande meta.
Gracias, Doc.

A mis amigos.

Por el lazo de amistad que nos une; porque con ellos convivi una de las etapas mas importantes de mi vida.

A la U.N.A.M.

Gracias por todo su conocimiento y sabiduria.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 Descripción General del proyecto	3
1.1 Datos Generales	3
1.1.1 Nombre del proyecto	3
1.1.2 Objetivo del proyecto	3
1.2 Definición del proyecto	3
1.2.1 Ubicación del proyecto	3
1.2.2 Naturaleza del proyecto	3
1.2.3 Clasificación de los residuos peligrosos	4
1.2.4 Justificación del proyecto	4
1.2.5 Superficie total y requerida	5
1.2.6 Criterio de elección del predio	5
1.2.7 Programa de trabajo	5
1.2.8 Infraestructura necesaria	6
1.3 Etapa de preparación del sitio y construcción	6
1.3.1 Programa de trabajo	6
1.3.2 Preparación del terreno	6
1.3.3 Equipo utilizado	7
1.3.4 Materiales	7
1.3.5 Personal utilizado en la construcción	7
1.3.6 Energía eléctrica y combustible	7
1.3.7 Requerimiento de materiales, equipo de trabajo y mano de obra por etapa del proyecto	8
1.4 Lincamientos y programas para contratación de personal	10
1.4.1 Programa de capacitación y adiestramiento del personal	10
1.4.2 Capacitación para los operarios del transporte	11
1.4.3 Mercado	12
CAPITULO 2 Proceso	26
2.1 Etapa de operación	26
2.1.1 Descripción del proyecto	26
2.2 Metabolismo industrial	26
2.3 Descripción de líneas de producción	26
2.4 Materias primas e insumos utilizados en el proceso	29
2.4.1 Subproductos por fase de proceso	29
2.4.2 Productos finales	29
2.4.3 Componentes riesgosos	30
2.4.4 Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento de los solventes involucrados en el proceso	30
2.4.5 Formas y características de transportación	31
2.4.6 Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento	32
2.4.6.1 Formas y características de almacenamiento de materias primas, productos finales y subproductos	33

CAPITULO 3 Condiciones de operación, riesgo y medidas de seguridad e higiene	35
3.1 Condiciones de operación	35
3.1.1 Subdivisión y caracterización de las áreas de instalaciones en la planta	35
3.1.2 Caracterización del régimen de instalación	38
3.1.3 Requerimientos de energía para la operación de la planta recicladora	39
3.1.4 Requerimientos de agua para la operación	40
3.1.5 Residuos generados durante la operación de la planta recicladora	41
3.1.6 Niveles de ruido	42
3.1.7 Reglamentación ecológica	42
3.1.8 Reglamentación de transporte	44
3.1.9 Ley general de salud	45
3.2 Condiciones de riesgo	45
3.2.1 Límites de exposición de trabajo	45
3.2.1.1 Introducción y antecedentes históricos	45
3.2.1.2 Límites de tolerancia	46
3.2.1.3 Método para establecer límites de exposición	47
3.2.1.4 Límites de exposición propuestos y adoptados por algunos países	49
3.2.2 Riesgos para la salud	50
3.2.2.1 Ingestión accidental	50
3.2.2.2 Contacto con los ojos	50
3.2.2.3 Contacto con la piel	51
3.2.2.4 Absorción	52
3.2.2.5 Inhalación	52
3.2.2.6 Toxicidad	53
3.2.2.7 Daño genético	54
3.3 Riesgo en el proceso	54
3.3.1 Determinación y jerarquización de los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte	55
3.4 Selección y métodos de evaluación de riesgos	56
3.4.1 Índice DOW	56
3.4.2 Árbol de fallas	60
3.4.2.1 Resultado del análisis del árbol de fallas	61
3.4.2.2 Determinación del potencial razonable de pérdida	63
3.5 Riesgos potenciales de accidentes ambientales	64
3.5.1 Riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta señalando la afectación en un plano de localización a escala de 1:5000	64
3.5.2 Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.	65
3.5.3 Fugas de productos tóxicos o carcinogénicos y medidas de seguridad	65
3.5.4 Derrame de productos tóxicos y medidas de seguridad	66
3.5.5 Explosión	66
3.6 Medidas de seguridad	68
3.6.1 Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo	68
3.6.2 Posibles accidentes y planes de emergencia	70
3.6.3 Dispositivos de seguridad con que se contará para el control de eventos extraordinarios	71

3.6.4 Procedimiento especial de combate de incendio	71
3.6.5 Plan preliminar de atención a contingencias	73
3.6.6 Normas de seguridad y operación para captación y traslado de materias primas, productos y subproductos utilizados en el proceso, que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.	74
3.6.7 Lista de comprobaciones detallada de seguridad	75
3.6.8 Descripción de auditorías de seguridad	77
3.6.9 Atención de contingencias en los sistemas de tuberías e instrumentación del equipo de reciclamiento de solventes.	77
3.6.10 Características de los equipos de seguridad	82
CAPITULO 4 Estudio Económico y Financiero	84
4.1. Permisos	84
4.1.2 Inmueble	84
4.1.3 Construcción	85
4.1.4 Equipo y Maquinaria para el proceso	85
4.1.5 Instalación	85
4.1.6 Equipo de seguridad	86
4.1.7 Equipo de oficina	87
4.1.8 Transporte	87
4.1.9 Inversión Fija	88
4.2 Inversión Diferida	88
4.2.1 Capital de Trabajo	89
4.2.2 Requerimientos de Materia Prima	89
4.2.3 Requerimientos de Mano de Obra	91
4.2.4 Costo de los Servicios y Capital de Trabajo	92
4.2.5 Resumen de Inversiones	93
4.2.6 Calendario de Inversión	93
4.2.7 Calendarización	94
4.2.8 Cronograma	94
4.2.9 Clasificación de Costos y Gastos	95
4.3 Depreciación	98
4.3.1 Amortización	98
4.3.2 Fuentes de Financiamiento	99
CAPITULO 5 Evaluación económica del proyecto	100
5.1 Estados financieros proforma	100
5.2 Presupuesto de ingreso	100
5.3 Presupuesto de egresos	101
5.4 Estado de resultados	102
5.5 Estado de fuentes y usos de efectivo	102
5.6 Balance general	102
5.7 Flujo neto de efectivo	102
5.8 Valor presente neto	107
5.9 Tasa interna de retorno	108
5.10 Relación beneficio-coste	109
5.11 Periodo de recuperación de la inversión	110

5.12 Estudio de sensibilidad	111
5.13 Punto de equilibrio	117
5.14 Conclusiones	120
Bibliografía	122
Anexo	123

INTRODUCCION

A lo largo de la historia, los grupos humanos han tenido que encontrar maneras de enfrentar nuevos y antiguos riesgos derivados de sus actividades; entre las alternativas presentes se encuentran:

- Retirarse del riesgo hacia un ambiente más predecible y seguro
- Intentar comprender el riesgo, identificando y midiendo el daño.
- Controlar el riesgo mediante diversas soluciones; y
- Prepararse económica y socialmente para afrontar el daño.

Ninguna sociedad puede alcanzar un estado de cero riesgos, es decir, no es posible vivir en un mundo completamente seguro, por lo que continuamente debe de decidir y evaluar los riesgos que esta dispuesta a correr, los que pueda afrontar y los que pueda evitar.

Contrariamente a lo que ocurre en la naturaleza, en las cual no se genera basura, pues los desechos de un proceso biológico se aprovechan en otro, la especie humana ha desarrollado actividades y procesos productivos lineales que consumen grandes cantidades de energía y agua, y que a su vez, producen enormes volúmenes de residuos peligrosos.

Particularmente el desarrollo de las actividades industriales, el incremento del comercio y los servicios, el crecimiento demográfico y la mala distribución de las actividades humanas plantea problemas de calidad de vida para la población, destacándose la contaminación de suelos, agua y aire, que amenaza la salud humana y el equilibrio de la naturaleza.

Los desechos sólidos son generados en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación o producción y consumo. Estos desechos, se pueden clasificar en peligrosos, potencialmente peligrosos y no peligrosos dependiendo de sus características físicas y químicas.

El hecho (de que hacer) con los residuos generados día con día, es uno de los grandes problemas a los que se han enfrentado nuestras sociedades en las últimas cuatro décadas. La generación, manejo, tratamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos, es una de las actividades de mayor importancia . dada su gran diversidad y volumen, en muchos casos representan un dispendio de recursos, además de ser elementos de alto riesgo ambiental por sus características físicas y químicas.

Dentro de los desperdicios que se producen, existen algunos que pueden llegar a ser potencialmente focos infecciosos y generar epidemias dentro de la sociedad.

No obstante el avance en la coordinación entre el gobierno y los sectores públicos y privados, la infraestructura para satisfacer la demanda y manejo de residuos peligrosos es mínima. El presente estudio esta enfocado a solucionar la problemática de aquellos residuos peligrosos que no son tratados en forma conveniente en nuestro país.

La instalación de esta planta recicladora ayudará a solucionar el problema que representan estos residuos, ya que disminuye el riesgo de contagios, puesto que hasta hace unos años, estos desechos se manejaban como cualquier desecho sólido, teniendo como destino final los tiraderos a cielo abierto.

El proceso necesario para el trato idóneo de estos residuos, requiere de tecnología costosa y específica que desalienta al generador de desechos peligrosos el intentar establecer su propia planta, ya que ellos tienen otras prioridades de equipo. Por esta razón, maquiladoras, tintorerías, pinturas, textiles, etc. están dispuestos a pagar por el manejo integral de sus residuos en lugar de tener que instalar su propia instrumentación.

Con la publicación y entrada en vigor de la NOM, por parte de la entonces SEMARNAP. Todas las industrias químicas y textiles están obligados a cumplir con las disposiciones que establece. (NOM-087-ECOL-1995).

El objetivo que se persigue con la presente tesis es fijar los lineamientos, en base a la evaluación, operación y manejo integral de los residuos peligrosos que establece la anterior NOM, mencionada.

El trabajo se encuentra estructurado en 2 secciones la primera, se establece los requisitos para la separación, envasado, recolección y transporte, tratamiento y disposición final de dichos residuos, que se generan en industrias manufactureras, extractivas, construcción, eléctricas, etc.

La segunda parte, se describen los procesos de análisis y evaluación que determinan que la oportunidad del negocio aquí representa da resulta atractiva económicamente.

Se comienza con una descripción general de la empresa, en donde se exponen sus actividades fundamentales, así como la naturaleza.

Finalmente se muestran los estudios necesarios para poder realizar una evaluación y análisis necesarios para determinar la rentabilidad y riesgo de la empresa

CAPITULO 1

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

CAPITULO 1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 Datos Generales.

1.1.1. Nombre del proyecto.

Proyecto para la instalación de una planta recicladora de solventes, factibilidad ecológica, proceso, análisis de riesgo y medidas de seguridad.

1.1.2. Objetivo del proyecto.

Demostrar la factibilidad ecológica, de operación y riesgo de una planta recicladora de solventes.

1.2 Definición del proyecto

La denominación de residuos es mucho más apropiada que la de los desperdicios, o desechos o basuras. De acuerdo a la definición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Art 3, fracción XXVI y XXVII, los residuos se definen como: " cualquier material generado en procesos de extracción, obtención, transformación, producción consumo, utilización, control o tratamiento, cuyas características no permitan utilizarlo nuevamente en "e proceso del que proviene".

Los residuos que van a disposición final se clasifican generalmente de la siguiente forma: de acuerdo a su estado Físico (sólido líquido y gaseoso); composición (orgánicos e inorgánicos, biodegradables y no biodegradables); origen o fuente de generación (domiciliarios, comerciales y de servicios, industriales, hospitalarios, de vías públicas, agrícolas etc.); peligrosidad (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológicos infecciosos);

1.2.1 Ubicación del proyecto.(Ver figura 1)

Estado : Baja California

Municipio: Tecate.

Localidad: Rancho Los Villarreal.

Domicilio: Predio ubicado a 600 m del Km. 121 de la carretera federal No 2 Mexicali-Tijuana.

1.2.2 Naturaleza del proyecto.

La infraestructura para el tratamiento de los residuos peligrosos químicos infecciosos en México, es insuficiente para atender totalmente al sector que lo genera Se proyecta reciclar solventes orgánicos por sedimentación, filtración mecánica simple y destilación. El producto principal que se reciclará es acetona proveniente de diferentes actividades industriales de empresas tanto mexicanas como norteamericanas. Los solventes usados o sucios serán recibidos en la planta proyectada, y envasados en tambos de 208 litros. El transporte de éstas sustancias correrá a cargo principalmente de empresas especializadas en tal actividad y que cuenten con los permisos correspondientes. Eventualmente, la compañía tendrá la capacidad de recolectar y transportar éstos productos. Al llegar a la planta, se determinarán las características físico-químicas de las sustancias recibidas y se determinará el proceso de reciclado adecuado. Los productos del proceso serán almacenados en forma temporal hasta su despacho. La capacidad de reciclamiento máxima proyectada será de 4,160 Litros por día de solventes usados.

1.2.3 Clasificación de residuos peligrosos.

Residuo Peligroso de acuerdo a la LGEEPA, es todo aquel residuo, en estado físico que por sus características **corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables**

RESIDUOS CORROSIVOS. Se entenderán como tales aquellos sólidos, líquidos y gases que tengan al acción y efecto de corroer, atacan una materia y la destruyen progresivamente mediante una reacción química. Se constituyen los siguientes: ácido clorhídico, nítrico, sulfúrico carbónico, etc.

RESIDUOS REACTIVOS. Son aquellos que con el contacto de una o más sustancias resulta la formación violenta de cuerpos diferentes o una modificación de las proporciones en que se había mezclado. Esta clase de residuos están compuestos por sustancias químicas que pueden formar mezclas potencialmente explosivas o generar gases, vapores o humos en cantidades suficientes para provocar afectos adversos al ambiente.

RESIDUOS EXPLOSIVOS. Son aquellos en los que ocurre una expansión violenta de gases que se producen por una reacción química, por ignición o por calentamiento de algunas materias que da lugar a fenómenos acústicos, térmicos y mecánicos.

RESIDUOS TÓXICOS. Son aquellas sustancias que introducidas en el cuerpo ocasionan la muerte o grandes trastornos.

RESIDUOS INFLAMABLES. Se presentan en estados líquidos o solución acuosa, gaseosa y sólida, teniendo como punto de ignición o inflamación menor de 60 grados centígrados. En su estado sólido o semisólido así como el gaseoso, provoca fuego fácilmente en condiciones normales de presión y temperatura, ya sea por fricción, cambios químicos espontáneos o absorción de humedad.

1.2.4 Justificación del proyecto.

Un sistema para el tratamiento de los desechos es aquel que previene "absolutamente", el contacto de todos los elementos nocivos producidos por el hombre o los animales con el suelo, agua, aire y el propio ser humano. Puede proporcionar el aprovechamiento de los desechos en diversos usos y al no permitir la transmisión de enfermedades, mejora las condiciones de las comunidades y garantiza el desarrollo de las mismas.

Acciones del gobierno. En defensa de la sociedad y el medio ambiente, tales como la emisión de normas y reglamentos en materia ambiental, tienen efectos en la economía del país; generándole atractivas oportunidades de inversión y negocio.

Actualmente nuestro país adolece una marcada carencia de infraestructura en el manejo, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos.

La elaboración de este trabajo obedece principalmente a la preocupación que tienen la sociedad por la generación de los residuos peligrosos químicos y sus graves consecuencias; y en demostrar la factibilidad económica de invertir en la creación y operación del manejo integral (como el manejo integral a un servicio que abarca educación, entrenamiento, envasado y recolección, transporte y almacenaje, tratamiento, termodestrucción- y disposición final) de los mismos.

1.2.5 Superficie total y requerida*

Superficie total del predio: 5000 m²
Superficie requerida : 1500 m².

1.2.6 Criterio de elección del predio.

El predio para la ubicación de la planta recicladora de solventes fue seleccionado por su ubicación estratégica en una zona industrial de fácil acceso, intercomunicada con una de las carreteras principales del Estado, la carretera Tijuana-Mexicali que pone en contacto a las tres principales ciudades del Estado: Tijuana, Tecate y Mexicali.

El acceso fácil y seguro a la planta es una condición esencial cuando el proceso que se pretende llevar a cabo involucra la utilización de materiales peligrosos.

Ya que en la planta se reciclarán tanto solventes usados generados en México como solventes provenientes de los Estados Unidos, otro criterio de elección del sitio fue la proximidad con la Garita Internacional de Tecate, la cual se encuentra a tan solo 30 Km de distancia del predio y por la cual cruza un gran número de vehículos de carga.

La cercanía del predio con la garita facilita la llegada a al planta de los vehículos que transportarán los solventes, así como la salida de éstos ya reciclados.

La zona donde se encuentra el predio es considerada como industrial, por lo que toda actividad que se pretenda realizar en el mismo, deberá ser compatible con dicho uso.

Así mismo, otro de los factores decisivos, fue la accesibilidad a los servicios de electricidad, agua y suministro de gas L.P.

1.2.7 Programa de trabajo.

En el cuadro 1 se indica el calendario mensual para llevar a cabo cada una de las etapas que conforman el proyecto.

CUADRO 1

Etapas del proyecto	1	2	3	4	5
Trámite de permisos y licencias de construcción y operación	X	X			
Construcción de infraestructura		X	X		
Instalación de maquinaria			X	X	
Inicio de operaciones					X

Elaboración propia.

1.2.8 Infraestructura necesaria.

Para el desarrollo del proyecto se contará con energía eléctrica suministrada mediante toma domiciliaria por la CFE, se Proveerá corriente eléctrica de 120 y 220 V. El agua cruda y potable será suministrada mediante autotanques con servicio periódico. Las aguas residuales de tipo sanitario serían conducidas a un sistema de tratamiento secundario. A 200 metros del predio se ubicara un pozo de agua para consumo público, el cual tiene salida de 10 cm. De diámetro. Se contempla la posibilidad de abastecer el agua requerida de ésta fuente.(*)

1.3 Etapa de preparación del sitio y construcción.

1.3.1 Programa de trabajo.

En el cuadro 2 se aprecia la probable calendarización en la que se realizarán las diferentes actividades relacionadas con la preparación del sitio y la construcción. En la figura 2* se muestra un croquis o visita aérea de la planta, en donde se muestra distribución de las diferentes áreas del conjunto.

CUADRO 2 Calendario de Ejecución

Concepto	Mes 1			Mes 2			Mes 3		
Preparación del sitio.	X	X							
Construcción Area de carga y descarga.		X	X	X					
Area de oficina.			X	X	X				
Area para reciclado.				X	X	X			
Almacén de materia prima.					X	X	X		
Almacén de producto.						X	X	X	
Almacén de tambos limpios.							X	X	X
Almacén de residuos.							X	X	X
Instalación de maquinaria.							X	X	X

Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistirá básicamente en dos etapas. Desmonte de maleza y nivelación. Como se mencionará mas adelante, la vegetación que se encuentra en el terreno es en su totalidad vegetación secundaria indicadora de disturbio. No existe vegetación nativa, el predio ha sido completamente modificado. El terreno no muestra topografía accidentada, por lo que la remoción de material y rellenos serán mínimos. No será necesario incorporar materiales de relleno ni serán extraídos del lugar. El material que se remueva será utilizado dentro de la misma obra, por lo cual no se afectarán las zonas aledañas. Se instalará una barda perimetral para lo cual se preparará el contorno del predio.

(*.) CFE 1997 libro de consulta pag. 125,126 y 129

1.3.3 Equipo utilizado.

Para la nivelación del terreno se empleará una motoconformadora que realizará los cortes correspondientes y el aplanado del terreno. Dadas las características del terreno, la nivelación se realizará en pocos días, empleando un solo operador.

El escombros y maleza extraída serán desalojados en camiones y depositados en el basurero municipal.

1.3.4 Materiales.

Durante la etapa de construcción se utilizará una revolvedora de cemento, palas y diversas herramientas de construcción, además de los siguientes materiales: Bloques, cemento, arena, grava triturada, varilla de acero, lámina de fibra de vidrio y madera, entre otros.

El traslado de estos materiales en su mayor parte estará a cargo de los mismos proveedores quienes usarán sus medios de transporte, el resto de los materiales será transportados por el camión de la planta.

1.3.5 Personal utilizado en la construcción.

Se contratará un operador de motoconformadora por espacio de 15 días, 4 albañiles y un maestro de obra por un periodo no mayor de 3 meses. Se empleará también un velador permanente.

1.3.6 Energía eléctrica y combustible.-

Se contratará el servicio de energía eléctrica que brinda la C.F.E. por medio del cuál se contará con corriente eléctrica a 120 y 220 Volts.

El combustible utilizado para la motoconformadora, la revolvedora y los camiones será gasolina nova y/o magna sin, proporcionada por PEMEX. No se almacenará combustible alguno.

En la figura 3 se muestra el plano de distribución de las instalaciones de la planta Recicladora de solventes proyectada.*

* Fig. 3

1.3.7 Requerimientos de materiales, equipo de trabajo y mano de obra por etapa del proyecto.

A continuación se muestran los materiales de construcción, equipos y herramientas generales de trabajo, así como la mano de obra requerida por etapa del proyecto.

CUADRO 3. Equipo, material y mano de obra por etapas del proyecto

<i>Etapa/ Materiales requeridos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Equipo/Tiempo de uso</i>	<i>Mano de obra</i>
Cerco perimetral De malla ciclónica de acero galvanizado de 6' altura.....	300 m	Camión para transporte de material. 2 viajes, palas, picos, pinzas carretillas/96 hrs.	1 Ingeniero civil 1 instaladores 1 encargado 1 velador 1 chofer de camión
Con postes de acero galvanizado de 6'x2 1/2 cédula 40.....	100 pzas.		
Area de carga y descarga: Loza de concreto reforzado	100 m ²	Camión para bombeo de concreto/36 hrs, palas y carretillas/120 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
Columna de concreto de 36x36 cm.	24 m		
-Area de oficina: Con cimentación de mampostería de piedra brasa asentada con cemento -mortero-arena. Cadena de desplante de concreto armado y losa de cimentación, estructuras con muros de carga confinados con cadenas y castillos de cemento, arena, muros de bloque, techo de madera cubierto con cartón arenado.....	30 m ²	Camión transporte de material/3 viajes, revoladora de concreto tipo trompo/120 hrs, palas y carretillas/120 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
Area para recicladora: Con muro de contención de derrames de block de concreto reforzado de 60 cm de altura.... Piso firme de concreto con malla electrosoldada con acabado simple escobillado con pendiente de 1% y fosa de recuperación de derrames.....	40m 100 m ²	Camión transporte de material/5 viajes, camión para bombeo de concreto/24 hrs, palas y carretillas/96 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
-Almacén de materia prima: Con muro de contención de derrames de block de concreto reforzado de 60 cm de altura.... Piso firme de concreto de malla electrosoldada con acabado simple escobillado con pendiente de 1% y fosa de recuperación de derrames.....	34 m 70 m ²		

Continuación CUADRO 3

<i>Etapa/Materiales requeridos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Equipo/Tiempo de uso</i>	<i>Mano de obra</i>
- Almacén de producto y residuos: Con muros de contención de derrames de block de concreto reforzado de 60 cm de altura..... Piso firme de concreto con malla electrosoldada con acabado simple escobillado con pendiente de 1% y fosa de recuperación de derrames.... Con cobertizo de lamina acanalada.	34m ² 70m ² 70m ²	Camión transporte de material/4 viajes, camión para bombeo de concreto/36 hrs. palas y carretillas/48 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
- Area de calderas y taller: Piso firme de concreto con malla electrosoldada con acabado simple escobillado con pendiente de 1%.....	143m ²	Camión transporte de material/4 viajes, camión para bombeo de concreto/36 hrs. palas y carretillas/48 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
- Centro de control de contnencias, baño y regaderas: Con cimentación de mamposteria de piedra braza asentada con cemento-mortero-arena, cadena de desplante de concreto armado y losa de cimentacion, estructuras con muros de carga confirmados con cadenas y castillos de cemento, arena, muros de bloque, techo de madera cubierto con cartón arenado.....	40m ²	Camión transporte de material/3 viajes, camión para bombeo de concreto/24 hrs. palas y carretillas/48 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión
- Instalación de maquinaria: Caldera de 2457 lts. de capacidad..... Caldera de 945 lts. de capacidad..... Tanques Primario..... Destilador..... Fraccionador..... Condensador.....	1 pza. 1 pza. 1 pza. 1 pza. 1 pza. 1 pza.	Camión transporte de maquinaria y equipo/640 hrs. y grúa hidráulica/48 hrs.	1 Ingeniero civil 4 albañiles 1 maestro de obra 1 velador 1 chofer de camión

Fuente: elaboración propia

1.4 Lineamientos y programas para contratación de personal.

Para la operación y funcionamiento de la planta se contratará a un total de diez (10) empleados. A continuación se describen funciones y turnos de trabajo del personal que laborará en la planta, en la siguiente cuadro (4).

CUADRO 4. Funciones y turnos de trabajo de los empleados de la planta.

Empleado	Funciones	Turno
Ingeniero Químico o Ingeniero Mecánico	Análisis de productos, supervisión y operación del equipo de reciclaje.	8:00 a 17 hrs.
2 Operadores	Operación del equipo de reciclaje, carga y descarga de tambos en plataforma de desembarco, operación y mantenimiento de toda la maquinaria, limpieza de la planta.	7:00 a 17 hrs.
2 Operadores	Operación del equipo de reciclaje, carga y descarga de tambos en plataforma de desembarco, operación y mantenimiento de toda la maquinaria, limpieza de la planta.	17:00 a 24 hrs.
2 Operadores	Operación del equipo de reciclaje, carga y descarga de tambos en plataforma de desembarco, operación y mantenimiento de toda la maquinaria, limpieza de la planta.	24:00 a 7 hrs.
Secretaria	Funciones administrativas	8:00 a 17 hrs.
Chofer	Manejo de unidad móvil y trabajo en general.	8:00 a 17 hrs.
Velador	Vigilancia de la planta.	20:00 a 8 hrs.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Chemical Company 1994

Los pasos a seguir para la contratación de los operadores y el chofer serán los siguientes:

1.- Se le pedirá al prospecto una solicitud de empleo en la que además de llenar los datos generales, se le pedirá que llene un cuestionario en el que describa su historial médico, con el objeto de determinar su capacidad de desarrollo en la actividad.

2.- Al solicitante que sea contratado se le dará un curso de inducción sobre procesos y actividades industriales, así como una explicación detallada de las sustancias que se manejarán en el tratamiento y en el plan de contingencias. También se les dará una explicación de uso y cuidado del equipo de protección personal que se les proporcione para llevar a cabo sus labores.

3.- Al solicitante que sea contratado se le tendrá a prueba por un periodo de 30 días, en el cual el supervisor observará el desempeño técnico del contratado, para poder decir si se queda definitivamente en el puesto. (*)¹

¹ ídem Reciclados California S.A de C.V. manual del proveedor

1.4.1 Programas de capacitación y adiestramiento del personal.

Se proporcionará a los trabajadores la capacitación en prevención de accidentes y enfermedades, de acuerdo en lo establecido en las fracciones XIII, XIV Y XV del artículo 123 constitucional a través de instrucciones especializadas.²

Se implementarán los siguientes aspectos de seguridad y operación:

- Plan de contingencias.
- Reglamento interno de labores.
- Nociones básicas de seguridad.
- Ubicación del equipo contra incendio.
- Uso apropiado de extintores.
- Localización de tableros eléctricos y circuitos de control.
- Características de los solventes.
- Nociones de primeros auxilios.
- Funcionamiento de maquinaria.

1.4.2 Capacitación para los operarios de transporte.

Los operarios de los medios de transporte serán capacitados en las siguientes áreas:

- Envase y Embalaje: Se capacitará al operario en lo relacionado a las características que deben cumplir todo embalaje que sea utilizado para el transporte terrestre de sustancias y residuos peligrosos.
- Etiquetado: Se entrenará al operario en la forma y datos que debe contener la etiqueta, así como el marcado que identifica los envases y embalajes utilizados para el transporte de residuos peligrosos.
- Equipo de emergencia: Se dará a conocer las características, especificaciones técnicas y equipo de control y emergencia con que debe contar los vehículos.
- Adquirirán conocimientos respecto a la señalización con que debe contar el vehículo de transporte para su identificación.
- Inspecciones técnicas: Se practicará la aplicación de inspecciones técnicas y operacionales a todos los vehículos implicados en el movimiento de sustancias peligrosas, así como controles de carga y de servicio preventivo y correctivo a los equipos.
- Documentación: Se dará a conocer la documentación necesaria que deberán llevar a bordo los vehículos involucrados en el transporte de residuos peligrosos.
- Se darán a conocer diversas situaciones que se pueden presentar durante el traslado via autotransporte y que pueden acarrear riesgos ambientales. Así mismo, se definirán y establecerán aspectos técnicos preventivo y de manejo a seguir al inicio, durante y al final del traslado de residuos peligrosos.
- Además de las medidas antes señaladas, periódicamente se harán actualizaciones sobre nuevas normas aplicables en la materia, así como cursos de reafirmación y evaluación de los conocimientos adquiridos.

Más adelante se hará mención acerca de los reglamentos y normas que regulan el transporte de residuos peligrosos.

² Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Novena edición 1999

1.4.4 Mercado (oferta)

Competencia e infraestructura instalada en Baja California Norte para el manejo de residuos peligrosos.

Existe un gran número de empresas industriales en Baja California Norte que utilizan solventes dentro de sus procesos de producción, mismos que son desechados con impurezas sin posibilidad de ser reutilizados.

A pesar de que en el Estado se encuentra ubicada gran parte de la industria maquiladora del país y de que en la mayoría de ellas se utilizan solventes sucios en la República Mexicana, solamente tres empresas que reciclan este tipo de residuos peligrosos son:³

Empresas:	Lugar:
Reciclados California,	Mexicali
Solver, S.A de C.V	Tijuana
Recicladora Temarry	Tecate

De esta información destaca la importancia y repercusiones positivas que tendría la instalación de más empresas con este tipo de giro

Empresas del mismo tipo

Las nombradas arriba son las únicas en el Estado, pero además existen 7 empresas más que se dedican a recolectar el residuo y si éste fue importado bajo el régimen de importación temporal (maquiladora) es retornado a empresas del mismo giro en E.U.A estas son:

1. SAMEX
2. PACIFIC TREATMENT
3. SESA
4. SEPA
5. STR
6. PT. CO
7. PROCESADORA MEXICALLI, SA DE CV

Empresas que tratan el mismo tipo de desechos:⁴

En México existen 8 confinamientos de residuos sólidos industriales, de los cuales uno es para residuos no peligrosos y 7 para residuos peligrosos.

Nuestro país cuenta con 2 incineradores privados en operación, una empresa con equipos móviles para tratamiento de residuos peligrosos en el lugar.

17 plantas de tratamiento de residuos peligrosos y 3 almacenamientos temporales. Ver cuadros 5, 6, 7, 8, y 9

³ ver cuadro 10

⁴ Dirección general de normatividad ambiental, instituto nacional de ecología sedesol. 1999

Empresas que tratan residuos peligrosos.

Cuadro 5
Confinamientos controlados autorizados de residuos sólidos industriales

Empresa	Ubicación	Actividad extra	Tipo de servicio
Fraccionadora industrial del norte. (Finsa).	Matamoros ,Tamps		Público
Residuos industriales Multiquim S.A de C.V.	Garza Garcia , Nuevo León	Residuos, transporte, reciclado	Público
Confinamiento Técnico (Coterín)	San Luis Potosí		Público
Confinamiento fracc. Las Viiboras	Hermosillo , Sonora		Público
Ciba Geigy mexicana. S.A de C.V	Guadalajara , Ocotlán. Jalisco	Confinamiento de las cenizas de su quemador	Público
Kimberly Clark de México S.A de C.V	Cuautitlán de Romero. Estado de México		Privado
Procesadora Mexicali, S.A de C.V	Mexicali, Baja California		Privado
Industrias Químicas de México	Tlaquepaque, Jalisco		privado

Fuente: DGNA. INE. SEDESOL. 1993.

Cuadro 6
Incineradores de residuos sólidos industriales

Tipo de residuo	Empresa	Tipo de servicio	Lugar
Productos farmacéuticos caducos y envases plaguicidas.	Bayer de México, SA de CV	Privado	Santa clara, Estado de México
Productos farmacéuticos caducos y químicos.	Ciba-Geigy de México. SA de CV	Privado	Atotonilco, Jalisco

Fuente DGNAE. Instituto Nacional de Ecología.

Cuadro 7**Equipos móviles para el tratamiento de Residuos Peligrosos en el lugar**

Empresa	Actividad
Grupo Ecológico Musa, SA de CV.	Recuperación, procesamiento, limpieza de residuos y subproductos de petróleo

Fuente : DGNA. Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL.

Cuadro 8**Plantas de tratamiento de residuos sólidos industriales peligrosos**

Cantidad	Tipo de instalación	Empresa	Lugar
7	Recicladora de solventes sucios	Chemical Waste Management Reind Química, SA de CV Química Omega, SA de CV Química Fortek Solventes San Martín Recuperación industrial de residuos	Carretera Tijuana-Ensenada, Baja California Estado de México Tenango del Valle, Edo Méx Chihuahua, Chih La Laguna, Amozoc Hermosillo, Sonora.
6	Recicladora de metales	Química Wimer, SA de CV Acumuladores Mexicanos SA de CV (PLOMO) Huersa, SA de CV Metro metal, SA de CV Zinc Nacional, SA(cinc) Maquiladora Russmet (aluminio)	CHIALCO, Estado de México Monterrey, Nuevo León Ascensión Chihuahua Reynosa, Tamaulipas Monterrey, Nuevo León
4	Recuperadora de aceite	Alumino Zinc Industrial(aluminio) Productos Texaco, SA de CV. Juan R Santos Nieto Novaceites, SA de CV Ecología y Lubricantes, SA de CV	Tijuana, Baja California Tlalnepantla, Estado de México Querétaro, Qro Nicolás Romero, Edo Méx. Monterrey, Nuevo León Atizapán de Zaragoza, Edo Méx

Fuente Dirección General de Normatividad Ambiental, INE. SEDESOL

Cuadro 9**Almacenes temporales de residuos peligrosos**

Empresa	Ubicación	Actividad
Olimpia industrial Chemical Waste Management	Ciudad Juárez, Chihuahua Carr. Guadalajara, El Castillo	Recolección y almacenamiento Transferencia de RP y compactación de tambores vacíos.
Química Omega SA de CV	Zapopan, Jalisco	Recolección, transporte y almacenamiento temporal.

Fuente: elaboración propia

Tipos de desechos que tratan

La alternativa para el manejo de éstos residuos, es su reciclamiento y reutilización. Para ello se requieren empresas especializadas y autorizadas ya que las sustancias que representan residuos industriales contaminantes, pueden ser purificadas y reutilizadas, evitando así su acumulación, así como los riesgos inherentes a la disposición inadecuada de las mismas. Ver cuadro 10

Cuadro 10 Los residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia:

Residuos	porcentaje
Solventes	36.2
Aceites y grasas	12.89
Pinturas y barnices	7.71
Soldaduras Pb-Sn.	5.63
Resinas	4.45
Acidos y bases	2.72
Derivados del petróleo	2.46
Metales pesados	2.01
Adhesivos	1.69
Frcón	1.15
Lodos	1.15
Silicón	.54
Tintas	.35
Plásticos	.26
Otros	20.79
total	100

Fuente: DGNA, INE, SEDESOL, México 1999.

Servicios complementarios o sustitutos

- Recolección de residuos peligrosos por parte de la empresa hacia el cliente
- Transporte por parte de la empresa en tambos debidamente sellados de 208 lts hacia la planta en autotransporte debidamente autorizado y con personal capacitado
- Almacenaje de residuos peligrosos no por más de 5 días después del reciclado en lo que son sometidos al proceso
- Venta de solvente reciclado por parte de la empresa
- Liberación de documentos oficiales para transporte de sustancias peligrosas por parte del cliente
- Incineración de residuos peligrosos de acuerdo a las normas establecidas EPA (Agencia para Protección del Ambiente)

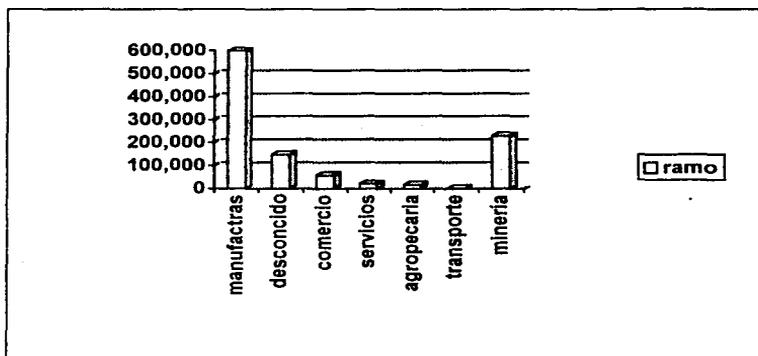
Demanda **Generación de residuos peligrosos.**

Los sectores productivos que destacan por la importancia en la generación de residuos peligrosos en México son la industria manufacturera y la extractiva (minería y petróleo), aunque también es importante la contribución del sector comercial.

La gráfica siguiente muestra la contribución de los distintos sectores en la generación de residuos peligrosos, con un total de 1 millón 74 mil 288 litros por mes.

Ver cuadro 11

Cuadro 11 Estimación de residuos peligrosos generados por sector
Miles de litros



Fuente : SEMARNAP. INEGI. 2000. Estadísticas del medio ambiente

- Industria manufacturera- 598,971 litros
- Desconocido –148,180 litros
- Comercio – 57,956 litros
- Servicios comunales y sociales- 24,049 litros
- Agropecuaria, caza, silvicultura y pesca- 16,611 litros
- Transportes y comunicaciones- 1,244 litros
- Minería y extracción de petróleo- 229,481 litros

El total de residuos generados 1,074,287 litros por mes

De acuerdo a los resultados de los censos económicos, había en 1998 un total de 6 mil 414 establecimientos de la industria manufacturera mediana y grande que, en general, generan la mayor parte de residuos industriales peligrosos⁵ ver cuadro 12

Cuadro 12 número del establecimiento de la industria manufacturera

Tamaño del establecimiento	Num. Establec. 1994	Num. Establec. 1999	Porcentaje de crecimiento
Total manufac.	288,562	361,579	25
Micro(0-15) ⁶	266,031	335,467	26
Pequeña (16-100)	17,260	19,698	14
Mediana(101-250)	3,065	3,513	15
Grande (251-)	2,206	2,901	31
Médicos-hospit.	77,380	100,563	29

Fuente: INEGI, censos económicos 1999, resultados oportunos, pág 7 México.

El número de establecimientos de la industria manufacturera grande y mediana creció en un 15 y 25% respectivamente en 5 años, mientras que los establecimientos médicos en un 31%. Por su puesto, no todos los establecimientos son generadores, y muchos de ellos no son considerados como fuentes significativas, por su tamaño. De hecho la PROFEPA⁷ ha estimado que su universo de trabajo está constituido por 28 mil 77 instalaciones de competencia federal, que se muestran en el siguiente cuadro. Los giros del uno al catorce se incluyen establecimientos de todos los tamaños. El quince incluye generadores grandes y medianos, algunos pequeños y casi nunca micro. Ver cuadro 13

Cuadro13 Principales fuentes de generación de residuos de competencia federal

Giro industrial	Número establecimientos
1.- Química	2,768
2.- Petroquímica básica	42
3.- Petróleo	622
4.- Celulosa y papel	1,491
5.- Vidrio	422
6.- Cemento	518
7.- Cal	561
8.- Metalurgia	1,370
9.- Automotriz	1,736
10.- Eléctrica	83
11.- Pinturas y tintas	250
12.- Asbestos	92
13.- Servicios de transporte, almacenamiento, tratamiento reciclaje, incineración de Res-Pel.	270
14.- Hospitales	3,140
15.- Otros generadores	14,712
Total	28,077

Fuente: SEMARNAP, PROFEPA, 1998-2000, pag. 35, México

⁵ Censos económicos industriales INEGI, México, 1998, Pág 243, 256, 257 y 258

⁶ empleados

⁷ Programa Federal de Protección al Ambiente

Clientes potenciales*

La frontera norte con los Estados Unidos de América es una de las áreas con mayor crecimiento industrial en el país, debido a los beneficios que brinda su cercanía con los mercados estadounidenses, en particular, la industria maquiladora se ha incrementado aceleradamente

Como puede apreciarse en el cuadro 14 de los 450,000 litros/día de residuos tóxicos generados por diferentes tipos de industria

—según cálculos para 2000— alrededor de 22,000 litros/día que recicla la empresa objeto de este proyecto lo que equivale acerca de 8 millones de litros al año

Cuadro 14 volumen estimado de generación RP a nivel nacional

industria	1999		2000	
	litros/día	litros/año (miles)	litros/día	litros/año (miles)
Minería extractiva	300,000	109,500	337,500	123,186
Industria Química	70,500	25,732	81,000	29,565
Agroindustria	29,500	10,767	31,500	11,498
Peligrosos	15,500	5,657	14,500	5,292
Total	415,500	151,656	450,000	169,542

Fuente: DGNA. INE. SEDESOL. México. 2000

* idem instituto nacional de ecología revista local pag. 567,569,434, y 435

Existen alrededor de 1 673 empresas en la franja fronteriza norte de México, constituidas en 83% por maquiladoras.

Las ciudades con mayor número de empresas maquiladoras son Tijuana (612) y Cd Juárez (343).

Las principales actividades de las empresas fronterizas, divididas en empresas maquiladoras y empresas nacionales son:

- Maquiladoras. Se dedican principalmente al ensamble de artículos electrónicos y eléctricos, incluyendo el armado de arneses eléctricos, la elaboración de productos de metal, costura de artículos en general, productos de madera y plástico.
- Empresas nacionales. Las actividades más importantes que realizan son la elaboración de productos de metal, alimenticios y químicos.

De las 1 673 empresas generadoras de residuos peligrosos, lo que corresponde a 78% del total mencionado.

De éstas, 1 408 son empresas maquiladoras (84%) y el resto (265 empresas) nacionales ver cuadro 15

Cuadro 15 Empresas generadoras de residuos peligrosos

Estado	No. maquiladoras	No. de empresas nacionales	Total de empresas
Baja California	725	126	851
Chihuahua	283	65	348
Tamaulipas	181	16	197
Sonora	142	20	162
Coahuila	77	38	115
Total	1 408	265	1 673

Fuente: DGNA. Instituto Nacional de Ecología. Sedesol México. 1999

Las empresas que se dedican a elaborar artículos electrónicos y eléctricos son las que generan mayor cantidad de residuos peligrosos; al contrario de lo que sucede con la confección, alimentos, cuero y calzado.

La composición real de un residuo, no sólo es diferente entre sectores industriales, sino que puede ser apreciablemente distinta aún dentro de una misma rama industrial que fabriquen productos similares o idénticos.

Las razones son las diferencias fundamentales de proceso, equipo, tecnología, rutas, condiciones de reacción y, de manera importante, las técnicas de control de contaminantes aplicadas en cada industria

En el cuadro 16 destacan por su generación de residuos peligrosos, el Estado de México, y Baja California con: 1,415 miles de lts/año, y 1,839 miles de lts/año respectivamente. Otros estados importantes, por su generación de residuos, son Nuevo León, con 800 miles lts/año, Jalisco con 600 miles lts/año, etc

Cuadro 16 generación de residuos peligrosos a nivel nacional

Estado	Gen. de Res. Pel. (miles de lts/año)	porcentaje
Aguascalientes	65	0.81
Baja California	1,839	22.98
Baja California Sur	10	0.13
Campeche	12	0.15
Coahuila	300	3.75
Colima	15	0.19
Chiapas	60	0.75
Chihuahua	210	2.62
Distrito Federal	160	2.00
Durango	80	1.00
Estado de México	1,415	17.68
Guanajuato	260	3.25
Guerrero	28	0.35
Hidalgo	135	1.68
Jalisco	600	7.50
Michoacán	120	1.50
Morelos	110	1.37
Nayarit	40	0.50
Nuevo León	800	10.00
Oaxaca	70	0.87
Puebla	245	3.05
Querétaro	178	2.23
Quintana Roo	8	0.10
San Luis Potosí	180	2.25
Sinaloa	80	1.00
Sonora	145	1.81
Tabasco	50	0.63
Tamaulipas	150	1.87
Tlaxcala	60	0.75
Veracruz	475	5.73
Yucatán	80	1.00
Zacatecas	20	0.25
total	8,000	100.00

Fuente: SEMARNAP, INE, SEDESOL. México 1999

[Con la intención de identificar prioridades para el control de los residuos peligrosos, se clasificó el territorio nacional en cinco zonas, según se indican a continuación.

Fronteriza: Principales áreas industriales ubicadas en la franja colindante con los Estados Unidos.

Norte: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Colima y Jalisco.

Centro: Guanajuato, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo y el Distrito Federal.

Golfo: Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.

Sureste: Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.

Ver siguiente mapa de la República Mexicana

Tomando en cuenta esta clasificación y con base en las cifras del cuadro 18 se obtuvo para cada una de las zonas geográficas establecidas, su volumen de generación de residuos peligrosos.

En el cuadro 17 se presenta la información antes indicada, de manera desglosada para cada región. Es interesante observar que en forma conjunta, la zona Norte y la zona Centro generan casi el 90% de los residuos peligrosos del país.

Cuadro 17 generación estimada de residuos peligrosos por regiones (1999)

Región	Generación (miles de lts/año)	Porcentaje
Franja fronteriza	62	.78
Norte	5,067	63.34
Centro	2,006	25.08
Golfo	602	7.52
Sureste	262	3.28
Totales	8,000	100.00

Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE

Del total (63.34%) a nivel de la frontera norte destacan para Baja California. Según por el tipo de residuos, los aceites y grasas conjuntamente con los disolventes, representan más del 25% del total de los residuos que se generan en la zona norte. Las resinas, ácidos y bases representan el 10% y los desechos de pinturas y barnices el 10% respectivamente, lo que en conjunto forman el 45% de residuos peligrosos que se generan en el Estado de Baja California.

En la zona norte y franja fronteriza se estima una generación de residuos peligrosos de aproximadamente, 5,129,000 litros/año. De esta cantidad estimada 27% es generada por 1,141 empresas medianas y microempresas.

Las empresas de mayor tamaño son las que generan la mayor cantidad de residuos peligrosos 53% y son las que, en términos generales. Si manifiestan y registran sus residuos.

A nivel fronterizo, aproximadamente 29% de las empresas generadoras -de las cuales 98% son maquiladoras- envían sus residuos peligrosos a E.U.A. son equivalentes a 32,707 litros/año.

En tanto que 65% de las empresas generadoras de residuos peligrosos no manifiestan el lugar de su disposición final, lo cual sumarían alrededor de 16,054 litros al año.

En México se reciclan 268,752 litros/año, incluyendo 60, 000 litros de residuos peligrosos importados, como es el polvo de acerías para la recuperación de zinc.

De acuerdo con esto 10,932 litros/año forman 4% del total de residuos peligrosos que se reciclan y confinan en la parte norte del país.

Precio: estrategia de precios; ingresos, costos

Cabe señalar que toda la información de este precio se basa en las tarifas empleadas por el CIMARI. Para poder obtener un precio estimado.(información obtenida por parte del INE)

Tarifa por tonelada tratada en el CIMARI (Centro Integral para el Manejo Adecuado de los Residuos Industriales Peligrosos).

Tratamiento	Precio por litro	Precio x tambor² 208 lts
Reciclamiento	5.37	\$ 1 116
Reuso energético	.89	\$ 186
Incineración	8.94	\$ 1 860
Físico-Químico	1.80	\$ 375
Confinamiento	1.56	\$ 325

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 2001

Los ingresos se obtienen por los tratamientos de los solventes residuales provenientes por parte del cliente (maquiladoras, tintorerías, casas de pinturas, etc).

² Precio estimado en base a cifras del Instituto Nacional de Ecología. México. 1999

Se toman en cuenta algunas consideraciones; del total de residuos generados en el Estado de Baja California.

Se les resta un 30% por una falta de cultura ambiental por parte de los industriales, además, se les resta otro 25% por las empresas ya existentes en el mercado para dar algunos tratamientos aislados.

Así que, estamos tomando sólo 45% de la generación de residuos para tratarlos en la planta recicladora.

También se esta tomando 5% de crecimiento anual de los solventes residuales a partir de los primeros años.

Cuadro 18 determinación de la demanda para el proyecto (miles/litros al año)

Cantidad generada de residuos peligrosos litros/año		
5,129		
1,538.7	Menos 30%	Falta de una cultura ambiental
3,590.3		Residuos peligrosos a reciclar en la región
1,128.25	Menos 25%	Reciclados por empresas ya existentes en el mercado
2,308.05	45%	Demanda insatisfecha
1,497.6		Capacidad instalada del proyecto
810.45 ¹⁰	65%	De la demanda insatisfecha

Fuente: elaboración propia

Costo por tambo antes de ser reciclado proveniente del cliente es de \$100 pesos

Precio de venta de un tambo de 208 litros de solvente ya reciclado - \$ 280

Para el primer año:

Venta diaria - 20 tambos x \$280 = \$ 5,600 (venta primer día).- 4,160 litros

Venta mensual = \$ 5,600 x 30 días = \$ 168,000 - 600 tambos = 124,800 litros

Venta anual = \$168,00 x 12 meses = \$ 2,016,000 (venta del primer año).

Esto es 7,200 tambos = 1,497,600 litros

Considerando que se llegará a usar el equipo móvil se especula aumentar las ventas en un 5% progresivamente.

¹⁰ Demanda no cubierta, para posible crecimiento del proyecto

Capacidad instalada.

La capacidad de reciclamiento de la planta será de 170,000 litros/mensuales . de éste volumen, el 90% corresponderá a acetona, mientras que el 10% restante serán otros solventes.

Trabajando aproximadamente al 70% de la capacidad de la planta y tomando en consideración que cerca del 75% de la materia prima se recupera como producto final, entonces se obtendrán 112,320 litros mensuales de acetona pura reciclada, equivalente a 540 tambos de 208 litros cada uno al mes

En cuanto a los otros solventes, su reciclamiento será esporádico, suponiendo que cada semana hubiera de éstos, entonces aproximadamente se obtendrán 7.5 tambos semanales, lo que equivale a 1,560 litros por mes. Ver cuadro 19

Cuadro 19 capacidad instalada por tambos/mes

Materia prima para reciclar	Cantidad de tambos reciclados/ mes	Cantidad obtenida tambo al 75%	Cantidad litros obtenidos/ mes
Acetona	720	540	112,300
Tricloroetano	10	7.5	1,560
Tricloroetileno	10	7.5	1,560
Tetracloroetileno	10	7.5	1,560
669 nafta	10	7.5	1,560
Alcohol isopropilico	10	7.5	1,560
Solvente nafta	10	7.5	1,560
Metil alcohol (metanol)	10	7.5	1,560
Cloruro de metileno	10	7.5	1,560
total	800	600	124,800

Fuente: elaboración propia con base a datos proporcionados por Solver SA de CV

Procesos industriales que requieren tratar ese tipo de desechos

Los residuos peligrosos son generados por casi todos los sectores de la economía, aunque con mayor particularidad resalta la industria de la transformación.

Cabe señalar que sería un error decir que los residuos peligrosos generados por un mismo tipo de industria son esencialmente de una composición común.

La composición real de un residuo, no sólo es diferente entre sectores industriales, sino que puede ser apreciablemente distinta aún dentro de una misma rama industrial que fabriquen productos similares o idénticos.

Las razones son las diferencias fundamentales de proceso, equipo, tecnología, rutas, condiciones de reacción y, de manera importante, las técnicas de control de contaminantes aplicadas en cada industria.

Balance: oferta-demanda

La generación por los sectores del PIB nos revela que la industria manufacturera es la principal generadora de residuos industriales peligrosos, generando alrededor de 8 millones de toneladas anuales, le sigue el sector de minería, que básicamente su generación se incrementa por los jales mineros.⁴

Dentro de la industria manufacturera las ramas que generan residuos industriales peligrosos son en primer lugar la industria de sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón de Hule y de plástico, 4,315,055 ton/anuales. En segundo lugar la industria de productos Metálicos, Maquinaria y Equipo, 2,397,192 ton/anuales. Ver cuadro 11.

Después de observar la participación que tiene la industria manufacturera tanto en la dinámica económica como en la generación de residuos industriales peligrosos nos enfocaremos sólo en la generación de esta industria a escala regional. Para facilitar el análisis de la generación que se lleva a cabo en el país haremos la división en cinco grandes regiones donde se clasifican las diferentes entidades federativas, en la generación de residuos peligrosos. En Miles ton/anuales: Fronteriza-Norte, 5,129. Centro, 2006. Golfo, 602. Sureste, 262. Ver cuadro 17

Como podemos observar la generación de residuos industriales peligrosos se concentra en la región Fronteriza-norte, donde se generan más de 5 millones de toneladas anuales, esto se debe a que la mayor concentración industrial se encuentra en esta región por ser el primer polo industrial más importante en México.

Los pocos sitios de disposición final de residuos peligrosos no son suficientes para la atención de los residuos generados en todo el país, ya que sólo se encuentran con cuatro en todo el territorio nacional, de los cuales dos son públicos y dos más privados. A esto hay que sumarle que los dos confinamientos públicos se localizan entre 1000 y 2000 Km de la zona norte donde se concentra la mayor generación de residuos tóxicos. Estas son:

1. Residuos Integrales Multiquim. S.A. de C.V. (RIMSA) Mina, Nuevo León.
2. Confinamiento y Tratamientos, S.A de C.V (CYTRAR), Hermosillo Sonora.
3. ACUMEX, Ciénaga de Flores, Nuevo León.
4. CIBA-GEIGY, Cuernavaca, Morelos.

Los principales sectores productores de residuos peligrosos son: la industria manufacturera 56%, extractiva (minería y petrolera) 21% y comercio 5%. La industria manufacturera consta de 361 mil 570, establecimientos, con un crecimiento promedio anual de 5%. De los cuales 6 mil 414 son medianos y grandes. Por otro lado la PROFEPA⁵, Vigila 28 mil 077 establecimientos y el INE⁶. Tiene registrados 13 mil 245 establecimientos de todos los tamaños, pero en su mayoría medianos y grandes.

⁴ residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales

⁵ Programa Federal de Protección al Ambiente

⁶ Instituto Nacional de Ecología

CAPITULO 2

PROCESO

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 físico-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.

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.

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. Pag. 157, 158 y 164

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 esta 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 este 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 m², 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 m³ 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, naphta solvente (petroleum, isopropanol,) naphta669 (petroleoum 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 Isopropilico (100%)	000067-63-0	1219
Solvente 140-66	Solvente Nafta (100%)	008030-30-6	1993
Metanol	Alcohol Metilico (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 . pag 603, 604, 605

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 canales 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 o 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 l.ts.
Diámetro:	102 cm.	Largo:	425 cm.
Llenado:	80%		

Tambos de almacenamiento de solventes sucios y reciclados.

Material:	Acero y/o PVC	Capacidad:	208 l.ts.
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/cm^2 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 el 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.

CAPITULO 3

CONDICIONES DE OPERCION

1 CAPITULO 3.- Condiciones de operación, riesgo y medidas de seguridad.

3.1 Condiciones de operación.

3.1.1 Subdivisión y caracterización de las áreas de instalaciones en la planta.

Se realizó la subdivisión en elemento ó unidades lógicas independientes, caracterizándolas por la índole de proceso que en ella se realiza ó por ser capaz de provocar un riesgo específico.

El análisis de la distribución general de la planta mostró cinco áreas de riesgo bien definidas:

- a) Area de proceso.
- b) Area de almacenamiento de solventes por reciclar.
- c) Area de almacenamiento de solventes reciclados.
- d) Area de almacenamiento de gas l.p.
- e) Area de proceso in-situ

Se anexan los diagramas de tubería e instrumentación de los equipos de destilación en proceso (fijo y móvil) en las figuras 9 y 10.

a) Area de proceso:

Superficie total: 100 m²

Volumen máximo instantáneo de solventes en proceso: 12,480 lts.

Componentes generales:

- Tubería de acero inoxidable (12.70, 19.05, 9.525, 50.8 y 101.6 mm)
- 2 motobombas neumáticas (1/2 HP c/u)
- Tanque de acero (placas de 9.525 mm)
- Válvulas de cierre.
- Válvulas de desahogo.
- Filtro (de rejilla para líquidos y de carbón activado para vapores).
- Canalizaciones y accesorios de unión.
- Conductores.
- Cajas de conexiones, de paso y uniones.
- Cajas de registro.
- Sellos eléctricos a prueba de explosión.
- Drenes en equipo eléctrico.
- Equipo contra incendio (Extintores, aspersores, manguera y equipos personales).
- Sistema de tierras (cable de cobre desnudo suave de 34 mm. 2 calibre No. 2 AWG).
- iluminación (lámparas de vapor de mercurio, haluros metálicos ó lamparas fluorescentes).(1)

¹ (1) idem Van Waters and Rogers Inc hojas de seguridad de sustancias químicas

Instrumentación:

- Indicadores de nivel.
- Indicadores de temperatura. (termostatos)
- Indicadores de presión (manómetros)
- Sistema de alarmas de detección de CO₂ y solventes orgánicos.
- Tablero de control.
- Desconectores de circuito.
- Interruptores de emergencia.

Proceso:

Destilación industrial. Separación de los componentes volátiles de los no volátiles utilizando una fuente de calor. En ninguna fase del proceso habrá adición ó mezcla de sustancias o materiales extraños a los propios solventes para reciclar. A continuación se presenta la cuadro 23, en donde se muestran las temperaturas y presiones extremas de operación del equipo utilizado en el proceso de reciclado.

CUADRO 23. Temperaturas y presiones extremas de operación utilizadas por el equipo de la planta recicladora.

Nombre del equipo	Temperatura ó presión extrema de operación.
Calderas de producción de vapor	110°C/10.56 Kg/cm ²
Destilador	60°C/0.2816 Kg/cm ²
Columna fraccionadora	60°C/0.2816 Kg/cm ²
Sistema de conducción de aire	7.04 Kg/cm ²
Calentador de agua	120°C
Tanque de almacenamiento de gas l.p.	14.2 Kg/cm ²
Bombas de transferencia de agua	10.5 Kg/cm ²
Sistema de conducción de gas l.p.	5.5 Kg/cm ²

Fuente: elaboración propia en base a world enviromental center

b) Almacén temporal de solventes por reciclar:

Superficie total: 70 m²

Número máximo de tambos : 40 (8,320 lts.)

Componentes ó elementos estructurales:

- Muro de contención
- Canaletas de conducción sobre firme de concreto armado.
- Trinchera de recolección.
- Cerco perimetral.
- Equipo contra incendio.

²Instrumentación:

- Sistema de alarmas de detección de CO₂ y de solventes orgánicos.

Proceso:

- Almacenamiento temporal de solventes en tibores herméticos de PVC.
- Operación de un vehículo montacargas para el traslado y acomodo de tibores.

c) Almacén de solventes reciclados.

Superficie total: 70 m²

Número máximo de tambos : 40 (8.320 lts.)

Componentes ó elementos estructurales:

- Muro de contención
- Canaletas de conducción sobre firme de concreto armado.
- Trinchera de recolección.
- Cerco perimetral.
- Equipo contra incendio.

Instrumentación:

- Sistema de alarmas de detección de CO₂ y de solventes orgánicos.

Proceso:

- Almacenamiento temporal de solventes en tibores herméticos de PVC.
- Operación de un vehículo montacargas para el traslado y acomodo de tambos.(2)

d) Area de almacenamiento de gas.

Volumen máximo en el tanque: 1.428 Kg.

Capacidad nominal del tanque: 3.500 lts (1.785 Kg.)

Superficie total: 35 m²

Componentes generales:

- Tanque estacionario de acero, con capacidad de 3.500 lts.
- Tubería de acero.
- Conexión para carga.
- Válvula de desahogo.
- Muro contra incendio.
- Cerco perimetral.
- Equipo portátil contra incendio.

Instrumentación:

- Indicador de nivel máximo.
- Medidor de volumen.
- Medidor de presión.

Proceso:

- Almacenamiento de gas L.P.; carga y conducción hasta el área de calderas.(2)

e) ³Area de reciclado in-situ

² (2) ídem Dow Chemical Company 1994 Hojas de seguridad y sustancias químicas

³ (3) ídem Dow Chemical Company 1994 Hojas de seguridad y sustancias

Area mínima acondicionada: 16 m²

Volumen que se podrá reciclar por día: 1,664 lts.

Componentes generales:

- Tubería de acero inoxidable (12.70 y 50.8 mm)
- 2 Motobombas neumáticas (½ HP c/u)
- Tanque de acero (placas de 9.525 mm)
- Válvulas de cierre.
- Válvulas de desahogo.
- Filtros (de rejilla para líquidos y de carbón para vapores)
- Canalizaciones y accesorios de unión.
- Conductores.
- Sellos eléctricos a prueba de explosión.
- Extintor.
- Sistema de tierras (Cable de cobre desnudo suave de 34 mm 2 calibre No. 2 AWG).
- Fosa de recuperación 1m³

Instrumentación:

- Indicadores de nivel.
- Indicadores de temperatura.
- Indicadores de presión.
- Tablero de control.
- Desconector de circuito
- Interruptor de emergencia.

Proceso:

Destilación industrial. Separación de los componentes volátiles de los no volátiles utilizando una fuente de calor. En ninguna fase del proceso habrá adición ó mezcla de sustancias o materiales extraños a los propios solventes para reciclar.(3)

3.1.2 Características del régimen de instalación.

En las figuras 11 y 12 se muestra la disposición de las líneas y tuberías que transportarán solvente, agua y vapor dentro de la planta recicladora. La figura 13 muestra la distribución de tuberías de conducción de agua para los dispositivos de seguridad.

Producción. El equipo de destilación está fabricado a base de placas de acero de 9.525 mm de espesor. El sistema de conducción de vapor y solventes será tubería y accesorios de 7.938 mm de espesor y 12.70 mm y 50.8 mm de diámetro respectivamente. No se instalarán tuberías subterráneas de ningún tipo, todas las líneas serán aéreas.

Electricidad. Los siguientes materiales y equipos eléctricos serán instalados de acuerdo a las normas de seguridad y a su localización dentro de las áreas peligrosas.

- Canalizaciones y accesorios de unión.
- Conductores.
- Cajas de conexión, de paso y uniones.
- Cajas de registro.
- Sellos eléctricos a prueba de explosión.
- Drenes en equipo eléctrico.
- Tableros y centro de control de motores.
- Desconectores de circuito.
- Interruptor de emergencia. (*)

Sistema de tierras. Las conexiones al sistema de tierras para todos los casos serán a través de cable de cobre desnudo suave de 34 mm.2 calibre No. 2 AWG, utilizando los conectores apropiados para los diferentes equipos, edificios y elementos que deben ser aterrizados.

Iluminación. En cada una de las áreas exteriores e interiores que componen la recicladora, será a base de luminarias de vapor de mercurio haluros metálicos ó lamparas fluorescentes. Las instalaciones eléctricas se harán según las normas de seguridad y se utilizarán los materiales adecuados como los descritos anteriormente. La recicladora deberá contar con un sistema de alumbrado de emergencia a base de baterías de níquel-cadmio, con carga mínima para 30 minutos, para los casos en que falle el suministro eléctrico municipal ó cuando por situaciones de riesgo se tenga que cortar el mismo.

Almacenamiento. Las características del área de almacenamiento y los recipientes fueron ya explicadas en el capítulo de proceso, en las paginas 27 y 28, la tabla 9 y fig8

3.1.3 Requerimientos de energía para la operación de la planta recicladora.

Electricidad. Se requiere de energía eléctrica de 110 y 220 volts. Se contratará el servicio por medio de la Comisión Federal de Electricidad.

Combustible. El unico combustible que se utilizará es gas licuado comercial para el funcionamiento de las dos calderas. El consumo por unidad de tiempo dependerá del tiempo de funcionamiento de ambas calderas. Esta a su vez dependerá del volumen de residuos que sean reciclados. Se estima que se utilizarán 12 Kg. gas/hora cuando funcione la caldera grande y 6 Kg. gas/hora cuando funcione la caldera pequeña. En promedio se tendrá un gasto total de gas de 1,152 Kg/mes.

El almacenamiento del gas se hará en un tanque estacionario con capacidad de 3,500 lts., el cual por medidas de seguridad, se llenará al 80%, es decir se tendrá un almacenamiento máximo de 2,800 lts de gas, que equivalen a 1,428 Kg. Se llenará cada 30 días aproximadamente bajo condiciones de trabajo estándar. La compañía de gas de Tecate se encargará de surtir el gas mediante autotanque de servicio a domicilio

3.1.4 Requerimientos de agua para la operación de la planta recicladora.

En el área seleccionada para el proyecto no se cuenta con red de suministro de agua potable por parte de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tecate.

Las empresas ahí instaladas satisfacen sus necesidades de agua por medio de la compra a poseedores de pozos particulares, éste último será el caso del presente proyecto.

Debido a que el agua de proceso va a ser reutilizada una y otra vez hasta que las calderas necesiten ser purgadas, el consumo de agua de la recicladora será muy bajo.

Se contará con dos calderas cuyo uso no será simultáneo, es decir, nunca se tendrán en funcionamiento las dos al mismo tiempo ver cuadro 24

Cuadro 24. Características de las dos calderas que se van a utilizar

Características	Caldera #1	Caldera # 2 (in situ)
Marca	Parker Ind. Boiler	Parker Ind. Boiler
Serie	5847	
Año	1953	1971
Mantenimiento preventivo.	mensual	mensual
Volumen de agua	600 galones ó 2268 lts	250 galones ó 945 lts.
Cambio de agua	cada 6 meses	cada 6 meses
Consumo de gas	12 Kg/hora	6 Kg/Hora

Fuente: Dow Chemical Company, 1994

Puesto que cada una de las calderas necesita purgarse cada 6 meses y ambas deben estar preparadas para su uso en cualquier momento, se considerará que el consumo semestral por proceso será la suma de las capacidades de las dos calderas, esto es, 3213 lts es decir 3.3 m^3 / semestre, lo que traducido a un gasto mensual sería de 0.55 m^3 .

El agua requerida para fines sanitarios será en promedio de 30 m^3 al mes.

El volumen total de agua requerido para la planta recicladora tomando en cuenta tanto el agua del proceso como la de uso sanitario, será de 30.55 m^3 / mes.

3.1.5 Residuos generados durante la operación de la planta recicladora.

Emisiones a la atmósfera:

No habrá generación de emisiones a la atmósfera. Todo proceso de reciclamiento es cerrado, por lo tanto, en ninguna fase habrá liberación de humos, gases o partículas. Después del proceso, en la fase de llenado de tanques con el producto final, el control de la liberación de vapores se hará por medio de filtros de carbón activado.

Descarga de aguas residuales:

Durante el proceso de reciclamiento de solventes solamente se ocupará agua para la transmisión de calor en forma de vapor. En ninguna etapa del proceso el agua tiene contacto con las sustancias que se están purificando, por lo que el agua será reutilizada y se descargará solamente cuando la caldera necesite purgarse.

El agua descargada será canalizada hacia el tinaco de agua para uso sanitario. Cabe recalcar que el agua que se descargue, proveniente de la caldera, no contará con sustancias contaminantes de ningún tipo y contará con las mismas características físico-químicas y biológicas que en el momento de su recepción.

Debido a la ausencia de red municipal de drenaje en el predio elegido, el agua de uso sanitario será enviada a una fosa séptica. La calidad de agua de uso sanitario cumplirá con la normatividad que aplique pues no llevará más residuos que los propios del agua del uso ya mencionado.

Residuos sólidos industriales:

El proceso de reciclaje no generará residuos sólidos de ningún tipo. Como ya se mencionó, los residuos producidos durante el proceso de reciclaje serán sustancias altamente viscosas que serán envasadas en tambos de 208 litros para su disposición final: su composición química será variable, dependiendo del origen del solvente.

Los residuos del proceso serán dispuestos en confinamientos controlados o entregados a incineradores de residuos peligrosos. No se ha considerado la posibilidad de reciclarlos dado a su carácter de mezcla de composición variable y altamente concentrada.

Los residuos del proceso de reciclaje contratado serán regresados a sus generadores.

Residuos sólidos domésticos:

3.1.6 Niveles de ruido.

La maquinaria que se instalará en la planta recicladora no rebasará el nivel de emisión de ruido máximo permisible para fuentes fijas, el cual, según el artículo 11 del capítulo III del Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por Ruido (Dic. 1982), que es de 68 db a las 22 hrs.

Reglamentación que se aplicará a la operación del proceso de reciclaje.

3.1.7 Reglamentación ecológica.

El proyecto debe apegarse en todo momento a las disposiciones legales en materia ambiental. A continuación se presentan las principales leyes, reglamentos y normas aplicables.

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, (4) se publica el 28 de Enero de 1988. Define a los residuos peligrosos como: "Todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representen un peligro para el equilibrio ecológico ó el ambiente".

- **Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos**, publicado el 25 de Noviembre de 1988. Establece que las autoridades del D.F., las de los Estados y Municipios podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación de éste reglamento, ya que la materia se considera Federal.
- Los artículos que aplican en materia de reciclaje son: 5, 7, 10, 11, 12, 23, 25 y 52 (4)

Las normas aplicables que se derivan de éste reglamento son:

NOM-CRP-001-ECOL/93 Para determinar si un residuo es peligroso deberán realizarse las pruebas y análisis necesarios conforme a ésta norma oficial, la cual establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad del ambiente.

Esta norma considera como peligrosos aquellos que presentan uno ó mas de las siguientes características *Corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico-infecciosas.*(4)

⁴ (4) idem. Secretaría de Ecología. 1998. Reglamento Ley general de salud

NOM-CRP-002-ECOL/93 Para comprobar si un residuo es considerado peligroso, es necesario realizar las pruebas CRETIB, y se le conoce como el código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: *corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, flamable biológico-infeccioso.*

Esta norma oficial establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. (5)

NOM-CRP-003-ECOL/93 Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos ó mas residuos considerados como peligrosos por la

NOM-CRP-001-ECOL/93. (5)

NTE-CCAT-008/88 Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión gas en fuentes fijas

NOM-CCA-031-ECOL/93 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales de los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano ó municipal.(5)

- Acuerdo que expide el primer listado de actividades riesgosas que incluye las sustancias tóxicas. Publicado en el Diario Oficial el 28/3/90
- Acuerdo por el que la Secretaría de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas, del 4/5/92, que en su artículo primero establece que
- "Se considera como actividad altamente riesgosa la que esté asociada con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, corrosivas ó biológicas, en cantidades iguales ó superiores a su cantidad de reporte.(6)"

⁵ (5) Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
(6) SCT 1993. Reglamento para el transporte

3.1.8 Reglamentación del transporte

Todos los artículos aplicables que aparecen en el **Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos**, emitido por **Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7/4/93. Así como todas las Normas Oficiales que se derivan de éste reglamento:

NOM-002-SCT2/1994 Lista de sustancias y materiales peligrosos mas usualmente transportados.

NOM-003-SCT2/1994 Características de las etiquetas de envases y envalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT2/1994 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

NOM-010-SCT2/1994 Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almace-
namiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-011-SCT2/1994 Condiciones para le transporte de las sustancias, materiales y
residuos peligrosos en cantidades limitadas.

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (RLGEEMRP):** Publicado el 25/11/88.

Los artículos aplicables en materia de transporte son: 5, 7, 8, 10, 12, 14, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 y 42. Según el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Mayo de 1989,

La industria nacional debe declarar el volumen, transporte y tipo de generación de resi-duos peligrosos (señalados en el reglamento de la LGEEPAMRP) mediante la presen-tación de los siguientes formatos:

- 1) Manifiesto para empresas generadoras de residuos peligrosos.
- 2) Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.
- 3) Manifiesto para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente.
- 4) Reporte semestral de residuos peligrosos enviados para su recicló, tratamiento incineración ó confinamiento.
- 5) Reporte semestral de residuos peligrosos recibidos para reciclaje ó tratamiento.
- 6) Reporte mensual de residuos peligrosos confinados en sitios de disposición final.

3.1.9 LEY GENERAL DE SALUD Publicada el 18/10/94. Título vigesimosegundo. Referente a sustancias tóxicas. En la Gaceta Sanitaria Diciembre de 1987 (No. 4) se publicó la lista de residuos que requieren autorización sanitaria para su introducción al territorio nacional y la lista de desechos ó subproductos a los que se dará negativa en las solicitudes de autorización sanitaria para su introducción al territorio nacional

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Publicado el 18.1.88, contiene diversas disposiciones que se aplican a las sustancias tóxicas y a los residuos peligrosos.

NOM-010-STPS/94 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen ó manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Determina los niveles máximos permisibles de concentración de sustancias peligrosas a que pueden estar expuestos los trabajadores.

3.2 Condiciones de riesgo.

3.2.1 Límites de exposición en el ambiente de trabajo.

3.2.1.1 Introducción y antecedentes históricos.

La demanda cada vez mayor de productos industrializados y agrícolas, y por consiguiente de sustancias químicas, motivó un rápido crecimiento de éstos sectores productivos haciendo que un gran número de trabajadores se expongan a millares de agentes químicos potencialmente tóxicos. Históricamente, no se conocen con exactitud el periodo en que se inició la adopción de medidas preventivas en higiene industrial. Se especula que después de la decadencia del imperio romano, provocada por innumerables causas, incluidas las intoxicaciones con plomo, fue que se adoptaron medidas de prevención. En aquella época según informaciones disponibles, los mineros utilizaban vejigas de animales con la finalidad de proteger las vías respiratorias del polvo producido durante los procesos de mineraje. Plinio, Agrícola Paracelso y Ramazzini entre otros, dieron importancia al establecimiento de las relaciones causa efecto en las complicaciones de casos de intoxicación, mientras que en aquella época solo se consideraban los signos y síntomas evidentes de las intoxicaciones ó la muerte. Lehman, del Departamento de Higiene de Munich, Alemania, publicó en 1895 la primera lista conteniendo algunas sustancias químicas de interés ocupacional. En Estados Unidos de América, la primera relación de agentes químicos fue publicada por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (7) (ACGIH) en 1945 y presentaba una serie de agentes químicos contaminantes del ambiente industrial y los valores de concentración máxima permitidos. Un número cada vez mayor de países ha intentado establecer "límites de tolerancia" siguiendo orientaciones principalmente de organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Internacional del Trabajo y la Comisión Permanente y Asociación Internacional de la Salud

⁶ (7) Theodore Baumeister, Manual del Ingeniero Mecánico, Mc Graw Hill, Vol. 1,2,3 pag 380,382,384,385

3.2.1.2 Límites de Tolerancia.

El establecimiento de los límites de tolerancia y su aplicación de forma adecuada, tiene como finalidad primordial establecer condiciones para que la incidencia de efectos adversos disminuya ó incluso desaparezca pues, a través de su aplicación se procura mantener un estado óptimo de bienestar físico, mental y social de la población trabajadora.

Los límites de tolerancia se establecen a partir de informaciones confiables, obtenidas en estudios experimentales con animales, en estudios epidemiológicos con trabajadores y en estudios clínicos basados en casos de enfermedad ó intoxicación ya ocurridos.

Cuando se propone un valor para límite de tolerancia (LT), ese valor no representa en realidad un límite entre una atmósfera insalubre y una saludable, sino una concentración que debe interpretarse en función de varios aspectos relacionados con el individuo, ambiente y trabajo.

INDIVIDUO

AMBIENTE

TRABAJO

Cuando las exposiciones a agentes químicos provocan la aparición de efectos adversos, hay indicaciones de que los niveles de éstas sustancias contaminantes están por encima de los considerados como recomendables ó que no son seguros.

Por consiguiente, tendrán que adoptarse medidas preventivas, ya sea con el alejamiento del el trabajador del ambiente de trabajo, ó con la aplicación de soluciones que proporcionen protección efectiva al trabajador expuesto.

La vía de introducción de agentes contaminantes del ambiente de trabajo es la respiratoria, aún así, las vías cutánea y digestiva tendrán que ser consideradas.

Los límites de tolerancia establecidos y la aplicación de los mismos, consideran principalmente la vía respiratoria ; los límites de tolerancia se establecen para jornadas de trabajo diario de 8 horas, semanal de 40 horas, exigiendo intervalos mínimos de 16 horas para que el organismo pueda readquirir el equilibrio alterado por las exposiciones a los agentes químicos.

Se debe considerar que además de las exposiciones ocupacionales, el trabajador está expuesto a otros agentes químicos existentes en la atmósfera no ocupacional, en el agua, en los alimentos y relacionados con la utilización de medicamentos, por lo tanto, las posibilidades de que ocurran interacciones son numerosas.

3.2.1.3 Métodos para establecer límites de exposición.

En virtud del gran número de agentes químicos contaminantes ambientales y de la escasa información existente, se vuelve prácticamente imposible establecer límites de exposición para todos.

Se dará a continuación, de forma abreviada, la principal información científica necesaria para el establecimiento de dichos límites de exposición propuestos por la OMS, en 1977

- *Requisitos mínimos*

- Conocer las propiedades físicas y químicas del agente químico, inclusive el tipo de concentración de las impurezas.
- Disponer de investigaciones toxicológicas referentes a las pruebas de toxicidad aguda, subaguda y crónica a través de la administración del agente químico por las vías respiratoria, digestiva y cutánea.
- Realizar un examen minucioso de todos los datos humanos disponibles.

A continuación se presentan algunos datos necesarios para la determinación de los límites de tolerancia de un agente químico Fórmula química Peso molecular Peso específico Índice de refracción Punto de ebullición y de fusión Presión de saturación de vapor a una determinada temperatura Solubilidad en el agua, aceites y otros disolventes Coeficiente de solubilidad del vapor en el agua a una determinada temperatura Estado de agregación y estabilidad de las partículas Productos de desagregación y otros productos formados en la atmósfera Impurezas y composición de los productos utilizados

Con respecto a los estudios toxicológicos, podemos mencionar que se iniciaron experimentos con animales, dichos experimentos permitieron verificar efectos tóxicos mediante biopsia, exámenes de alteraciones anatómicas y modificaciones histopatológicas.

También se pudieron predecir riesgos graves, por ejemplo: cáncer, mutaciones y trastornos en la reproducción. Pero la interpretación de los experimentos con animales se dificultó por varias razones, tales como:

- Diferencia de la susceptibilidad a los agentes químicos atribuidos al sexo, edad especie y raza del animal.
- Diferencia de longevidad entre el hombre y el animal;
- Diferencia de los efectos entre el hombre y el animal;
- Imposibilidad de obtener datos sensoriales;
- Grandes diferencias en las evaluaciones de los efectos producidos por inhalación comparados cuando se administran por la vía oral.

Los estudios toxicológicos se realizan con :

- 1) La sustancia pura
- 2) El mismo producto técnico que será utilizado en la práctica.
- 3) La misma formulación que se utilizará en los procesos.

Los experimentos de evaluación de toxicidad se realizan para :

Toxicidad aguda. Es producida por exposición única, repetida ó continua, durante un periodo de 24 horas ó menor. Los animales son observados por 14 días consecutivos.

Toxicidad subaguda. Se realiza por periodos que duran hasta la décima parte de la vida media normal del animal.

Toxicidad crónica. Los animales se mantienen expuestos a la sustancia la mayor parte de su vida .

El estudio de los efectos toxicológicos constituyen la principal finalidad de los experimentos con los animales y cualquiera que sea el periodo de exposición,

Los efectos nocivos pueden ser : locales ó generales, agudos ó crónicos.

Entre los efectos podemos citar algunos :

- Irritación
- sensibilidad cutánea
- alteraciones funcionales del sistema nervioso
- carcinogénesis y mutagénesis
- alteraciones del sistema reproductor.

Las informaciones obtenidas a través de observaciones en trabajadores, complementan los datos compilados en los experimentos con animales utilizados en el establecimiento de los límites de exposición, y facilitan la obtención de información que valide los límites de exposición previamente establecidos.

Las observaciones en los trabajadores se podrán realizar a través de :

- Datos estadísticos obtenidos de las historias clínicas
- Exámenes médicos de admisión y periódicos.
- Cuestionarios sobre su estado de salud en relación al trabajo.
- Estudio de resultados de los exámenes clínicos funcionales y bioquímicos.
- Estudio de los efectos de la exposición controlada en trabajadores

En todo estudio es importante :

- Registrar las concentraciones ambientales de los agentes químicos,
- Anotar el uso de equipo de protección cuando lo haya.

3.2.1.4 Límites de exposición propuestos y adoptados por algunos países.

La expresión "límites de exposición" surgió en la convención de la OIT número 148 sobre protección a los trabajadores contra los riesgos profesionales, y fue adoptada en 1977. La literatura internacional mientras tanto, menciona varios términos tales como :

MAC. Maximum allowable concentration

TLV. Threshold limit value

PEL. Permissible exposure limit y algunos otros.

Los criterios y los métodos utilizados para determinar los límites de exposición no son los mismos en los diferentes países, aún así, varían desde el más exigente, utilizado en la URSS, MAC, donde no se permite que ocurran alteraciones biológicas o funcionales y el más elástico propuesto por la ACGIH (EUA), donde el TLV permite compensaciones. Los límites de exposición se expresan para gases y vapores en partes por millón (ppm) ó en miligramos por metro cúbico (mg/m³). Ambas unidades son válidas en la mayoría de los países europeos a 20°C y 760 mmHg de presión y a 25°C y 760 mmHg en EUA. Los TLV se refieren a las concentraciones de sustancias dispersas en el aire y representan condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores puedan estar repetidamente expuestos, día tras día, sin presentar efectos adversos. El TLV-TWA (TLV-Time Weighted Average), valor umbral límite media ponderada en función del tiempo : corresponde a un valor medio de concentración aplicado al ambiente de trabajo, para el día de trabajo de 8 horas y 40 horas semanales, al cual casi todos los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos día tras día sin efectos adversos. El TLV-STEL (TLV-Short Term Exposure Limit), valor umbral límite de exposición de corta duración ; es la concentración a la cual los trabajadores podrán permanecer expuestos continuamente por un periodo de corto tiempo sin sufrir irritación, narcosis de grado suficiente que pueda provocar aumento de predisposición a accidentes. El TLV-STEL se define como una exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no deberá exceder en ningún momento, durante el día de trabajo, aunque el valor del TWA esté dentro del valor de TLV. Las exposiciones STEL no podrán ocurrir por más de 15 minutos y no se podrán repetir más de cuatro veces al día, con intervalos de 60 minutos como mínimo. El "MAC". En la URSS las normas se expresan en la forma de "concentración máxima aceptable" (MAC), y se entiende como la concentración máxima de una sustancia dañina presente en el aire, en el área de trabajo, cuyo efecto sobre los trabajadores, durante ocho horas diarias por toda la vida profesional no causa alguna enfermedad ó desviación del estado normal de salud

Cuadro 25. Comparación entre los valores MAC (1977), TLV-TWA y TLV-S

Agente químico	TLV TWA ppm (EUA)	TLV mg/m ³ (EUA)	TLV STEL mg/m ³ (EUA)	MAC mg/m ³ (URSS)
Acetona	1000	2400	3000	200
Acetaldehído	100	180	270	5
Mercurio		0.05	0.15	0.01
Ozono		0.2	0.6	0.1
Tricloroetileno	99.51	535	800	10

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2 Riesgos para la salud.

3.2.2.1 Ingestión accidental.

Cuando una sustancia química es ingerida, puede absorberse por medio del estómago hacia la circulación sanguínea, originando síntomas en todo el organismo, como irregularidad en el ritmo cardiaco, náusea, vómito, depresión del sistema nervioso central, dolor de cabeza, coma e irritación pulmonar. También puede actuar como corrosivo, produciendo quemaduras en la boca, garganta, esófago y estómago.

Cuadro 26

Riesgos para la salud en caso de ingestión accidental de las sustancias involucradas en el proceso de reciclado.

Producto	Efectos de exposición aguda
Acetona	Irritación leve, náusea, vómito
Solvente SM Cloroetano	Irritación gastrointestinal grave
Tetracloroetileno	Irritación gastrointestinal grave, puede dañar otros sistemas del organismo y causar la muerte.
Tricloroetileno	Irritación gastrointestinal grave, puede dañar otros sistemas del organismo y causar la muerte.
669 Nafta	Irritación leve, náusea y vómito
Alcohol isopropílico	Molestia abdominal, náusea, vómito, diarrea, pérdida de la conciencia.
Solvente 140-66 Nafta	Irritación gastrointestinal grave, dolor de cabeza, náusea y desvanecimiento.
Alcohol metílico	Dolor abdominal, náusea, vómito, pérdida de la conciencia.
Cloruro de Metileno	Irritación gastrointestinal grave, puede dañar otros sistemas del organismo y causar la muerte.
Gas licuado propano	Irritación leve, náusea, vómito

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2.2 Contacto con los ojos.

El ojo es una estructura muy delicada, y las sustancias químicas corrosivas pueden destruir los tejidos oculares al contacto, causan desde irritación hasta quemaduras severas en los ojos y ceguera.

Cuadro 27

Riesgos para la salud en caso de contacto de los ojos con las sustancias usadas en el proceso

Producto	Efectos de exposición aguda.
Acetona	Irritación moderada en los ojos y daño moderado a la cornea.
Solvente SM Cloroetano	Irritación leve temporal en ojos y cornea, puede causar dolor en los ojos.
Tetracloroetileno	Irritación leve temporal en ojos y cornea, puede causar dolor en los ojos.
Tricloroetileno	Irritación leve en los ojos, puede causar dolor.
669 Nafta	Irritación moderada en los ojos.
Alcohol isopropílico	Irritación con ardor y dolor, causa daño a la cornea.
Solvente 140-66 Nafta	No irritante.
Alcohol metílico	Irritación con ardor y dolor, causa daño a la cornea.
Cloruro de Metileno	Irritación leve temporal en ojos y cornea, puede causar dolor en los ojos.
Gas licuado propano	Irritación moderada en los ojos.

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2.3 Contacto con la piel.

El derrame de sustancias químicas sobre la piel puede causar irritación ó quemaduras químicas por corrosión con formación de ampollas.

Las quemaduras químicas pueden ocurrir después de la exposición a sólidos, líquidos ó vapores. Son similares a las causadas por fuego ó electricidad.

En caso de derrame se recomienda quitar la ropa contaminada y lavar el área afectada con agua y jabón suave.

Si la irritación persiste consultar al médico.

Cuadro 28

Riesgos para la salud en caso de contacto de la piel con las sustancias involucradas en el proceso.

Producto	Efectos de exposición aguda.
Acetona	No irritante, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Solvente SM Cloroetano	Irritación leve, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Tetracloroetileno	Irritación leve hasta quemaduras, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Tricloroetileno	Irritación leve hasta quemaduras, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
669 Nafta	Irritación moderada y dermatitis.
Alcohol isopropilico	Irritación leve, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Solvente 140-66 Nafta	Irritación moderada y dermatitis.
Alcohol metilico	Irritación leve, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Cloruro de Metileno	Irritación leve hasta quemaduras, puede deshidratar y producir escamas en la piel.
Gas licuado propano	Irritación moderada y dermatitis, puede causar quemaduras debido a las bajas temperaturas que alcanza.

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2.4 Absorción

Algunas sustancias químicas pueden absorberse por medio de la piel causando síntomas generalizados de envenenamiento como son : náusea, vómito, dificultad para respirar ó inconsciencia.

Cuadro 29

Riesgo de absorción para las sustancias utilizadas en el proceso.

Producto	Efectos de exposición aguda.
Acetona	No se absorbe en cantidades dañinas.
Solvente SM Cloroetano	No se absorbe en cantidades dañinas.
Tetracloroetileno	Puede absorberse en cantidades dañinas y causar vómito, náusea, diarrea y somnolencia.
Tricloroetileno	Puede causar entumecimiento en la parte expuesta.
669 Nafta	No se absorbe en cantidades dañinas.
Alcohol isopropílico	Puede absorberse en cantidades dañinas y causar vómito, náusea, diarrea y somnolencia.
Solvente 140-66 Nafta	No se absorbe en cantidades dañinas.
Alcohol metílico	Puede absorberse en cantidades dañinas y causar vómito, náusea, diarrea y somnolencia.
Cloruro de Metileno	Puede absorberse en cantidades dañinas y causar vómito, náusea, diarrea y somnolencia.
Gas licuado propano	No se absorbe en cantidades dañinas.

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2.5 Inhalación.

Esta es una forma común de envenenamiento ya que se desprenden gases vapores ó humos peligrosos que pueden ser absorbidos rápidamente por los pulmones hacia la circulación sanguínea, causando síntomas en todo el organismo como bronquitis laríngea y edema pulmonar.

Cuadro 30

Riesgos para la salud en caso de inhalación de las sustancias involucradas

Producto	Efectos de exposición aguda.
Acetona	Causa irritación la tracto respiratorio superior, puede causar efectos narcóticos y anestésicos.
Solvente SM Cloroetano	Puede causar arritmia cardiaca, inconsciencia y muerte
Tetracloroetileno	Puede causar arritmia cardiaca, inconsciencia y muerte
Tricloroetileno	Causa irritación la tracto respiratorio superior, puede causar arritmia cardiaca, inconsciencia y muerte.
669 Nafta	Causa irritación la tracto respiratorio superior, puede causar efectos narcóticos y anestésicos, dolor de cabeza
Alcohol isopropílico	Causa dolor de cabeza y somnolencia.
Solvente 140-66 Nafta	Causa irritación a la nariz, garganta y tracto respiratorio. puede causar depresión del sistema nervioso central
Alcohol metílico	Causa dolor de cabeza y somnolencia.
Cloruro de Metileno	Puede causar arritmia cardiaca, inconsciencia y muerte
Gas licuado propano	Puede causar arritmia cardiaca, inconsciencia y muerte

Fuente: Dow Chemical Company

3.2.2.6 Toxicidad

Cuadro 31

Producto	TLV-TWA CPT (8 Hrs.) ppm	TLV-STEL CCT, ppm
Acetona	1,000	1,260
Solvente SM Cloroetano	350	1,000
Tetracloroetileno	50	200
Tricloroetileno	350	1,000
669 Nafta	100	200
Alcohol isopropilico	400	500
Solvente 140-66 Nafta	100	200
Alcohol metilico	200	250
Cloruro de Metileno	100	500
Gas licuado propano	1,000	1,250

CPT : Concentración promedio ponderada

CCT : Concentración para exposición a corto tiempo.

Cuadro 32

Nombre del fabricante ó Generador principal.

Producto	Nombre del Fabricante ó generador.
Acetona	The Dow Chemical Co.
Solvente SM Cloroetano	The Dow Chemical Co.
Tetracloroetileno	Van Waters & Rogers Inc.
Tricloroetileno	Van Waters & Rogers Inc.
669 Nafta	Van Waters & Rogers Inc.
Alcohol isopropilico	Van Waters & Rogers Inc.
Solvente 140-66 Nafta	Van Waters & Rogers Inc.
Alcohol metilico	Van Waters & Rogers Inc.
Cloruro de Metileno	Van Waters & Rogers Inc.
Gas licuado propano	PEMEX

Fuente Dow Chemical Company

En Caso de emergencia comunicarse a :

The Dow Chemical Co. Tel. 95-517-636-4400

Van Waters & Rogers Inc. Tel. 95-800-424-9300

Compañía de Gas de Tecate Tel. 91-665-41480

3.2.2.7 Daño Genético.

Cuadro 33

Riesgo por Daño Genético para las sustancias utilizadas en el proceso.

Producto	Efectos de exposición aguda.
Acetona	No cancerígeno.
Solvente SM Cloroetano	No cancerígeno
Tetracloroetileno	Cancerígeno potencial
Tricloroetileno	Cancerígeno potencial
669 Nafta	No cancerígeno
Alcohol isopropilico	No cancerígeno
Solvente 140-66 Nafta	No cancerígeno
Alcohol metílico	No cancerígeno
Cloruro de Metileno	Cancerígeno potencial
Gas licuado propano	No cancerígeno

Fuente: Dow Chemical Company

3.3 Riesgo en el proceso.

Los riesgos industriales graves suelen estar relacionados con la posibilidad de incendio, explosión ó dispersión de sustancias químicas tóxicas, y por lo general entrañan el escape de material de un recipiente, seguido, en el caso de sustancias volátiles de su evaporación y su dispersión. En éste tipo de proceso los riesgos más comunes son los relacionados con el manejo de solventes, los cuales pueden ser de dos tipos: a) Los que afectan directamente a los trabajadores y, b) Los que ponen en peligro las instalaciones. Dentro de la primera categoría se encuentra la *inhalación* de vapores, que cuando llega a ser excesiva puede causar irritación al tracto respiratorio superior, así como crear efectos narcóticos. El *contacto* de solventes ó sus vapores con los ojos puede ocasionar tanto irritación como daño moderado a las córneas. La *absorción* del líquido ó vapores através de la piel y membranas mucosas puede causar irritación, resequedad y escamación. Otro riesgo inherente al manejo de solventes es el escape de material inflamable, mezcla del material con aire, formación de un nube de vapor inflamable y el contacto de la nube con una fuente de ignición, lo que provocaría un incendio ó una explosión que afectará al lugar y posiblemente a zonas aledañas. (*) Por otro lado, el uso de gas licuado ya sea en la industria ó para fines domésticos, involucra una fuente de riesgo. El gas propano es incoloro y su densidad como líquido se aproxima a la mitad de la del agua, el gas ó vapor es por lo menos 1½ veces tan denso como el aire y no se dispersa fácilmente, y, tenderá a hundirse en el nivel mas bajo posible, pudiéndose acumular en pozos, sumideros ú otras depresiones. El gas LP forma mezclas inflamables con el aire en concentraciones que oscilan aproximadamente entre el 2 y el 10%. Por consiguiente puede constituir un riesgo de incendio y explosión, si se almacena ó utiliza incorrectamente. Si el gas LP se escapa en un espacio cerrado y se flama, se puede producir una explosión. Si un recipiente de gas LP está en medio de un incendio, puede calentarse excesivamente y romperse con violencia.

3.3.1 Determinación y jerarquización de los riesgos en áreas de: proceso, almacenamiento y transporte.

Se aplicó un análisis preliminar de riesgos mediante el cual se llevó a cabo una revisión orientada a identificar y examinar los riesgos de explosión, inflamabilidad, toxicidad ó reactividad que presenta los componentes del proceso, las posibles fallas de los equipos y de sus materiales, de los sistemas de control y los sistemas de seguridad.

La identificación preliminar fue guiada por tres criterios generales: 1) Cantidades y propiedades físico-químicas de las sustancias involucradas; 2) Temperaturas y presiones extremas en el proceso; y 3) distribución espacial de los elementos operativos. Los eventos de riesgo potencial identificados para la fase de operación de la planta fueron: 1) incendios asociados a derrames de materia prima, productos y subproductos; 2) incendio asociado a fugas de vapores de solventes ocurridas durante el transporte, recepción, almacenamiento ó reciclamiento de solventes.

Otro de los riesgos asociados a la operación de la planta es el de incendio y explosión por fuga de gas propano, que se usará para el funcionamiento de la caldera.

Como se verá mas adelante en la evaluación de riesgos, los eventos de derrame ó fugas de vapores de solventes ó gas propano no conducen por si mismo a la ocurrencia de incendio y/o explosión, en todos los casos se requiere simultáneamente la presencia de una fuente de ignición y condiciones atmosféricas específicas.

Area de proceso:

Se considera dentro de ésta área al volumen de solventes contenido dentro de la maquinaria de separación (tanque receptor, destilador, columna fraccionadora y condensador). Esta área cubre una superficie de 100 m², y es considerada de riesgo por el manejo de sustancias inflamables. El volumen máximo instantáneo de solventes que estarán en proceso será de 12,480 litros.

Area de solventes usados (Area almacén 1):

Se considera dentro de ésta área al volumen de solventes "sucios" contenido dentro de tambos de 208 litros, el cual será reciclado. Esta área cubre una superficie de 70 m² y es considerada de riesgo por la inflamabilidad del material almacenado. El volumen máximo en ésta área será de 8,320 litros ó 40 tambos.

Area de almacenamiento (áreas almacén 2 y 3):

Se considera dentro de ésta área al volumen de solventes ya reciclados (sin impurezas) contenido en tambos de 208 litros, así como el volumen de residuos ó impurezas contenidos también en tambos de 208 litros

Esta área cubre una superficie total de 70 m².

La cantidad máxima de tambos que se almacenarán será de 40, lo que equivale a 8,320 lts.

Area de tanque de gas:

Se considera dentro de ésta área al volumen de gas propano contenido en el tanque estacionario. El volumen máximo dentro del tanque será de 1,428 Kg. La capacidad nominal del tanque es de 3,500 litros (1,785 Kg.), por seguridad será llenado al 80%. Esta área ocupará una superficie de 35 m² y es considerada de riesgo por la inflamabilidad y explosividad del gas propano.

Area de carga y descarga:

Cada una de éstas áreas ocupa un área de 100 m², éstas no son consideradas como peligrosas ya que el material inflamable que se cargará y descargará de los vehículos de transporte permanecerá ahí por tiempo limitado.

Area de reciclamiento in situ:

Deberá tener al menos un área de 16 m². Se considerará el volumen que podrá reciclar en un día (1,664 litros ó 1,311 Kg.) y se identifica como área de riesgo menor por el bajo volumen manejado y las condiciones de seguridad en las que trabajará.

Oficinas, taller, cuarto de calderas y aireación:

Estas áreas no son consideradas de riesgo potencial.

3.4 Selección y desarrollo de los métodos de evaluación de riesgos.

3.4.1 Indice Dow

Para el análisis de riesgos generados por fugas ó derrames de materiales inflamables y/o explosivos, existen diversos métodos. Para éste proyecto se seleccionó el método del índice DOW de fuego y explosión, que permite determinar el área de exposición alrededor de una unidad de proceso que se vería afectada ante la presencia de una situación de fuego y/o explosión. (8)

Los objetivos de ésta técnica son:

- 1.- Cuantificar anticipadamente el daño potencial en términos reales.
- 2.- Identificar los posibles elementos contribuyentes para desarrollar fuego ó explosión.
- 3.- Determinar el impacto que los elementos de seguridad aportan en la disminución y/o mitigación de las consecuencias del evento de riesgo analizado.

Ya que el 90% de los solventes que se reciclarán será acetona, el método del índice DOW se aplicó para esa sustancia, el reciclamiento de los solventes que forman el 10% restante, será esporádico ó nulo, y los volúmenes que se manejarían serían muy bajos. Este método se aplicó también al gas l.p.

A continuación en el cuadro tal se presentan los volúmenes máximos de cada sustancia que serán manejados, así como la clasificación de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios de los E.U.A. (NFPA)

Cuadro 34 Volúmenes máximos y clasificación NFPA de cada una de las sustancias manejadas en el proceso de reciclaje.

Sustancias	Clasificación		NFPA Reactividad	Factor Material	Volumen Máximo manejado por día.	Cantidad límite de Reporte
	Salud	Incendio				
Acetona	1	3	0	16	20,800 lts. 16,390 Kg.	20,000 Kg.
1,1,1Tricloroetano	3	1	0	4	297 lts 392 Kg.	NR
Tricloroetileno	2	1	0	4	297 lts. 433 Kg.	10,000 Kg.
Mineral Spirits	1	2	0	10	297 Kg. 228 Kg.	10,000 Barriles
Nafta Petroleum	2	2	0	10	297 lts. 232 Kg.	10,000 Barriles
Isopropanol	1	3	0	16	297 lts. 234 Kg.	100,000 Kg
Metanol	1	3	0	16	297 lts 236 Kg.	10,000 Kg.
Cloruro de Metileno	2	0	0	0	208 lts. 270 Kg.	NR
Tetracloroetileno	2	0	0	0	297 lts. 480 Kg.	10,000 Kg.
Propano	1	4	0	21	2,800 lts. 1,428 Kg.	50,000 Kg

NR: No incluidas en los dos listados de actividades altamente riesgosas (DOF 28/03/90 y 04/05/92).

Fuente: The Dow Chemical Company 1994

El método DOW se aplicó para la acetona en las siguientes áreas consideradas como peligrosas: área de almacén de solventes sucios; área de almacén de productos reciclados; y área de proceso; para el gas lp se aplicó al área donde se localizará el tanque estacionario.

Por otro lado, para determinar las posibilidades de ocurrencia de los eventos de riesgo identificados, se seleccionó conducir el método de Arbol de Fallas en las áreas de almacenamiento y proceso.

Este análisis permite evaluar la posibilidad de pérdida, identificar fallas en los equipos y errores humanos que pudieran resultar en accidentes.

Cuadro 35 Índice DOW de fuego y explosión para la acetona y el gas propano

1. Factor Material (FM)	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
1.1 FM Acetona	16	16	16	0
1.2 FM Propano	0	0	0	21

2. Riesgos Generales del Proceso (F1)	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
2.1 Reacciones exotérmicas	0.00	0.00	0.30	0.00
2.2 Reacciones endotérmicas	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3 Manejo y transferencia de materiales				
2.3.1 Carga y descarga	0.50	0.50	0.50	0.50
2.3.2 Centrífuga, reacciones batch.	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3.3 Bodegas y patios almacenamiento	0.85	0.85	0.00	0.85
2.4 Unidades de proceso cerradas	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5 Acceso con equipo de emergencia al área de proceso	0.00	0.00	0.00	0.00
2.6 Drenaje	0.25	0.25	0.25	0.00

3. Riesgos especiales de proceso (F2)	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
3.1 Temperatura del proceso				
3.1.1 Mayor que el punto de flama	0.30	0.30	0.30	0.00
3.1.2 Mayor que el punto de ebullición	0.00	0.00	0.60	0.00
3.1.3 Punto de autoignición	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2 Baja presión	0.00	0.00	0.00	0.00
3.3 Operación en o cerca del rango inflamable				
3.3.1 Tanques de almacenamiento	0.50	0.50	0.00	0.00
3.3.2 Instrumento o falla de purga	0.00	0.00	0.30	0.00
3.3.3 Proceso o diseño	0.00	0.00	0.80	0.00
3.3.4 Descarga de pipas o carrostanque	0.00	0.00	0.00	0.40
3.4 Presión	0.00	0.00	0.15	0.40
3.5 Baja temperatura	0.00	0.00	0.00	0.00
3.6 Cantidad de material inflamable				
3.6.1 Líquidos inflamables en el proceso	0.00	0.00	0.50	0.00
3.6.2 Líquidos o gases en almacenamiento	0.38	0.38	0.00	0.10
3.6.3 Sólidos combustibles en almacenamiento	0.00	0.00	0.00	0.00
3.7 Corrosión o erosión	0.00	0.00	0.10	0.10
3.8 Fugas de juntas o empaques	0.10	0.10	0.10	0.00
3.9 Equipo calentado a fuego directo	0.00	0.00	0.00	0.00
3.10 Intercambio de calor con aceite	0.00	0.00	0.00	0.00
3.11 Equipo rotatorio - bombas y compresores	0.00	0.00	0.00	0.00

Resumen	Área Almacén 1	Área Almacén 2	Área Almacén 3	Área Tanque gas
Riesgos Generales del Proceso (F1) ¹	2.60	2.60	2.05	2.35
Riesgos especiales del proceso (F2)	2.28	2.28	3.85	2.00
Factor de Riesgo de la Unidad (F3=F1*F2)	5.93	5.93	7.89	4.70
Factor de Daño (según FM correspondiente)	0.56	0.56	0.67	0.72
Índice DOW de fuego y explosión ² (FE= FM*F3) ³	94.88	94.88	126.2	98.7
Tipo de Riesgo	Moderado	Moderado	Intermedio	Intermedio
Radio de exposición (m)	25.00	25.00	32.30	25.60

Fuente: Dow Chemical Company

¹ Tanto el factor F1 como el F2 se obtienen sumando los factores individuales considerados, más una unidad (1,00) que es la base del factor.

² El FE es la probabilidad de daño de fuego o explosión al área determinada por el radio de exposición, y se calcula multiplicando el factor material (FM) por el factor de riesgo de la unidad (F3).

³ Clasificación de Riesgo: FE y Tipo de riesgo: 1-60, Ligero; 61-96, Moderado;

97-127, Intermedio; 128-158, Grave; más de 158, Severo (Castro-Ramos y León-Díez, 1994).

Factores de corrección por medidas de control de pérdidas.

C1 Control de Proceso	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
1. Energía de emergencia para los servicios esenciales	0.97	0.97	0.97	0.97
2. Sistema de enfriamiento	1.00	1.00	0.96	1.00
3. Control de explosiones	1.00	1.00	0.75	0.96
4. Paro de emergencia	1.00	1.00	0.94	1.00
5. Control por computadora	1.00	1.00	0.98	1.00
6. Gas inerte	1.00	1.00	0.90	1.00
7. Instrucciones de operación	1.00	1.00	0.86	1.00
8. Área de productos químicos	0.85	0.85	0.85	1.00
PRODUCTO (C1)	0.82	0.82	0.42	0.93

C2. Aislamiento de material	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
1. Válvulas de control remoto	1.00	1.00	1.00	1.00
2. Descarga de vertederos	0.96	0.96	0.96	1.00
3. Drenaje	0.85	0.85	0.85	1.00
4. Interlock	0.96	0.96	0.96	1.00
PRODUCTO	0.78	0.78	0.78	1.00

C3. Protección contra incendio	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
1. Detección de fugas	0.97	0.97	0.97	0.97
2. Acero estructural	1.00	1.00	1.00	0.97
3. Tanques recubiertos	1.00	1.00	1.00	1.00
4. Suministros de agua	0.95	0.95	0.95	0.95
5. Sistemas especiales	0.85	0.85	0.85	0.85
6. Sistemas rociadores	0.95	0.95	0.95	0.95
7. Cortinas de agua	1.00	1.00	1.00	1.00
8. Espuma	1.00	1.00	1.00	1.00
9. Extinguidores portátiles	0.97	0.97	0.97	0.97
10. Protección de cables	0.90	0.90	0.90	0.92
PRODUCTO	0.65	0.65	0.65	0.64

Resumen	A. Almacén 1	A. Almacén 2	A. Almacén 3	A. Tanque gas
Producto de factores (C1*C2*C3)	0.41	0.41	0.21	0.59
Factor de Seguridad Actual o Definitivo (factor de crédito)	0.56	0.56	0.40	0.74
Radio de exposición considerando medidas de control de pérdidas y de seguridad (m)	14.00	14.00	12.92	18.94

Fuente : Dow Chemical Company

Los resultados gráficos del análisis del índice DOW de fuego y explosión se muestran en las figuras 14,15,16 y 17

3.4.2 Arbol de fallas.

El árbol de fallas es un diagrama lógico en el cual, cada evento ó condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos ó condiciones, y en el que se indican sus relaciones causales mediante símbolos llamados *puertas*. En la figura 18 se muestra la simbología usada en el presente análisis. El criterio utilizado en éste estudio para evaluar la probabilidad de ocurrencia, es el que se indica en la tabla 15. En ella se describe la probabilidad de que ocurra un evento en forma numérica y su equivalencia en un lenguaje simple, a fin de favorecer la interpretación de los valores numéricos antes indicados. En el análisis de árbol de fallas se utilizaron las probabilidades ó tasas de falla en los equipos y materiales compilados por la World Environment Center, en su Manual de Administración de Riesgos de Proceso (1993). Los tipos de errores humanos considerados en éste análisis son los siguientes:

- Error Humano Tipo 1: Falla en el manejo de tambos durante su llenado ó vaciado. Se aplicó una probabilidad de magnitud 10^{-4} considerando que el personal que laborará en la empresa, estará capacitado en el manejo y seguridad de los materiales a utilizar en la planta y, existirá un estricto control en la entrada de personas ajenas a la empresa. El valor aplicado se considera alto en base a la descripción que sobre el proceso hiciera el personal técnico con mas de 20 años de experiencia en operación de maquinaria similar. Esta situación permite asegurar que se está trabajando dentro de los límites confiables.(9)

-Error Humano Tipo 2: Falla al tapar algún tambo después de haberlo llenado. Se aplicó una probabilidad de 10^{-4} considerando que los empleados estarán capacitados adecuadamente. Los tambos serán cerrados herméticamente, con dos orificios en su parte superior de 5 cm. de diámetro cada uno, en los cuales se utiliza tapones de rosca que son mas seguros y prácticos.(9)

- Error Humano Tipo 3: Falla en los procedimientos de control de sobrepresión del equipo de proceso. Por razones de seguridad se aplicó un valor de 10^{-4} . La probabilidad real de ocurrencia de éste evento debe ser por lo menos un orden de magnitud menor considerando que la persona responsable estará ampliamente capacitada específicamente en el monitoreo de las variables críticas del proceso (flujo, temperatura y presión). La aplicación del árbol de fallas permite evaluar la probabilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida. Un incidente de pérdida ó accidente tiene siempre una ó mas causas, esto es, eventos ó condiciones que son desviaciones del estado normal ó planeado de un sistema. Si solo uno de éstos eventos ó condiciones es suficiente para causar el accidente, entonces su probabilidad de ocurrencia es igual a la probabilidad de que ocurra éste evento ó condición.

Si se requieren dos ó mas eventos y éstos son independientes entre sí, entonces la probabilidad de que ocurra el accidente será igual al producto de las probabilidades de ése evento. (9)

⁷ (9) Idem. Safety Essentials Manual de Seguridad esencial. 1997. Janesville Wisconsin.

Cuadro 36. Criterios utilizados en la evaluación de la probabilidad de un evento mayor en el análisis de árbol de fallas.

Probabilidad	Equivalencia de la probabilidad
10^0	Inminente (puede ocurrir en cualquier momento)
10^{-1}	Muy probable (ha ocurrido ó puede ocurrir varias veces al año)
10^{-2}	Probable (ha ocurrido ó puede ocurrir en un año)
10^{-3}	Poco probable (no se ha presentado en 5 años)
10^{-7}	Muy poco probable (No se ha presentado en 10 años)
10^{-9}	No hay posibilidad de que ocurra el riesgo.

Fuente: Dow Chemical Company

3.4.2.1 Resultado del análisis de Arbol de fallas.

Area de almacenamiento de solventes reciclados (A. almacén 1).

En la figura 19 se muestra el arbol resultante del análisis de ésta área. El evento máximo por analizar es explosión e incendio en el área de almacenamiento de solventes reciclados y residuos provenientes del proceso de separación de solventes. La probabilidad resultante del análisis es de 10^{-8} , que corresponde a un evento *Muy poco probable*.

Los factores que deben ocurrir simultáneamente para que se produzca el evento máximo son: la presencia de acetona, ya sea en forma de vapor dentro de los límites de concentración de inflamabilidad ó bien, en su estado líquido, y simultáneamente la presencia de una fuente de ignición.

Con respecto al primer evento, las condiciones necesarias son: fuga de vapores de acetona ó acetona líquida de tambos, y condiciones atmosféricas de alta estabilidad, de tal manera que la dispersión por viento de la fuga fuera mínima ó nula.

Un derrame de acetona líquida está determinado por la presencia de un orificio en alguno de los tambos, debido al desgaste del material por uso y oxidación, por defecto del fabricante ó provocado por un error humano de tipo 1 (llenado y vaciado de tambos).

El segundo factor indispensable para que se produzca el evento máximo, es la presencia de una fuente de ignición, que puede deberse a: un corto circuito en la instalación eléctrica, descarga eléctrica no conducida adecuadamente, ó por fuego provocado accidentalmente por el personal.

Area de almacenamiento temporal de solventes para reciclar (A. almacén 2).

Puesto que las condiciones de almacenamiento y manejo de los solventes sin reciclar serían las mismas que las de los solventes ya reciclados, y que se manejarán los mismos volúmenes, no se consideró un análisis de árbol de fallas por separado.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para el área de almacenamiento I (área de almacenamiento de sol-ventes reciclados y residuos) son equivalentes para ambas áreas de almacenamiento.

Area de proceso de reciclamiento de solventes (A. proceso).

En la figura 20 se muestra el árbol resultante del análisis de ésta área. El evento máximo por analizar es explosión e incendio en el área de proceso. La probabilidad obtenida en el análisis fue de 10^{-4} , que corresponde a un evento *Muy Poco Probable*.

Los eventos simultáneos que conducirán a un evento de éste tipo son: presencia de acetona líquida ó nube de vapores dentro de los límites de inflamabilidad y presencia de una fuente de ignición.

Las condiciones necesarias para que se produzca el primer evento son: presencia de acetona líquida ó sus vapores, falla en el equipo de detección de fugas y baja ó nula velocidad del viento.

El derrame de acetona líquida puede ser provocado por la falla de una válvula, la ruptura de una conexión en la tubería ó la presencia de un orificio en la maquinaria debido al desgaste del material ó a un defecto de fabricación.

El derrame de acetona podría deberse a condiciones poco probables como: un error humano de tipo 1, desgaste ó defecto de fabricación de la maquinaria, ó un evento sísmico de alta magnitud que lograra voltear y abrir alguno de los tambos.

La fuga de vapores de acetona está condicionada a la presencia de alguno de los siguientes factores: ruptura en la conexión de la tubería, falla en una válvula ó aumento excesivo de la presión debido a falla del equipo de medición ó a un error humano tipo 3.

El segundo evento indispensable para que se produzca un accidente mayor, la presencia de una fuente de ignición, puede deberse a: un corto circuito en la instalación eléctrica, descarga eléctrica no conducida adecuadamente, ó fuego provocado accidentalmente por el personal.

Area de procesamiento in situ

El evento máximo analizado es explosión e incendio en el área de proceso en las instalaciones del generador (cliente). Dado que las condiciones de manejo y seguridad de ésta área serán similares a las del proceso de la planta, se estima que sus probabilidades de ocurrencia serían las mismas. El riesgo asociado tendría una magnitud de 10^{-4} , que corresponde a un evento *Muy Poco Probable*.

De igual modo los eventos simultáneos que conducirán a un accidente de éste tipo son: presencia de acetona líquida ó nube de vapores dentro de los límites de flammabilidad y presencia de una fuente de ignición

Área de almacenamiento de gas propano (A Gas).

La estructura del árbol resultante del análisis en esta área se muestra en la figura 21. El evento máximo por analizar es la explosión e incendio del tanque de almacenamiento de gas l.p. La probabilidad obtenida en el análisis fue de 10^{-13} .

Los subeventos indispensables para que ocurra este evento son: presencia de una mezcla de gas/aire dentro del rango de inflamabilidad y presencia de una fuente de ignición. Para que se presente el primer subevento deben ocurrir simultáneamente las siguientes condiciones: falla en el equipo de detección de fugas, presencia de una fuga de gas l.p. y baja o nula velocidad del viento.

Una fuga de gas puede deberse a alguna de las siguientes causas: falla en alguna conexión de la tubería, presencia de un orificio en el tanque o falla en una válvula del tanque.

El segundo subevento indispensable para que se produzca una explosión en el tanque de gas, la presencia de una fuente de ignición, puede deberse a: un corto circuito en la instalación eléctrica, descarga eléctrica no conducida adecuadamente, o fuego provocado accidentalmente por el personal.

3.4.2.2 Determinación del potencial razonable de pérdida.

La probabilidad de ocurrencia de los eventos máximos en los árboles de falla no nos dirán nada si no los comparamos con la magnitud del potencial de pérdidas que representan tales incidentes. Esto nos permitirá decidir si dicha probabilidad del evento máximo puede ser aceptable. Por ello se determinará un potencial de pérdida razonable. Para calcular la pérdida probable total, se incluyen tanto las pérdidas probables por daños directos estimados, como las pérdidas por interrupción parcial o total de operaciones. Para el caso de la planta que aquí proponemos, la pérdida probable total se situaría en el rango de entre \$800,000 y \$8,000,000, y se le dará valor potencial de pérdida de acuerdo con el cuadro 37.

Cuadro 37. Potencial razonable de pérdida.

Potencial de pérdida	Pérdida probable Total (\$ pesos)
10^0	Hasta 80
10^{-1}	80 a 800
10^{-2}	800 a 8,000
10^{-3}	8,000 a 80,000
10^{-4}	80,000 a 800,000
10^{-5}	800,000 a 8,000,000
10^{-6}	8,000,000 a 80,000,000
10^{-7}	80,000,000 a 800,000,000
10^{-8}	800,000,000 a 8,000,000,000
10^{-9}	8,000,000,000 a 80,000,000,000
10^{-10}	80,000,000,000 a 800,000,000,000
10^{-11}	800,000,000,000 a 8,000,000,000,000
10^{-12}	8,000,000,000,000 a 80,000,000,000,000
10^{-13}	Más de 800,000,000,000

Fuente: Dow Chemical Company

Para que la probabilidad de ocurrencia del evento máximo sea aceptable, deberá estar en equilibrio con el Potencial de Pérdida; es decir, la probabilidad encontrada en el análisis nunca debe ser mayor al potencial de pérdida.

3.5 Riesgos potenciales de accidentes ambientales.

3.5.1 Riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1:5000

Como ya se ha mencionado, los riesgos identificados en la operación de la planta recicladora de solventes usados son incendio y explosión, ambos asociados a eventos como derrames y fuga de vapores accidentales durante el almacenamiento y proceso de solventes usados y reciclados; o a la fuga de gas l.p.

En las figuras 14,15,16 y 17 se muestran gráficamente las áreas de exposición alrededor de las unidades de análisis definidas, que se encontraron mediante la aplicación del Índice DOW de fuego y explosión.

Gracias a este análisis se ha logrado cuantificar anticipadamente el daño potencial de fuego o explosión en términos del radio de exposición en las cuatro posibles áreas de riesgo detectadas de la planta recicladora.

También se ha analizado la implementación de una serie de dispositivos y medidas de seguridad en dichas áreas de riesgo, teniendo como resultado una drástica disminución en las áreas de afectación por un evento de incendio o explosión (cuadro 38).

Cuadro 38. Resumen de resultados del análisis del índice DOW de fuego y explosión.

Área de análisis	Índice de Fuego y Explosión	Exposición		Exposición después de aplicar medidas de seguridad		Porcentaje de reducción del área de exposición.
		Radio	Área	Radio	Área	
Almacén 1	94.88	25.00 m	1,964 m ²	14.00 m	616 m ²	69%
Almacén 2	83.2	25.00 m	1,964 m ²	14.00 m	616 m ²	69%
Proceso	113.12	32.30 m	3,278 m ²	12.92 m	524 m ²	84%
Tanque de gas l.p.	98.70	25.60 m	2,059 m ²	18.94 m	1,127 m ²	45%

Fuente: Dow Chemical Company

El radio de exposición por fuego y explosión de los sitios analizados en todos los casos se circunscriben al área del predio que ocupará la recicladora de solventes, asegurando de este modo la no afectación a los predios vecinos en caso de un evento como los analizados.

3.5.2 Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.

Las áreas de exposición calculadas mediante el índice DOW de fuego y explosión no exceden los límites del predio donde se pretende instalar la planta recicladora. Un criterio para determinar las zonas de protección alrededor de la instalación es establecer una franja de amortiguamiento que circunde las áreas de exposición calculada. El radio de ésta área de amortiguamiento sería el que se calcula sin aplicar las medidas de seguridad en el índice DOW.

En los análisis conducidos en éste estudio se encontró que la franja de amortiguamiento, según el criterio mencionado, tiene casi el doble de radio que el área de exposición obtenida sin considerar medidas de seguridad. Esto último se aplica tanto a las áreas de almacenamiento como al área de proceso. Las zonas de seguridad se pueden establecer después de traslapar las áreas de amortiguamiento de las cuatro áreas de riesgo analizadas.

El análisis de consecuencias (Riesgo por Radiación Térmica de Fuego en Derrames de Acetona, RTFD) realizado, arrojó zonas de fatalidad y daño mayores que las obtenidas mediante el Índice DOW de fuego y explosión. Esta situación se explica por el hecho de que éste modelo no considera la implementación de medidas de seguridad. Por ejemplo, los diámetros estimados del derrame excederían las áreas demarcadas por los muros de contención y las fosas de recuperación. Aún así, el modelo de RTFD para acetona se aproxima en cuanto a zonas de fatalidad al considerar fugas limitadas.

3.5.3 Fugas de productos tóxicos ó carcinogénicos y medidas de seguridad.

Aunque poco probable, las fugas y derrames de acetona u otros solventes se localizan en tres de las cuatro áreas definidas como peligrosas ó de riesgo: el área de almacenamiento, área de solventes usados y el área de proceso. Como se mencionó anteriormente, para evitar fugas ó derrames de solventes y la contaminación del subsuelo, así como la libre emisión de vapores tóxicos a la atmósfera, se instalarán los siguientes accesorios de seguridad complementarios:

- Se implementará el monitoreo electrónico de detección de fugas mediante sensores de líquidos y vapores, localizados en diversos puntos de la planta y que formaran parte del sistema general de seguridad.
 - Las áreas donde se manejarán los solventes contarán con fosas de captación de líquidos construidas con materiales y recubrimientos impermeables, lo que evitará la infiltración de solventes al subsuelo.
 - Para evitar la fuga de gas l.p. se contará también con detectores de gases en el área del tanque estacionario.
- El tanque de gas estará localizado en un área bien ventilada para evitar la acumulación de gas en caso de fuga.

3.5.4 Derrame de productos tóxicos y medidas de seguridad.

Las áreas donde se manejarán solventes contarán con fosas de retención y captación de derrames, construidas con materiales y recubrimientos impermeables, lo que evitará la infiltración de solventes al subsuelo.

Cuando se presente un derrame en la planta recicladora de solventes, se conducirán las siguientes acciones: - Se eliminarán todas las fuentes de ignición cercanas al área de derrame, si es que hubiese alguna. - Se recogerán los excesos de líquido derramado y se eliminarán los vapores de acetona mediante el lavado abundante del piso, utilizando productos absorbentes de solventes. - Se reportará el incidente a la SEMARNAP/PROFEPA. Cuando las características del derrame llegasen a rebasar la capacidad de control por parte de los trabajadores de la planta recicladora, se procederá a reportar de inmediato el hecho al centro de operaciones de protección civil mas cercano.

3.5.5 Explosión

Los factores de riesgo de explosión son explorados y evaluados mediante el método de árbol de fallas (probabilidad de ocurrencia) y a través del índice DOW de fuego y explosión (análisis de áreas de exposición y de seguridad)

Adicionalmente, para el análisis de las consecuencias de una explosión, se utilizó el programa de modelación por computadora CHEMPLUS.(*)

Para la acetona se aplicó el análisis de "Riesgo por radiación Térmica de Fuego en Derrames" Los análisis para el gas l.p. fueron los siguientes:

- Riesgo por Explosión de una Nube de Vapor Liberada
- Riesgo por Fuego a Chorro

A continuación se resumen los principales resultados de ésta evaluaciones.

Sustancia analizada: **ACETONA**

Cuadro 39 Tipo de análisis: Riesgo por Radiación Térmica de Fuego en Derrames.

Area de análisis	Volumen total del derrame (m ³)	Tiempo de duración de la fuga (min)	Diámetro del derrame (m)	Altura de la flama (m)	Radio de la zona de fatalidad (m)	Radio de la zona de daño (m)
Area de proceso	12.5	10	20.10	24.70	35.70	50.90
		20	14.30	19.50	25.00	36.00
		30	11.60	16.80	20.40	29.30
Almacén 1	8.3	10	16.50	21.30	29.00	41.80
		20	11.60	16.80	20.40	29.60
		30	9.40	14.60	16.80	24.10
Almacén 2	8.3	10	16.50	21.30	29.00	41.80
		20	11.60	16.80	20.40	29.60
		30	9.40	14.60	16.80	24.10
Area de reciclamiento in situ	1.6	10	7.30	12.20	12.80	18.60
		20	5.20	9.40	9.10	13.10
		30	4.30	8.20	7.30	10.70

Fuente: Van Waters and Rogers, Inc.

* programa de análisis de riesgos y consecuencias para computadora personal CHEMPLUS versión 1.0 No 74-88-6

Sustancia analizada : **Gas propano**
 Tipo de análisis: Riesgo por Explosión de una Nube de Vapor Liberada

Condiciones:

TNT Equivalente: 5.21 Kg.
 Calor de combustión: 19.933 BTU/lb
 Masa de explosivo: 1.430 Kg
 Factor de rendimiento: 0.05

<u>Distancia en metros.</u>	<u>Daño esperado</u>
760	- Daño aislado de ventanas.
294	- Algún daño a techos de casas; 10% de daño a vidrios de ventanas
195 a 760	- Ventanas comúnmente estrelladas; algún daño a marcos de ventanas.
151	- Daño menor a estructura de casas.
116	- Demolición parcial de casas, se hacen inhabitables.
63 a 24	- 1-99% de ruptura del timpano en la población expuesta.
33 a 40	- Destrucción casi completa de casas.
27	- Probablemente destrucción total de edificios.
22 a 15	- 1-99% de fatalidad en la población expuesta.

Fuente: Van Waters and Rogers, Inc

Sustancia analizada: **Gas propano**
 Tipo de análisis: Riesgo por fuego a chorro (flama jet)

Condiciones:

Temperatura : 20°C
 Presión: 14.22 Kg/cm²
 Limite inf. Infl.: 2.6%
 Cp/Cv: 1.129

CUADRO 40 RIESGO POR RADIACIÓN

Diámetro del orificio (cm)	Longitud de la flama (m)	Radio de riesgo por flama (m)
2.54	29.3	58.2
1.27	14.6	29.3
0.635	7.3	14.6
0.254	3.0	6.0

Fuente: Van Waters and Rogers Inc

3.6 Medidas de seguridad.

3.6.1 Descripción de Medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.

Personal

- Se capacitará al personal para que realice un manejo adecuado y seguro de las sustancias que se manejarán.
- Se acondicionará un centro de control de contingencias en el que habrá el equipo necesario para el combate de incendios y derrames.
- El personal encargado del manejo de las sustancias que se vayan a reciclar deberán usar mascarillas que cubran tanto boca como la nariz, guantes, goggles y ropa adecuada.
- Se contará con regaderas de presión ubicadas cerca de la zona de proceso y almacenamiento, para que en caso de derrame accidental y contacto con la piel, el trabajador pueda inmediatamente enjuagarse el área afectada.
- Se contará con un botiquín de primeros auxilios con todo lo necesario para atender emergencias inmediatas.
- Se instalarán hojas de seguridad en español y en lugares accesibles.
- Se impartirá entrenamiento de primeros auxilios a todo el personal para que, en caso de contingencia, cualquiera de los elementos pueda brindar ayuda a sus compañeros.
- Se prohibirá la entrada a la planta a toda persona ajena a la misma.

Áreas de almacenamiento y proceso.

- Contarán con muros de contención de derrames de 60 cm de altura, de tal manera que se pueda contener el volumen total de solventes almacenados para evitar la dispersión de los líquidos por toda la planta en caso de derrame.
- Los pisos contarán con trincheras y canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener por lo menos la quinta parte del volumen almacenado.
- Contarán con fosas de recuperación líquidos para que en caso de derrames la recuperación sea fácil y rápida.
- Tanto el piso como los muros de contención y las fosas de recuperación estarán construidas y recubiertas con materiales impermeables para evitar la infiltración al subsuelo.
- Contarán con detectores de fugas de vapores.

Equipo contra incendio

- La planta recicladora contará con extinguidores distribuidos estratégicamente en toda la planta - La capacidad de cada extinguidor será de 9 Kg. y estará dotado de polvo químico seco para sofocar incendios clase A, B, C, de casco de acero para ser montados en la pared.- Se efectuará una revisión mensual a los extinguidores para verificar su estado general. Dicha revisión quedará registrada en bitácora con la firma del encargado.

- Dos veces al año una compañía especializada proporcionará mantenimiento integral a los extinguidores. La operación que se efectúe estará certificada por una etiqueta adherida a cada extinguidor, donde se indicará el nombre de la empresa, fecha de la última recarga y el agente extinguidor que contiene.

- Cada cinco años una compañía especializada efectuará las pruebas de presión hidrostática a los extinguidores, certificando por escrito su estado de operación.

- Cuando un extinguidor sea remevido de su lugar para su recarga y/o reparación, se reemplazará por otro de las mismas características durante el tiempo que el primero esté fuera de servicio.- Se contará con aspersores de agua (hidrantes) distribuidos en toda la planta los cuales se accionarán en caso de contingencia.

- Las áreas de almacenamiento contarán con pararrayos.

- Se contará con una manguera contra incendios de 40 m. de longitud.

Instalación Eléctrica.

La instalación eléctrica se revisará mensualmente, vigilando que se cumplan las especificaciones técnicas conforme a la clasificación de áreas peligrosas. De esta revisión se elaborará un acta que contendrá el listado de puntos revisados y la firma autógrafa del encargado, manteniéndola a disposición de la autoridad correspondiente.

Anualmente, una empresa especializada cuyo responsable cuente con registro profesional y sea perito en la materia, proporcionará el mantenimiento preventivo a todo el sistema eléctrico de la planta recicladora.

Señalización.

Tanto fuera como dentro de la planta se contará con señalamientos preventivos diversos, por ejemplo: "PROHIBIDO FUMAR", "ZONA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS", "PELIGRO", "SOLO PERSONAL AUTORIZADO", entre otros, los cuales estarán ubicados en lugares estratégicos para tener la seguridad de que éstos sean vistos. En la figura 22 se muestran algunos de los señalamientos que se instalarán en la planta.

Estarán perfectamente señalizadas las áreas donde se localizarán los extinguidores, regaderas de presión, aspersores y mangueras de bombeo

3.6.2 Posibles accidentes y planes de emergencia.

Los procesos de reciclaje en la planta se llevarán a cabo bajo estricta supervisión de personal entrenado y capacitado para el manejo de la maquinaria así como del manejo de sustancias peligrosas, por lo que la posibilidad de accidentes será mínima.

Derrames:

Aunque el manejo de los tibores se realizará cumpliendo estrictas medidas de seguridad, siempre existe la posibilidad de un derrame accidental. Para prevenir el esparcimiento de estas sustancias y facilitar la recolección de ellas, todas las áreas de manejo de los tibores estarán construidas con materiales impermeables, lo que evitará la infiltración al subsuelo, además de que se contará con muros o barreras de contención de derrames y fosas de recuperación de derrames o trincheras.

Personales:

Los accidentes personales que pueden presentarse son: contacto directo de la piel con las sustancias que se manejarán, e inhalación de vapores. Para prevenir el contacto directo el personal vestirá con ropa especial y equipo protector como guantes, casco, lentes y botas. Si se presentara contacto con la piel se dispondrá de regaderas de presión ubicadas en puntos estratégicos dentro de la planta (Figura 23), además se contará con un botiquín de primeros auxilios para atender lesiones leves. Para prevenir inhalación de vapores en el momento de llenado y vaciado de tanques el personal encargado contará con mascarillas especiales que cubrirán tanto la nariz como la boca. Además se contará con filtros de carbón activado para evitar fuga de vapores. Todo el personal deberá conocer el procedimiento de atención de contingencias para cada una de las sustancias que se manejen.

Incendio:

La planta contará con un sistema de irrigación por aspersores (con capacidad de mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos) que se activarán en caso de incendio, así mismo se contará con extintores tanto fijos como portátiles distribuidos en toda la planta, los cuales estarán bien señalizados para facilitar su ubicación. También se contará con una manguera tipo bombero para facilitar la extinción del fuego. En la Figura 23 se muestra la distribución tanto de extinguidores como de aspersores en toda la planta. Así mismo, se instalará una alarma de detección de vapores o fugas de sustancias que pudieran provocar algún siniestro. En toda la planta se contará con señalización precautoria en la que se hará énfasis en las medidas preventivas de accidentes. Se contará con dos trajes completos tipo bombero. En el área de oficinas y sanitarios se contará con un listado tipo poster en el que se hará mención de los pasos a seguir en caso de accidente por incendio, así como la ruta de evacuación de la planta (Figura 24) y la ubicación de los extintores.

3.6.3 Dispositivos de seguridad con que se contará para el control de eventos extraordinarios.

Los eventos extraordinarios que pudieran presentarse en la planta recicladora han quedado definidos como incendio, explosión, fuga y derrames. Las consecuencias de los eventos extraordinarios han sido evaluados mediante el Índice DOW de Fuego y Explosión, el análisis de probabilidad de ocurrencia fue conducido mediante la técnica del árbol de fallas.

Los medios que se utilizarán para combatir incendio y explosión serán los siguientes:

- Niebla de Agua
- CO₂
- Químico seco

3.6.4 Procedimiento especial de combate de incendio.

La primera persona que se percatará de un incendio ó inicio de éste, deberá avisar inmediatamente al coordinador ó auxiliar para que éste a su vez decida y coordine las acciones a tomar para controlar el incidente. En caso de que el coordinador ó el auxiliar no se encuentren en la empresa, la persona que se percate del incendio asumirá el mando de las acciones.

Una vez notificado el coordinador ó auxiliar, éste deberá dar los siguientes pasos:

1.- Avisará de viva voz siguiendo las indicaciones generales al personal, para que a su vez estos acudan a ayudar a sofocar el incendio, y el personal que no participe, evacúe las instalaciones.

2.- El personal que participe en el combate del incendio, utilizará el equipo de protección personal el cual consistirá como mínimo en:

- Mascarilla contra gases ácidos y vapores orgánicos.
- Lentes de seguridad.
- Ropa protectora con casco.
- boquillas, cascos, chalecos, botas, llaves, martillos, hachas y palas.

3.- El coordinador indicará a alguna persona ó por su propio impulso cerrará la válvula de paso de gas l.p.

4.- El resto del personal que se quede, auxiliará con un extinguidor.

5.- Los extinguidores se descargarán sobre el incendio al momento y en el orden en el que el coordinador indique. La persona encargada de cerrar la válvula de paso del gas l.p., posteriormente al cierre de ésta, deberá tomar la manguera de agua y mojar las áreas contiguas para evitar que el fuego se extienda.

6.- En caso de que el incendio quede fuera del control del personal, el coordinador inmediatamente ordenará de viva voz la evacuación de la empresa, accionará la alarma y acudirá al teléfono para pedir la ayuda de las corporaciones de auxilio (se anexa plan de contingencias y plano con rutas de evacuación)

7.- Una vez que el coordinador pida ayuda a las corporaciones de auxilio, saldrá de las instalaciones de la empresa y se asegurará que todo el personal se encuentre a salvo.

8.- Al momento de llegar las corporaciones de auxilio, deberá ceder el mando al primer oficial que llegue a la empresa y le informará de las condiciones del siniestro.

9.- Ninguna persona empleada por la empresa participará en el control de incendio a menos que la persona que está al mando por las corporaciones de auxilio así lo solicite.

Si los detectores de vapores orgánicos accionan la alarma, el coordinador ó el auxiliar indicará al personal capacitado para la atención de contingencias que deberá de abrir puertas y accionar ventiladores adicionales para ayudar a disipar los vapores orgánicos, el personal que no intervenga en el control, evacuará inmediatamente las instalaciones de la empresa hasta que el coordinador avise que se ha controlado el incidente y que pueden regresar a sus labores.

En caso de que el incendio sea provocado por gas l.p. proveniente de una fuga en la tubería de conducción, el coordinador ó el auxiliar ordenará la evacuación inmediata de las instalaciones de la empresa y procederá a cerrar la válvula de paso del gas l.p..

Posteriormente procederá a avisar a las corporaciones de auxilio y a la compañía de gas, y accionará la alarma en caso de que no se hubiese activado.

En ningún caso el personal de la planta participará en la sofocación de un incendio que sea provocado por gas l.p.

3.6.5 Plan preliminar de atención de contingencias.

La planta recicladora contará con los medios necesarios para advertir a todos los trabajadores cuando exista una fuga de solventes ó gas l.p., se darán instrucciones por escrito en donde determinen las medida apropiadas que se han de adoptar al advertirse un evento de ésta naturaleza.

La planta estará dotada en lugares estratégicos con detectores de vapores y alarmas audíbles y visibles con luces de aviso fuera y dentro de las oficinas y demás instalaciones. Al accionarse éstas alarmas dará comienzo el plan de contingencias.

Las primeras acciones a realizar por parte del encargado de coordinar el plan de emergencia, el cuál previamente ha sido designado y capacitado, serán la confirmación y aviso del evento por el altavoz de la planta a todo el personal y dar aviso a los servicios de emergencia (Bomberos, Cruz Roja y Seguridad Pública).

Todos los trabajadores que no participen en la mitigación del evento deberán evacuar la planta por las vías de escape que designen. Los trabajadores que participen en el plan de emergencia deberán eliminar inmediatamente todas las fuentes de ignición.

Para el control de derrame ó fuga, el coordinador y sus auxiliares se dirigirán al centro de control de emergencias en donde encontrarán el equipo necesario:

- Botas de nitrilo
- Guantes de Neopreno
- Overol de PVC
- Lentes de seguridad
- Mascarilla con filtros contra gases ácidos y vapores orgánicos.
- Material absorbente de fibra de polipropileno.

En caso de fuga de vapores de acetona ó gas l.p., el coordinador y sus auxiliares deberán todas las puertas de la planta y si es posible colocar ventiladores adicionales para promover la circulación eficiente de aire, y hacer que la nube de vapor se disipe.

En tal caso el coordinador avisará que la fuga ha sido controlada y esperar la llegada de las autoridades para que efectúen una inspección detallada de la planta.

Si existe un derrame accidental de acetona, el equipo de contingencias vigilará que el líquido sea captado adecuadamente en la fosa de recuperación, utilizando el material absorbente de polipropileno para limpiar el remanente del líquido que quede en el piso.

3.6.6 Normas de seguridad y operación para captación y traslado de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.

Las normas de seguridad que serán adoptadas serán las siguientes:

- Se llevará una bitácora mensual sobre la recepción, proceso y envío de residuos peligrosos y en general de todas las sustancias manejadas durante el proceso.
- En las maniobras de llenado de tanques, el operador deberá usar una mascarilla que tape tanto la nariz como la boca para impedir la inhalación de vapores tóxicos.
- En el proceso de llenado y vaciado de tambos se usarán filtros de carbón activado para evitar la emisión de vapores tóxicos.-
- Se envasarán los residuos peligrosos en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en el reglamento en materia de residuos peligrosos.-
- Se identificarán los residuos peligrosos con las indicaciones previstas en el reglamento en materia de Residuos Peligroso y en las normas oficiales respectivas.
- Se transportarán los residuos peligrosos en vehículos que cumplan con los requisitos fijados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las siguientes condiciones:
- Se dará cumplimiento a los programas de mantenimiento de la maquinaria y se contará con el equipo de protección personal para los operadores de los vehículos. Los encargados del manejo de los vehículos
- Se sujetarán a las disposiciones sobre seguridad e higiene correspondientes, así como las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes.
- Se verificará que los residuos peligrosos que les sean entregados, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas oficiales correspondientes.

El entrenamiento y capacitación de los operarios de transporte, ya fue mencionado en el capítulo 1. (Capacitación para los operarios del transporte).

3.6.7 Lista de comprobaciones detallada de seguridad.

La lista de verificaciones es uno de los instrumentos mas útiles para determinar riesgos. Al igual que un código de prácticas, es un medio de transmitir una experiencia esforzadamente adquirida a usuarios menos experimentados.

Estas listas deben utilizarse como comprobación final de que no se ha cometido ningún descuido y para que éstas sean eficaces deben ser actualizadas y mantenidas al día.

La siguiente es una lista de verificación para identificar los riesgos comunes y asegurar el cumplimiento de los estándares y procedimientos internos de la planta de solventes usados.

El responsable del establecimiento deberá determinar la frecuencia de su aplicación, así como la evaluación y medidas a tomar. La lista está contestada parcialmente por no encontrarse en operación la planta.

CUADRO 41. Lista de comprobaciones detallada de seguridad

Administración de la operación de la planta recicladora de solventes			
Descripción	si	no	Comentarios
¿Se encuentran los procedimientos de operación disponibles?	X		
¿Se encuentran los planes de emergencia disponibles?	X		
¿Los operadores son evaluados periódicamente en sus conocimientos acerca de la operación?	X		
¿Los operadores son periódicamente capacitados?	X		
¿Se tiene un programa de entrenamiento debidamente formalizado?	X		
¿Los operadores son sometidos durante las evaluaciones en respuestas de emergencia simuladas?			
Mantenimiento			
Descripción	si	no	Comentarios
¿Son de fácil acceso los manuales de mantenimiento, operación del equipo, listado de partes, bitácoras de operación y mantenimiento del equipo?	X		
¿Se encuentran los manuales del vendedor disponibles para referencias?	X		
¿Existe un programa de mantenimiento preventivo y predictivo?	X		
¿Se encuentran las actividades de mantenimiento identificadas para su evaluación?	X		
¿Se encuentran las funciones y responsabilidades de seguridad bien definidas?	X		

Fuente. Van Waters and Rogers Inc

Area de almacenamiento de solventes			
Descripción	si	no	Comentarios
¿Se encuentran los solventes almacenados en áreas alejadas a las áreas de operación y administración?	X		
¿Se cuenta con inventario de solventes almacenados?			
¿Se encuentran instalados y funcionando detectores ó alarmas para la detección de fugas ó derrames?	X		
¿Se encuentra el área de almacenamiento de acuerdo con la normatividad para sustancias peligrosas?	X		

Seguridad dentro de la planta recicladora			
Descripción	si	no	Comentarios
¿El equipo de protección personal de emergencia es revisado regularmente por el responsable de seguridad?			
¿Se encuentra el personal entrenado para responder en caso de emergencia?	X		
¿Existen grupos de personas que se encuentren debidamente capacitados para la respuesta de emergencias en caso de:			
incendio?	X		
primeros auxilios?	X		
rescate de lesionados?	X		
fugas ó derrames de solventes?	X		
fugas de gas?			
evacuación de personal?			
¿Existe servicio médico disponible todo el tiempo?			
¿Existe un programa periódico de revisión del sistema contra incendio?	X		
¿Existe el equipo y los materiales requeridos para el control de fugas y derrames?	X		

Fuente: Van Waters and Rogers, Inc.

Una vez instalada y operando la planta recicladora de solventes usados, ésta lista podrá ser contestada, ampliada y detallada en función del conocimiento a fondo de los equipos, su localización exacta y definitiva, así como de rotación del personal y nuevas asignaciones de responsabilidad.

3.6.8 Descripción de auditorías de seguridad.

El programa básico de auditoría de seguridad contemplará al menos las siguientes etapas:

A. Revisión de documentación técnica sobre el diseño y especificaciones de los equipos y maquinaria, dando prioridad a los que se localizan en áreas de riesgo como: área de proceso (destilador, columna fraccionadora, condensador, caldera), tuberías de conducción de solventes, área de almacenamiento de solventes usados y reciclados, área de tanque de gas. Se revisarán y compararán físicamente los planos, los diagramas y especificaciones de los equipos de la planta en general.

B. Se revisará el estado físico de los sistemas de seguridad y equipo de protección personal, y equipo contra incendio.

C. Se revisarán todos los elementos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos de la planta identificando los riesgos potenciales que pudieran presentarse en caso de fallas en las líneas de conducción, válvulas, fallas de suministro de energía eléctrica, entre otros. Se evaluará el potencial de daño sobre el personal que labora en la planta.

Este tipo de auditorías tiene la desventaja de no ser un estudio sistemático como otras técnicas de análisis de riesgo, sin embargo, tiene la enorme ventaja de que puede ser adaptado y conducido por el personal que opera en la planta recicladora aprovechando sus conocimientos y experiencia.

Es conveniente diseñar un formato simple tipo lista de verificación cuando la planta inicie sus operaciones.

3.6.9 Atención de contingencia en los sistemas de tubería e instrumentación del equipo de reciclamiento de solventes.

En el diagrama general de distribución de componentes e instrumentación de la planta recicladora (Fig. 25) se ha detectado que los elementos que tienen riesgos asociados son los siguientes:

- Las tuberías y líneas de conducción de solventes, vapor, agua y gas lp.
- El equipo de producción de la caldera, destilador, columna fraccionadora y condensador.
- La bomba de reflujo de solvente.
- Las válvulas de desahogo del destilador y la columna fraccionadora.

Los procedimientos de atención en caso de falla ó ruptura en dichos componentes se describen a continuación:

Línea de conducción de gas lp (1A)

En caso de ruptura de la línea de tubería que conducirá gas lp hacia la caldera, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Cerrar la válvula de la caldera.
- c) Al cerrar la válvula de la caldera, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.

Caldera (2)

En la caldera pueden ocurrir eventos que producirán fugas de vapor de agua, estas pueden ser:

- Falla en la válvula de desahogo.
- Ruptura en las líneas de calentamiento de las calderas.
- Falla en el termostato de la caldera.

El procedimiento de atención en contingencias, será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Al detectar la fuga, los sensores apagarán la caldera automáticamente.
- c) Al apagar la caldera, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.

Línea de conducción de agua (2A), línea de conducción de vapor de agua (2B) y la línea de vapor de agua condensada. (2C).

En caso de ruptura de esas líneas de conducción, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del depósito de agua.
- b) Apagar la caldera.
- c) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- d) El resto de la maquinaria y equipo, parará automáticamente en 5 minutos.

Equipo de producción:

Destilador (3), columna fraccionadora (4) y condensador (5).

Existen 6 puntos para detectar fugas ó derrame de solventes en el equipo de reciclado de solventes:

- Se instalarán sensores eléctricos para la detección de vapores de solventes. Los límites de detección son ajustables, por lo que es posible regular el volumen de solvente presente en el aire que accionará las alarmas.
- El solvente en fase de vapor al salir por algún orificio y enfriarse produce una nube que puede ser detectada visualmente por el operador.
- Algunos solventes pueden ser detectados por su olor característico a distancias cortas.
- Las fugas de vapor son fácilmente perceptibles al oído, debido al ruido que generan.
- Al producirse una fuga de vapor, el volumen de producto en el condensador disminuirá rápidamente. Este evento sería detectado por el operador.
- Las fugas pequeñas de sustancias en fase líquida, serían detectadas por el operador durante su rutina de verificación normal.

En caso de fuga en el destilador, en la columna fraccionadora ó en el condensador, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Apagar la caldera.
- c) Al apagar la caldera, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.
- d) El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto de 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior.
- e) Una vez contenido el derrame, el solvente será bombeado a tambos de 208 lts; para su posterior reciclado.

Línea de conducción de solventes de vapor (3A, 3B y 4A)

En caso de ruptura en alguna de las líneas que conducirán solvente en vapor, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Apagar la caldera.
- c) Cerrar las válvulas del destilador y la columna fraccionadora.
- d) Al cerrar las válvulas, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.
- e) El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto de 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior

.Bomba de reflujo de solventes (3C).

En caso de ruptura ó derrame de la bomba de reflujo de solventes, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Apagar la caldera.
- c) Cerrar las válvulas de reflujo del destilador y de la columna fraccionadora (3D y 3E en el diagrama de instrumentación)
- d) Al cerrar las válvulas 3D y 3E de la caldera, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.
- e) El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto de 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior.
- f) Una vez contenido el derrame, el solvente será bombeado a tambos de 208 lts; para su posterior reciclado.

Válvula de desahogo del destilador y columna fraccionadora (3F y 4B).

En caso de ruptura ó falla de la válvula de desahogo del destilador, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Apagar la caldera.
- c) Cerrar las válvulas del destilador y de la columna fraccionadora.
- d) El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto de 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior.
- e) Una vez contenido el derrame, el solvente será bombeado a tambos de 208 lts; para su posterior reciclado.

Línea de conducción de solvente líquido (5A y 6A)

En caso de ruptura de las líneas que conducirán solvente líquido, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a) Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b) Apagar la caldera.
- c) Al apagar la caldera, la presión disminuirá drásticamente. Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.
- d) El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto que abarca 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior.
- e) Una vez contenido el derrame, el solvente será bombeado a tambos de 208 lts; para su posterior reciclado.

Tanque de almacenamiento de solvente líquido (6).

Para detectar una fuga ó derrame de almacenamiento de solvente líquido se pueden utilizar los siguientes pasos:

- a)El solvente puede ser detectado por su olor característico.
- b)Se utilizan sensores que detectan la presencia de vapor de solventes, al detectar una fuga el sensor activa una alarma.
- c)Una fuga puede detectarse observando simplemente una gotera en el destilador.

En caso de ruptura ó derrame en el tanque de almacenamiento de solvente líquido a reciclar, el procedimiento de atención será el siguiente:

- a)Cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de gas lp.
- b)Apagar la caldera.
- c)Al apagar la caldera, la presión disminuirá drásticamente.

Todas las líneas de conducción y los equipos de destilación dejan de funcionar con la subsecuente pérdida de presión en un periodo máximo de 5 minutos.

- d)El líquido derramado será contenido por las paredes de concreto que abarca 20 cm. de altura que abarca toda el área de operación y así evitar derrame exterior.
- e)Una vez contenido el derrame, el solvente será bombeado a tambos de 208 lts; para su almacenamiento.
- f)El solvente podrá ser bombeado al destilador para almacenarlo temporalmente y después de darle su proceso correspondiente.

3.6.10 Características de los equipos de seguridad.

Debido a que el equipo de seguridad es parte primordial de éste proyecto, se hará mención de los equipos con que se contará y mencionaremos algunas de sus características principales .

a) Lentes policarbonizados

- Resistentes al impacto
- Flexibles
- Provistos para protección contra rayos UV
- Cubre y resiste la niebla, vapores y rasguños

b) Casco

- Hecho de polietileno dieléctrico
- Cuenta con sistema de suspensión
- De alta resistencia
- Ajustable

c) Tapones auriculares

- Nivel de 33 db
- Ajustables

d) Mascarillas

- Material: silicón suave policarbonizado
- Uso a temperaturas extremas
- Visión de 200°
- Resistentes al impacto
- Filtros intercambiables

e) Filtros para las mascarillas

- Filtros para prevenir el paso de vapores orgánicos y vapores ácidos
- Intercambiables

f) Filtros de carbón activado

- Absorbentes de vapores orgánicos
- Fácil instalación

g) Aspersores contra incendio

- Ligeros
- Presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos

h) Regaderas

i) Botas

- Hechas de PVC resistente
- Rango de resistencia alto a productos químicos, aceites y grasas

- Alta tracción y confort

j) Guantes

- Material : Piel de equino

- Resistentes

- Flexible

k) Trajes tipo bombero

- Resistentes al fuego

- Flexibles

l) Mangueras

- De alta resistencia a los solventes

- Flexibles

m) Extinguidores tipo A-B-C

- Cilindros de acero resistente

- Resistentes a la corrosión y al impacto

- Capacidad de 10 Kg de polvo químico

n) Sistema analizador de gases ó vapores

- Portátil

- Grado de veracidad 99%

- Tubo de ensayo para cada ocasión

o) Letreros de seguridad

- Tamaño indicado por las normas oficiales

- Colores firmes y normalizados

p) Pedestal con grifos para la limpieza de ojos

- Uso sencillo

- Fácil instalación

- Válvula de irrigación con dirección a los ojos

q) Censores de gases ó vapores con alarma auditiva y visual

- Alta sensibilidad a los vapores orgánicos

- Fácil instalación

- Alarma auditiva

- Alarma visual

r) Rótulos de seguridad para identificación del producto

- Colores normalizados

- Espacios para incluir las características del solvente

- Adherible a cualquier tipo de material

CAPITULO 4

ESTUDIO FINANCIERO

CAPITULO 4. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONOMICO.

A continuación se mostrará el estudio económico que se considera para llevar a cabo la instalación de la planta recicladora y el inicio de sus operaciones, también de donde proviene el capital que financiará éste proyecto.

4.1 PERMISOS.

Para llevar a cabo la instalación de la planta recicladora de solventes previamente se debe de cumplir con permisos y tramites Federales y Estatales, para lo cual, la planta debe reunir los requisitos que cada uno de estos pida.

Permisos y licencias. (Pesos)

CUADRO 42

Concepto	Costo
Licencia ecológica	28,500
Licencia sanitaria	1,500
Alta en la SHCP	3,500
Permiso de uso de suelo	200
Visto bueno de seguridad y operación	150
Alta en el SIEM	500
Permiso para anuncio	0
CANACINTRA	650
Costo total	\$35,000

Fuente: elaboración propia.

4.1.2 INMUEBLE

En lo que respecta al inmueble donde se instalara la planta recicladora se menciona primeramente las características de éste:

Superficie : 5,000 metros cuadrados
Ubicación : Tecate BCN
Uso : industrial

Para la instalación de la planta se optará por la renta del predio, el cual pertenece a un particular, y el costo del arrendamiento será de :

Renta mensual del predio: \$17,000

4.1.3 CONSTRUCCION.

El proyecto para la instalación de la planta recicladora estará a cargo de una compañía constructora, la cual se encargará de darle las características y normas requeridas por las autoridades correspondientes.

Esta compañía constructora se encargará de contratar al personal necesario para realizar la obra y obtener el material con las características que la recicladora necesita, como el material impermeable, los elementos de seguridad etc.

Nota : el presupuesto se elaboró en base a las áreas definidas en la planta recicladora

El costo aproximado para llevar a cabo la construcción se calculo en: \$ 300,000.

4.1.4 MAQUINARIA Y EQUIPO.

Ya se ha mencionado el equipo y la maquinaria que se utilizara en el proceso de reciclado, se tomará en cuenta también el equipo de medición y control.

A continuación se en listarán éstos equipos e instrumentos:

Equipo y maquinaria para el proceso (pesos)

CUADRO 43

Concepto	cantidad	Costo \$
Destilador con capacidad de 4,160 lts diarios	1	60,000
Destilador con capacidad de 1,600 lts diarios	1	40,000
Columna fraccionadora	1	55,000
Condensadores	2	38,000
Caldera con capacidad de 2,268 lts	1	200,000
Caldera con capacidad de 945 lts	1	90,000
Tanque de almacenamiento de gas con cap. de 3,500 lts	1	15,000
Válvulas	35	12,600
Manómetros	8	3,200
Termostatos	8	1,200
Bombas neumáticas	2	8,000
Tanques para almacenar solvente de cap. De 208 lts. C/u	20	11,200
Costo total		\$534,200

Elaboración propia.

4.1.5 INSTALACION.

El trabajo de la instalación del equipo requiere de personal capacitado y especializado en cada una de las áreas de la planta recicladora, por lo que el costo será elevado.

Costo de equipo de instalación : \$ 110,000.

4.1.6 EQUIPO DE SEGURIDAD.

Debido a que el equipo de seguridad es parte primordial de éste proyecto, se hará mención de los equipos con que se contara y finalmente diremos el costo aproximado total de cada uno de ellos.

Equipo auxiliar y de seguridad. (Pesos)

CUADRO 44

Concepto	Cantidad	Cost/unit	Costo/ total
Lentes	20	80	1,600
Casco	10	216	2,160
Tapones auriculares	200	1.24	248
Mascarillas	10	1,200	12,000
Filtros para las mascarillas	20	80	1,600
Filtros de carbón activado	10	150	1,500
Aspersores contra incendio	15	100	1,500
Regaderas	2	200	400
Botas	10	240	2,400
Guantes	20	24	480
Trajes tipo bombero	3	600	1,800
Mangueras	2	800	900
Extintores tipo A-B-C	10	800	8,000
Sistema analizador de gases ó vapores	1	8,000	8,000
Letreros de seguridad	30	8	240
Pedestal con grifos para la limpieza de ojos	1	1,600	1,600
Censores de gases ó vapores con alarma auditiva y visual	6	2,000	12,000
Rótulos de seguridad para la identificación del producto	100	8	800
Costo total			\$57,228

Fuente: elaboración propia.

4.1.7 EQUIPO DE OFICINA

En toda empresa debe de contar con el equipo necesario para llevar a cabo las funciones administrativas, de tal manera debe contar con el equipo adecuado que reúna las características para su funcionamiento. A continuación mencionare algunos de los elementos con los que debe contar la recicladora de solventes.

MOBILIARIO DE OFICINA (PESOS)

CUADRO 45

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNTARIO	COSTO TOT
Escritorios	2	1,500	3,000
Sillas	4	225	900
Sillones de espera	2	1,500	3,000
Maquina de escribir	2	750	1,500
Copiadora	1	12,000	12,000
Teléfono (con línea y receptor)	2	3,500	7,000
Fax	1	3,000	3,000
Unidad de cómputo con procesador	2	12,500	25,000
Paquetería de software	1	1,000	2,000
Internet (anual)	1	1,300	1,300
Impresora de inyección	2	850	1,700
Librerías	2	2,500	5,000
Archiveros	3	5,000	15,000
Manuales de proceso	2	50	100
Manuales de línea de producción	2	50	100
Manuales de reglamentación	2	50	100
Sistema de aire acondicionado	1	5,500	5,500
Varios		6,000	6,000
COSTO TOTAL			\$78,700

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.8 EQUIPO DE TRANSPORTE

Se adquirirá un camión para el traslado del producto, pero únicamente en el territorio nacional, para el traslado de los solventes en los E.U.A. el traslado será contratado a una empresa especializada en el ramo, además éste costo será absorbido por el cliente.

Costo de la adquisición del transporte: \$ 170,000

4.1.9 INVERSION FIJA

La inversión fija es aquella que reúne todo tipo de activos los cuales tienen una vida útil mayor a un año, además de proveer las condiciones necesarias para realizar aquellas actividades que requiere la planta. En este tipo de inversión se encuentra el terreno, infraestructura, maquinaria, equipo de oficina, transporte, equipo de cómputo y el equipo auxiliar.

CUADRO 46

INVERSIÓN FIJA (Pesos)

CONCEPTO	COSTO TOTAL
Construcción	300,000
Equipo de Transporte	170,000
Equipo Auxiliar	57,228
Maquinaria y Equipo	534,200
Mobiliario y Equipo de Oficina	78,700
Terreno	17,000
TOTAL	\$1,157,128

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 INVERSION DIFERIDA

Este tipo de inversión se realiza sobre los bienes y servicios intangibles que son necesarios para iniciar el proyecto, pero a diferencia de la inversión fija, la inversión diferida no interviene directamente en el proceso productivo, además están sujetas a la amortización y son recuperables en el largo plazo. En este renglón se pueden encontrar:

- Gastos de instalación, organización y constitución jurídica.
- El pago de permisos o derechos requeridos por las diversas autoridades federales, estatales y municipales.
- El pago de estudios de preinversión.
- En general, todos los gastos de tipo preoperativo.

Cuadro 47

INVERSION DIFERIDA (Pesos)

CONCEPTO	CANTIDAD
Estudio de factibilidad	25,342.56
Gastos de Constitución	20,500
Imprevistos	13,717
Permisos y licencias	35,000
Instalación eléctrica	110,000
TOTAL	\$204,559.56

Fuente: elaboración propia

En el cuadro anterior se muestra el costo del estudio de factibilidad el cual las consultorias cobran en promedio el 2% sobre el monto total de la inversión fija. Así tenemos que el costo del estudio de factibilidad es de \$25,342.56 pesos.

Los gastos de constitución que realiza un notario con el levantamiento de las debidas actas, será por el valor de \$20,500 pesos. Permisos y licencias \$ 35,000 pesos, para imprevistos \$ 13,717 pesos. Instalación eléctrica es de \$110,000 pesos. El monto total de la inversión diferida es de \$204,559.56

4.2.1. CAPITAL DE TRABAJO.

El Capital de Trabajo es la inversión requerida para llevar a cabo la producción y venta, la cual se recuperará en el corto plazo, además no se deprecia ni se amortiza.

Es por eso que definimos este concepto y lo clasificamos en materia prima, mano de obra y servicios.

4.2.2 REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas serán solventes usados provenientes de diversas industrias. Aproximadamente el 90% de los solventes usados que se utilizaran 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, naphta solvente (petroleum), isopropanol, naphta669 (petroleum hidrocarbón).

Tetracloroetileno (percloroetileno industrial), tricloroetano y tricloroetileno. Se utilizara gas propano para alimentar la caldera.

Por el tipo de proyecto, la materia prima son los solventes sucios por reciclar, provenientes del cliente \$ 100 por cada tambo de 208 lts

Ver cuadro siguiente pagina

Materia prima

CUADRO 48. Materia prima, producto y subproducto manejados en proceso.

MP/ PRO D	NOMBRE	EQUIPO DE SEGURIDAD	CANTIDA D EN PROCESO Lts/ semana	CONC EN- TRACI ON	CAP. MAX. DE MANEJ O Lts/año
PRO D	Acetona*	Guantes de latex, botas y mandil	1,797,120	0.995	2,567,314
MP	1,1,1 Tricloroetano	Guantes de latex, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	0.965	35,657
MP	Tetracloroetile no	Guantes de nitrilo, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	0.999	35,657
MP	Tricloroetilcn o	Guantes de nitrilo, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	0.994	35,657
MP	669 Nafta	Guantes de Butil, mascarilla, botas mandil y lentes de seguridad	24,960	1.00	35,657
MP	Alcohol Isopropilico	Guantes de plastico, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	1.00	35,657
MP	Solvente Nafta	Guantes de nitrilo, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	1.00	35,657
MP	Metil Alcohol (Metanol)	Guantes de Butil y nitrilo, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	0.9985	35,657
MP	Cloruro de Metileno	Guantes de latex, mascarilla, botas, mandil y lentes de seguridad	24,960	0.99	35,657

*Acetona será el solvente que se reciclará en mayor cantidad: aproximadamente el 90% del total

fuelle: Dow Chemical Company

CUADRO 49

Costo de materia prima para reciclar (pesos)

Materia prima Para reciclar	Cantidad de Tambos recic/ mes	Cantidad de lts por tambo	Cantidad en proceso Lts /mes	Costo/mes por tambo para Reciclaje \$100 pesos	costo total anual
Acetona	720	208	149,760	72,000	864,000
Tricloretoano	10	208	2,080	1,000	12,000
tricloroetileno	10	208	2,080	1,000	12,000
Tetracloroetileno	10	208	2,080	1,000	12,000
669 nafta	10	208	2,080	1,000	12,000
Alcohol isopropilico	10	208	2,080	1,000	12,000
Solvente nafta	10	208	2,080	1,000	12,000
Metil alcohol (metanol)	10	208	2,080	1,000	12,000
Cloruro de metileno	10	208	2,080	1,000	12,000
Total	800		166,400	80,000	\$960,000

Fuente : elaboración propia.

4.2.3 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

Para iniciar actividades se debe contar ya con el personal para la operación de la planta, y como se menciona anteriormente es indispensable contar con los siguientes empleados.

CUADRO 50

Puesto	Cantidad	Sueldo mensual unitario	Sueldo mensual total	Sueldo anual total
Mano de obra directa.				
Operador de reciclaje	6	2,500	15,000	180,000
Auxiliar	1	1,400	1,400	16,800
Sub total				196,800
10% de prestaciones				19,680
Mano de obra indirecta				
Ingeniero ó químico	1	8,000	8,000	96,000
Secretaria	1	3,000	3,000	36,000
Chofer	1	6,000	6,000	72,000
Velador	1	6,000	6,000	72,000
Sub total				276,000
10% de prestaciones				27,600
			Total	\$520,080

Fuente : elaboración propia

4.2.4 COSTO DE LOS SERVICIOS

En este rubro se contemplan todos los servicios que requiere el proceso de reciclado, en estos se incluyen la energía eléctrica, teléfono, combustible, gas, etc. Los costos de los servicios se cubrirán mensualmente

CUADRO 51 Costo de los servicios
(Pesos)

Concepto	Costo mensual	Costo anual
Energía eléctrica	3,000	36,000
Agua para caldera	1,250	15,000
Agua para uso sanitario	300	3,600
Gas l. p.	4,896	58,752
Teléfono	3,000	36,000
Costo total		\$149,352

Fuente: elaboración propia

En resumen, la inversión total del capital de trabajo se muestra a continuación:

CUADRO 52 CAPITAL DE TRABAJO
(Pesos)

Concepto	Costo total anual
Materias Primas	960,000
Mano de obra Directa	520,080
Servicios	149,352
TOTAL	\$1,629,432

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.5 RESUMEN DE INVERSIONES

Con los datos obtenidos de los cuadros de inversiones (fija, diferida y capital de trabajo), se determina el costo total de la inversión, que suma la cantidad de \$2,991,119.6 pesos, como lo refleja el cuadro siguiente

CUADRO 53

INVERSIÓN TOTAL

CONCEPTO	COSTO TOTAL	%
Inversión Fija	1,157,128	40
Inversión Diferida	204,559.56	11
Capital de Trabajo	1,629,432	49
GRAN TOTAL	\$2,991,119.6	100

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en el resumen de inversiones, es el capital de trabajo el que posee la mayor participación dentro de la inversión total puesto que representa el 49% de esta, en segundo lugar se encuentra la inversión fija con una participación de 40% y, por último, se encuentra la inversión diferida que posee el 11% del total de la inversión.

4.2.6 CALENDARIO DE INVERSION

El Calendario de Inversión nos muestra dos aspectos fundamentales:

1. En primer lugar, la erogación inicial para la puesta en marcha de la entidad económica, y;
2. Los requerimientos anuales por cada tipo de inversión necesaria para que la planta opere correctamente.

Luego entonces, la calendarización del desembolso inicial será mes con mes con el fin de cubrir los requerimientos tales como el costo de oportunidad del inversionista y determinar los gastos financieros que se perciben durante el periodo de instalación del proyecto.

En la página siguiente se muestra el calendario de inversión:

4.2.7 CALENDARIZACION.

CUADRO 54

Concepto/años	0	1	2	3	4 - 10
Construcción	300000				
Instalación(maq)	110000				
Eq. De proceso	534200				
Eq. De oficina	78700				
Eq. De seguridad	57228				
Transporte		170000			
Abasto de agua	1550	3600	3600	3600	3600
Energía eléctrica	3000	36000	36000	36000	36000
Teléfono	3000	36000	36000	36000	36000
Combustible(gas)	5950	58752	58752	58752	58752
Gastos prev inst	35000				
SUBTOTAL	1128628	304352	134352	134352	134352
Imprevistos	13717				
Inversión fija tot	1142345				
Materia prima		960000	960000	960000	960000
Mano de obra		324000	324000	324000	324000
Renta	17000	17000	17000	17000	17000
Inversión total	3,430,318	1,909,704	1,569,704	1,569,704	1,569,704

Fuente elaboración propia

4.2.7. CRONOGRAMA.

CUADRO 55

mes	1				2				3				4				5			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Construcción	x	x	x	X																
Instalación	x	x	x	x																
Equipo maq.	x	x	x	x																
Equipo ofic	x	x	x	x																
Equipo seg	x	x	x	x																
Transporte					x	x	x	x												
Abasto agua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Energía eléc	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Teléfono	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Combust	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gastos inst	x	x	x	x																
Sub total	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Imprevist.	x	x	x	x																
Inv. fijatota	x	x	x	x																
Mat prim.					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mano obra					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Renta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Inv. total	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia

Concepto	Acetona	1,1,1 tricloroetano	Tetracloroetileno	Tricloro- etileno	669 Naphta	Alcohol Isopropilico	Naphta Petroleum	Metil alcohol (Methanol)
Nombre comercial			Petroleum industrial	Neo-Triklovent	Mineral Spirits Unk. 116y	Isopropanol anilino	Solvente 140-66	Metanol
Color	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Claro	Ninguno
Olor	Dulce	Irritante	Como ether	Irritante	Petroléu suave	Característico	Hidrocarburo	Alcohol ligero
Estado físico	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Gravedad específica	0.788 25/25°C	1.321 25/25°C	1.619 25/25°C	1.46 25/25°C	0.77 a 60	0.7864 20/20°C	0.78-0.80	0.792
Solubilidad en el agua	Completa	0.07g/100g 25°C	0.015g/100g 25°C	0.1g/100g 25°C	~0.1g/100g 77°F	Completa a 20°C	Incipiente	Soluble a 20°C
Punto de flama	-20°C (-4°F)	Ninguno	Ninguno	Ninguno	163°F	17°C (53°F)	141-144°F	1°C (32°F)
Nivel más bajo de explosión	2.6% vol. en aire	7.5% 25°C	Ninguno	8% 10°C, 5% 25°C	1.4% vol. en aire	2% vol. en aire	1% vol. en aire	6% vol. en aire
Nivel más alto de explosión	12.8% vol. en aire	12.5% 25°C	Ninguno	4.8% 25°C	8.1% 77°F	12.7% 200°F	7% vol. en aire	16% vol. en aire
T° de autoignición	869°F, 465°C	...	...	788°F, 430°C	421°F	...	...	385°C, 725°F
Punto de congelamiento	...	...	...	...	-66°F	-127.3°F -85.5°C	...	-97.8°C -144°F
Punto de ebullición	131°F, 50°C	165°F, 74°C	250°F, 121.1°C	199°F, 87°C	311-332°F	180°F, 82.26°C	361-441°F	148°F, 64.5°C
Presión de vapor	81.7 mmHg 20°C	100 mmHg 20°C	13 mmHg 20°C	60 mmHg 20°C	~1 mmHg 68°F	33 mmHg 20°C	5 mmHg 100°F	96 mmHg 30°C
Tasa de evaporación	...	...	...	...	0.2 a-1hr	2.88	0.01	2.1
Corrosivo	...	...	...	...	...	...	...	...
Reactivo	...	...	...	...	...	...	...	...
Explosivo	...	...	...	...	...	...	...	...
Tóxico	...	...	SI inhalado	SI inhalado	SI inhalado	Ligeramente tóxico	SI	SI
Inflamable	SI	...	...	...	SI	SI	SI	SI
Sustancias incompatibles	Acidos nitrosos, acidos y nitrosos sulfúrico	H ₂ O, Al, Aminas	Ac fuertes y oxidantes	Bases fuertes Al y Zn	Oxidantes fuertes	Oxidantes halógenos Al y Zn (O ₂ y C ⁺)	Oxidantes fuertes	Bases, ácidos y oxidantes fuertes
Prod. de combustión peligrosos	CO ₂ y CO	Cl, Fosgeno	Cl, Fosgeno	Cl, Fosgeno, vap, HCl	Gases tóxicos, humo y vapores	Compuestos orgánicos CO	Compuestos orgánicos CO	Gases y vapores tóxicos
Prod. de descomposición peligro. Condicionés a evitar	Flamas y disipas	Flamas y altas T°	Flamas y altas T°	Flamas y altas T°	Calor, flamas y disipas	Calor, flamas y disipas	Calor, flamas y disipas	Formaldéhidó y CO Flamas y disipas

Tabla 1. Características de las sustancias que se utilizarán como materia prima en el proceso de reciclado de solventes.

4.2.8 CLASIFICACION DE COSTOS Y GASTOS

Los costos y gastos en que incurre la planta recicladora se clasifican en Costos Fijos y Costos Variables.

En el cuadro siguiente se muestra la cantidad destinada para la compra del material y servicio que requiere la planta para su funcionamiento.

Es sustantivo señalar el gran peso que tienen los costos variables aportan \$960,000 por encima de los costos fijos aportan \$ 732,176.8 pesos del total de costos.

CUADRO 56

CLASIFICACIÓN DE COSTOS Y GASTOS
(Pesos)

CONCEPTO	FIJOS	VARIABLES
Costos de producción:		
Mano de Obra Directa	216,480	
Depreciación de la Maquinaria	93,142.8	
Energía Eléctrica	36,000	
Materia Prima		960,000
Gastos de Administración:		
Amortización	9,455	
Mano de Obra Indirecta	303,600	
Papelería	1,000	
Servicios:		
Agua	15,000	
Teléfono	38,000	
Depreciación del Equipo de Oficina	22,870	
Gastos de Ventas:		
Combustible		58,752
Refacciones de máquina		1,224
SUBTOTAL		
TOTAL	732,176.8	1,019,976

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.9 DEPRECIACION

Para el cálculo de la depreciación se tomaron en cuenta los cinco rubros a depreciar que son: la construcción, la maquinaria y el equipo, el mobiliario y el equipo de oficina, equipo de transporte y el equipo auxiliar. Asimismo se muestran las tasas de depreciación contenidas en la ley del ISR según la vida útil en tiempo de cada rubro.

Sumando la depreciación anual de cada uno de ellos tenemos la cantidad de \$116,012.8 pesos.

CUADRO 57

CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN (Pesos)

CONCEPTO	INVERSION	VIDA UTIL (Años)	TASA FISCAL (%)	DEPRECIACION ANUAL (\$)
Construcción	300,000	20	5	15,000
Maquinaria y Equipo	534,200	10	10	53,420
Mobiliario y Equipo de Oficina	78,700	10	10	7,870
Equipo de Transporte	170,000	5	20	34,000
Equipo Auxiliar	57,228	10	10	5,722.8
TOTAL				\$116,012.8

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 AMORTIZACION

Para la recuperación de la inversión diferida que se compone de los conceptos arriba señalados, la amortización del capital diferido se realiza por un costo total de \$ 9,455 pesos, por lo que este gasto es intangible y se recupera en el largo plazo.

CUADRO 58

CÁLCULO DE LA AMORTIZACION (Pesos)

CONCEPTO	INVERSION	VIDA UTIL (Años)	TASA FISCAL (%)	AMORTIZACION (Anual)
Estudio de Factibilidad	25,342.56	10	10	2,534
Gastos de Constitución	20,500	10	10	2,050
Permisos y licencias	35,000	10	10	3,500
Imprevistos	13,717	10	10	1,371
TOTAL				\$9,455

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Es necesario que se definan las necesidades de recursos financieros, el origen de los mismos y las condiciones en que serán otorgados para realizar el proyecto.

La estructura financiera de la planta estará integrada por la aportación de socios y crédito bancario al 50% y 50%, respectivamente.

Para la puesta en marcha de la planta se estimó un financiamiento del 50% del total de la inversión. Se acudio a Nacional Financiera S.A. para solicitar las condiciones y términos del préstamo tomando como intermediario a Banamex.

De este modo, la tasa anual es de 5% (12% que cobra NAFINSA), incluyendo la prima de 6 puntos de Banamex por concepto de intermediación financiera.

El préstamo que asciende a \$1,495,559.8 pesos, se solicitó a un periodo de 10 años con 2 de gracia. En el siguiente cuadro se muestran el período y los indicadores financieros para el cálculo de los intereses y la amortización de la deuda.

CUADRO 59

INVERSIÓN FINANCIERA			
CONCEPTO	COSTO TOTAL	APORTACION SOCIAL	FINANCIAMIENTO
Inversión Fija	1,157,128	50%	50%
Inversión Diferida	204,559.56		
Capital de Trabajo	1,629,432		
GRAN TOTAL	\$2,991,119.6	\$1,495,559.8	\$1,495,559.8

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro siguiente se muestran los pagos anuales de la deuda y en la última columna, los saldos al fin.

CUADRO 60

PAGO ANUAL DE FINANCIAMIENTO (pesos)

PERIODO	interés	Pago fin de año	Pago al principal	Deuda después del pago
1	0	0	0	1,495,559.8
2	0	0	0	1,495,559.8
3	164,511.58	290,619	126,107.17	1,369,452.6
4	150,639.79	290,619	139,978.97	1,229,473.7
5	135,242.10	290,619	155,376.64	1,074,097
6	118,150.67	290,619	172,468.64	901,628.9
7	99,179.18	290,619	191,439.56	710,189.4
8	78,120.83	290,619	212,497.91	497,691.5
9	54,746.06	290,619	235,872.69	261,818.8
10	28,800.06	290,619	261,818.68	0.1

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 5
EVALUACION ECONOMICA

CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.

La evaluación económica de un proyecto se basa en la estructuración y la información financiera que arroja toda la información recabada anteriormente.

Es así como este análisis nos permite determinar el grado de factibilidad que tiene el proyecto.

A continuación se muestran los estados financieros proforma, que son la base de este análisis.

5.1. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

Se les denomina así a las proyecciones financieras del proyecto de acuerdo al horizonte de planeación del mismo. Asimismo, se señala el comportamiento que tendrá la planta en cuanto a necesidades de fondos y los efectos del comportamiento de los costos, ingresos y gastos, las utilidades, la generación de efectivo y la obtención de dividendos.

5.2. PRESUPUESTO DE INGRESOS.

El presupuesto de ingresos se obtiene al multiplicar el pronóstico de ventas por el precio de venta estimado, el cual se estimó en \$280 pesos por tambor de 208 lts de solvente ya reciclado, precio que fue calculado en el estudio de mercado.

Para el primer año:

Venta diaria = 20 tambors x \$ 280 = \$5,600 (venta por día) = 4,160 litros

Venta mensual = \$5,600 x 30 días = \$ 168,000 = 600 tambors, 124,800 lts

Venta anual = \$ 168,000 x 12 meses = \$ 2,016,000 (venta del primer año).

7,200 tambors = 1,897,600 litros/año

Considerando que se llegará a usar el equipo móvil, se especula aumentar las ventas en un 5% progresivamente

5.3. PRESUPUESTO DE EGRESOS.

El presupuesto de egresos es el indicador a través del cual se conocen los costos directos y los gastos fijos de operación que se realizan durante el horizonte de planeación del proyecto. Donde se muestran los costos fijos y variables que conforman el presupuesto de egresos.

Cuadro 61 **Presupuesto de Egresos**
(Pesos)

Concepto / año	1	2	3	4-10
Costo variable	1,097,976	1,159,198.2	1,317,625.3	1,497,922.8
Producción:				
Materia prima	960,000	1,094,400	1,247,616	1,422,282
Ventas :				
Combustible	58,752	63,452.16	68,528.33	74,010.59
Repuestos	1,224	1,346	1,481	1,630
Costos fijos	608,080	608,080	608,080	608,080
Producción:				
Mano de obra directa	216,480	216,480	216,480	216,480
Energía eléctrica	36,000	36,000	36,000	36,000
Papelería	1,000	1,000	1,000	1,000
Administración:				
Mano de obra indirecta	303,600	303,600	303,600	303,600
Servicios	51,000	51,000	51,000	51,000
Total	1,628,056	1,767,278	1,925,705	2,106,002

Fuente: elaboración propia a base del cuadro costo fijo y variable

5.4. ESTADO DE RESULTADOS.

Es un estado financiero dinámico, pues la información que proporciona corresponde a un ejercicio determinado; a partir de los ingresos, costos y gastos muestra el resultado final previsto en términos de utilidades o pérdidas así como el monto de los impuestos y reparto de utilidades.

Muestra la información financiera sobre las utilidades o pérdidas netas que se generan dentro del periodo operativo del proyecto

5.5. ESTADO DE FUENTES Y USOS DE EFECTIVO.

El Estado de Fuentes y Usos de efectivo nos permite determinar el flujo o perfil de efectivo que permitirá llevar a efecto el reemplazo de la maquinaria y el equipo, la distribución de dividendos así como el pago de créditos correspondientes.

5.6. BALANCE GENERAL.

Es un indicador que presenta la situación financiera de una empresa en una fecha determinada. Está integrado por tres cuentas básicas: el activo, el pasivo y el capital, donde la suma de estos dos últimos debe ser igual a la suma del activo total.

Los activos son los que la empresa posee, los pasivos son los que la empresa debe y el capital lo que los socios han invertido y el patrimonio que ha generado.

5.7. FLUJO NETO DE EFECTIVO.

El flujo neto de efectivo se basa en el estado de resultados, sin embargo, a diferencia de éste, se lleva a cabo la evaluación económica y financiera del proyecto de inversión. Para tal efecto se toman en cuenta los gastos de depreciación y amortización .

Cuadro 62

ESTADO DE RESULTADOS (pesos)

CONCEPTO/ AÑOS	ESTADO DE RESULTADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) INGRESOS POR VENTA	2,016.000	2,116.800	2,222.640	2,333.722	2,450.460	2,572.983	2,701,163	2,863.714	2,978.550	3.127.477
2) COSTO DE PRODUCCION	1,212,480	1,346.880	1,500.096	1,647.762	1,674,762	1,674,762	1,674,762	1,674,762	1,674,762	1,674,762
energía eléctrica	36,000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
mano de obra	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480	216.480
materia prima	960,000	1.094.400	1,247.616	1,422.282	1,422.282	1,422.282	1,422.282	1,422.282	1,422.282	1,422.282
3) UTILIDAD BRUTA (1-2)	803.520	769.920	975.024	911.440	1,028.178	1,150.701	1,278.881	1,441.432	1,556.268	1.705.195
4) GASTOS DE OPERACION	415,576	420,398	590,174	581,879	566,482	549,390	530,419	509,360	485,986	460,040
GASTOS DE ADMON	355,600	355.600	355.600	355.600	355.600	355.600	355.600	355.600	355.600	355.600
GASTOS DE VENTA	59.976	64.798	70.063	75.640	75.640	75.640	75.640	75.640	75.640	75.640
GASTOS FINANCIEROS	0	0	164.511	150.639	135.242	118.150	99.179	78.120	54.746	28.800
crédito bancario										
5) DEPRECIACION Y AMORTIZACION	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473	125.473
6) UTILIDADES ANTES DEL I.S.R. Y R.T.U.	262.471	224.049	259.377	204.088	336.223	475.838	622.989	805.529	944.809	1.119.662
7) I.S.R. (35%)	91.864.85	78.417.15	90.781.95	71.430.8	117.678.05	166.543.3	218.046.15	282.309.65	330.683.15	391.888.7
8) R.T.U. (10%)	26.247	22.404.9	25.937.7	20.408.8	33.622.3	47.583.8	62.298.9	80.659.9	94.480.9	111.968.2
9) UTILIDAD NETA (6-7-8)	144.359	123.226.95	142.657.35	112.248.4	184.922.65	261.710.9	342.643.95	443.629.45	519.644.95	615.825.1

Fuente: elaboración propia

Cuadro 63

ESTADO DE USOS Y FUENTES DE EFECTIVO

CONCEPTO/AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resultado del ejercicio	144,359	123,226.95	142,657.35	112,248.4	184,922.65	261,710.9	342,643.95	443,629.45	519,644.95	615,825.1
Depreciación y amortización	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473
Provisión no pagada	118,111	100,822	116,719	91,838	151,300	214,126	280,344	362,968	425,163	503,856
Reserva para impuestos	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717	13,717
POR OPERACIÓN	401,660	363,238	398,566	343,276	475,412	615,026	762,177	863,163	1,083,997	1,258,871
(inc. cuentas por cobrar)	(45,360)	(110,160)	(127,760)	(170,086)	(170,086)	(170,086)	(170,086)	(170,086)	(170,086)	(170,086)
(inc inventarios)	(960,000)	(134,400)	(153,216)	(174,666)	(174,666)	(174,666)	(174,666)	(174,666)	(174,666)	(174,666)
inc cuentas por pagar	166,998	351,385	439,583	301,158	301,358	301,358	301,358	301,358	301,358	301,358
capital de trabajo	(151,304)	(203,012)	(268,260)	(81,410)	(81,410)	(81,410)	(81,410)	(81,410)	(81,410)	(81,410)
OPERACIÓN NETA	250,356	160,226	130,306	261,866	394,002	533,616	600,767	781,753	1,002,587	1,177,461
Aportación al capital	1,495,559.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamiento	0	0	164,511.58	150,639.79	135,242.10	118,150.67	99,179.18	78,120.83	54,746.06	28,800.06
TOTAL FUENTES DE FINANCIAMIENTO	1,745,916	160,226	294,817	412,505	529,244	681,766	779,946	859,873	1,057,333	1,206,261
APLICACIÓN DE EFECTIVO										
Pagos anticipados	37,600	39,480	41,454	43,526	43,526	43,526	43,526	43,526	43,526	43,526
GASTOS OPERACION	425,031	420,398	425,663	431,240	431,240	431,240	431,240	431,240	431,240	431,240
Gastos de administración	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600
Gastos de ventas	59,978	64,798	70,063	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640
Gastos amortizables	9,455	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros gastos	16,571	17,400	18,270	19,183	19,183	19,183	19,183	19,183	19,183	19,183
Capital de trabajo	1,629,432	1,710,903	1,796,448	1,886,271	1,980,584	2,079,614	2,183,594	2,292,774	2,407,412	2,527,783
Inventario de activos	1,024,108	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL APLICACION	3,132,742	2,188,181	2,281,835	2,380,220	2,474,533	2,573,563	2,677,543	2,786,723	2,901,361	3,021,732
Incremento neto	1,386,827	2,027,955	1,987,018	1,967,715	1,945,289	1,921,797	1,897,597	1,926,850	1,844,028	1,815,471
Saldo inicial	0	1,635,865	3,663,820	5,401,800	7,369,515	9,314,804	11,236,601	13,134,198	15,061,048	16,905,076
Incremento neto	1,386,827	2,027,955	1,987,018	1,967,715	1,945,289	1,921,797	1,897,597	1,926,850	1,844,028	1,815,471
SALDO FINAL	1,386,827	3,414,782	5,401,800	7,369,515	9,314,804	11,236,601	13,134,198	15,061,048	16,905,076	18,720,547

Fuente: elaboración propia

Cuadro 64

BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE 2002

CONCEPTO/ AÑOS	BALANCE GENERAL									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVO CIRCULANTE										
Caja y bancos	1,386,927	3,414,782	5,401,800	7,369,515	9,314,804	11,236,601	13,137,198	15,061,048	16,905,076	18,720,547
Clientes	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200	39,200
Inv. Materias primas	960,000	1,008,000	1,058,400	1,111,320	1,666,886	1,225,209	1,286,499	1,350,793	1,416,332	1,489,249
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	2,286,027	4,461,928	6,499,400	8,520,035	10,520,890	12,501,010	14,462,867	16,451,041	18,362,608	20,248,996
ACTIVO FIJO										
construcción	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
Maquinaria y equipo	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200	534,200
Mobiliario	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700	78,700
Equipo de transporte	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000
Equipo auxiliar (depreciación acumulada)	57,228 (116,012)	57,228 (232,024)	57,228 (348,048)	57,228 (464,048)	57,228 (580,060)	57,228 (696,072)	57,228 (812,084)	57,228 (928,096)	57,228 (1,044,108)	57,228 (1,160,120)
SUMA ACTIVO FIJO	1,024,108	908,104	792,080	678,080	580,068	444,056	328,044	212,032	96,020	19,992
ACTIVO DIFERIDO										
Otros estudios	0	21,913	42,550	151,000	51,000	151,000	151,000	151,000	151,000	151,000
Estudios y proyectos	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342	25,342
Licencias y premios	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
Constitución de la empresa (amortización acumulada)	20,500 (9,455)	20,500 (18,910)	20,500 (28,365)	20,500 (37,820)	20,500 (47,275)	20,500 (56,730)	20,500 (66,185)	20,500 (75,640)	20,500 (85,095)	20,500 (94,550)
SUMA ACTIVO DIFERIDO	71,387	83,845	95,027	194,022	184,567	175,112	165,657	156,202	146,747	137,292
ACTIVO TOTAL	3,481,522	5,453,877	7,306,507	9,390,137	11,285,528	13,120,178	14,956,568	16,319,276	18,605,376	20,406,288
PASIVO CIRCULANTE										
Proveedores	1,404,086	2,695,345	4,193,216	5,180,150	6,431,134	7,123,753	7,295,315	7,379,922	8,913,056	8,241,145
Acreedores diversos	426,707	694,567	1,170,772	2,100,108	2,500,120	3,317,618	4,123,435	5,125,432	6,296,548	6,178,676
Impuestos por pagar	118,111	100,921	116,718	91,838	51,300	214,125	280,414	362,950	429,153	303,856
PASIVO TOTAL	1,842,504	3,690,733	5,480,706	7,372,088	9,082,554	10,655,497	11,699,244	13,568,322	14,334,770	15,923,677
CAPITAL										
Capital social	1,495,559	1,495,559	1,495,559	1,495,559	1,495,559	1,435,559	1,495,559	1,495,559	1,495,559	1,495,559
Resultado ejercicio anterior	0	144,359	267,585	410,242	522,490	737,412	969,122	1,311,765	1,755,394	2,371,219
Resultado ejercicio	144,359	123,226	142,657	112,248	84,922	251,710	342,643	443,629	319,644	515,821
Capital contable	1,639,918	1,763,144	1,905,801	2,018,049	2,202,971	2,454,681	2,257,324	3,250,953	3,770,597	4,412,603
SUMA DE PASIVO Y CAPITAL	3,481,522	5,453,877	7,306,507	9,390,137	11,285,528	13,120,178	14,956,568	16,319,276	18,605,376	20,406,288

Fuente: elaboración propia

CUADRO 65 FLUJO NETO DE EFECTIVO
(pesos)

CONCEPTO/ AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) UTILIDAD NETA	144,359	123,226	142,857	112,248	184,922	261,710	342,643	443,829	519,644	615,826
2) DEPRECIACION	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012	116,012
3) AMORTIZACION	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455
4) FLUJO NETO DE EFECTIVO (1+2+3)	269,826	248,693	248,124	237,715	310,389	397,177	468,110	569,096	645,111	741,929

Fuente: elaboración propia

5.8. VALOR PRESENTE NETO.

Este concepto nos permite determinar la rentabilidad de nuestro proyecto de inversión. Para poder realizarla se necesita de una tasa de descuento que será aplicada a los diferentes flujos de efectivo que arrojó el proyecto. Es la diferencia entre todos los ingresos y egresos del proyecto expresados en moneda actual

CUADRO 66 VALOR PRESENTE NETO

AÑOS	F.N.E.	5%	V.P.N.1	12%	V.P.N.2
0	(2,991,119.6)	1.0000	-2,991,119.6	1.0000	-2,991,119.6
1	269,826	9523	256,977.14	.8928	240,900.6
2	248,693	9070	225,571.88	.7971	198,233.1
3	248,124	.8638	214,328.84	.7117	176,589.8
4	237,715	.8227	195,568.72	.6355	151,067.8
5	310,389	.7835	243,197.90	.5674	176,114.7
6	397,177	.7462	296,379.59	.5066	201,209.8
7	486,110	.7106	345,469.36	.4523	211,726.1
8	569,096	.6768	385,186.57	.4038	229,800.9
9	645,111	.6446	415,844.30	.3606	232,627
10	741,292	.6139	455,088.98	.3219	238,621.8
			3,033,623.22		934,227.3

Fuente: Elaboracion Propia.

5.9. TASA INTERNA DE RETORNO.

En la tasa interna de retorno se determina cómo el interés al que descontado el valor presente los flujos del proyecto de inversión dicho valor presente iguala al monto de la inversión; también es la tasa a la cual el valor presente neto de un proyecto de inversión es equivalente al valor actual de los costos de adquisición de la inversión con el valor actual del flujo de beneficios generados por dicha inversión.

Así, tenemos que la Tasa Interna de Retorno es atractiva, dependiendo si es mayor que la tasa de rentabilidad mínima atractiva del mercado, ya que esta tasa representa el costo de oportunidad del proyecto.

$$\text{TIR} = i1 + (i2 - i1) \frac{\text{V.P.N. 1}}{(\text{V.P.N. 1} - \text{V.P.N. 2})}$$

$$\text{TIR} = 5 + (12 - 5) \frac{3,033,623.22}{3,033,623.22 - 934,227.39}$$

$$\text{TIR} = 5 + 7 \frac{826,379.64}{2,099,395.9}$$

$$\text{TIR} = 5 + 7 (1.4449982)$$

$$\text{TIR} = 5 + 10.114987$$

$$\text{TIR} = 15.114987$$

De este modo, la TIR que genera nuestro proyecto es del 15 % por lo que se acepta el proyecto, al ser mayor nuestra TIR que la tasa mínima aceptable de rendimiento que es del 5% en el V.P.N..

5.10. RELACION BENEFICIO / COSTO.

la relación Beneficio Costo nos muestra la rentabilidad en términos relativos y la interpretación del resultado se expresa en centavos ganados por cada peso invertido en el proyecto.

Esta relación se calcula al dividir los valores del valor presente neto y el valor de la inversión al año cero.

Resuelve colocar en el numerador la sumatoria de los Flujos Netos de Efectivo (FNE), y en el denominador la inversión inicial. (Garcia Hoyos y Castillo Diaz)

$$B / C = \frac{\sum FNE / (1-i)^n}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$B / C = 3,033,623.22 / 2,991,119.6$$

$$B / C = 1.0142$$

El resultado obtenido en esta relación nos dice que por cada peso invertido obtenemos \$1.014 cts.

5.11. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Se define como el tiempo durante el cual la erogación del capital es recuperada a partir de los flujos de fondos, es decir, cuánto tiempo una inversión genera los recursos suficientes para igualar el monto de dicha inversión.

$$PRI = N-1 + (FAD)_{n-1} / (FD)_n$$

DATOS:

N = Año donde cambia de signo el flujo acumulado descontado.

(FAD)_{n-1} = Flujo de efectivo acumulado descontado del año previo a N.

(FD)_n = Flujo neto de efectivo en el año N.

DATOS =

$$N = 2$$

$$(FAD)_{n-1} = 2,721,293$$

$$(FD)_N = 269,826$$

DESARROLLO

$$PRI = 2-1 + 2,721,293 / 248,693 = 1 + 2.97 \quad PRI = 3.97 \text{ Años.}$$

Así, tenemos que la inversión se recupera en tres años tres meses

5.12. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad mide el comportamiento de la empresa ante la variación de alguno de los factores económicos del proyecto, y nos permite tomar decisiones sobre los costos, estrategias de venta y precios.

Este análisis se realiza con el objeto de pronosticar el comportamiento del proyecto ante el efecto de factores de diversa índole sobresaliendo aquellos que son consecuencia de la política económica establecida por el gobierno del país.

Es así como surgen elementos de incertidumbre dentro de un proyecto de esta magnitud, por lo tanto, se debe incluir el análisis de la sensibilidad de los factores económicos de mayor variación, como pueden ser los costos.

Para tal efecto, se realiza el estudio basado en un incremento del 20 % en costos variables, manteniéndose constantes los demás rubros elaborándose nuevos estados financieros, obteniéndose nuevos flujos de efectivo, a partir de los cuales se elaborará la nueva TIR, que arrojará el proyecto, indicando el grado de sensibilidad del mismo.

A continuación se señalan los resultados de estas variaciones en el presente proyecto.

El presupuesto de ingresos se obtiene al multiplicar el pronóstico de ventas por el precio de venta estimado, el cual se calculo en \$280 pesos por tambor de 208 lts de solvente ya reciclado, precio que fue calculado en el estudio de mercado.

Para el primer año:

Venta diaria = 20 tambors x \$ 280 = \$5,600 (venta por día) 4,160 litros

Venta mensual = \$5,600 x 30 días = \$ 168,000 = 600 tambors, 124,800 lts

Venta anual = \$ 168,000 x 12 meses = \$ 2,016,000 (venta del primer año).

7,200 tambors, 1,497,600 litros

Considerando que se llegará a usar el equipo móvil, se especula aumentar las venta en un 5% progresivamente

Por su parte, en el presupuesto de egresos el único cambio que refleja es el incremento de un 20 % en los costos variables, lo que propicia un incremento en el costo de producción

Los cambios se pueden apreciar en el presupuesto de egresos que se muestra a continuación.

CUADRO 67

Presupuesto de Egresos
(Pesos)

Concepto / año	1	2	3	4-10
Costo variable	1,211,976	1,378,078	1,567,148	1,782,378
Producción:				
Materia prima	1,152,000	1,313,280	1,497,139	1,706,738.7
Ventas :				
Combustible	58,752	63,452.16	68,528.33	74,010.59
Repuestos	1,224	1,346	1,481	1,630
Costos fijos	608,080	608,080	608,080	608,080
Producción:				
Mano de obra directa	216,480	216,480	216,480	216,480
Energía eléctrica	36,000	36,000	36,000	36,000
Papelería	1,000	1,000	1,000	1,000
Administración:				
Mano de obra indirecta	303,600	303,600	303,600	303,600
servicios	51,000	51,000	51,000	51,000
Total	1,820,056	1,986,158	2,175,228	2,390,458

Fuente: elaboración propia a base de cuadro costo fijo y variable

CUADRO 68

ESTADO DE RESULTADOS

CONCEPTO/ AÑOS	ESTADO DE RESULTADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) INGRESOS POR VENTA	2,016,000	2,116,800	2,222,640	2,333,722	2,450,460	2,572,983	2,701,163	2,863,714	2,978,550	3,127,477
2) COSTO DE PRODUCCION	1,404,480	1,565,760	1,749,619	1,959,218	1,959,218	1,959,218	1,959,218	1,959,218	1,959,218	1,959,218
energía eléctrica	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
mano de obra	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480	216,480
materia prima	1,152,000	1,313,280	1,497,139	1,706,738	1,706,738	1,706,738	1,706,738	1,706,738	1,706,738	1,706,738
3) UTILIDAD BRUTA (1-2)	611,520	551,040	473,021	374,504	491,242	613,765	741,945	904,496	1,019,000	1,168,259
4) GASTOS DE OPERACION	415,576	420,398	590,174	581,879	566,482	549,390	530,419	509,360	485,986	460,040
GASTOS DE ADMON.	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600	355,600
GASTOS DE VENTA	59,976	64,798	70,063	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640	75,640
GASTOS FINANCIEROS	0	0	164,511	150,639	135,242	118,150	99,179	78,120	54,746	28,800
Crédito bancario										
5 DEPRECIACION Y AMORTIZACION	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473	125,473
6 UTILIDADES ANTES DEL I.S.R. Y R.T.U.	70,471	5,169	242,626	332,848	200,713	61,098	67,082	269,663	407,541	582,746
7) I.S.R. (35%)	24,664	1,809.15	84,919	116,496	70,249	21,384	23,478	94,382	142,639	203,961
8) R.T.U. (10%)	7,041.7	516	24,262.6	32,284.8	20,071.3	6,109.8	6,708.2	26,966.3	40,754.1	58,274.6
9) UTILIDAD NETA (6-7-8)	38,766	2,844.15	84,952	184,068	110,393	33,605	36,896	148,314	224,148	320,511

Fuente: elaboración propia

Como se pudo apreciar en el Estado de Resultados, los cambios observados debido a las modificaciones realizadas por el incremento del 20 por ciento en los costos variables, muestran que las utilidades netas generadas son inferiores debido a dicho incremento. Por consiguiente los flujos netos de efectivo también se ven disminuidos, afectando en un grado mínimo la rentabilidad del proyecto por lo que se sigue obteniendo una evaluación económica positiva del proyecto.

CUADRO 69

FLUJO NETO DE EFECTIVO

CONCEPTOS / AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) Utilidad Neta	38,786	2,844	84,952	184,068	110,393	33,885	36,890	144,314	224,148	320,511
2) Depreciación	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018	116,018
3) Amortización	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455	9,455
4) Flujo Neto de Efectivo (1+2+3)	184,239	128,317	210,425	309,541	235,866	159,138	162,369	273,787	349,621	445,989

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 70

VALOR PRESENTE NETO					
AÑOS	F.N.E.	15%	V.P.N.1	16%	V.P.N.2
0	(2,991,119.6)	1,0000	(2,991,119.6)	1,0000	(2,991,119.6)
1	164,239	8696	142,822	8620	141,574
2	128,317	7562	97,033	7431	95,352
3	210,425	6576	138,375	6406	134,798
4	309,541	5718	176,995	5522	170,928
5	235,865	4972	117,272	4761	112,295
6	159,138	4324	68,811	4104	65,310
7	162,369	3760	61,050	3538	57,446
8	273,787	3270	89,528	3510	96,099
9	349,621	2843	99,397	5629	91,915
10	445,984	2472	110,247	2266	101,059
			1,889,585		1,924,339

Fuente: Elaboración Propia

Al ser aplicadas las tasas de descuento del 15% y 16% respectivamente, a los flujos netos para calcular el valor presente del proyecto y tomando en cuenta el incremento ya mencionado en los costos variables, se obtienen beneficios netos positivos en las dos tasas.

$$TIR = i1 + (i2 - i1) \frac{V.P.N.1}{(V.P.N.1 - V.P.N.2)}$$

$$TIR = 15 + (16 - 15) \frac{1,889,585}{1,889,585 - 1,924,339}$$

$$TIR = 15 + 1 \frac{1,889,585}{34,754}$$

$$TIR = 15 + 1 (54.3729)$$

$$TIR = 15 + 54.3729,$$

$$TIR = 69.3729$$

De este modo, la TIR que genera nuestro proyecto es del 69 % por lo que se acepta el proyecto, al ser mayor nuestra TIR que la tasa mínima aceptable de rendimiento que es del 15% en el V.P.N..

A) RELACION BENEFICIO /COSTO.

$$B/C = \frac{V.P.N 1}{\text{Inversión inicial}}$$

$$B/C = 1,889,585 / 2,991.119.8$$

$$B/C = .29 \text{ pesos.}$$

El resultado obtenido en esta relación nos dice que por cada peso invertido obtenemos \$ 0.29 pesos. A si tenemos que el incremento del 20% en los costos variables redujo la relación

DATOS :

$$N = 3$$

$$(FAD)^{n-1} = 2,698,563$$

$$(FD)^N = 210,425$$

DESARROLLO

$$PRI = 3-1 + 2,698,563 / 210,425 = 2+4; \text{ PRI} = 4.11 \text{ Años.}$$

Dentro del análisis de sensibilidad, el proyecto de recuperación de la inversión es en aproximadamente dos años, aunque se vuelve un poco más lento el proyecto aun sigue siendo atractivo.

5.1.3 PUNTO DE EQUILIBRIO.

Es el nivel de ventas o ingresos de ventas donde no se tendrá pérdidas ni ganancias : por lo que una vez que la empresa alcance dicho punto, las ventas posteriores a este, obtendrán utilidades.

El procedimiento para el calculo contable del punto de equilibrio al aprovecharse al 100% de la capacidad instalada es el siguiente:

$$\text{P.E.} = \frac{\text{COSTOS FIJOS}}{\text{COSTOS VARIABLES}} \\ 1 - \frac{\text{VENTAS NETAS}}$$

$$\text{P.E.} = \frac{734,547.8}{480,030.99} \\ 1 - \frac{3,127.477}{}$$

$$\text{P.E} = \frac{734,547.8}{.8465117}$$

$$\text{P.E} = \$ 869,166.99$$

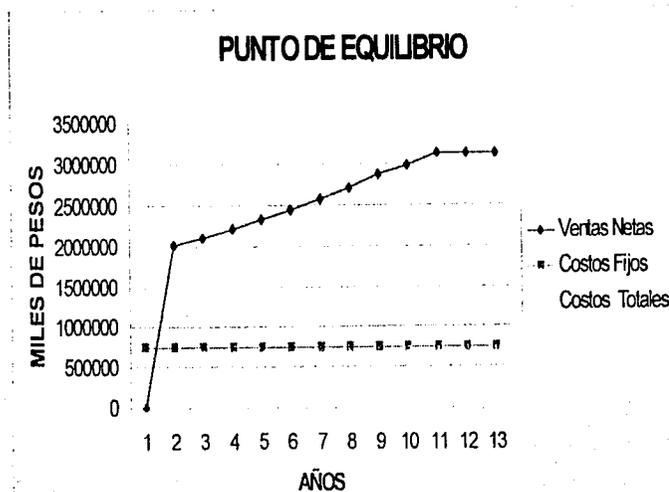
PUNTO DE EQUILIBRIO

Años	Ventas Netas	Costos Variables	Costos Fijos	Costos Totales	Punto de Equilibrio
0	0	0	734,547		
1	2,016,000	387,518	734,547	1,122,065	893,935
2	2,116,800	438,196	734,547	1,172,743	944,057
3	2,222,640	495,683	734,547	1,230,230	992,410
4	2,333,722	560,909	734,547	1,295,456	1,038,266
5	2,450,460	560,909	734,547	1,295,456	1,155,004
6	2,572,983	560,909	734,547	1,295,456	1,277,527
7	2,701,163	560,909	734,547	1,295,456	1,405,707
8	2,863,714	560,909	734,547	1,295,456	1,568,258
9	2,978,550	560,909	734,547	1,295,456	1,683,094
10	3,127,477	560,909	734,547	1,295,456	1,832,021

Fuente: elaboración propia

GRAFICA 2

PUNTO DE EQUILIBRIO



5.1.4 CONCLUSIONES

- El reciclaje de solventes es importante, ya que se evita contaminación ambiental y además, se obtiene nuevamente el producto a bajo costo.
- La ubicación de la planta de reciclaje se decidió en base al mercado nacional y el de los Estados Unidos Americanos.
- Se elaboró la calendarización para llevar a cabo la construcción, en base a las licencias y permisos obtenidos.
- El personal que se contratará para laborar en la empresa, será el indispensable para cubrir las tareas de ésta, proporcionándoles la capacitación necesaria de acuerdo a su trabajo.
- No todos los solventes que se reciclan se recuperan, sino solamente una parte de éstos.
- Los residuos generados en el proceso de reciclaje, pueden ser nuevamente reciclados por otra empresa y/o finalmente se envían a la industria cementera para su proceso.
- El proceso de reciclaje de solventes puede realizarse dentro de la planta ó en el lugar donde se genera (in-situ)
- El proceso de reciclaje de solventes en la planta constará de: Filtración mecánica simple, Destilación, Destilación Fraccionada, Condensación y Envase.
- En el proceso in-situ, se elimina la destilación fraccionada.
- Antes de efectuar el proceso de reciclaje, se efectúan exámenes al solvente por reciclar para determinar su composición y flamabilidad, éstos son: Gas cromático y Cálculo de combustión de calor.
- La seguridad e higiene en el proceso de reciclaje de solventes resultan de vital importancia.
- Dado que se trata de productos químicos, se deben tomar en cuenta los límites de tolerancia de exposición del trabajador, establecidos en la NOM 010 STPS-1993.
- Los efectos por exposición a solventes pueden ir desde una simple irritación cutánea hasta la muerte.

- El mayor riesgo de inhalación de solventes en el proceso de reciclaje, se da en el llenado y envase de los recipientes.
- Para evitar riesgo al trabajador, éste debe contar con el equipo de protección personal previamente establecido, así como usarlo.
- Existen diversos ordenamientos jurídicos que deben cumplirse en este proceso.
- Para poder realizar el proceso de reciclaje de solventes con seguridad, se hace necesario realizar métodos de evaluación de riesgos, éstos fueron: Índice DOW, Arbol de Fallas y Chemplus para pc.
- Dentro de los métodos de evaluación de riesgos, se detectaron áreas de riesgo bien definidas, éstas son: De proceso, almacenamiento de solvente por reciclar, almacén de solvente reciclado, de almacenamiento de gas lp y de proceso in-situ.
- Con la aplicación del Índice DOW, se determinaron las áreas de afectación en caso de incendio ó explosión, antes y después de aplicar medidas de seguridad e higiene.
- En el caso del Arbol de Fallas se estimaron las probabilidades de ocurrencia de accidentes dentro de la planta, así como el potencial de pérdida en caso de un evento máximo (explosión).
- Usando el método Chemplus por computadora, se analizaron las consecuencias en caso de un incendio ó explosión.
- En base a los métodos de evaluación de riesgos se determinó la implementación de las siguientes medidas de seguridad: Capacitación del personal, instalación de detectores de vapores que cuentan con alarmas audibles y visibles, construcción canaletas y fosas de recuperación de solventes en cada una de las áreas de riesgo, determinación del equipo de protección personal, señalización, tipo de instalación eléctrica (alta seguridad), se realizaron planes de contingencias, se utilizarán filtros de carbón activado en el llenado de tambos, elaborar listas de comprobación detallada de seguridad, establecimiento de auditorias de seguridad y planes de atención a contingencias a los sistemas de tubería e instrumentación.
- No fueron detectados impactos adversos significativos sobre los diferentes elementos ambientales durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- Agencia para la Protección del Ambiente (E.P.A), 1996. Sumario para la Metil Etil Cetona U.S. Environment Protection Agency, 749-F-94-01 5º
- Aspectos Generales acerca de los Limites de Tolerancia, TLV y MAC. 1998. Apuntes.
- Castro Ramos, R y C. León-Diez. 1994. Análisis de Riesgo Ambiental: técnicas para evaluación en actividades industriales. Manual de referencia INE-SEDESOL, Environment Canada. Universidad Autónoma de Baja California.
- Dow Chemical Company. 1994. Hojas de Seguridad de Sustancias Químicas
- García Hoyos. Tesis : Introducción Didáctica en el Estudio de la Formulación y Evaluación de Proyectos. Alumno: Alberto Movis Muñoz. 1999
- GRAINGER. Industrial and Comercial Equipment and Supplies. General Catalog No 385 Parts Company of América. 1994. 2300 paginas.
- Gregory R Chopin. Química ; Publicaciones Cultural, S,A; Primera reimpresión. México. D.f. 1983. 635 paginas.
- Guía Norteamericana de respuesta en caso de emergencia 1996 Fase inicial de un incendio ocasionado por materiales peligrosos. SETIQ (México). CHEMTREC (USA) y CANUTEC (CANADA). SCT. 370 paginas
- Ing Lucio Salazar Poot. Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión. Editorial Fonep 1ª edición.
- Melhem, G.A. 1992. Programa de Análisis de Riesgos y Consecuencias para Computadora Personal CHEMPLUS versión 1.0 No 74-88-6. Arthur D. Little, Inc. Cambridge, Massachussetts.
- Robert C. Rosaler, James O Rice, Manual del Mantenimiento Industrial; Editorial McGraw Hill. 1ª edición en español. Volúmenes 1,2,3,4,5.
- Safety Essentials Manual. Manual de Seguridad Esencial. 1997 Laboratorio de Seguridad y Previsión Industrial Janesville Wisconsin.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1993. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 7 de Abril de 1993.

NOM-002-SCT2/1994
NOM-003-SCT/2/1994
NOM-004-SCT2/1994

NOM-010-SCT2/1994

NOM-011-SCT2/1994

- Sapag Chain . criterios de evaluación de proyectos edición 1999
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 28 de Enero de 1988.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (RLGEMRP), 25 de Noviembre de 1988.

NOM-CRP-001-ECOL.93

NOM-CRP-002-ECOL.93

NOM-CRP-003-ECOL.93

NOM-CCA-031-ECOL.93

- Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1988. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades. Establecimientos, Productos y Servicios. Enero 18 de 1988.

NOM-010-STPS.94

- Theodore Baumeister. Eugene A. Avallone y Theodore Baumeiser III MARKS Manual del Ingeniero Mecánico, Mc Graw Hill, octava edición en ingles, segunda en español. volumen 1,2,3.
- Van Waters and Rogers Inc 1994. Hojas de Seguridad de Sustancias Químicas.
- Virgil Moring Faires y Clifford Max Simmang. Termodinámica; editorial Hispanoamericana. 1ª Edición en español 1986.659 paginas.
- World Environment Center 1992. Manual de Administración de Riesgos

ANEXO

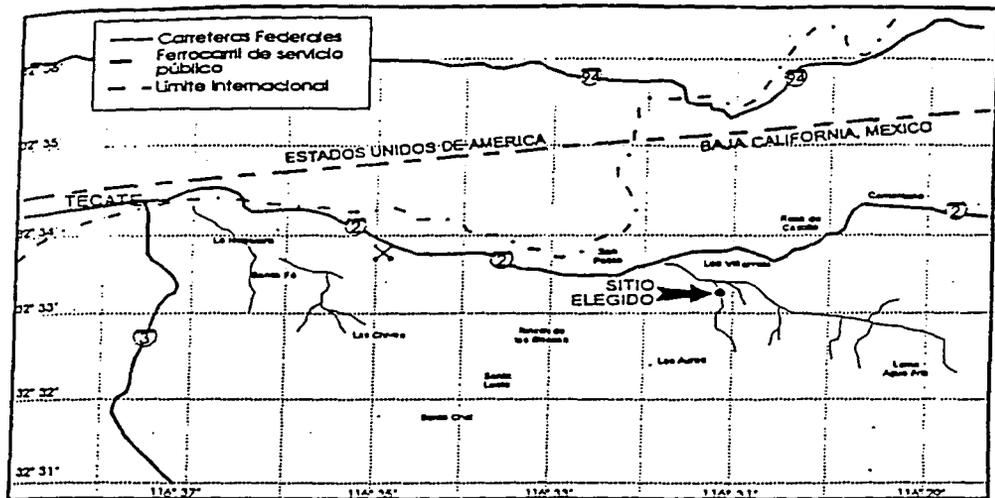


Fig. 1 Ubicación del sitio donde se ubicará el proyecto.

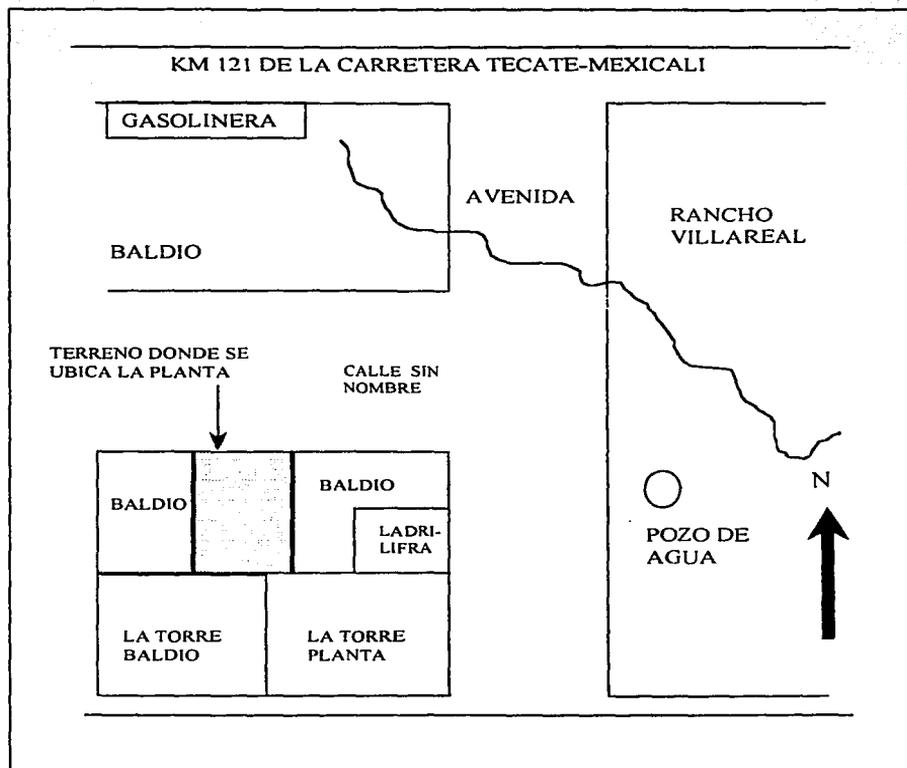
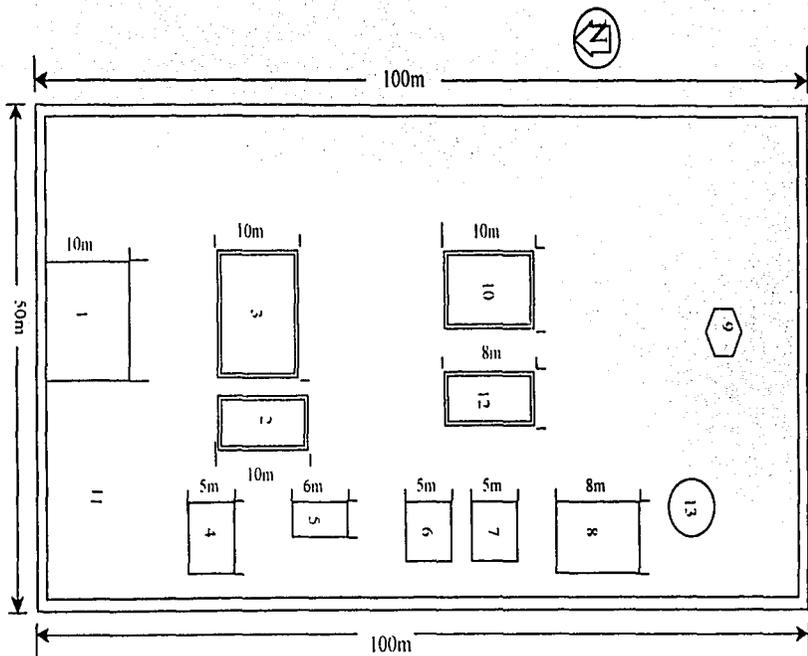


Fig. 2 Croquis de ubicación del predio donde se instalará la planta recicladora

Fig. 3. Distribucion de las instalaciones de la planta recicladora de solventes



1 Campo de carga y descarga

2 Almacén de materia prima

3 Area de proceso

4 Oficina

5 Regaderas y WC

6 Centro de control de contingencias

7 Taller

8 Cuarto de calderas

9 Tanque de gas

10 Almacén de productos y residuos

11 Estacionamiento

12 Almacén de tanbos limpios

13 Tanque de almacenamiento de agua

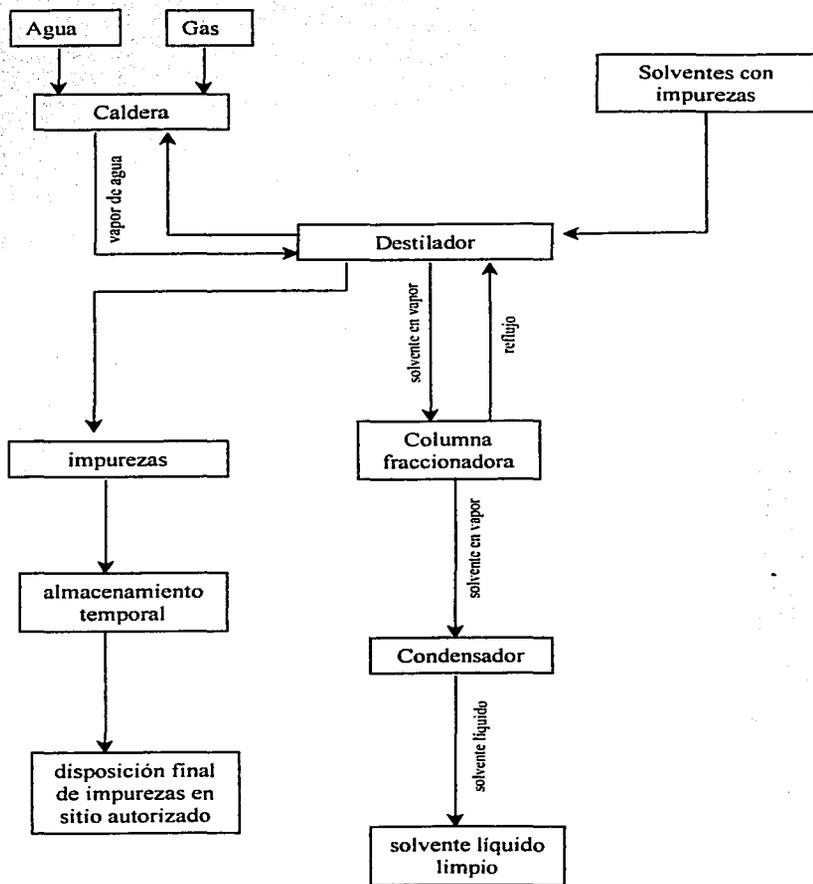
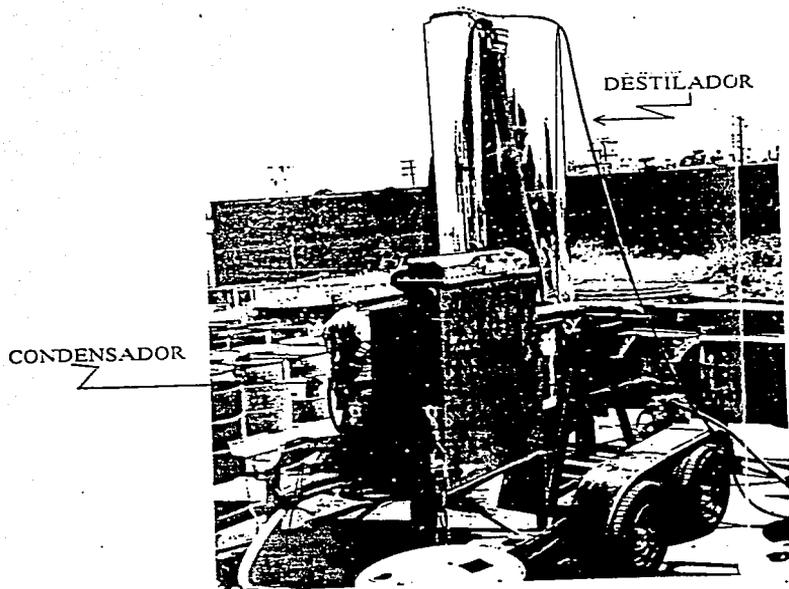


Fig.4 Proceso de reciclaje de solventes mediante destilación



Unidad Portátil de Reciclamiento de Solventes.

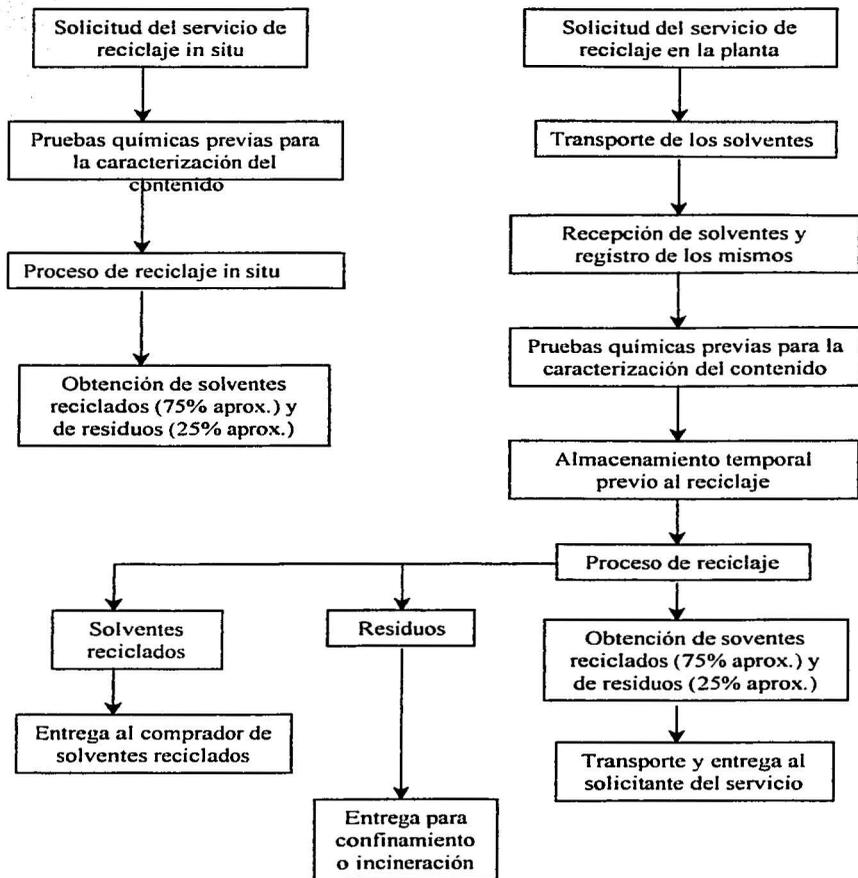


Fig. 6 Diagrama de flujo de las actividades dentro de la empresa

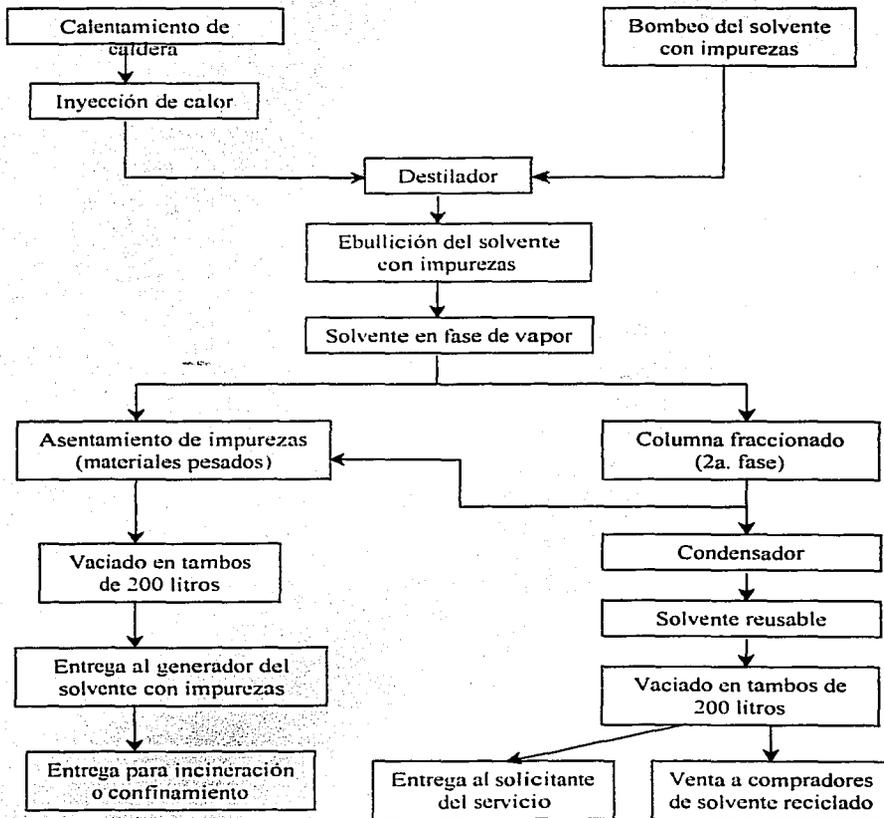


Fig. 7 Diagrama de flujo del proceso de reciclaje de solventes

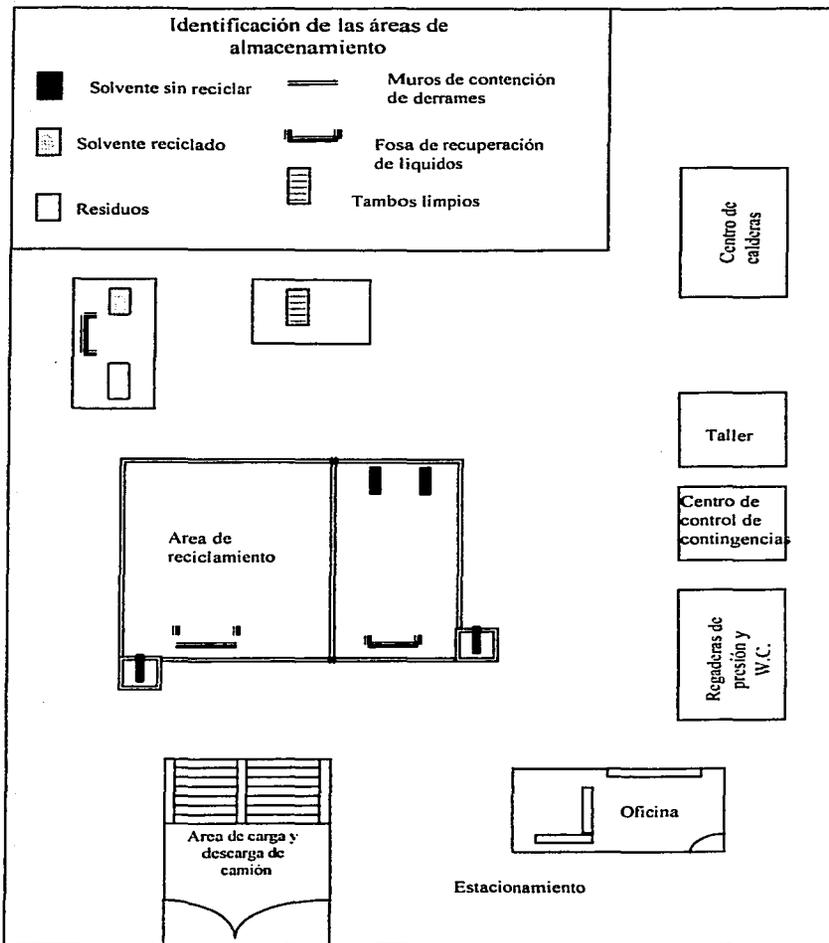
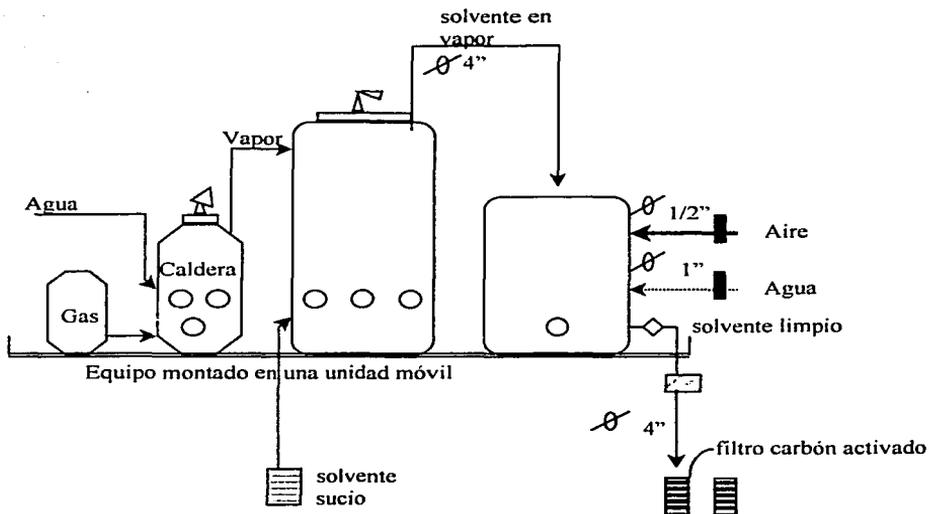


Fig. 8 Ubicación de las áreas de almacenamiento de planta recicladora de solventes

Fig. 10 Diagrama de tubería e instrumentos del equipo de destilación móvil



	Válvula de desahogo
	Manómetro
	Termostato
	Indicador de nivel
	Bomba
	válvula

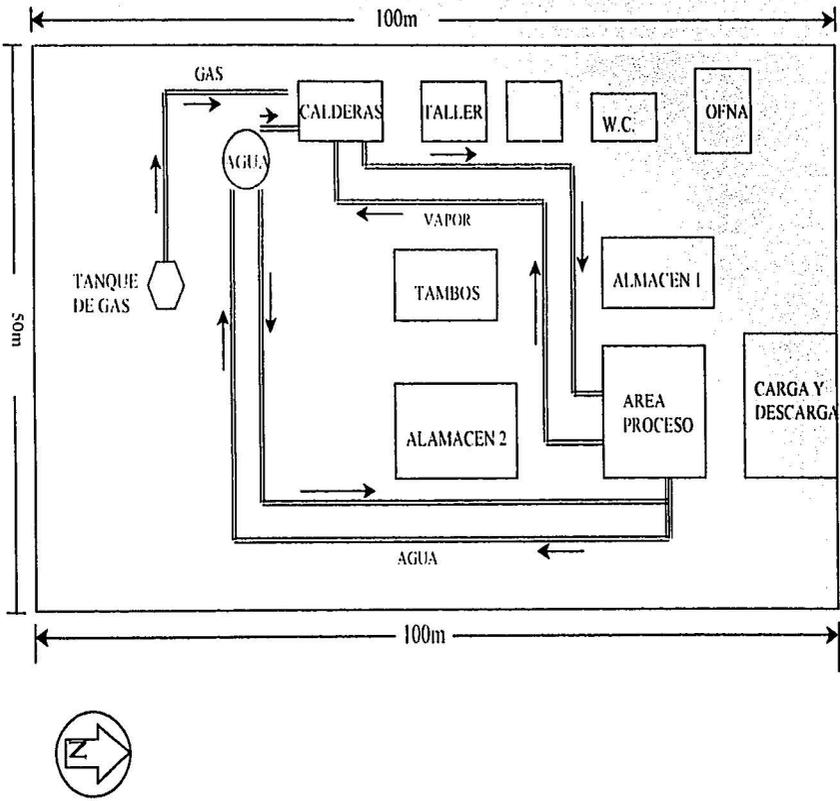


Fig. 11 Distribución de agua, gas y vapor en la planta recicladora

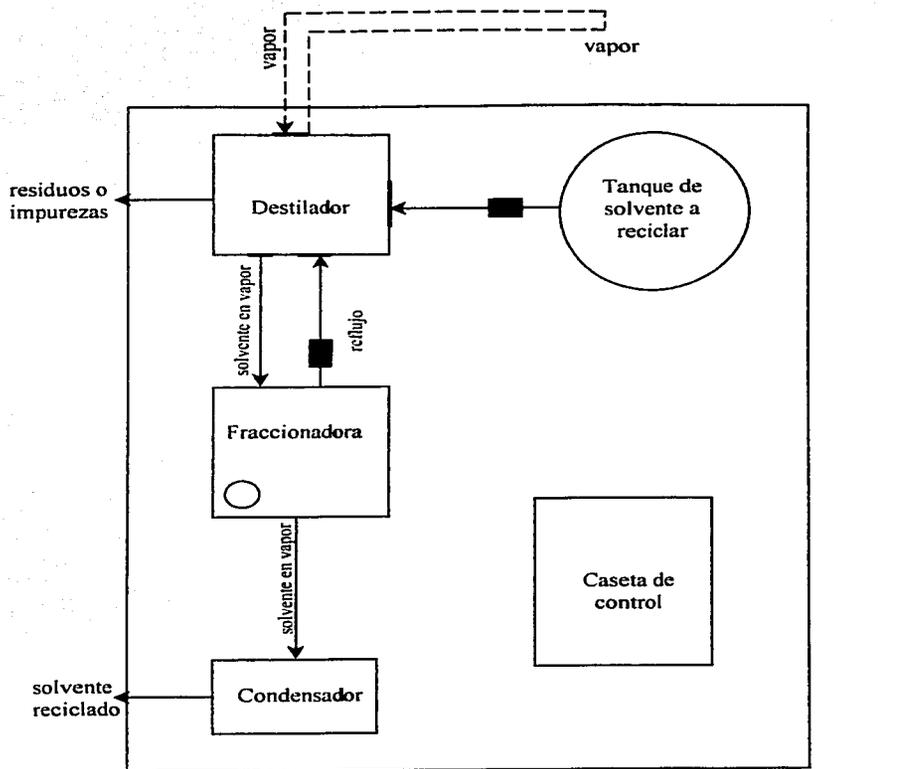


Fig. 12 Detalle que muestra la tubería dentro del área de proceso.

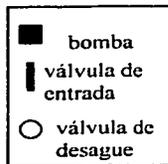
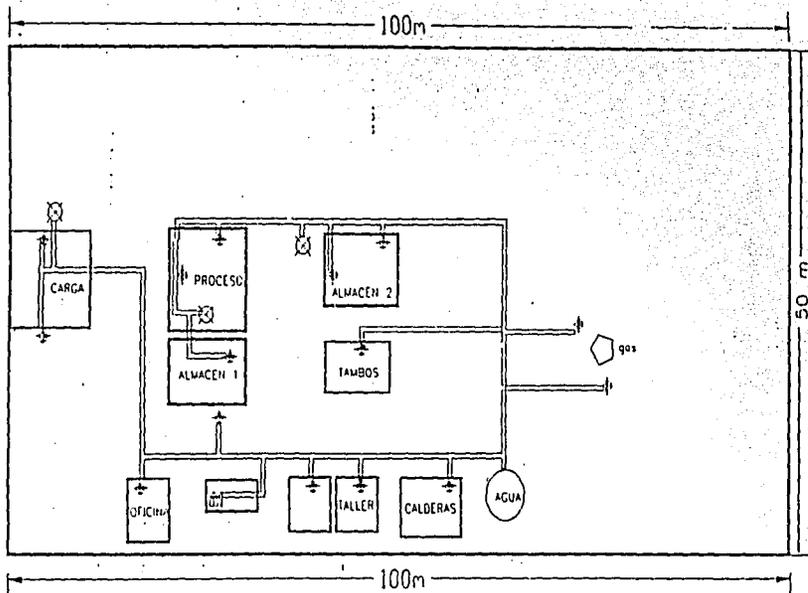


Fig. 13 Distribución de tuberías para la conducción de agua para sanitarios y elementos de seguridad.



SIMBOLOGIA UTILIZADA.

- + ASPERSORES
- REGADERAS DE PRESION
- ⊠ MANGUERA

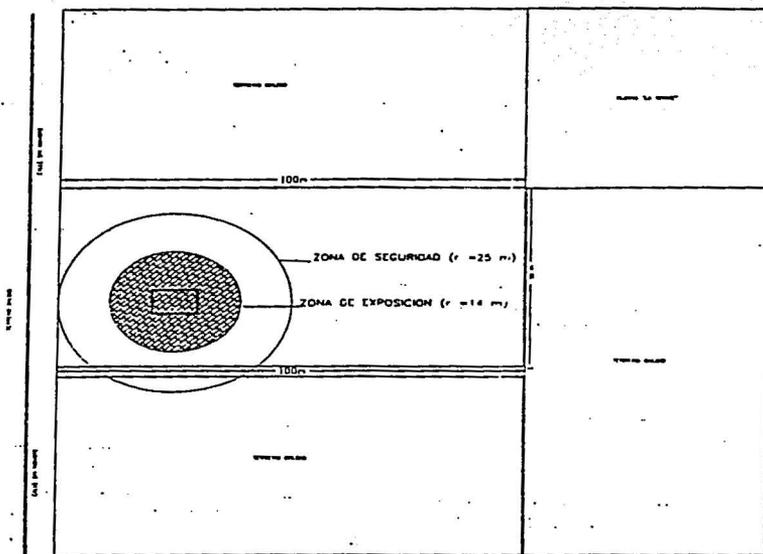


Fig. 14 Zonas de exposición y seguridad para el área de almacenamiento de materias primas (Almacén 1)

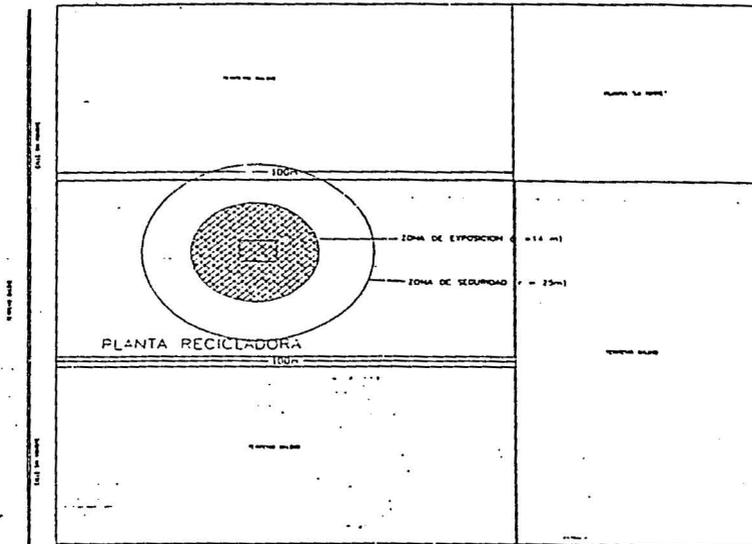


Fig. 15 Zonas de exposición y de seguridad para el área de almacenamiento de productos y residuos (Almacén 2).

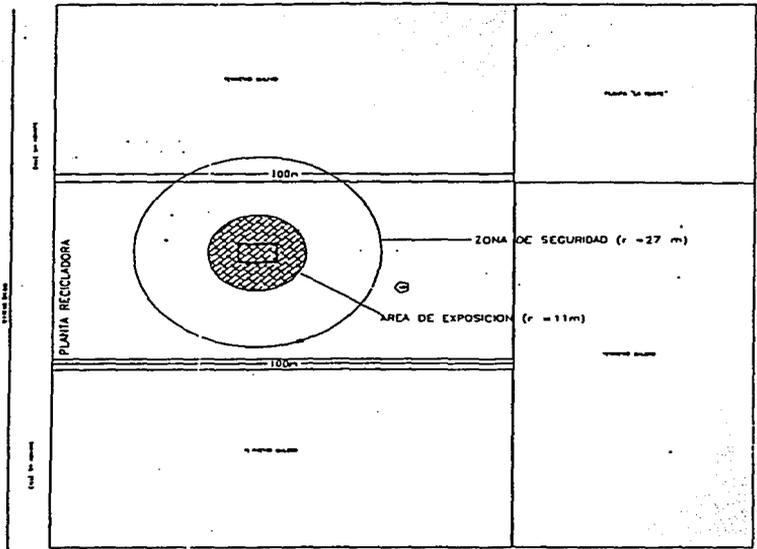


Fig. 16 Zonas de exposición y de seguridad para el área de proceso.

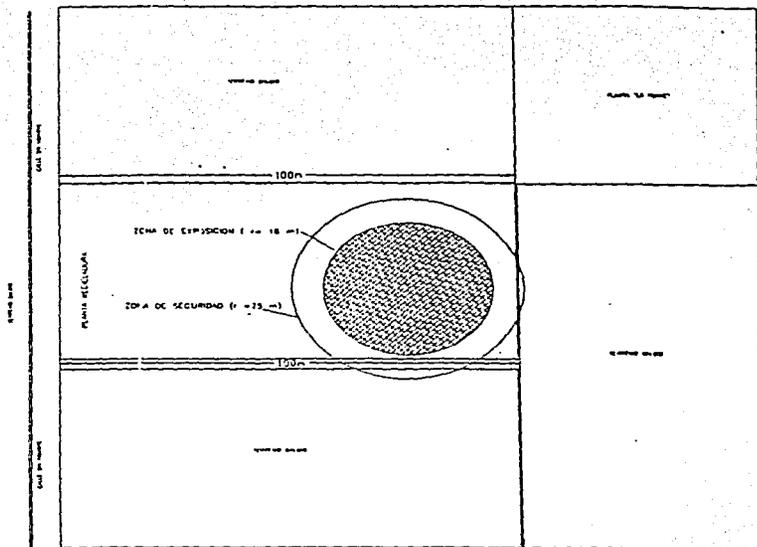
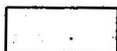


Fig. 17 Zonas de exposición y de seguridad para el área de almacenamiento de tanque estacionario de gas.

10^{-x}

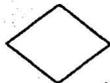
Probabilidad ó posibilidad matemática de que un evento ocurra. Se expresa en fracciones entre 0 y 1. La absoluta imposibilidad es cero y la absoluta certeza es uno. En este estudio se utiliza la probabilidad relativa de ocurrencia de cada evento, expresada en potencias negativas de diez: 10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-4} , etc.



Evento máximo o subevento que será desarrollado para mostrar todas las posibles causas de falla



Fallas primarias: Son aquellas en las que el componente es o se convierte en incapaz de desempeñar su función de diseño y bajo condiciones normales de operación. Esto podría ser ocasionado por diseño inadecuado, por defecto o por deterioro durante su servicio. Se incluyen también errores humanos.



Fallas secundarias: Son aquellas causadas por fuerzas o efectos ajenos al sistema como terremotos, inundaciones o huracanes. Generalmente es una terminación, ya que lo producen elementos que no son estudiados.



Fallas de mando: Son aquellas que ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas o fuera de control: cargas mecánicas, energía liberada, falsas señales.



Puerta "O": Indica que cada subevento por si mismo puede causar el evento superior.



Puerta "Y": Indica que todos los subeventos son requeridos para causar el evento superior, y que todos los subeventos son independientes uno de otro.

Fig. 18 Simbología utilizada en éste estudio para la construcción del árbol de fallas.

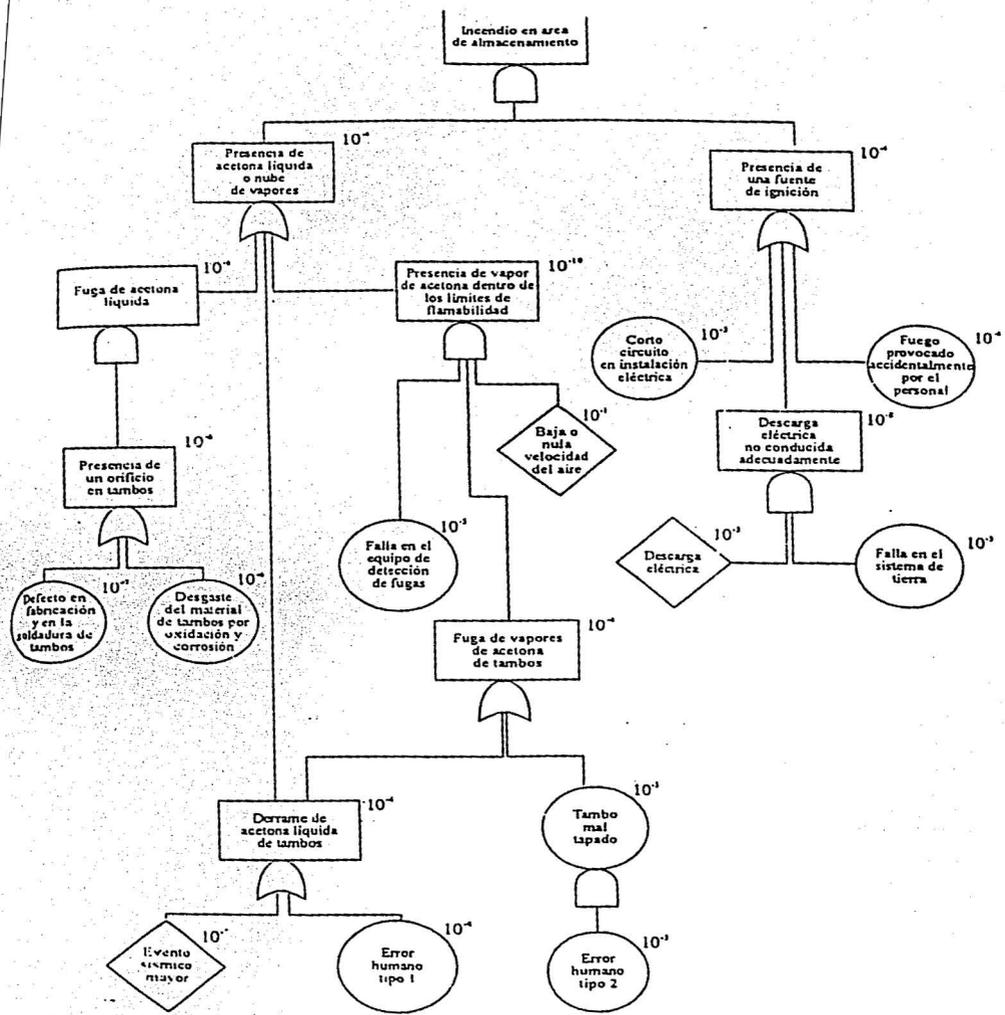


Fig. 19 Arbol de fallas resultante del análisis de riesgo por incendio en el área de almacenamiento.

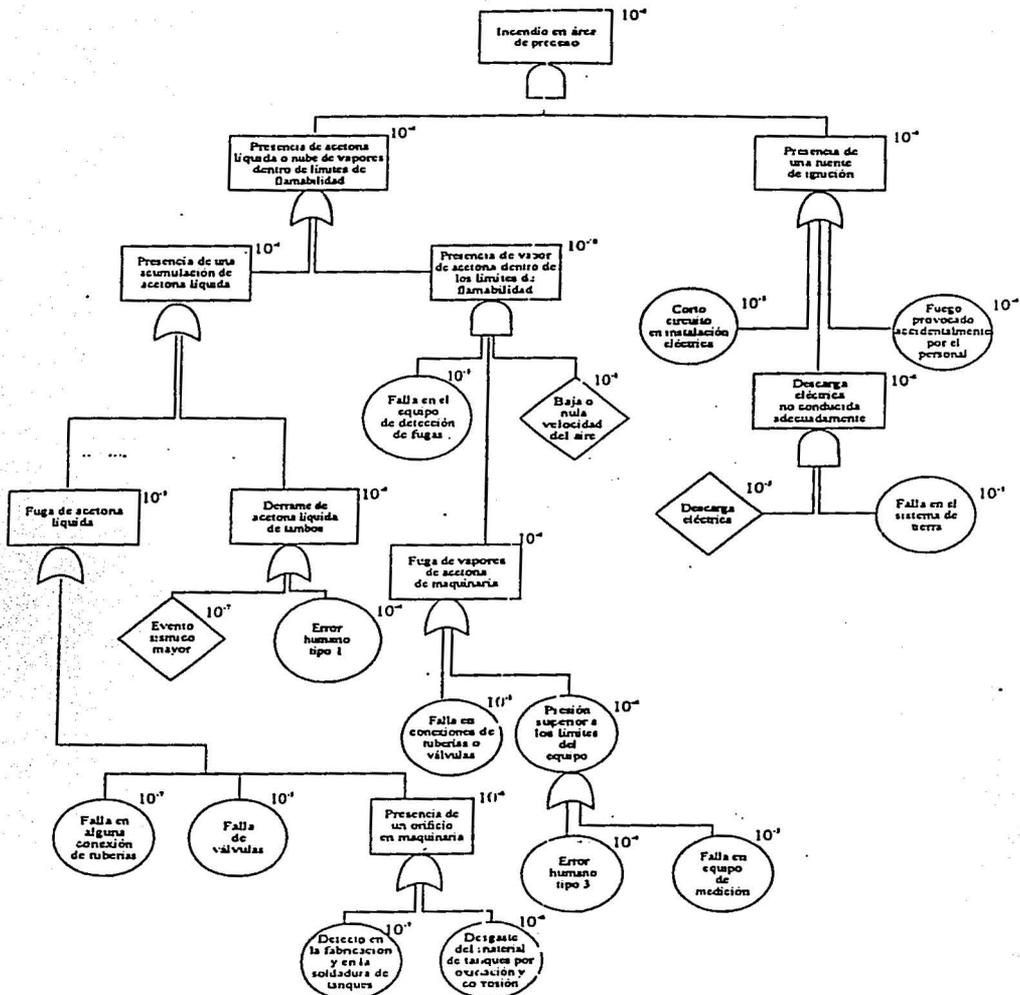


Fig. 20 Arbol de fallas resultante del análisis de riesgo en el área de proceso de reciclado.

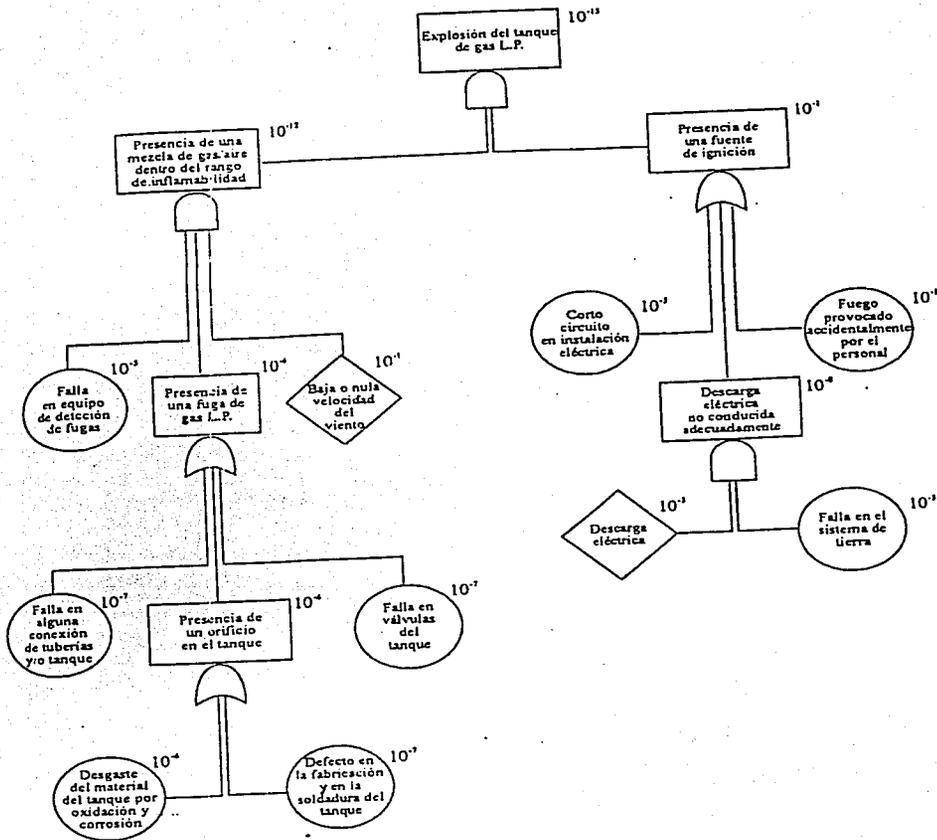


Fig. 21. Arbol de falias resultante del análisis de riesgo por incendio y explosión en el área de almacenamiento de gas lp..

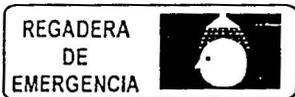
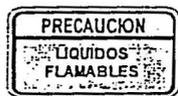


Fig. 22 Señalamientos preventivos y de seguridad que serán instalados en la planta.

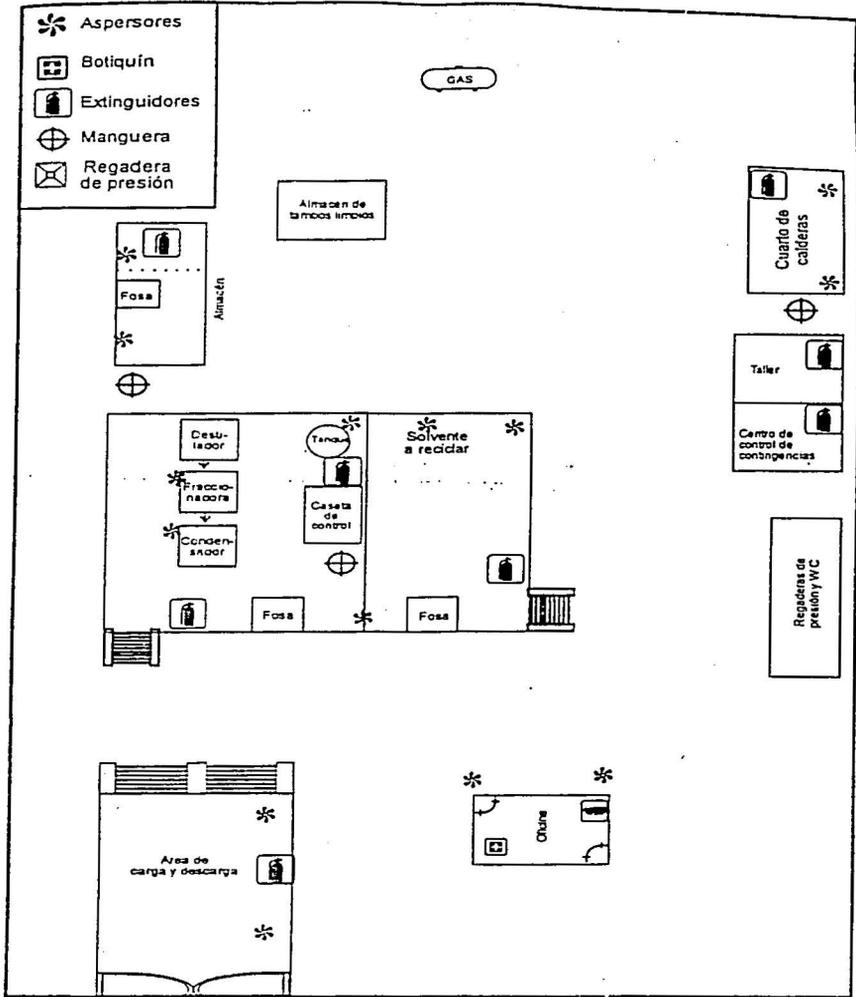


Fig. 23 Ubicación de los instrumentos de seguridad personal y de la planta.

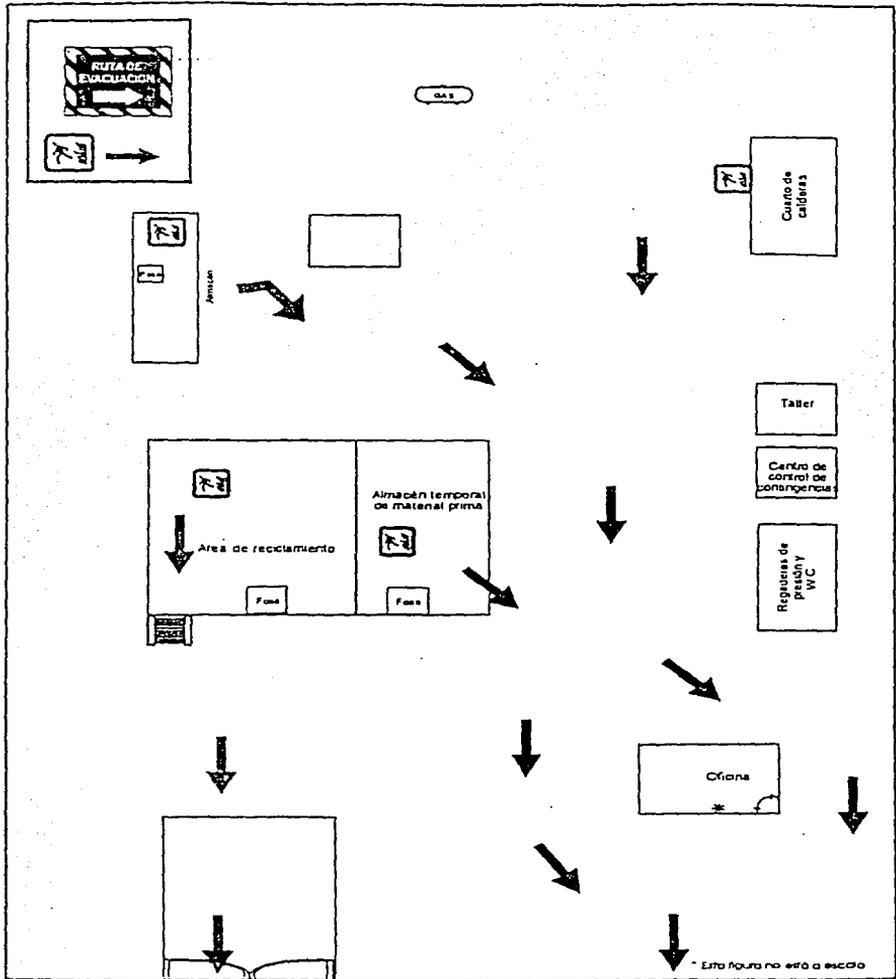
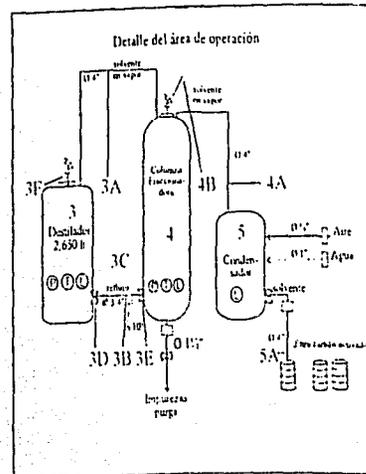
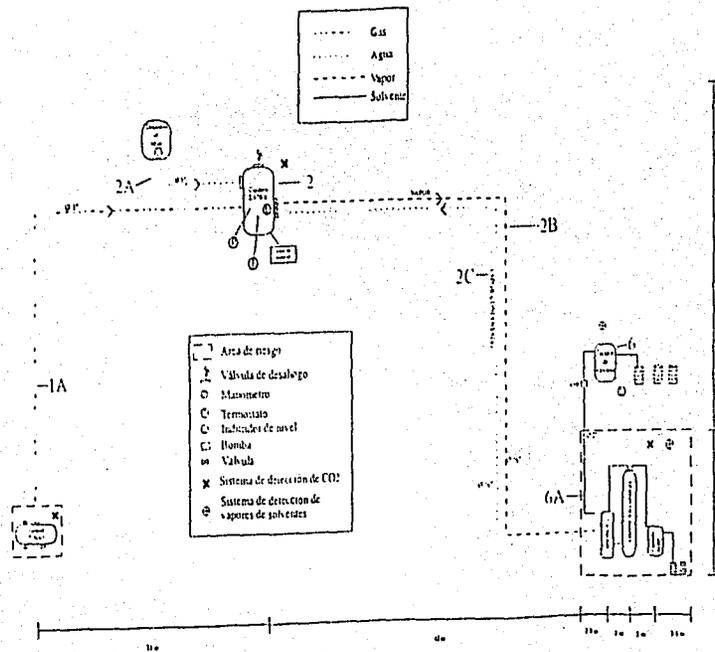


Fig. 24 Ruta de evacuación de emergencia de la planta recicladora.

Diagrama de tubería e instrumentación del equipo de destilación fijo



Alimentación de contingencias de los sistemas de tubería e instrumentación

FIG. 25