ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Estudio de factibilidad para una planta procesadora de resinas de PVC"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Nelson Bolívar Tapia Yagual

GUAYAQUIL – ECUADOR

- 2005 -

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente en el Ing. Ernesto Martínez, Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A mi madre Nancy y a mis hermanas Karina y Liliana.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Mario Patiño A.
DELEGADO DEL DECANO
DE LA FIMCP - PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Andrés Rigail C.
VOCAL

Ing. Federico Camacho B.
VOCAL

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el estudio para la factibilidad en sus etapas previas para una planta procesadora resinas de PVC, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado. Tratando de ajustar el estudio a las condiciones locales de nuestro país, teniendo como finalidad incentivar al desarrollo póstumo de un estudio más detallado y mejor elaborado para un proyecto sostenible, que beneficiará de buena manera a las empresas que requieran de estos productos.

En su primera parte se hace hincapié en un estudio de mercado de resinas en general y de resinas de PVC, además se efectúa un análisis técnico y operacional de mercado para poder obtener un tamaño de planta ponderado.

Luego se hace un análisis del posible punto de localización de nuestra planta, realizando un macro estudio a nivel nacional, para luego hacerlo por micro en una ciudad seleccionada y un sector industrial estratégico.

A continuación se analizan todas las regulaciones y normas posibles que afectan directamente al estudio y diseño posterior de la planta, comenzando primero con las regulaciones nacionales, ambientales y regulaciones de otros organismos de control que participan de primer mano. Luego se puntualiza en el análisis de las normativas internacionales.

La parte mas importante se desarrolla en el estudio ingenieril del proceso, donde se combinan los parámetros variables y constantes del proceso para su optimización. Además en esta parte se analiza el manejo, la tecnología empleada y la forma de abastecimiento y transportación de los insumos y materiales del proceso.

Finalmente el estudio termina con el análisis de la factibilidad, en el cual constan el tipo de producción y distribución de los elementos en la planta. Se sigue con un análisis financiero y con las conclusiones y recomendaciones del estudio.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 2

CAPITULO 3

ABREVIATURAS

$	Dólares
CE	Comunidad Europea
Cl	Cloro
CONSEP	Consejo Nacional de Estupefacientes y Sustancias Psicotrópicas
DCE	Dicloroetileno
gal	Galón estadounidense
H_2	Hidrogeno
Ha	Hectárea
hr	Hora
Kg	Kilogramo
Kgf	Kilogramo fuerza
lt	Litro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
M.I.	Muy ilustre (Municipio)
min	Minuto
MRP	Planeación de requerimientos materiales
mt	Metro lineal
MVC	Monocloruro de Vinilo
O_2	Oxigeno
ºC	Grado centígrado
ONU	Organización de Naciones Unidas
OMS	Organización mundial de la salud
Pa	Pascal
psi	Libra por pulgada cuadrada
PV	Polivinilo
PVC	Policloruro de Vinilo
seg	Segundo
TLC	Tratado de Libre Comercio
TON, TM	Tonelada métrica
VC	Cloruro de vinilo
μ	Micra

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE PLANOS

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo desarrolla el proceso tradicional para la factibilidad de una industria en sus etapas previas, para una planta procesadora de PVC, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado. El estudio estará ajustado a las condiciones locales de nuestro país, teniendo como finalidad incentivar al desarrollo posterior de un estudio más detallado y mejor elaborado para un proyecto sostenible, que beneficiará de buena manera a todas las empresas manufactureras del sector plástico.

Esta tesis enfoca su análisis en el estudio y desarrollo ingenieril mecánico, industrial y químico. Dentro de nuestro país, no existe el desarrollo sostenible para los estudios previos o para el lanzamiento de un proyecto Industrial.

Se utilizará un proceso sistemático de análisis con la conjunción de materias como diseño de plantas, instalaciones industriales, sistemas de gestión ambiental, producción, procesamiento de materiales plásticos y compuestos, así como otras a fin con ingeniería mecánica y química. Se basa en el método deductivo de análisis científico y práctico.

Las metas alcanzadas concordaran con que sea el primer avance de un proyecto de desarrollo sostenible en el ámbito del sector industrial plástico, que en nuestro país actualmente se encuentra en moderado auge.

CAPÍTULO 1

1. INVESTIGACIÓN DEL MERCADO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS Y PRODUCTOS DE PVC

1.3. Información General sobre la Industria del PVC

1.1.1. Generalidades sobre el PVC

El Policloruro de Vinilo (PVC) es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo, obtenido previamente por la cloración del etileno proveniente del GLP (1). La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. Debido a sus diferentes procesos de polimerización, se pueden obtener con el PVC compuestos en forma de polvo o pelet, plastisoles, soluciones y emulsiones, para a su vez llegar a obtener mediante su procesado, un sin número de productos terminados.

El PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado.

La resina de PVC esta formada en su contenido químico por 53% de PETROLEO y 47% de SAL COMUN. Del refino del petróleo se obtiene una sustancia gaseosa, el etileno, una de las bases para la fabricación del PVC. Mediante la polimerización del monómero VCM en reactores, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, se obtiene el polímero policloruro de vinilo (PVC).

1.1.2. Características del PVC

El PVC es un material polímero termoplástico-amorfo, o sea que bajo la acción del calor se reblandece y se puede moldear fácilmente; al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma (1). Es ligero, inerte y completamente inerte; resistente al fuego, impermeable; aislante (térmico, eléctrico y acústico); resistente a la intemperie, de elevada cristalinidad, protector de alimentos y otros productos envasados, incluidas las aplicaciones médicas (por ejemplo: plasma y sangre); económico en cuanto a su relación calidad-precio; reciclable y fácil de transformar ya sea por extrusión, inyección, calandrado, prensado, soplado y moldeo.

1.1.3. La industria del PVC y sus aplicaciones

El 86% del consumo mundial de petróleo se quema y desperdicia, únicamente el 4% se emplea en la producción de plásticos (1). Del total, tan sólo un 0,25% se emplea para la producción del PVC. El consumo total de energía para la producción de 1 kg. de PVC es de 65 MJ. Esta cifra es significativa si se tiene en cuenta que con 1 kg de PVC se fabrican 25 botellas de 1,5 litros de agua.

El 64% de las aplicaciones de los compuestos de PVC tienen una vida útil entre 15 y 100 años, y son esencialmente utilizados para la fabricación de tuberías, ventanas, puertas, persianas, muebles, etc. Un 24% tiene una vida útil entre 2 y 15 años (utilizados para electrodomésticos, piezas de automóvil, mangueras, juguetes, etc.). El resto, el 12%, es usado en aplicaciones de corta duración, como por ejemplo:

botellas, películas de embalaje, etc., y tienen un vida útil entre 0 y 2 años.

1.1.4. Estudio de la Industria y del producto

La clase de Industria se tipifica como de procesamiento en el área de plásticos. Dentro de ésta se fabricarán productos plásticos y su impacto es considerado de mediano a alto.

El producto elaborado es la resina de PVC cuya materia prima son materiales químicos, dirigida especialmente a las Industrias elaboradoras de productos de PVC. El mercado principal se encuentra en la industria plástica productos de PVC (2).

1.4. Análisis FODA del mercado de la industria de resinas de PVC en el Ecuador

1.2.1. Fortalezas

- Gran versatilidad de productos
- Costos menores de logística y planificación.
- Conjunción con toda industria plástica.
- Datos de los mercados consistentes y asequibles.
- No existe competencia visible

- Inexistencia variaciones en los diseños de los sistemas de producción estándar.
- Baja carga administrativa gerencial y de recursos.

1.2.2. Oportunidades

- Incursión favorable en mercados de afuera
- Gran diversificación de productos y resinas.
- Constante ampliación del mercado
- Mercado establecido
- Tratado de Libre Comercio
- Nicho consolidado.

1.2.3. Debilidades

- Requiere mano de obra especializada.
- Costos de producción asequibles.
- Industria con sistemas de producción favorables.
- Competencia con mercado extranjero de importación.

1.2.4. Amenazas

- Inestabilidad de la política gubernamental
- Difícil incursión en el mercado
- Variabilidad de políticas arancelarias.

1.4. **Análisis Técnico y Logístico del Mercado**

Existen industrias recicladoras de PVC que transforman los desechos de los procesos industriales y en algunos casos de los desechos urbanos. Dentro del país no existen industrias que fabriquen resina de PVC (3). Estas la generan reciclada en forma de pellets o scrap granulado, limitando a los productores en la calidad del producto.

Los principales productos que se fabrican en general son artículos para uso domestico, envases, fundas y materiales de embalaje, útiles escolares, calzado, juguetes, prendas de vestir y textiles, suministros para la construcción y la industria (4).

1.3.1. Localización del mercado

Las industrias de productos plásticos se ubican generalmente en Guayas y Pichincha (4). Todos esto se puede observar en al Tabla 1.1. y en el Grafico 1.1. de su distribución porcentual.

Así mismo, se debe destacar la rivalidad existente entre las empresas manufactureras de plástico del país, presentándose dos grupos fuertes (12); uno en la sierra y otro en la costa. En el primero se destacan empresas como

EMPAQPLAST S.A., FLEXIPLAST S.A., FUPEL y RHENANIA S.A. En el segundo sobresalen empresas como PICA S.A., TERMOPLASTIC, PLASTIGAMA, CONAPLAS S.A., MILANTOP S.A., PLASTIEMPAQUES S.A. y LATIEMBASES S.A. Adicionalmente en otros sectores se encuentran ubicadas diferentes empresas, como el caso de LA FABRIL y ALES en Manta y PLÁSTICOS RIVAL en Cuenca.

TABLA 1.1

DISTRIBUCIÓN POR NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE LA INDUSTRIA PLASTICA POR PROVINCIAS, AÑO 2004

PROVINCIA	No
Guayas	135
Azuay	13
Otras	9
El Oro	13
Manabí	8
Pichincha	93
TOTAL	**271**

GRAFICO 1.1.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA INDUSTRIA PLASTICA

POR PROVINCIAS, AÑO 2004

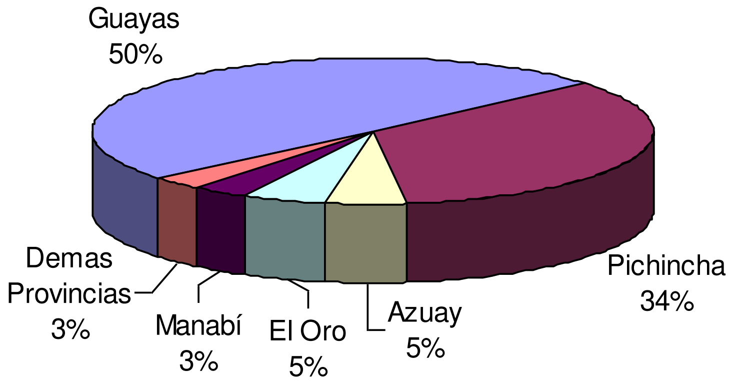


TABLA 1.2.

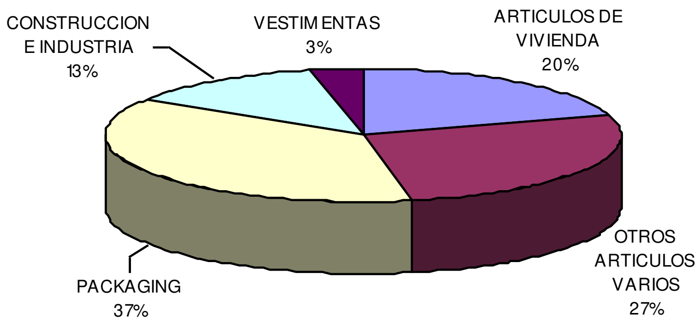
NÚMERO DE INDUSTRIAS PLASTICAS EN EL PAIS

SEGÚN EL SECTOR PLÁSTICO, AÑO 2004

	TOTAL
ARTICULOS DE VIVIENDA	54
OTROS ARTICULOS VARIOS	73
PACKAGING	101
CONSTRUCCION E INDUSTRIA	34
VESTIMENTAS	9
TOTAL	271

GRAFICO 1.2.

DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE INDUSTRIAS PLASTICAS EN EL PAÍS SEGÚN EL TIPO DE SECTOR PLÁSTICO.



1.3.2. Aplicaciones

Las aplicaciones que tiene el PVC son variadas, en la tabla 1.4. se colocan de acuerdo a sus niveles de producción y de consumo más usuales los diferentes sectores del mercado a los que acapara la resina de PVC (4).

Nos damos cuenta que en al área de la construcción, ya sean éstas obras civiles, industriales y sociales, los productos de PVC son los mas comercializados y fabricados, seguido de los sectores de packaging (embalajes y envolturas) y del sector de la vivienda.

TABLA 1.3.

APLICACIONES INDUSTRIALES DEL PVC

SECTOR	APLICACIÓN	PORCENTAJE DESTINO	VIDA ESTIMADA (AÑOS)
CONSTRUCCION	Botas, ropa de seguridad, ropa impermeable, guantes. Accesorios, molduras, asilantes de cables. Tuberias de agua potable, ventilacion, desagues, acometidas electricas, trasnporte liviano, Ventanas, puertas, persianas, marcos, perfiles, zócalos, pisos, paredes, láminas para impermeabilización (techos, suelos)	50%	15 - 100
PACKAGING	Botellas para agua y jugos, frascos y conservas (alimentos, fármacos, cosmética, limpieza, etc.). Láminas o films (golosinas, alimentos)	8%	0 - 2
VIVIENDA	Paneles para paredes, tapiceria. Piezas para muebles (manijas, rieles, burletes, etc.); placas divisorias. Muebles de jardín, reposeras, mesas	5%	10 - 70
ELECTRONICA	Partes de artefactos eléctricos, cajas de distribución, enchufes, carcazas y partes de computadoras. Aislantes de cables	9%	15 - 70
MEDICINA	Tubos y bolsas para sangre y diálisis, catéteres, válvulas, delantales, botas. Blisters	4%	0 - 2
VESTIMENTA	Calzado, zapatillas, ropa impermeable, guantes, bolsos, valijas, carteras.	2%	0 - 5
AUTOMOTRIZ	Tapicería, paneles para tablero, apoyabrazos, protección anticorrosiva y antivibratoria, etc.	21%	2 - 15
VARIOS	Tarjetas de crédito, artículos de librería. Juguetes. Mangueras, art. de riego, etc.	1%	0 - 5

Su principal uso está orientado hacia la industria de la construcción mediante la producción de tubería, en donde sobresalen dos empresas que manejan el 80% del mercado, estas son PLASTIGAMA S.A. y PLÁSTICOS RIVAL cuya producción está enfocan a la manufactura de tuberías plásticas para la construcción de diferentes tipos de obras (12), con participaciones del mercado nacional cercanas al 42% y 38% respectivamente, dejando el 20% restante para que sea atendido por otras diez empresas, cada una con participaciones menores (12).

1.3.3. El procesamiento del PVC

Los tipos de PVC industrialmente, se fabrican por tres tipos de polimerización (5), estos son:

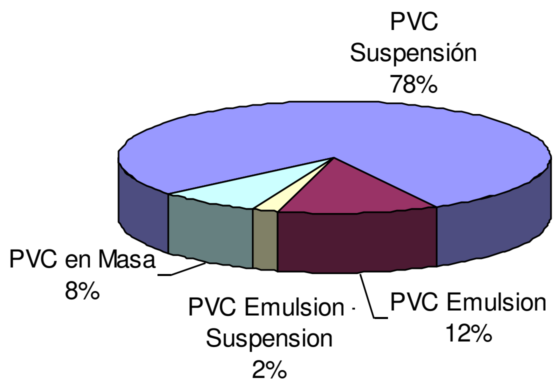
- Polimerización por suspensión
- Polimerización por emulsión
- Polimerización en masa

Los cuales se distribuyen según se muestra el gráfico 1.4, esto se basa datos relacionados a los niveles internacionales de producción (12).

El proceso de polimerización por suspensión lleva ventaja en el mercado internacional, debido a su versatilidad, reducción de costos de producción y principalmente por que sus productos que son de mayor interés para el área de la construcción, packaging y demás sectores de la industria manufacturera.

GRAFICO 1.3.

TIPOS DE PROCESAMIENTO DEL CLORURO DE VINILO



1.3.4. Materias primas

En vista del alcance de este estudio, nuestro propósito principal es el estudio factible de la planta de polimerización de PVC que se obtiene directamente de la reacción del cloruro de vinilo con otros químicos.

Las materias primas requeridas principalmente para la polimerización del Cloruro de Vinilo son (5):

- Cloruro de Vinilo

- Agua desmineralizada
- Agentes de suspensión primarios y secundarios
- Peróxido de Benzoilo, Lauroil o Decanoil.
- Tricloroetileno

1.3.5. Tipos y diseños de la resina obtenida

La resina de PVC obtenida por suspensión tiene características particulares y aplicaciones a específicas, a diferencia de la obtenida por emulsión o por masa. La viscosidad obtenida en el proceso de polimerización determina su distribución molecular en número y peso, su densidad aparente, el tamaño de grano en malla estándar y, su aplicación posterior; con esto se transforman al menos hasta 15 tipos de resinas.

La viscosidad y su distribución molecular quedan determinadas por su valor K (ver Cap. 2.1), que fluctúa entre valores de 55 y 78, su densidad aparente fluctúa entre valores de 0.3 y 0.8 Kg/lt, su tamaño de grano debe superar la malla de 200 micras.

TABLA 1.4.

TIPOS DE PVC POR SUSPENSIÓN ACORDE CON SU PRODUCTO DE APLICACIÓN

	TIPO DE RESINA						
Productos Terminados	**K 56 - 58**	**K 60 - 62**	**K 62 - 64**	**K 65 - 67**	**K 66 - 68**	**K 71 - 72**	**K 76 - 77**
Cables eléctricos						X	X
Cintas de casette	X	X				X	X
Cueros sintéticos			X				
Envases	X						
Geomembranas					X	X	X
Laminados	X	X					
Mangueras					X	X	X
Películas - films	X	X			X		
Perfiles				X	X		
Piezas inyectadas	X	X					
Pisos	X	X			X		
Recubrimiento de telas					X	X	X
Sellos para tapas			X		X	X	X
Suelas					X	X	X
Tejas		X					
Tubería				X	X		
	38%	38%	13%	13%	**56%**	44%	44%

En la Tabla 1.4. se muestran los principales productos de la polimerización conforme con su aplicación directa para la elaboración del producto determinado (20).

1.5. **Análisis Operacional del Mercado**

1.4.1 Proveedores

Dada la naturaleza de nuestro producto encontramos que el componente de mayor proporción es el agua desmineralizada y así mismo es el Cloruro de Vinilo, siendo para este último un gran problema por que no existen productores ni proveedores nacionales. Estos se encuentran en países como USA, Brasil, Corea, México, Argentina y España (12).

TABLA 1.5.

DISTRIBUIDORES NACIONALES DE PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES Y RESINAS TERMOPLÁSTICAS

NOMBRE	ACTIVIDAD COMERCIAL	GIRO
PROQUIMSA	Venta de Productos Quimicos Industriales	DISTRIBUCION
PROVEQUIM	Venta de Productos Quimicos Industriales	DISTRIBUCION
MERCK	Venta de Productos Quimicos Farmacéuticos y de Laboratorios	DISTRIBUCION
ACICURA	Venta de Dispersantes y Agentes Químicos	DISTRIBUCION

Existen escasos distribuidores de químicos industriales en el País, que describimos en la Tabla 1.5. con el carácter de importador mantienen sus oficinas en Guayaquil y en Quito principalmente. Seleccionamos y buscamos a nuestros importadores por las mayores cercanías a nuestro país, en este caso distinguimos entre Colombia, Chile y Argentina (13).

1.4.2 Distribuidores

Las empresas plásticas ecuatorianas se contactan con los proveedores internacionales de materia prima en forma directa o a través de los representantes de los mismos, esto debido a los volúmenes de producción y a sus estructuras de compras, pues además de reducir el costo de adquisición, maximizan el tiempo de respuesta al eliminar un intermediario en la cadena.

Dentro de los agentes más destacados en la distribución de materias primas en el Ecuador están las empresas que se relacionan en la TABLA 1.6. Entre ellas se pueden destacar entidades como SUQUIN, IQA del Ecuador y CORAMER entre otras (12).

1.4.3 Competencia

Los principales competidores internacionales que comercializan resina de PVC, se encuentran ubicados en países como Colombia, USA, Venezuela, México, Corea y Brasil.

TABLA 1.6.

PRINCIPALES REPRESENTANTES Y DISTRIBUIDORES DE RESINAS DE PVC EN EL PAÍS, AÑO 2004

Empresa	Pais de representación	Operación	Tipo de representacion
CORAMER	Venezuela	Intermediario en la importacion	De las plantas petroquimicas venezolanas
QUIMANDY S.A.	Colombia y España	Venta directa e intermediario en la importacion	Petroquimica y Repsol YPF
MAQHENSA	USA	Venta directa e intermediario en la importacion	Geon Company y Montel
NUTEC REP.	Belgica, Venezuela, Brasil y Corea	Venta directa e intermediario en la importacion	Grupo OPP, Cabot plastic, Maruveni, Dongbu, Plasticos Zulia y Hyundai Carboquimica
SUMIPET	Brasil, Mexico, Argentina y Corea	Distribuidores de materiales con venta directa	Basel, Primex, Multicel USA

En la Tabla 1.7. mostramos los principales proveedores internacionales de resina de PVC por suspensión, que llegan al país (13).

Por ello, se genera una gran ventaja si se tiene presente que muchas compañías del sector trabajan con el esquema de ordenes de pedido, para reducir los costos de inventario y financieros que se causan por el almacenamiento de grandes volúmenes de materia prima (12).

TABLA 1.7.

PROVEEDORES INTERNACIONALES DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE RESINAS DE PVC

NOMBRE	PRODUCTO	ACTIVIDAD COMERCIAL	GIRO	PAIS
HUNIBOR S.A.	Quimicos Industriales varios	Importador, Representante o Distribuidor de Productos Petroquimicos	DISTRIBUCION	COLOMBIA
PETCO	Quimicos para PVC	Importador, Representante o Distribuidor de Productos Petroquimicos	PRODUCCION	COLOMBIA
OCCIDENTAL CHEMICAL S.A. I.	Acido Clorhidrico, Cloro	Venta de Productos Quimicos Industriales	PRODUCCION	CHILE
PETROX S.A.	Etileno	Venta de Productos Quimicos Industriales	PRODUCCION	CHILE
LABORATORIOS RAUDO	Acido Clorhidrico	Venta de Productos Quimicos Industriales	PRODUCCION	ARGENTINA
YTRIO S.R.L.	Acido Clorhidrico	Venta de Productos Quimicos Industriales	DISTRIBUCION	ARGENTINA

Así mismo las grandes empresas utilizan a los distribuidores de manera ocasional, cuando por diferentes motivos sus pedidos no les llegan a tiempo o cuando surgen requerimientos de insumos inesperados, que no pueden ser solucionados mediante préstamos de materia prima que suelen darse al interior de las empresas.

TABLA 1.8.

PRINCIPALES INDUSTRIAS INTERNACIONALES DE LAS CUALES SE IMPORTA RESINA DE PVC

PAIS	NOMBRE INDUSTRIA
COLOMBIA	PETCO
VENEZUELA	VINILEN
MÉXICO	PRIMEX
MEXICO	VINYCEL
COREA	HANWHA
USA	BORDEN
USA	LG
USA	GEON
BRASIL	BRASKEM

1.4.4 Demanda

El mercado de referencia para estimar la demanda se basa en el de las importaciones nacionales. A continuación en la Tabla 1.11., mostramos la competencia histórica de los últimos 14 años, que tiene la demanda del PVC con respecto a las otras resinas termoplásticas.

En el Gráfico 1.6., se muestra la demanda acumulada de las resinas y su evolución histórica, evidenciándose una fuerte caída en los inicios de los años 90, pero se han recuperado paulatinamente hasta los actuales momentos.

TABLA 1.9.

DEMANDA HISTÓRICA DE LAS IMPORTACIONES DE LAS RESINAS TERMOPLÁSTICAS EN EL ECUADOR DESDE 1990 HASTA 2004, TM

Años / Resinas	1990	1991	1992	1993	1994
PVC Suspensión	19233,5	17054,3	14599,2	12796,5	18961,2
Polietilenos LD	59275,4	41555,9	29413,4	10923,7	12698,1
Polipropileno	8453,0	8454,7	11046,5	13638,3	16230,2
Polietilenos HD	46768,3	32787,6	24689,0	24561,2	22566,9
PET	134,6	135,8	1435,3	2734,8	4034,3
Poliestirenos	2185,0	2185,2	2532,3	2879,4	3226,4
PVC Emulsión	9170,9	6171,4	3561,7	702,2	854,6
TOTAL	**228333,5**	**160076,7**	**113302,8**	**42079,0**	**48914,1**

Años / Resinas	1995	1996	1997	1998	1999
PVC Suspensión	24789,5	29984,7	35148,0	36789,5	38976,5
Polietilenos LD	15897,1	18845,6	20152,3	20678,3	21498,4
Polipropileno	18822,0	21413,8	24005,7	26597,5	29189,3
Polietilenos HD	12542,8	14869,2	15900,1	16315,2	16962,2
PET	5333,8	6633,2	7932,7	9232,2	10531,7
Poliestirenos	3573,5	3920,6	4267,6	4614,7	4961,8
PVC Emulsión	984,5	1135,8	1232,2	1321,5	1444,0
TOTAL	**61236,9**	**72594,8**	**77628,1**	**79654,5**	**82813,6**

Resinas \ Años	2000	2001	2002	2003	2004
PVC Suspensión	40896,5	43687,6	44975,3	47028,9	47188,9
Polietilenos LD	22779,5	30089,1	43781,5	47008,1	47152,8
Polipropileno	31781,1	34373,0	36964,8	39556,6	44738,6
Polietilenos HD	17973,0	23740,3	34543,6	37089,4	37203,6
PET	11831,1	13130,6	14430,1	15729,6	18327,3
Poliestirenos	5308,9	5655,9	6003,0	6350,1	7044,0
PVC Emulsión	1566,5	1542,6	1403,6	1431,8	1445,8
TOTAL	**87748,5**	**115905,6**	**168649,8**	**181079,0**	**203100,9**

GRAFICO 1.4.

DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA DE LAS IMPORTACIONES DE LAS RESINAS TERMOPLÁSTICAS EN EL ECUADOR DESDE 1990 HASTA 2004, TM

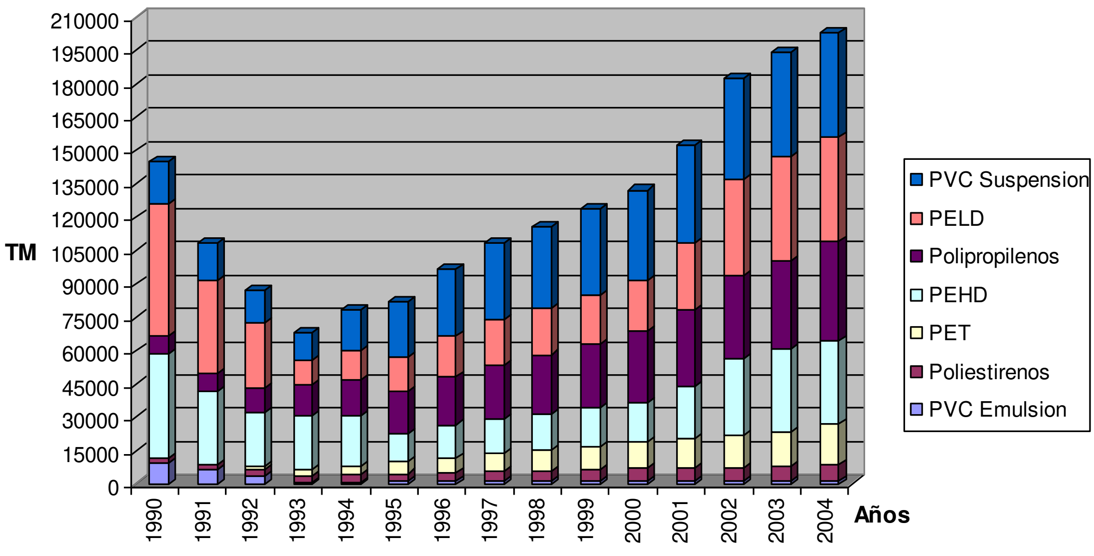
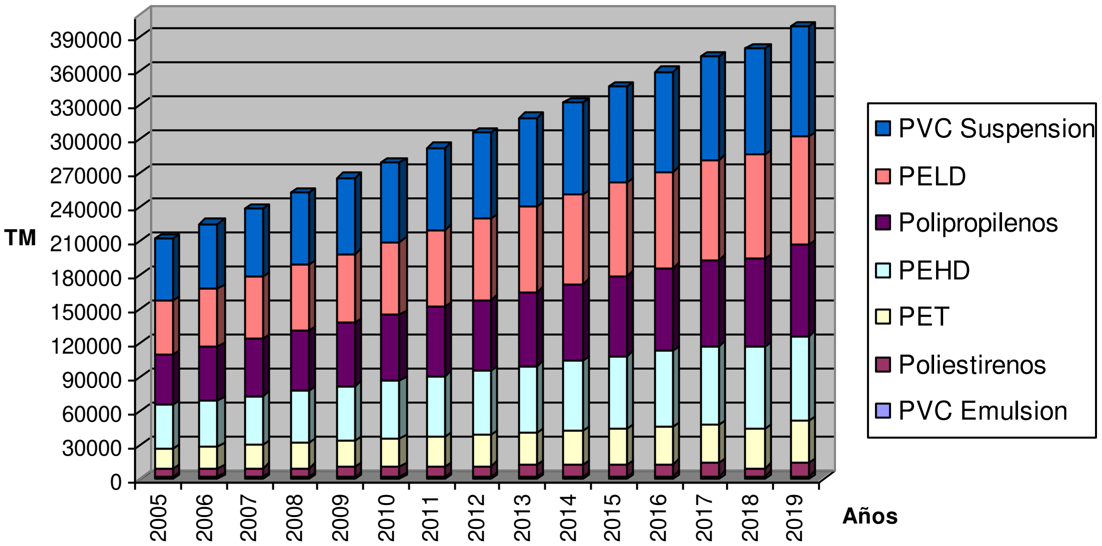


GRAFICO 1.5.

DISTRIBUCIÓN PROYECTADA DE LAS IMPORTACIONES DE LAS RESINAS TERMOPLÁSTICAS EN EL ECUADOR DESDE 2005 HASTA 2019, TM



En el Gráfico 1.8., se muestra la proyección acumulada de la demanda de las resinas termoplásticas, verificándose un crecimiento lineal de la demanda de todas las resinas. Todas crecen de manera lineal ya que al menos 10 años antes del 2004 las curvas se desarrollaban con esta tendencia.

Se concluye que la resina de PVC perderá en el futuro, después de 15 años, la titularidad de la mayor resina demandada, siendo desplazada por el PELD. Luego de muchos años más el Polipropileno y el PEHD tendrán similares competitividad con el PVC y el PELD.

1.4.5 Oferta

La oferta se concentra en el mercado internacional, en vista de la falta de industrias productoras de resina virgen.

En la Tabla 1.13., y en el Grafico 1.9., mostramos los principales países ofertantes de resinas vírgenes y el potencial de importación a nuestro país, siendo los mayores proveedores USA (34%), Colombia (26%), Korea (14%), Brasil (7%) y Chile (6%) (12).

De la resina de PVC en suspensión, los principales países ofertantes y su potencial de importación a nuestro país, se muestran en la Tabla 1.14., y en el Gráfico 1.10., siendo los mayores proveedores Colombia (74%), Venezuela (14%), México (5%) y Corea (4%).

TABLA 1.10. - GRAFICO 1.6.

PRINCIPALES PAÍSES PROVEEDORES DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS EN EL ECUADOR, AÑO 2004, TM

USA	76533,79
COLOMBIA	57664,25
KOREA	30668,30
BRASIL	15851,11
CHILE	13420,95
ARGENTINA	8938,70
VENEZUELA	8231,98
MEXICO	2636,66
ESPAÑA	1892,66
TAIWAN	1423,80
PERU	40,00
ALEMANIA	4,34
OTROS	4426,15
TOTAL	203100,95

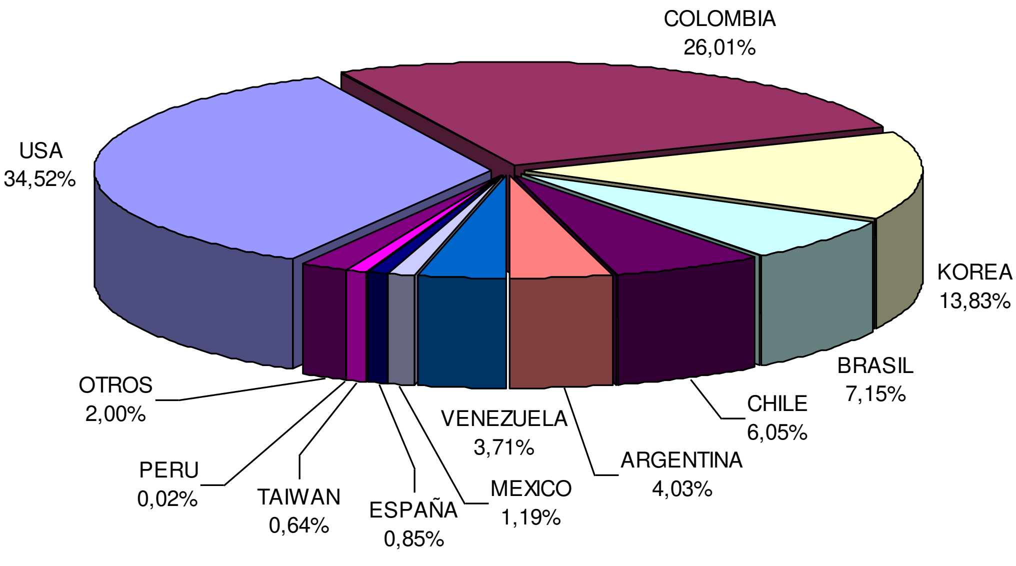
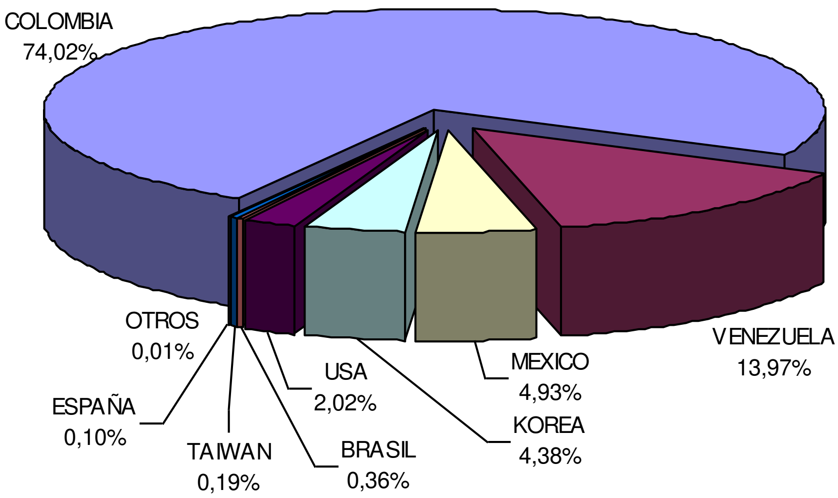


TABLA 1.11. - GRAFICO 1.7.

PRINCIPALES PAÍSES PROVEEDORES DE RESINA DE PVC EN EL ECUADOR, AÑO 2004, TM

COLOMBIA	34931,19
VENEZUELA	6592,84
MEXICO	2326,66
KOREA	2068,00
USA	951,97
BRASIL	170,86
TAIWAN	91,50
ESPAÑA	46,50
ALEMANIA	4,34
OTROS	5,00
TOTAL	47188,9



Los costos que los países proveedores ofrecen por la resina de PVC en suspensión se muestran en la Tabla 1.15., este valor fue calculado como la razón entre el valor en dólares de venta nacional de cada país, contra la producción total de los mismos.

TABLA 1.12.

COSTOS UNITARIOS DE LA RESINA DE PVC POR EL PAÍS DE PROCEDENCIA, AÑO 2004, TM

ALEMANIA	2,433
USA	0,973
KOREA	0,961
TAIWAN	0,960
ESPAÑA	0,953
VENEZUELA	0,950
COLOMBIA	0,921
MEXICO	0,898
BRASIL	0,862

1.4.6 Exportaciones

En vista de que no existen industrias procesadoras de resina de PVC o de algún otro material polimérico, no existen estándares de mercado exportador para el Ecuador, siendo otro limitante. En virtud de esto tomaremos en referencia al mercado de productos terminados en Plástico y su incursión en le mercado exportador.

Además cabe anotar que la operación exportadora ecuatoriana de productos plásticos, según los estudios previos hechos por empresas de telemercadeo en Colombia, es limitada con relación al tamaño del mercado (12).

1.5. Tamaño de la Planta

Nuestra planta se encargará de captar el déficit de producción existente en el país (2). Este déficit en sí es toda la demanda producida por las importaciones de la resina al país. Esta cifra para el año 2005 se estima en 57651.2 TON, al mes deberían producirse 4804.9 TON y al día se producirían 120 m^3 de resina en polvo de PVC.

En vista de que la planta es demasiado grande para ser lanzada con tan alta capacidad de almacenamiento y por ende, un altísimo costo de producción por inversión en costos fijos y costos indirectos, en la Tabla 1.16., se muestran los posibles porcentajes de acaparamiento del mercado y por ende su tamaño de planta estimado.

TABLA 1.13.

TAMAÑOS DE PLANTA ESTIMADOS POR PORCENTAJES DE ACAPARAMIENTO DE MERCADO

	Año	**Mes**	**Al dia**		
DEMANDA	**TM**			**Kg**	**m3**
25%	14414,7	1201,2	40,0	40040,9	30,05
50%	28829,4	2402,5	80,1	80081,8	60,10
75%	43244,2	3603,7	120,1	120122,7	90,15
100%	57658,9	4804,9	160,2	160163,6	120,20

Se tomara como tamaño de nuestra planta hasta el momento una producción para 1200 TON por mes, lo que serían 40 TON o bien 30 m^3 por día de resina obtenida por suspensión en PVC.

CAPÍTULO 2

2. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

1.5. Selección de la localización de la Planta

Ahora escogeremos el sitio que reúna las condiciones más favorables, a criterio del proyectista o inversionista, para el funcionamiento del proyecto. Para el presente estudio utilizamos un método de factores ponderados para localizar industrias, basándose en datos reales obtenidos del estudio de mercado y en hipótesis sostenibles.

2.1.1. Estudio de Macro localización

El primer paso es seleccionar las ciudades donde se localizará nuestra planta (21). Escogeremos criterios en base a la prevención y consumo del producto, criterios cuantitativos y cualitativos de las instalaciones, las normas y regulaciones, la transportación, etc., que nos permitan precisar donde debe localizarse nuestra fábrica.

Para poder comenzar nuestro estudio de localización, tomamos al entorno geográfico del Ecuador por provincias. Dentro de las 22 provincias que conforman las cuatro regiones del país, seleccionamos aquellas que cumplan con dos requisitos que consideramos de suma importancia, basándonos en la ubicación estratégica cercana al mercado consumidor y mercado de proveedor (21); estas son:

1. Ciudades con mayor demanda
2. Ciudades portuarias.

La planta debe estar cerca de nuestro mercado consumidor, donde esté la mayor demanda de resina de PVC, El mercado se concentran en su mayoría en las provincias de Guayas y Pichincha, específicamente en Guayaquil y Quito, pero un gran competidor de PLASTIGAMA en Guayaquil, es PLÁSTICOS RIVAL en Cuenca (5).

Así mismo una planta cerca de nuestro mercado proveedor, donde la transportación de la materia prima, químicos e insumos no sea un factor negativo, es la segunda opción para macro localizar la planta. Nuestra materia prima principal es importada, entonces escogemos a los principales puertos del país que son Guayaquil, Esmeraldas, Pto. Bolívar y Manta.

Luego de seleccionar nuestros posibles sitios de localización, trataremos el alcance de los factores que nos permitirán seleccionar numéricamente por sus costos, que ciudad es la alternativa más idónea para ubicar nuestra planta (21).

Detallaremos a continuación que factores principales hemos considerado para nuestro estudio, dándose posteriormente una explicación del mismo:

1. Costos de trasporte.
2. Costo de los Servicios Básicos
3. Costo de Mano de Obra

A diferencia de los primarios se los trata en segunda instancia, ya que no manejan costos directamente y tienen que ver con valores subjetivos de localización (25). Citamos los siguientes

1. Restricciones legales y municipales
2. Disponibilidad de los Servicios Básicos
3. Cercanía a los Puertos
4. Vías de acceso a la Planta

TABLA 2.1.

CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES PONDERADOS PARA LA MACRO LOCALIZACIÓN

		Asignacion	% Total
1	Restricciones legales y municipales	30	30
2	prima	20	
3	Costo de los servicios básicos	14	50
4	terminado	8	
5	Costo de la mano de obra	8	
6	básicos	7	
7	Disponibilidad de la mano de obra	6	20
8	Cercanía a los puertos	4	
9	Vías de acceso a la planta	3	
		100	100

Todos los factores citados anteriormente mantienen un grado de importancia dentro de la selección de la ciudad de localización. Para la ponderación todos estos sumarán un 100%, tomando en cuenta que tratándose de una fabrica que procesa productos petroquímicos, las restricciones legales, ambientales y municipales para cada ciudad son muy importantes, por lo que le hemos dado el carácter de factor especial a éstas. Las ponderaciones respectivas las hemos asignado en la Tabla 2.1., que se muestra a continuación:

Estas ponderaciones fueron tomadas en base a las expectativas de la futura planta, o sea a un estudio técnico de costos, tomando suposiciones transitorias y evaluando decisiones tomadas por la experiencia del proyectista. Todas estas serán demostradas paulatinamente en el desarrollo de factibilidad de la tesis.

TABLA 2.2.

CALCULO DE LOS FACTORES PARA LA MACRO LOCALIZACIÓN

Factores / **Ciudades**	Menores Restricciones legales y municipales	Bajo Costo del transporte de la materia prima	Bajo Costo de los servicios básicos	Bajo Costo del transporte del producto terminado	Bajo Costo de la mano de obra
% Max Total	**30**	**20**	**14**	**8**	**8**
Guayaquil	4	18	10	7	3
Quito	2	14	9	4	4
Cuenca	6	10	11	4	6
Esmeraldas	12	4	7	2	7
Pto Bolivar	13	6	7	2	8
Manta	8	16	7	6	6

Factores / Ciudades	Disponibilidad de los servicios básicos	Disponibilidad de la mano de obra	Cercanía a los puertos	Vías de acceso a la planta	SUMA TOTAL
% Max Total	**7**	**6**	**4**	**3**	**100%**
Guayaquil	7	6	4	3	**62%**
Quito	7	6	1	3	**50%**
Cuenca	6	5	1	3	**52%**
Esmeraldas	4	4	4	2	**46%**
Pto Bolivar	3	4	4	1	**48%**
Manta	5	4	4	2	**58%**

Conociendo los máximos valores que puede alcanzar cada factor, daremos una puntuación sobre ese total cada una de las ciudades involucradas citando que son estimaciones muy cercanas a la realidad que previamente partieron de hipótesis (25).

2.1.2. Estudio de Micro localización

En la siguiente etapa de nuestro proyecto, la ciudad de Guayaquil presenta varios sectores industriales que han sido descritos por el Municipio.

Así mismo éste restringe la micro localización de las industrias por factores de peligrosidad y de impacto ambiental. Esto es muy importante debido a los efectos que podría generar la instalación de la Planta que estudiamos.

Nuestra industria según el manual de Catastros y Usos de los Suelos denomina a nuestra planta como: Industria de fabricación de sustancias químicas industriales básicas, resinas sintéticas y/o materias plásticas, con el código (351), que queda inmersa en la subclasificación de Industria de Alto Impacto.

En base al grado de impacto de nuestra industria, que en nuestra conclusión anterior fue “Alto Impacto” (8), la M.I. Municipalidad dispone de terrenos localizados en lo siguientes sectores industriales:

- Vía Daule desde el Km 10 ½ hasta el Km 14
- Vía Daule desde el Km 14 ½ hasta Pascuales

Todas estas zonas se muestran y remarcan con color magenta en los Planos 1 y 2 de la sección de Planos, al final de la Tesis.

Luego de que el Municipio nos brinda las zonas donde podemos ubicar nuestra planta, detallaremos a continuación que factores generales hemos considerado para nuestro análisis:

1. Costo de la Infraestructura y Cimentaciones
2. Costo de las Instalaciones de los Servicios Básicos
3. Condiciones de contaminación ambiental
4. Condiciones de propiedad y adjudicación de los terrenos
5. Existencia y condiciones de las vías de acceso
6. Condiciones del terreno
7. Condiciones climáticas y de vientos
8. Condiciones vecinales

Los factores descritos anteriormente también se pueden trabajar cualitativamente, dándoles un ponderación que dependa de las condiciones y características del proyecta, así también como de la visión del proyectista.

Para nuestro análisis de micro localización simplemente citaremos una medición acorde a las necesidades del proyecto, que la verificamos en la Tabla 2.3.

TABLA 2.3.

CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES PONDERADOS PARA LA MICRO LOCALIZACIÓN

		Asignacion
1	Costo de la Infraestructura y Cimentaciones	25
2	Costo de las Instalaciones de los Servicios Básicos	18
3	Condiciones de contaminacion ambiental	16
4	Condiciones de propiedad y adjudicación de los terrenos	13
5	Condiciones del terreno	10
6	Existencia y condiciones de las vías de acceso	8
7	Condiciones climaticas y de vientos	6
8	Condiciones vecinales	4
		100%

Todos estos resultados son mas factibles cuando existe una diversidad de zonas industriales donde se podría asentar la planta, además todos estos factores son importantes a la hora de un análisis cualitativo en diferentes sectores que a la vez tengan diferentes condiciones, pero si observamos las zonas que nos proporcionó el Municipio, todas son aledañas, se someten a similares condiciones climáticas, de suelo, de legalidad de terrenos, de condiciones de acceso, de costos de uso de agua potable, energía eléctrica y teléfono, por encontrase contiguos en el mismo sector.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LAS REGULACIONES NACIONALES

3.1. Las regulaciones y limitantes en general

Teniendo la certeza de la ubicación de nuestra planta en los sectores industriales de la Vía Daule entre los Km 10 ½ hasta los predios de Pascuales en la ciudad de Guayaquil, procedemos con la normalización y el análisis de las diferentes regulaciones y restricciones que deben ser ejecutoriadas para el lanzamiento de la misma.

En nuestro análisis hemos clasificado a estas regulaciones y restricciones por el entorno geográfico de competencia, de la siguiente manera:

1. Regulaciones Nacionales
2. Regulaciones y Ordenanzas Municipales

3. Regulaciones de los Gremios y Asociaciones
4. Regulaciones Internacionales

Primeramente, dentro del análisis que realizaremos a las Regulaciones Nacionales. La Presidencia de la República del Ecuador, proporciona con fines investigativos y de proyectos, pautas y boletines para la concesión de Obras sustentables, en el campo del desarrollo de obras civiles, obras industriales, comerciales y otras de servicios que citaremos y analizaremos de la siguiente manera:

1. Texto Unificado de Legislación Ambiental (7).
2. Normas Técnicas Ecuatorianas para la gestión de Productos Químicos Peligrosos (22).
3. Consejo Nacional de Estupefacientes (9).

3.2. Análisis del Texto Unificado de Legislación Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental Nacional dicta una normativa jurídica ambiental y una estructura institucional con el fin de preservar el medio ambiente, fomentar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (7).

El análisis de la presente ley establecerá los principios y directrices para la política ambiental de la industria, determinará sus obligaciones, responsabilidades, niveles de participación en la gestión ambiental y señalará los límites permisibles, controles y sanciones respectivas.

La autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, en este caso el de la Ciudad de Guayaquil, y que dentro de éste compendio se puede tratar con más detalle en la sección 3.2.1.; que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

El libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental proporciona las pautas para el diseño de sistemas ecoeficientes y de gestión de efluentes sólidos, líquidos o gaseosos que puedan alterar los ecosistemas y la calidad del aire ambiental (7).

En su Título IV que se refiere como Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, especifica en su Art. 73. que el control de calidad de forma analítica y de los métodos de análisis empleados en la caracterización de las emisiones, descargas y vertidos, control de los procesos de tratamiento, monitoreo y vigilancia de la calidad del recurso, serán los indicados en las respectivas normas técnicas ecuatorianas o en su defecto estándares aceptados en el ámbito internacional, en este caso serán las normas técnicas INEN 2266 y 2288. Estos análisis se realizarán en laboratorios acreditados. Las entidades de control utilizarán, de tenerlos, sus laboratorios.

3.2.1. Operabilidad en cuanto al tratamiento de desechos Peligrosos

En su Art. 84. dispone que las organizaciones que recolecten o transporten desechos peligrosos o especiales (7), brinden tratamiento a las emisiones, descargas, vertidos o realicen la disposición final de desechos provenientes de terceros, deberán cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes de parte de la entidad ambiental de control.

El productor o generador de descargas, emisiones o vertidos, no queda exento de la presente disposición, y deberá responder conjunta y solidariamente con las organizaciones que efectúen para él las acciones referidas en este artículo. La responsabilidad es solidaria e irrenunciable. También afecta a terceros que operen o dispongan de estos productos.

Así mismo están obligados a dar aviso inmediato a la entidad encargada de la operación de la planta y a la entidad ambiental de control, cuando con una descarga o emisión ocasional, incidental o accidental originada por causas de fuerza mayor o casos fortuitos puedan perjudicar a su operación.

Cuando en el ambiente se produzcan descargas, vertidos o emisiones accidentales o incidentales, inclusive aquellas de fuerza mayor o caso fortuito, la entidad ambiental de control exigirá que el regulado causante realice las acciones pertinentes para controlar, remediar y compensar a los afectados por los daños que tales situaciones hayan ocasionado y evaluará el funcionamiento del Plan de Contingencias aprobado.

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades. Todo se encuentra dispuesto en su Art. 92.

El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo. El permiso de descarga, emisiones y vertidos tendrá una vigencia de 2 años. Serán otorgados por la Autoridad Ambiental Nacional, o la institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental en su respectivo ámbito de competencias sectoriales o por recurso natural, o la Municipalidad en cuya jurisdicción se genera la descarga, emisión o vertido.

Para la obtención del permiso seguirá el siguiente procedimiento:

a) Declarar o reportar sus descargas, emisiones y vertidos.
b) Obtener la aprobación de su Plan de Manejo Ambiental por parte de la entidad que emite el permiso.
c) Pagar la tasa bianual de descargas, emisiones y vertidos, a la municipalidad correspondiente.

d) Reportar el cumplimiento de las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental vigente, mediante la ejecución de Auditorias Ambientales de cumplimiento.

El Art. 160. del libro VI dispone que todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final (7), siendo su responsabilidad:

1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos.
2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.
3. Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores.
4. Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el Ministerio de Ambiente (MA) o por las autoridades seccíonales que tengan la delegación respectiva.

5. Inscribir su actividad y los desechos peligrosos que generan, ante la Sociedad de Transportistas de Productos Químicos Peligrosos (STPQP) o de las autoridades secciónales que tengan la delegación respectiva.
6. Llevar en forma obligatoria un registro del origen, características, cantidades producidas, y destino de los desechos peligrosos.
7. Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados.
8. Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.

Dentro de esta etapa de la gestión, en el Art. 163., los desechos peligrosos deberán ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente (7), siguiendo para el efecto las normas INEN o (22), en su defecto por el MA en aplicación de normas internacionales validadas para el país.

Los lugares para el almacenamiento temporal deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

1. Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos y cumplir todo lo establecido en las normas INEN.
2. El acceso a estos locales debe ser restringido únicamente para personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y contar con la identificación correspondiente a su ingreso.
3. Poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias.
4. Las instalaciones no deberán permitir el contacto con agua.
5. Señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad, en lugares y formas visibles.
6. Los desechos peligrosos incompatibles no deberán ser almacenados en forma conjunta en un mismo recipiente ni en una misma área.
7. El tiempo de almacenamiento va a estar en función de las características y tipo de desechos de acuerdo con la norma técnica correspondiente.

El Art. 177. estipula que los efluentes líquidos del tratamiento de desechos líquidos, sólidos y gaseosos peligrosos, deberán cumplir con lo estipulado en la Ley de Gestión Ambiental (7), Ley de Prevención y Control de la Contaminación, en sus respectivos reglamentos, en las ordenanzas pertinentes y otras normas que sobre este tema expida el MA. En el reciclaje de desechos peligrosos (Art. 178 y 179), la separación deberá realizarse en la fuente generadora o en la planta de tratamiento, excepto en los sitios exclusivos de disposición final. Quienes desarrollen como actividad el reciclaje de desechos peligrosos, deberán contar con la licencia ambiental correspondiente emitida por el MA o por las autoridades secciónales que tengan la delegación respectiva.

Las instalaciones de reciclaje dispondrán de todas las facilidades con la finalidad de que se garantice un manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos, dispondrán de la infraestructura técnica necesaria, y cumplirán con todas las normas y reglamentos ambientales, en relación, a los desechos que generen.

Siguiendo con los enunciados del libro VI, título V, Sección V (7), detalla que los métodos de disposición final permitidos son: relleno de seguridad o confinamiento controlado, inyección controlada en pozos profundos e incineración de acuerdo al tipo de desecho peligroso, sin embargo el Ministerio de Ambiente podrá autorizar otros métodos de acuerdo a lo que considere pertinente. Además en la operación del relleno de seguridad se minimizará el ingreso de líquidos, tanto procedentes de las aguas lluvias como de desechos que contengan líquidos libres con el fin minimizar la producción del percolado.

Los sitios de disposición final deberán contar con un sistema de monitoreo y control según el Art. 188., que contemplen principalmente las siguientes actividades:

1. Monitoreo de las aguas subterráneas cada 6 meses para verificar la presencia de lixiviados.
2. En el caso de existir lixiviados, deberán ser analizados, tratados y finalmente dispuestos de acuerdo a los reglamentos y normas ambientales vigentes.
3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con equipo de protección personal.

4. Las entidades o personas encargadas de la operación de los sitios de disposición final deberán realizar en forma rutinaria monitoreo de los efluentes del relleno.

Según el Art. 199., los sitios destinados exclusivamente a la disposición final de desechos peligrosos, deberán contar con un programa de monitoreo y vigilancia post-clausura durante 30 años, durante los cuales su uso será restringido, estos sitios deberán estar adecuadamente señalizados.

Será sancionado con multa de entre 1000 a 2000 salarios mínimos vitales generales (7), más la suspensión temporal de la licencia ambiental, la infracción a cualquiera de las disposiciones previstas en los Títulos III y IV de este reglamento (libro VI), salvo las relacionadas con el tráfico ilegal de desechos peligrosos y los delitos contra el ambiente tipificadas en el Código Penal.

Se sancionará con prisión de 3 a 5 años, además de la suspensión indefinida de la actividad, todo sujeto de control de este instrumento que, sin contar con la licencia o la autorización de la autoridad competente, haya provocado la lesión o muerte de personas. Igual sanción acarreará el tráfico ilegal de desechos peligrosos.

Las sanciones antes anotadas, se aplicarán sin perjuicio de la ejecución de las garantías a que haya lugar, las indemnizaciones por daños y perjuicios que pudiera ocasionar al ambiente o a personas naturales y jurídicas, ni del inicio de las acciones judiciales que sean procedentes en contra de los infractores. Todas estas sanciones e especifican como los artículos 222, 223 y 224 del libro VI de Legislación Ambiental.

3.2.2. La Operabilidad de la descarga de efluentes

La clasificación de los usos se los toma, primero, en base a los Criterios de calidad por usos se especifican para nuestro estudio, en el inciso tercero de este anexo como:

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para aguas subterráneas
3. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

Segundo, se los toma en base a los Criterios generales para la descarga de efluentes como:

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua dulce o receptor.

Especificaremos a continuación los criterios de las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional. Tales criterios los detallamos en la Tabla 3.1 (7).

Además, todos los proyectos que impliquen la implementación de procesos de alto riesgo ambiental, como: petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos, usinas nucleares, y cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial, o cuando involucre almacenamiento subterráneo, deberán contener un informe detallado de las características hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.

TABLA 3.1.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Contenidos Básicos			
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	μg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			**Ausencia**
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6 a 9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	$SO_4^{=}$	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural $_+$ o – 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5

Dentro de los criterios de calidad para las aguas de uso industrial, se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios, para nuestro estudio.

Para el uso industrial, se deberán observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnologías limpias que permitirán la reducción o eliminación de los residuos.

Se deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor (7).

Además se dispone que se prohíba toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. Se prohíbe también la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

Se dispone que a la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero.

El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al fondo del canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.

Por disposición transitoria de estas normas, se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado (7), cualquier sustancia que pudieran bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales de nuestra competencia, como son las resinas sintéticas, plásticos, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis, carburos que forman acetileno y sustancias comprobadamente tóxicas.

Ahora aplicaremos un criterio a aquellos entes que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua (7), deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero.

La Entidad Ambiental de Control decidirá la aplicación de uno de los siguientes criterios:

a) Se descargará en otro cuerpo de agua
b) Se exigirá tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5 del factor de contaminación de la Tabla 3.2.

TABLA 3.2.

FACTORES INDICATIVOS DE CONTAMINACIÓN

Factor de contaminación (Concentración presente/ valor de fondo)	**Grado de perturbación**	**Denominación**
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 – 3,0	1	Perturbación evidente.
3,0 – 10,0	2	Perturbación severa.
> 10,0	3	Perturbación muy severa

Para determinar el valor de fondo o de referencia, al menos 5 muestras deben ser tomadas, si se toman entre 5 a 20 muestras, el valor más alto o el segundo más alto deben ser seleccionados como valor de fondo; y el Municipio será la encargada de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción.

Por último se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

3.2.3. El control de la contaminación del suelo

Toda actividad productiva que genere desechos sólidos no peligrosos, deberá implementar una política de reciclaje o reuso de los desechos. Si el reciclaje o reuso no es viable (7), los desechos deberán ser dispuestos de manera ambientalmente aceptable. Las industrias y proveedores de servicios deben llevar un registro de los desechos generados, indicando volumen y sitio de disposición de los mismos.

Los desechos considerados peligrosos generados en las diversas actividades industriales, comerciales agrícolas o de servicio, deberán ser devueltos a sus proveedores, quienes se encargarán de efectuar la disposición final del desecho mediante métodos de eliminación establecidos en las normas técnicas ambientales y regulaciones expedidas para el efecto. Así mismo deben llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos, donde se incluirá las características del desecho, volumen, procedencia y disposición final del mismo.

La Entidad Ambiental de Control adoptará el siguiente criterio de evaluación: El regulado deberá establecer los valores de fondo o de referencia del parámetro de interés presente en el suelo (7). El regulado determinará la concentración presente o actual del parámetro bajo estudio en el área afectada. Así, se procede a comparar los resultados obtenidos de la concentración presente en el suelo contra los valores de fondo. Se considera en general que una concentración presente mayor tres veces que el valor de fondo para el suelo denota contaminación que requiere atención inmediata por parte de la Entidad Ambiental de Control. El procedimiento descrito será coordinado y supervisado por la entidad ambiental de control, se usará como referencia la TABLA 3.2. Para determinar el valor de fondo o de referencia, al menos 5 muestras deben ser tomadas, si se toman entre 5 a 20 muestras, el valor promedio debe ser seleccionado como valor de fondo.

Se prohíbe la descarga (7), infiltración o inyección en el suelo o en el subsuelo de efluentes tratados o no, que alteren la calidad del recurso. Los aceites minerales usados y los hidrocarburos de petróleo desechados serán considerados sustancias peligrosas.

Los envases vacíos de hidrocarburos de petróleo y sustancias peligrosas en general, no deberán ser dispuestos sobre la superficie del suelo o con la basura común. Los envases vacíos de plaguicidas, aceites usados y sustancias peligrosas serán considerados como residuos peligrosos y deberán ser eliminados mediante métodos establecidos en las Normas y Reglamentos expedidos para el efecto. Los productores o comercializadores están obligados a recibir los envases que obligatoriamente deberán devolver sus clientes.

Los causantes por acción u omisión de contaminación al recurso suelo, a causa de derrames, vertidos, fugas, almacenamiento o abandono de productos o desechos peligrosos, infecciosos o hidrocarburíferos, deberán proceder a la remediación de la zona afectada, considerando para el efecto los criterios de remediación de suelos contaminados que se encuentren en la norma.

Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, a más de las establecidas en la Norma Técnica Ambiental para el Manejo de Desechos Peligrosos (7), con las siguientes condiciones:

1. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
2. Estar ubicadas en zonas donde se minimicen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
3. Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos de los lixiviados. Los lixiviados deberán ser recogidos y tratados para volverlos inocuos. Por ningún motivo deberán ser vertidos o

descargados sobre el suelo sin previo tratamiento y aprobación de la entidad ambiental de control.

4. Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.
5. Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicos, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia.
6. Contar con sistemas para la prevención y respuesta a incendios.

Los criterios de calidad son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo (7).

TABLA 3.3.

CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

Sustancia / Parámetro	Unidades (Concentración en peso seco)	Suelo
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20

Los laboratorios que realicen los análisis de determinación de la calidad de un suelo o del grado de contaminación deberán tener implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar acreditados por alguna norma internacional de laboratorios para medio ambiente hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano acredite a los laboratorios en materia ambiental. Los criterios de calidad de un suelo se presentan en la Tabla 3.3., descrita a continuación:

3.2.4. Del control de la contaminantes del aire

Para efectos de este análisis en base a la norma de Legislación Ambiental (7), se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes:

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones (PM_{10}).
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 micrones ($PM_{2,5}$).
- Dióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno tales como el NO, NO_2, y los derivados del NO_2.
- Oxidantes Fotoquímicos (Ozonos).

TABLA 3.4.

CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES EN EL AIRE AMBIENTE PARA CONTAMINANTES COMUNES

Contaminante común	Limite máximo permisible del promedio de muestras recolectadas				
	En 1 hora		En un tiempo mayor		
	Cantidad	Unidades	Tiempo	Cantidad	Unidades
Partículas sedimentables	-		30 dias	1	mg/cm2 x 30d.
PM_{10}	50	µg/m3	1 año	150	µg/m3
$PM_{2,5}$	65	µg/m3	1 año	15	µg/m3
SO_2	350	µg/m3	1 año	80	µg/m3
NO_2	150	µg/m3	1 año	100	µg/m3
CO	40000	µg/m3	8 horas	10000	µg/m3
Ozonos	160	µg/m3	8 horas	120	µg/m3

La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente recaerá en la Entidad Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50). Para los contaminantes comunes del aire se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas, descritas en la Tabla 3.4.

Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes (7), serán aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos (CFR), y cuya descripción general se presentan a continuación en la Tabla 3.4.

3.3. Análisis de las Normas técnicas para la Gestión de productos Químicos Peligrosos

El Texto Unificado de Legislación Ambiental y la Presidencia de la República estipulan que para el manejo, transportación y demás materias afines relacionadas con los productos considerados peligrosos, deben verificarse y analizarse las dos normas técnicas ecuatorianas (INEN) (22), que se especifican a continuación:

1. Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-288:2000
2. Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000

3.3.1. Análisis de la Norma INEN para la Seguridad Industrial y Etiquetados de los Productos Químicos Peligrosos

Dentro del proceso industrial para la monomerización del Cloruro de Vinilo y luego su eventual polimerización, el manejo y seguridades dadas a los desechos peligrosos recibidos como materias primas con su posterior proceso, deben tratarse con el debido cuidado. Todo lo concerniente al siguiente análisis se encuentra descrito en la norma INEN 2-288:2000 (22).

Dentro de nuestro proceso industrial, aparte de manejarse la materia prima peligrosa, se desarrollaran compuestos químicos de grados similares en cuanto a peligrosidad dentro de las instalaciones, ya sea dentro y fuera de la misma. Igualmente los efluentes y emisiones continuas de estos productos son perjudiciales para todo el medio ambiente que lo rodea.

Es por esto que dentro de la competencia y análisis de esta norma se incluyen las declaraciones de precaución adecuadas en las etiquetas fijadas a los recipientes de productos químicos peligrosos. Entonces deben analizarse y tomarse en consideración las normas de Seguridad Industrial que se describen de manera general para cualquier producto peligroso.

Las instrucciones concernientes a las acciones involucradas con la declaratoria de incendios o fuego, en la manipulación y transporte de productos peligrosos se describen en la norma (22). Para nuestro posterior diseño del proceso verificaremos los requerimientos industriales y de equipamiento necesarios, los cuales detallamos a continuación:

- Para líquidos solubles en agua o diluibles, usar agua por manguera, polvo químico seco, CO_2 o espuma de alcohol.
- Para líquidos que no se mezclan con agua, usar chorro de agua, espuma, polvo químico seco o CO_2.
- Para sólidos donde el agua no es adecuada, sofocar con arena seca, caliza molida seca, o agentes de polvo químico seco especialmente dosificados para incendios de polvo metálico.
- Para gases inflamables, dejar arder al gas si el flujo no puede ser cerrado de inmediato. Aplicar agua desde una distancia segura para enfriar el recipiente y proteger el área vecina.

Las instrucciones concernientes a las acciones involucradas con la declaratoria de derrames o goteos, en la manipulación y transporte de productos peligrosos se describen en la norma (22). Para nuestro posterior diseño del proceso, al igual que en el caso de incendios, verificaremos solamente los requerimientos industriales y de equipamiento necesarios, los cuales detallamos a continuación:

- Para la mayoría de líquidos, remojar el (área de) derrame con agua (rociada).
- Para líquidos donde el agua puede cansar reacción, no usar agua, embeber con arena o tierra seca.
- Para materiales que generan vapores o emanaciones en contacto con el agua, remojar con abundante agua aplicada rápidamente o con ceniza de sodio o cal.

3.3.2. Análisis de la Norma INEN para el Transporte, almacenamiento y manejo de los Productos Químicos Peligrosos

La transportación y el almacenamiento de los productos peligrosos recibidos como materias primas y su posterior procesamiento (22), deben tratarse con cuidado. Todo lo concerniente al siguiente análisis se encuentra descrito en la norma INEN 2-266:2000.

Dentro de la competencia y análisis de esta norma se incluyen:

- La clasificación de los tipos de productos peligrosos.

- La clasificación de sus envases y embalajes.
- Los requerimientos de transportación y circulación.
- Los requisitos para la carga y descarga.
- Los requisitos de almacenamiento.
- Los requisitos de servicios para prevención y emergencias.
- Los requisitos de tratamiento y disposición final.
- La codificación de todos los productos peligrosos

Los productos químicos de uso peligroso que se trataran en nuestra planta se clasifican según la norma (22), en las siguientes clases:

Clase 2: Gases

Clase 3: Productos líquidos inflamables y combustibles

Clase 4: Sólidos inflamables. Material espontáneamente combustible y material peligroso cuando esta mojado

Clase 5: Oxidantes y peróxidos orgánicos

Clase 6: Material venenoso - infeccioso (biopeligroso)

Clase 8: Material corrosivo

En la clase 2 de gases**,** se encuentran detalladas la división 2.1. de gases inflamables como cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire. Ejemplo: GLP, etileno. Así también la división 2.3 denominada a los gases toxico como aquellos que representan un serio riesgo para la vida si se libera en el ambiente. Ejemplo: Cloro, monóxido de carbono, amoníaco, alcohol polivinílico.

La clase 3 referente a los líquidos inflamables denomina a ellos como líquidos, mezclas de líquidos o líquidos que contengan sólidos en suspensión (pero no incluyen sustancias clasificadas de otra forma de acuerdo a sus características peligrosas) que despidan vapores inflamables a temperaturas que no excedan de 60.5 ºC en crisol cerrado o de 65.6 ºC en crisol abierto, normalmente llamado punto de inflamación. Ejemplo: gasolina, etileno.

La clase 4 determinada para los sólidos inflamables llamados materiales espontáneamente combustibles y materiales peligrosos cuando están mojados. Tienen us división 4.1. referente a los sólidos inflamables, llamados así por ser sólidos que poseen la propiedad común de ser fácilmente inflamados por fuentes externas como chispas o llamas y arder fácilmente, Ejemplo: papel, plástico, PVC y resinas.

La clase 5 de oxidantes y peróxidos orgánicos, contiene su división 5.2. de Peróxidos orgánicos, denominados como sustancias capaces de liberar oxígeno fácilmente. Ejemplo: Peróxido de benzoilo.

En la clase 6 de materiales venenosos - infecciosos (biopeligrosos) se encuentra la división 6.1. material venenoso. Sustancias tóxicas que son capaces de causar la muerte, dañar o afectar la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con tejidos vivos. Ejemplo: Benceno, cianuro, ácido clorhídrico.

La clase 8 referente al material corrosivo, se determina como sustancia o residuo cuya acción química, ocasiona destrucción visible en la piel o alteración irreversible en las superficies con las que toma contacto. Ejemplo. Ácidos inorgánicos, cáusticos, halógenos (F, Cl, Br).

Los lugares destinados para servir de bodegas en el almacenamiento deben estar alejados de poblados, ríos, pozos, canales y lagos. Situarse en un terreno o área no expuesta inundaciones, tener un acceso cómodo a todo vehiculo especialmente los de bomberos (22).

Los servicios que se deben tener en cuenta para la buena disposición de los productos peligrosos son entre otros, el adiestramiento y capacitación continua del personal. Las bodegas deben tener un muro en todo su alrededor, además deben estar separados 10 m del medio circundante. Se debe contar con equipos adecuados para la descontaminación de acuerdo al nivel de riesgo.

Se deben tener mascaras para gases, gafas, vestimentas impermeables a gases, líquidos tóxicos o corrosivos, duchas de emergencia, equipos contra incendios, etc. Debe haber un sitio exclusivo para el estacionamiento de vehículos que transportan sustancias químicas peligrosas. Se deben mantener las normas de seguridad industrial mínimas concedidas en la norma técnica NTN INEN 439.

Las instalaciones además deben contar con detectores de humo y un sistema de alarma contra incendios, la cubierta y los muros de construcción deben tener una buena circulación de aire (construidos en sentido de la dirección del viento). El respiradero tendrá una abertura al menos equivalente a 1/150 de la superficie del piso. Se debe facilitar la ventilación controlando que exista un espacio de un metro entre la línea de producto mas alto y el techo, así como entre el o los productos y las paredes; además deberán usarse extractores de escape (no es aconsejable instalar un sistema de calefacción central).

Se deben construir las bodegas con materiales de características retardantes al fuego, en especial la estructura que soporta el techo. Asegurar que el piso de la bodega sea impermeable y sin grietas para permitir su fácil limpieza y evitar filtraciones. Sobre el piso de entrada la bodega debe tener una rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm, con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso de vehículos, esta rampa debe construirse también cuando exista una conexión entre las bodegas. Deben construirse canales periféricos en hormigón, con una profundidad mínima de 15 cm bajo el nivel del suelo de la bodega, estos canales deben conectarse a una fosa o sumidero especial de tratamiento y no deben estar conectadas al alcantarillado público. Se debe tener un sumidero dentro del área de bodega.

Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra. El alumbrado artificial debe estar instalado en los pasillos, a una altura de 1 metro sobre la línea más alta del producto almacenado. Las bodegas deben tener puertas de emergencia, las cuales se ubicaran a 30 metros de distancia unas de otras, cuando el tamaño de la bodega así lo amerite, deben estar libres de obstáculos y abrirse hacia fuera con un sistema de apertura rápida. La bodega debe tener un bordillo a su alrededor. Las bodegas entre sí deben tener un muro rompe fuegos de 15 cm de espesor tanto en las paredes como en el techo y debe sobresalir de las mismas hasta una altura de un metro. Las aberturas de las bodegas deben estar protegidas con malla metálica o barrotes para prevenir la entrada de plagas que destruyan los productos.

En cuanto a la colocación y apilamiento de los productos se debe tener en cuenta que no deben estar colocados directamente sobre el suelo sino sobre pallets, los bloques deben tener un ancho dos pallets y un largo que no excederá los 8 pallets. La distancia entre bloques y con respecto a la pared deberá ser de un metro. La altura del apilado no deberá ser mayor de dos pallets, cada bulto no deberá tener más de 1.3 mts de alto y se permite apilar máximo dos. Las filas de los bloques deben estar identificadas en el piso y señaladas. Los anaqueles deben estar claramente identificados y la distancia libre entre bloques de anaqueles, así como a las paredes debe ser de 1 metro.

Una lista proporcionada por la norma identifica a los productos químicos peligrosos que mantendremos en nuestro proceso con un número de cuatro dígitos (22), dicho listado lo mostramos a continuación en la Tabla 3.9.

3.4. Análisis de las normativas del Consejo Nacional de Estupefacientes CONSEP

En los países latinoamericanos, donde los problemas de control y manejo de estupefacientes y sustancias psicotrópicas son una realidad (9), Las normas de seguridad estatales ponen sus recomendaciones y limitantes a estos productos por su alcance peligroso y en muchos casos nocivos para la sociedad.

Es así que en países como Colombia y Brasil donde la industria petroquímica nos lleva unos pasos de ventaja, el control realizado por los organismos gubernamentales para estas sustancias es muy severo y estricto. En el presente análisis llevamos los distintos puntos a ser analizados por el Consejo Nacional de Estupefacientes CONSEP.

El artículo segundo del Reglamento para la importación y exportación de sustancias químicas controladas establece que podrán importar o exportar sustancias químicas controladas (9), los importadores o exportadores calificados por este organismo, siempre y cuando la la Secretaría Ejecutiva del CONSEP, conceda la autorización respectiva, para cada caso, de acuerdo a lo preescrito en la Ley Nº 108, su reglamento de aplicación y este reglamento. Con esto se podrá tramitar la declaración de importación o exportación en el Banco Central del Ecuador; y desaduanizar las sustancias sujetas a fiscalización que consten en la declaración de importación concedida.

TABLA 3.5.

NUMERO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ONU PARA

PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

NOMBRE DEL PRODUCTO	NUMERO
Ciclohexanona	1915
Clorato de cobre	2721
Clorato de sodio	1495
Cloro	1017
Cloroacetato de etilo	1181
Cloroacetato de vinilo	2589
Cloruro de acetilo	1717
Cloruro de benzoilo	1736
Cloruro de cobre	2802
Cloruro de dicloacetilo	1765
Cloruro de etilo	1037
Cloruro de hidrogeno, anhidro	1050
Cloruro de hidrogeno, liquido	2186
Cloruro de tricloroacetilo	2442
Cloruro de vinilo	1086
Desechos peligrosos, liquido o solido	9189
Dicloroetileno	1150
Esters	3272
Etileno, acetileo y propileno, liquidos	2270
Etileno comprimido	1962
Etileno, liquido	1038
Gas licuado de petroleo	1075
Monocloroetileno	1086
Peroxido de benzoilo	2087
Peroxido de decanoilo	2120
Peroxido de laurolilo	2124
Tricloroetileno	1710
1,1-Dicloroetileno	1959
1,2-Dicloroetileno	1150

La Secretaría Ejecutiva autorizará la importación o exportación de químicos controlados siguiendo el siguiente procedimiento: Una vez que el interesado presente la respectiva solicitud y documentación habilitante, un funcionario de la Sección de Comercialización determinará si es procedente, dentro de las 8 horas hábiles siguientes a la presentación. De reunir todos los requisitos establecidos para cada trámite, el funcionario emitirá su visto bueno; en su defecto, su jefe inmediato superior devolverá la solicitud y más documentos al interesado, indicando por escrito los motivos de la devolución, a fin de que el solicitante complete o rectifique lo que fuere del caso. Con el visto bueno previsto en la letra anterior, el Director General de Control y Fiscalización o su delegado, conocerá la solicitud y más documentos habilitantes, disponiendo que dentro de los 6 días hábiles siguientes, el personal técnico de Control y Fiscalización proceda a verificar la información y emitir el informe correspondiente. E

Si el informe determina incumplimiento de determinadas disposiciones legales y reglamentarias, la Sección de Comercialización informará al interesado las razones por las que se niega la importación o exportación. Toda la documentación se archivará en la Dirección de Control y Fiscalización del CONSEP.

La solicitud de importación o exportación, deberá estar suscrita por la persona natural o interesada, o por su representante cuando se trate de una sociedad; con indicación del código de calificación en el CONSEP y contendrá la información requerida en el artículo 39 del

Reglamento para la Aplicación de la Ley Nº 108. El personal técnico de la Secretaría Ejecutiva inspeccionará los lugares y verificará periódicamente la información proporcionada por los importadores o exportadores, así como la existencia, el bodegaje y destino dado a las sustancias químicas controladas importadas de conformidad con la Ley Nº 108, su reglamento de aplicación y este reglamento.

Además, quienes fueren calificados por el CONSEP para importar sustancias químicas controladas, podrán vender o entregar en calidad de préstamo, previa autorización de la Secretaría Ejecutiva, una parte de sus existencias a otras personas naturales o jurídicas que estén calificadas por el CONSEP.

El CONSEP establece algunas normativas para la obtención de certificados de legalidad en el control de sustancias químicas estupefacientes (9). Es así, que se establecen determinados puntos para la obtención del Certificado de Carencia de Informes por Tráfico de Estupefacientes respecto a las empresas que manejan sustancias químicas controladas

TABLA 3.6.

SUSTANCIAS QUÍMICAS CONTROLADAS POR EL CONSEP

SUSTANCIA CONTROLADA	DENSIDAD Kg/lit
ACETONA	0,79
ACETATO DE BUTILO	0.88
ACETATO DE ETILO	0.90
ACETATO DE ISOPROPILO	0.86
ÁCIDO CLORHÍDRICO	1.18
ÁCIDO SULFÚRICO	1.84
ALCOHOL BUTILICO	0.81
ALCOHOL ISOPROPÍLICO	0.78
AMONIACO	0.89
ANHÍDRIDO ACÉTICO	1.08
CLOROFORMO	1.48
DISOLVENTE ALIFÁTICO No. 1	0.67
DISOLVENTE 1A	0.67
DISOLVENTE ALIFÁTICO No. 2	0.72
DIACETONA ALCOHOL	0.92
ÉTER ETÍLICO	0.71
HEXANO	0.66
METANOL	0.79
METIL ETIL CETONA	0.81
METIL ISOBUTIL CETONA	0.80
THINNER	0.80
TOLUENO	0.87

En la Tabla 3.6. se muestran las sustancias químicas controladas por el CONSEP (9), y cuando se trate acerca de su naturaleza líquida o gaseosa, a efectos de proceder a su conversión a kilogramos, se tendrán en cuenta las densidades mostradas en la tabla.

Con estas resoluciones la Dirección Nacional de Estupefacientes a solicitud de las personas naturales o jurídicas que posean Certificado de Carencia de Informes por Tráfico de Estupefaciente podrán autorizarles la acumulación de cupos hasta de tres meses para la importación, compra, distribución, consumo, producción o almacenamiento, de sustancias químicas controladas.

3.6. Análisis de las normativas establecidas por el Ministerio de Energía y Minas

En el caso de que la industria petroquímica del país se extienda, esto es que desde la obtención de GLP y del gas natural, se obtengan productos químicos de diversas características (como la nafta, el etileno, el propileno y otros), el análisis de las normativas y restricciones que se pongan a estos derivados es muy factible (18).

De la misma manera, químicos que se obtienen de los derivados del petróleo se usaran en el desarrollo de esta industria y, constarán dentro de las etapas y procesos para la polimerización del PVC. Por el momento solo acataremos lo concerniente a la transportación terrestre de estos.

El análisis de las presentes normas ambientales se aplicarán a nivel nacional a las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, que realicen actividades de transporte de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos utilizando autotanques, a excepción del GLP y del gas natural (18).

Para la limpieza de autotanques se cumplirán las siguientes normas ambientales (18):

a) Se realizará en sitios que dispongan de facilidades para el almacenamiento temporal, tratamiento y descarga del fluido resultante de la limpieza, una vez que cumpla con los límites permisibles de descarga constantes en la Tabla 4-a) del Reglamento ambiental para las actividades hidrocarburíferas en el Ecuador No. 1215, en relación con el potencial hidrógeno (pH), los hidrocarburos totales y los sólidos totales, estos valores se muestran en la Tabla 3.7.
b) El solvente o el surfactante biodegradable tendrá que contar con la respectiva hoja técnica de seguridad (Material Safety Data Sheet) y su manipulación se ajustará a ella.

TABLA 3.7.

LIMITES PERMISIBLES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE DE AGUAS Y DESCARGAS EN EL PUNTO DE DESCARGA DE LOS EFLUENTES

Parametro	Expresado en	Unidad	Valor permisible	Promedio anual	Destino de descarga
Potencial de Hidrogeno	pH	---	5 < pH < 9	5,0 < pH < 9,0	Todos
Hidrocarburos totales	TPH	mg/lit	< 20	< 15	Continente
Hidrocarburos totales	TPH	mg/lit	< 30	< 20	Continente

Todo "liquéo" de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos ocurrido durante su carga-descarga y transporte, que ocurran en sitios cuyo drenaje no esté conectado a sumideros, trampas de grasas, tanques subterráneos u otra infraestructura de contención, inmediatamente serán colectados con material absorbente preferentemente biodegradable.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE LAS REGULACIONES Y ORDENANZAS MUNICIPALES, Y DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES

1.6. Análisis de las Regulaciones y Ordenanzas Municipales

El M.I. Municipio de Guayaquil, proporciona con fines investigativos y de proyectos, pautas y boletines para la concesión de Obras sustentables, en el campo del desarrollo de obras civiles, obras industriales, comerciales y otras de servicios que citaremos y analizaremos profundamente de la siguiente manera (8):

1. Ordenanza de Estudios y Licencias Ambientales.
2. Ordenanza de Transportación.

4.1.1. Análisis de la Ordenanza de Estudios y Licencias Ambientales

La Ordenanza que regula la obligación de realizar Estudios Ambientales a las obras civiles y a los establecimientos industriales, comerciales y de otros servicios, ubicados dentro del cantón guayaquil, establece en su *Art. 3*. como “Definición de Estudio Ambiental” a aquellos documentos técnicos que proporcionan información que permiten la predicción e identificación de los impactos ambientales, así como el planteamiento de las medidas ambientales más adecuadas, para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos de cualquier actividad, en el marco de un plan de manejo (7).

De acuerdo al momento en que se haga la evaluación, es decir, previo o durante la ejecución del proyecto o actividad, los documentos técnicos denominados estudios ambientales, se clasifican en:

1. Estudios de Impacto Ambiental
2. Auditorias Ambientales
3. Diagnósticos Ambientales

En su *Art. 4.*, el cual trata “De la aplicación de los Estudios de Impacto Ambiental”, insta a que deberán presentarse en la

Dirección de Medio Ambiente, del Municipio de Guayaquil previo a la obtención del registro de construcción municipal que confiere la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros, el Estudio de Impacto Ambiental para su respectiva revisión y aprobación.

Dentro de los plazos y frecuencias de la presentación de las auditorias ambientales, en su *Art. 7.*, cita que toda actividad industrial que tenga aprobado su Estudio de Impacto Ambiental, deberá presentar a la Dirección de Medio Ambiente la Auditoria Ambiental de cumplimiento, un año después de entrar en operación. Y en lo posterior, las Auditorias Ambientales de cumplimiento se deberán presentar cada 2 años (8).

Dentro de las contravenciones y sanciones al irrespeto de estas normas las multas fluctúan en los 5 y 40 salarios básicos unificados para personas naturales o jurídicas, todo esto según los *Art. 18* y *19* de la misma ley.

Las personas naturales o jurídicas públicas o privadas que realicen actividades sin contar con la respectiva Licencia

Ambiental, siendo ella exigible, sin perjuicio de la suspensión de las actividades, mediante clausura del establecimiento o negocio, serán sancionadas con una multa de 1000 dólares.
Según el Título IV de la ley para los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de las licencias ambientales, por concepto del servicio de inspección al lugar en que se ejecutará la obra y la revisión, evaluación del estudio ambiental, se deberá cancelar previamente una tasa por un valor de us$200, y por concepto del otorgamiento de la Licencia Ambiental correspondiente, se deberá pagar una tasa equivalente al 0.5% del costo total de la obra.

Además según la Lista taxativa y de condicionantes para la exigencia de Licencias Ambientales, los proyectos industriales que deben obtener Licencias Ambientales son las denominadas Industrias Químicas y Petroquímicas que elaboren productos químicos inorgánicos básicos, químicos en general. Y aquellas instalaciones de almacenamiento de productos químicos o petroquímicos.

Además deben obtener Licencias Ambientales los proyectos de Tratamiento y gestión de residuos, los proyectos de recolección, transporte, almacenamiento temporal, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. También los proyectos en los que se descarguen aguas residuales (efluentes) directamente a los cuerpos hídricos del área donde se asentará el proyecto.

4.1.2. Análisis de la Ordenanza de Transportes

El presente análisis tiene como propósito establecer las condiciones de transporte y las vías por las cuales podrán circular los vehículos pesados y extra pesados de carga que transportan mercancías y objetos varios, y/o sustancias y productos peligrosos en la ciudad (8).

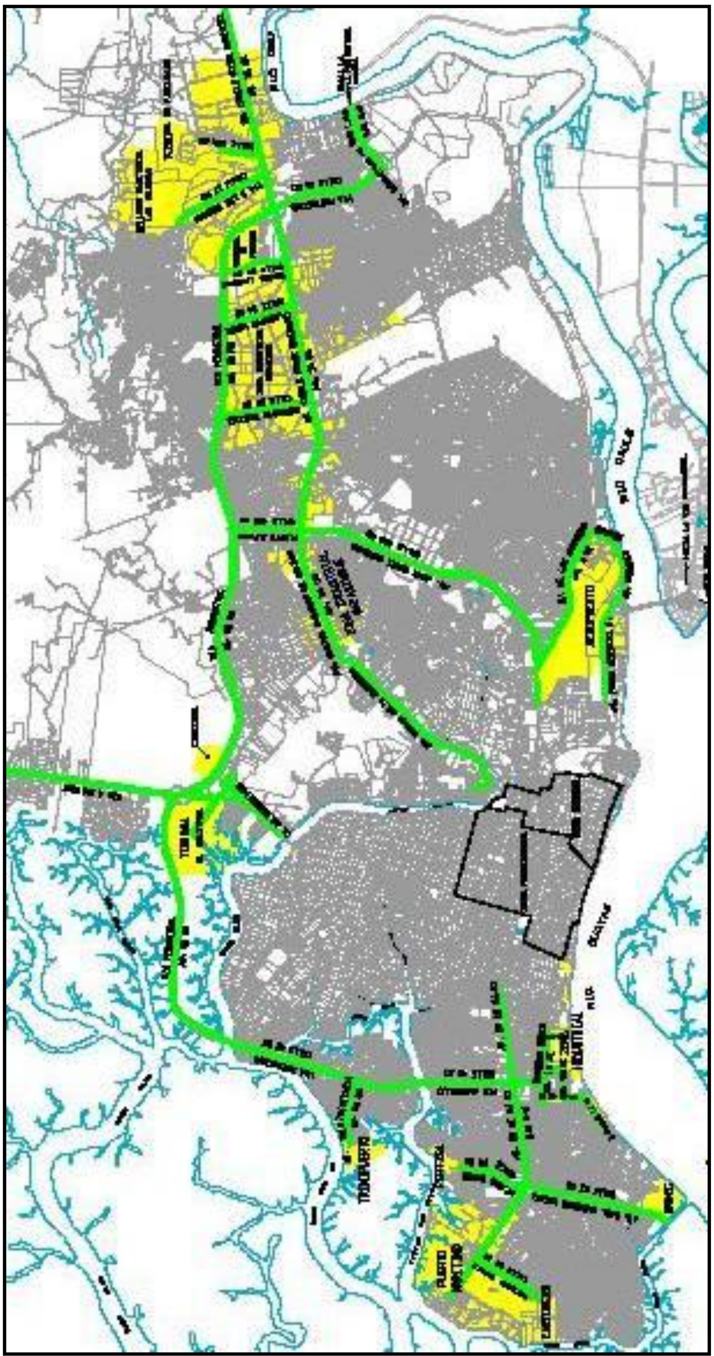
El ámbito en su Art. 2. dispone que se aplicarán dentro del límite del área urbana y de las áreas de expansión urbana de la ciudad, donde un transporte pesado de carga, se refiere a la movilización de mercancías u objetos por medio de vehículos motorizados, simples o acoplados, con una capacidad de carga de hasta 7 toneladas por eje simple.

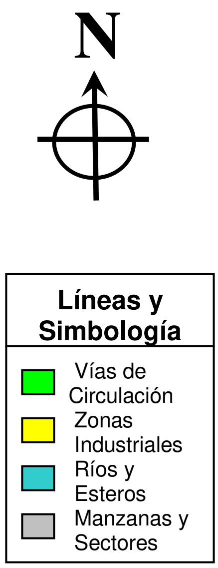
Según el Art. 6. Las vías en las cuales se admite la circulación de vehículos de cuatro o más ejes y de hasta 48 toneladas (8), son para nuestro caso, las siguientes:

1. La Av.25 de Julio, desde la Pío Jaramillo hasta la zona portuaria.

FIGURA 4.1.

PLANO DE GUAYAQUIL EN EL QUE SE MUESTRAN LAS PRINCIPALES VÍAS PARA TRANSPORTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS





2. La Vía Perimetral, en todo su recorrido, desde el puente sobre el Río Daule hasta su intersección con la 25 de Julio.
3. La Av. Marcel Laniado De Wind, desde la Vía Perimetral hasta Camilo Ponce Enríquez
4. La Vía a Las Iguanas, desde la Camilo Ponce Enríquez hasta las instalaciones del Relleno Sanitario.

Recordemos que estas vías están escogidas en su mayor tramo por el perímetro de Guayaquil (ver Gráfico 3.1), debido al transporte de la materia prima que contiene sustancias químicas peligrosas que describiremos más adelante.

El art. 11. de la ordenanza de transportación de mercancías por medio de vehículos pesados (8), extra pesados y el transporte de sustancias y productos peligrosos en la ciudad de guayaquil, reconoce como sustancias o productos peligrosos a aquellos que se clasificarán e identificarán con los siguientes códigos, de conformidad con la norma INEN 2266:2000.

De conformidad con los puntos del Art 11. afirma que los vehículos que transportan sustancias y/o productos peligrosos registrarán en una placa romboidal, de 30 cm de lado, de acuerdo a los diseños que constan en el Anexo F de la Norma INEN 2266:2000, el icono y el código de la clase de riesgo de la sustancia que movilizan. La repetición del código indicará la intensidad del peligro. La inclusión de una letra mayúscula W, sobre el cual se sobrepone una raya en diagonal, indicará la prohibición de echar agua sobre la sustancia o producto.

En su Art. 12. especifica que los vehículos de más de 3.5 toneladas de capacidad, que transportan sustancias y productos peligrosos, no podrán circular desde las 06h00 hasta las 21h00. Sin embargo, en la zonas industriales 2, 3, 4 y en los recintos portuarios y aeroportuarios, y en las instalaciones del Relleno Sanitario Las Iguanas, salvo que la señalización del caso indique lo contrario, podrán circular y realizar operaciones de carga y descarga desde las 06h00 hasta las 21h00.

El límite de velocidad será el que se indique la señalización correspondiente; en su defecto, será de máximo 40 Km/hr (40 kph). Además el vehiculo de transporte debe contar con un seguro obligatorio.

En el Art. 17. de la ordenanza de transportación y cargas de la M.I. de Guayaquil especifica que las terminales de estacionamiento estarán alejadas al menos 500 metros de áreas ocupadas por población residente o que utiliza instalaciones de concentración de personas dedicadas al comercio y servicios (8), o a equipamiento comunitario; de no contar con tal alejamiento deberán disponerse obras que constituyan barreras de protección.

Además deberán ser colindantes con las vías seleccionadas anteriormente. También lo podrán estar en áreas declaradas como de riesgo o de vulnerabilidad, o área de veda, por la Municipalidad, siempre y cuando la misma se conecte con una vía exclusiva para el transporte de tales productos con la vialidad seleccionada.

Deberán contar con instalaciones especiales para la limpieza y desgasificación, y con contenedores cisterna o contenedores de cajas. Tendrán áreas de descanso para los conductores, incluido bar-restaurante e instalaciones de aseo, oficinas para la utilización de las empresas transportadoras, las que deberán contar con facilidades de comunicación, áreas de estacionamiento para camiones y cabezales, así como estacionamiento para vehículos livianos para uso del personal que trabaja en las instalaciones, instalaciones para repostar combustible, labores de lubricación, lavado y reparaciones menores.

En el Art. 22. de la ordenanza se especifican con detalle todas las contravenciones resueltas que van desde primer clase con una multa entre 10 y 30 salarios mínimos vitales, por el incumplimiento de las disposiciones sujetas en el Art. 5., Art. 6., Art. 11. y Título V (8), así como además del estacionamiento en sectores no permitidos, de vehiculo que no cuenten con los dispositivos de seguridad reglamentados.

Como contravenciones de segunda clase, en su Art. 23., declara que serán sancionadas con prisión de treinta a ciento ochenta días y multas equivalentes de entre 31 a 50 salarios mínimos vitales generales, la conducción de automotores no acondicionados para el efecto, o lo hagan sin el permiso de la autoridad competente, la escisión de los 40 kph de limite de velocidad, la conducción por vías no permitidas o fuera de horarios autorizados, o por zonas que entrañen peligro, tales como curvas, puentes, túneles, zonas estrechas de poca visibilidad y con éstas ocasionaren accidentes.

El pago de la multa se efectuará dentro de los diez días hábiles posteriores a la fecha de emisión de la boleta, en caso de mora se pagará una multa adicional del 2% del valor principal por cada día de retraso hasta un máximo equivalente al cien por ciento de la multa, y los obligados al pago serán en su orden el conductor del vehículo, el propietario del vehículo y el responsable de la carga.

4.2. Análisis de las Regulaciones Internacionales

Varios organismos internacionales tales como la Organización de Naciones Unidas (ONU), las empresas productoras de producto Vinílicos, las compañías de protección mundial del medio Ambiente, rigen con medidas estrictas a todos los receptores, transformadores y distribuidores de materiales químicos considerados peligrosos y nocivos para el medio ambiente (14).

Para nuestro estudio hemos distinguido a estas normas internacionales de tres formas:

1. Normativas sobre el manejo de productos peligrosos.
2. Normativas acerca del uso y procesamiento del cloruro de vinilo.

4.2.2. **Normativas generales sobre el manejo de productos peligrosos**

La expulsión de sustancias hacia la atmósfera depende de las condiciones en que se realiza la emisión y de las condiciones meteorológicas reinantes, y conduce a un aumento de la concentración de agentes contaminantes en la atmósfera con respecto al nivel básico natural (17).

La calidad natural de las aguas superficiales y subterráneas se ve influenciada por sustancias que le son aportadas ininterrumpidamente y por la continua variación de los parámetros (17).

El concepto " calidad del agua" se define a través de:

- Las propiedades naturales de un cuerpo de agua, es decir, los niveles tróficos.
- El uso real o potencial y los requerimientos de calidad concomitantes.

Dado que los diferentes usos requieren distintos niveles de calidad, se han establecido estándares para usos específicos, en especial los siguientes:

- Estándares para agua potable.
- Estándares para proteger la vida de los organismos acuáticos.
- Estándares para provisión de agua industrial.

Para asegurar la calidad del agua en términos generales, es decir, sin considerar un uso específico, se puede definir el estado en que se encuentra un cuerpo de agua a través de:

- La clasificación a que pertenece el cuerpo de agua según su calidad
- Sus condiciones térmicas

Se puede recurrir a la clasificación de calidades para definir estándares de inmisión, con el objeto de alcanzar o mantener una determinada clase de calidad a nivel nacional o internacional. Para más información remítase a los documentos expedidos por la OMS.

La determinación de la calidad del agua puede realizarse en forma relativamente sencilla, con ayuda de organismos característicos (indicadores) y parámetros químicos fácilmente registrables como lo son la temperatura, el pH, el contenido de oxígeno. En cambio, sólo es posible registrar la presencia de ciertas sustancias especiales, aplicando métodos de laboratorio, en parte muy laboriosos. Los datos químicos sólo brindan valores aproximados de concentraciones frecuentes.

Los criterios fundamentales de la Comunidad Europea referentes a la calidad del agua y de los cuerpos de agua, con indicación de los parámetros y estándares figuran en la sección de Convenios Ambientales de la Comunidad Europea).

Se designa con el nombre de efluentes líquidos/aguas residuales a las aguas que ingresan a la red cloacal, ya se trate de aguas cuyas características han sido modificadas como consecuencia de su uso domiciliario o industrial (17).

La toxicidad de las aguas residuales está determinada por las propiedades que (individualmente y en conjunto) pueden modificar la calidad de un cuerpo de agua.

Los estándares para efluentes tienen por objeto, básicamente, lograr que se efectúe el tratamiento previo de las aguas residuales o minimizar su carga de tóxicos antes de que ingresen a los cuerpos de agua.

Las reglamentaciones sobre vertido de aguas residuales, que en general están establecidas en las leyes nacionales para la protección del agua, se apoyan en criterios o condiciones mínimas que deben satisfacer las aguas residuales para su vertido en cuerpos de agua superficiales. Como regla general se exige un tratamiento previo cuando las aguas residuales no tratadas superan con frecuencia y substancialmente un valor de control determinado en la boca de descarga.

Las reglamentaciones que rigen la composición de las aguas residuales exigen que no se excedan las concentraciones máximas (mg/lit, µg/m^3, mmol/m^3). En los países industrializados, la definición de estándares se basa en las "Reglas de la práctica ingenieril generalmente reconocidas", que se apoyan en determinados procedimientos de clarificación de las aguas residuales y no en las condiciones locales imperantes, es decir, volumen de aguas residuales producidas o capacidad de autodepuración del cuerpo de agua receptor.

Además de limitar la suma total de sustancias a través de parámetros acumulativos (sustancias degradables, DBO_5 o demanda biológica de oxígeno, DQO o demanda química de oxígeno, toxicidad para peces), también deben registrarse separadamente aquellas sustancias o grupos de sustancias especialmente tóxicas como, por ejemplo, metales disueltos, compuestos orgánicos halogenados, compuestos fosforados o compuestos del estaño, sustancias carcinógenas, etc.
La contaminación térmica de cuerpos de agua superficiales se origina, fundamentalmente, por el vertido de aguas a alta temperatura provenientes de circuitos de refrigeración y de procesos de plantas industriales y usinas eléctricas (17).

El vertido de aguas a altas temperaturas perturba las condiciones térmicas naturales de los cuerpos de agua y afecta adversamente la calidad del agua y las condiciones de vida de la fauna y flora acuáticas. Las consecuencias del incremento de la temperatura alrededor de las bocas de descarga son, entre otras, las siguientes:

- Disminuye el contenido de oxígeno disuelto (ya que la solubilidad del oxígeno se reduce a medida que aumenta la temperatura y la demanda de oxígeno aumenta a raíz de una mayor actividad metabólica de los organismos).

- Disminuye la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua superficial, es decir, se corre el riesgo de menoscabar este proceso.

La observancia de los estándares para el vertido de aguas térmicamente contaminadas a cuerpos de agua no es, por lo general, legalmente exigible; pero estos estándares pueden ser la base para la tramitación de autorizaciones (como ocurre en Alemania).

El aumento de temperatura permisible para un cuerpo de agua indica si en él aún pueden permitirse vertidos adicionales de aguas térmicamente contaminadas. No se dispone aún de estándares para las distintas actividades específicas de los proyectos industriales.

Cuando es posible concentrar las emisiones atrapándolas bajo cubiertas, con sistemas de extractores o chimeneas, se facilita la tarea de medición como ocurre (17), por ejemplo, en las instalaciones blindadas de las fábricas de aluminio o

en las chimeneas de los sistemas de calefacción. Las emisiones son de muy distinta naturaleza y por este motivo el trabajo de medición se incrementa en proporción directa con el número de contaminantes a determinar. Cuando se miden los valores de emisión, es fundamental tener en cuenta el estado de las instalaciones y las condiciones ambientales (temperatura, condiciones del viento).
Las condiciones para la toma de muestras y ciertas influencias perturbadoras afectan considerablemente los resultados de la medición.

Las técnicas de medición y los procedimientos recomendados para captar las emisiones de gases y polvos pueden consultarse en diferentes fuentes: cada una describe los procedimientos de medición y los instrumentos de medición a utilizar (Lineamientos Técnicos Aire de la RFA) (14). En las publicaciones de la Organización Mundial de la Saluda (OMS) hallará el lector resúmenes de los métodos que se aplican a nivel internacional.

Generalmente se establece un plazo para la observancia de estos criterios, transcurrido el cual las autoridades responsables del control y vigilancia pueden exigir su cumplimiento a través de medidas coercitivas.

Las ramas industriales afectadas pueden ajustarse a estos criterios ya sea modificando sus técnicas de procesamiento o aplicando medidas para reducir las emisiones. La industria que desarrolla equipos para el control de emisiones se basa en los recursos técnicos disponibles y en las normas legales en vigencia y puede ofrecer soluciones adecuadas en la mayoría de los casos.

En la medida en que las técnicas lo permiten y resulta deseable, se combinan las medidas de control de las emanaciones con recuperación del material y de la energía. Los valores límite de emisión se fijan, en la mayoría de los casos, para sustancias o grupos de sustancias individuales que emanan de plantas o emplazamientos determinados.

Los estándares para emisiones se indican como valores límite de masa (mg/m^3) para emisiones gaseosas, como expulsión de gases tóxicos por unidad de tiempo (kg/h o g/h), o como factores de emisión en función de la masa de los productos fabricados o procesados (kg/t o g/t). No se deben enrarecer las emisiones gaseosas por incorporación de cantidades suplementarias de aire con el objeto de cumplir con los estándares establecidos.

TABLA 4.1.

CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES EN EL AMBIENTE INTERIOR DE LA PLANTAS INDUSTRIALES

GASES Y VAPORES	Partes por millón	Miligramos por metro cúbico
Acetaldehído (aldehído acético)	200	360
Amilo, acetato (acetato de amilo).	200	1.050
Acético, ácido.	10	25
Acético, anhídrido.	5	20
Acetona.	1.000	2.400
Acroleína.	0,5	1,2
Alílico, alcohol.	2	5
Alilo, cloruro (cloruro de alilo)	5	15
Iso-Amil, alcohol.	100	360
Amoníaco.	100	70
Anilina.	5	19
Arsina.	0,05	0,2
Azufre, bióxido (anhídrido sulfuroso)	5	13
Azufre, monocloruro.	1	6
Benceno (benzol)	35	110
Bromo	0,1	0,7
1,3-Butadieno.	1.000	2.200
n-Butanol.	100	300
Butanol terciario.	100	300
Buíanol (etil-metilcetona)	200	590
Butil-cellosolve (éter butílico del glicol etileno)	50	240
Butil-metil-cetona (hexanona)	100	410
n-Butilo-acetato	200	950
Carbitol (éter etílico del glicol dietilénico)	50	270
Carbono, bisulfuro (sulfuro de carbono)	20	60
Carbono, dióxido (anhídrido carbónico)	5.000	9.000
Carbono, monóxido (óxido de carbono)	100	110
Carbono, telracloruro	25	160
Cellosolve (éter etílico del glicol etilénico)	200	740
Cellosolve, acetato	100	540
Cianhídrido, ácido	10	11
Ciclohexano	400	1.400
Ciclohexanol.	50	200
Ciclohexanona.	50	200
Ciclohexeno	400	1.350
Ciclopropano	400	690
Clorhídrico, ácido	5	7
Clorhidrina etilénica	5	16
Cloro	1	3
2-Clorobutadieno	25	90
Cloroformo.	50	240

En la Tabla 4.1. se muestran las concentraciones máximas permisibles según la OMS dentro de los sectores industriales.

Los residuos sólidos se pueden clasificar como "sustancias o grupos de sustancias químicas" como así también, en gran parte, como "sustancias no específicas", nombre con el que se designan a aquellas sustancias, grupos de sustancias, productos, ingredientes activos y desechos que no pueden ser inequívocamente identificados (17).

En los Lineamientos Técnicos sobre Residuos Sólidos de la RFA se presenta información sobre disposición para más de 300 residuos que requieren una supervisión especial. En este contexto, se remite al lector especialmente a los convenios internacionales que se refieren a la disposición y transporte de desechos.

Se trata más bien de reducir el volumen de residuos a través de ciertas medidas para su aprovechamiento como, por ejemplo, el reciclado obligatorio, sistemas de depósito reembolsable, compromiso de reaceptación por parte de los fabricantes de los productos al terminar su vida útil, etc. Estrictos controles durante la producción, acopio, utilización, transporte y disposición de residuos tienen por objeto prevenir riesgos potenciales para la salud, especialmente en el caso de sustancias o materiales de desecho peligrosos, asegurando al mismo tiempo la protección del medio ambiente de impactos negativos.

En lo que se refiere a las actividades en los proyectos, merecen destacarse especialmente las ordenanzas o valores orientativos, que se refieren a las industrias y/o fábricas la obligación de llevar registros de determinados tipos de desechos sólidos y de desechos provenientes de ciertas instalaciones (revisar Ley sobre desechos y ordenanzas administrativas de Alemania).

TABLA 4.2.

LISTADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

MÁS RESTRINGIDOS A NIVEL INTERNACIONAL

SUSTANCIAS RESTRINGIDAS	
BIFENILOS POLICLORADOS	4,4-METILENDIANILINA
BROMOFORMO	METILHIDRAZINA
BROMURO DE METILO	METILTERBUTILÉTER
BROMURO DE VINILO	METILETILCETONA
1,3-BUTADIENO	METILISOBUTILCETONA
CADMIO Y SUS COMPUESTOS	METILISOCIANATO
CARBAMATO DE ETILO	METILMETACRILATO
CIANAMIDA CÁLCICA	2-METILANILINA
CIANIDA	2-METROXIANILINA
CAPROLACTAMA	NAFTALENO
CLORDANO	NÍQUEL Y SUS COMPUESTOS
CLORO	NITROBENCENO
2-CLOROACETOFENO	4-NITROBIFENILO
CLOROBENCENO	2-NITROPROPANO
CLOROBENCILATO	NITROSOMETILUREA
CLOROETANO	NITROSODIMETILAMINA
2-CLOROETILÉTER	NITROSOMORFOLINA
CLOROFORMO	ÓXIDO DE ETILENO
CLOROMETILÉTER	ÓXIDO DE PROPILENO
CLOROPRENO	PARATIÓN
CLORURO DE ALILO	PIROCATECOL
CLORURO DE BENCILO	PLOMO Y SUS COMPUESTOS
2,4-DINITROFENOL	1,3-PROPANOL
2,4-DINITROTOLUENO	PROPIOLACTONA
DISULFURO DE CARBONO	PROPIONALDEHÍDO
EPICLORHIDINA	QUINOLINA
1,2-EPOXIBUTANO	QUINONA
ETILBENCENO	RADIONÚCLEOS
ETILENGLICOL	SELENIO Y SUS COMPUESTOS
ETILENCARBAMIDA	SULFATO DIETÍLICO
FENOL	SULFURO DE CARBONILO
FENILENDIAMINA	TETRACLORURO DE CARBONO
FOSGENO	1,1,2,2-TETRACLOROETANO
FOSFINA	TETRACLOROETILENO
FÓSFORO BLANCO	TETRACLORURO DE TITANIO
FORMALDEHÍDO	TOLUENO
HEXACLOROBENCENO	TOXAFENO
HEXACLOROBUTADIENO	1,2,4-TRICLOROBENCENO
HEXACLOROETANO	1,1,1-TRICLOROETANO
HEXAMETILFOSFORAMIDA	1,1,2-TRICLOROETANO
HEXANO	TRICLOROETILENO
HIDRAZINA	TRIETILAMINA
HIDROQUINONA	XILENOS
HUMO DE COKE	YODURO DE METILO
ISOFERONA	

En países como Estados Unidos y Alemania se han establecido clasificaciones y definiciones para los productos químicos peligrosos, que en general son más detallados que los que tenemos.

La siguiente lista de sustancias mostradas en la Tabla 4.2. contiene los compuestos químicos mas usuales que a nivel internacional son restringidos en uso.

4.2.2. Normativas medio ambientales acerca del uso y procesamiento del cloruro de vinilo

En nuestro país, hasta la actualidad no se tienen estándares de permisibilidad en cuanto al control de las emisiones de cloruro de vinilo. Las plantas industriales que procesan el PVC como producto terminado con aplicaciones directas, no mantienen controles sobre la producción de gases, efluentes y otros vertidos al medio ambiente, en el cual, existen obreros y conviven inclusive familias en los alrededores, donde puede llegar a ser muy perjudicial.

A nivel internacional, muy por el contrario, se llevan controles estrictos en las plantas de producción de productos de PVC. En nuestro caso analizaremos todos estos por menores y, los profundizaremos en la factibilidad de nuestra planta productora de resinas de PVC (14).

Bajo condiciones estándar, el Cloruro de Vinilo (VC) es un gas incoloro, inflamable con un olor ligeramente dulce. Tiene un valor de presión de vapor alto y una solubilidad en agua relativamente baja. Es más pesado que el aire y es soluble con casi todos los solventes orgánicos. Es transportado en forma de líquido a baja presión (14).

En temperaturas ambientes y en ausencia de aire, el VC seco y puro es estable y no corrosivo pero sobre los 450°C, o en presencia de sodio o hidróxido de potasio, la descomposición parcial se da. La combustión del VC en el aire produce dióxido del carbono (CO_2) y cloruro de hidrógeno (HCl). Con el aire y oxígeno pueden formarse peróxidos muy explosivos, haciendo necesario que sea continuamente supervisado y se mantenga limitado el ingreso de oxigeno, particularmente en las plantas de recuperación. En presencia de agua se forma ácido clorhídrico.

Las reacciones de polimerización del PVC son técnicamente las más importantes del proceso, pero en reacciones adicionales con otros halógenos, por ejemplo para obtener 1,1,2-tricloroetano o 1,1-dicloroetano, también son importantes.

La concentración de VC en el aire puede monitorearse al entramparlo con absorbentes y, después por análisis térmico, tanto de aguas como de gases por cromatografía.

En condiciones ambientales, varios absorbentes en serie o trampas refrigerantes pueden necesitarse para aumentar la eficiencia (14). Las concentraciones máximas en los lugares de trabajo pueden medirse directamente leyendo los instrumentos básicos.

Dentro de las regulaciones internacionales, por ejemplo, la que proporciona la Ley de Protección Medioambiental Canadiense (ACT), es una de las más significativas y aplicables en los campos de la producción de las resinas de PVC desde su proceso de polimerización, debido a que detalla de manera concisa el papel del personal que maneja directamente el VC en la planta.

Las fuentes de VC que pueden afectar al ambiente y con este al ser humano (14), incluyen la fabricación intencional del compuesto principalmente en el procesamiento de productos de PVC, y en la formación involuntaria de VC por ejemplo en los depósitos de basura y en sanitarios como un producto de la degradación de los hidrocarburos tratados con cloro, como aquéllos usados como solventes, y la presencia de VC en los gases emanados por el agua de alcantarillas. El VC también se encuentra en el humo del tabaco.

Antes del conocimiento de la toxicidad del VC, era clave el control de la limpieza del personal que estaba directamente expuesta al proceso. Anteriormente los reactores y otros eran limpiados a mano, el interior tenía que ser raspado con una espátula, o a veces con el martillo y cincel para quitar el polímero incrustado adhiriendo a las paredes del reactor mezclas químicas. Los trozos de polímero saltaban a menudo, produciendo concentraciones altas de VC en aquella limpieza.

Los gases de salida deben ser tratados usando absorbentes de HCl y limpiadores para gases. Los catalizadores usados, los restos de metales y el coke del EDC crakeado deben disponerse en los vertederos respectivos o incinerarlos bajo condiciones controladas.

Dependiendo de las fuentes, el VC puede entrar en el ambiente por el aire, el agua o la tierra. Los matices más críticos son probablemente aéreos y en aguas residuales (14).

Debido a su solubilidad en el agua, el VC puede lixiviarse cuando se mantiene en las aguas residuales como despojo. Adicionalmente, la solubilidad alta del VC con muchos de los solventes orgánicos puede aumentar su grado de transportabilidad, por ejemplo, en botaderos o sitios de disposición para su pérdida.

Varios métodos han sido empleados para remover el VC desde los depósitos de agua, están el método de despojo con el aire, despojo don vapor o gas inerte, extracción o absorción con carbón de leña o resina absorbente.

Los compuestos orgánicos volátiles tratados con cloro (VOCs), pueden quitarse del agua potable/alcantarillado con el tratamiento hecho con el carbón de leña, aire despojado (después de que el agua se bombea a la superficie) o por el rociado aéreo. Recientemente, existe las técnicas de bio remediación, técnicas que acoplan evaporación y otros métodos de tratamiento microbiano, estos se han desarrollado para la restauración de sistemas de alcantarillado o para tierras contaminadas con VC y otros VOCs.

Varios informes se tienen sobre los efectos del VC causados por su exposición desde los años 20, entre estos: arritmia cardiaca en los animales y anormalidades hepáticas en obreros. Pero lo más grave se produjo cuando se demostró que el VC podía causar el cáncer en los animales y en los humanos, eso inclusive provocó la disminución de la presencia de obreros en el lugar de trabajo (14).

Apropiados procedimientos de trabajo, personal capacitado, equipado y protegido, asociado con las prácticas de mantenimiento, son las maneras recomendadas de reducir las emisiones y prevenir accidentes.

Una explosión ocurrió en una planta de recuperación de VC en 1978 en Alemania, qué estaba despojando peróxidos de cloruro de vinilo (14). Dos accidentes en 1988 y 1996, ocurrieron en Alemania dados por la descarga accidental de VC, debido al descarrilamiento de trenes que transportan la sustancia líquida. Ambos accidentes estuvieron seguidos por explosiones continuas y fuego.

Debe anotarse que antes de los años setenta, se descargaban grandes cantidades de PVC y VC hacia los basurales y vertederos municipales (y posiblemente todavía se haga en países dónde no hay ninguna restricción adecuada).

Desde los años setenta cuando el VC fue clasificado como un carcinógeno humano, se obligó a que en muchos países desgasificarán sus procesos y post procesos. (Fuente: Oficina Medioambiental alemana, 1978).

Después del accidente en Schönebeck (14), Alemania en junio de 1996, por el descarrilamiento de un vagón del tren de VC, 325 personas se registraron con síntomas agudos pero por que éstos se pusieron en exposición directa a los productos pirolíticos (como el HCl) y no al propio VC. Pero un estudio en 29 personas que se expusieron como resultado de este accidente mostró un aumento significante en aberraciones cromo-somáticas.

Un caso solamente se ha constatado como severo para un individuo que deterioró su hígado, involucrando a sus huesos y pulmones éste llevaba más de 8 años viviendo a varios cientos metros de un vertedero de desechos tóxicos, al lado de una planta productora de VC.

Han habido varios informes sobre el posible aumentó de malformaciones congénitas en poblaciones expuestas a las emisiones de las plantas de polimerización pero ninguno de estos mostró una estadística correlación significante entre la toxicidad y la proximidad. Varios estudios examinaron el riesgo para la propensión del cáncer y para la proximidad a los basurales. Aunque el VC es una de las emisiones potenciales del los basurales, estos estudios no se dirigen a la población directamente afectada a la exposición de VC. En ensayos de exposición voluntaria, tres hombres y tres mujeres eran dos veces diariamente expuestas con intervalos de 6-h durante tres días sucesivos a 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 o 2.0% de VC. Las consecuencias directas fueron vértigo, náuseas, enceguecimiento y perdida de la audición.

Actualmente se conocen cuatro fuentes directas para valuar los aspectos técnicos de las principales opciones de gestión de residuos para los residuos de PVC: reciclado mecánico, reciclado químico, incineración y descarga en vertedero. La gestión de los residuos de PVC debe evaluarse en el contexto de la política europea de gestión de residuos.

La directiva de la UE relativa al vertido de residuos, dará lugar a algunos cambios importantes en la gestión de recursos, debidos principalmente al incremento previsto de los costes de los vertederos. Algunos estados miembros, en particular Alemania, Austria, los Países Bajos y Dinamarca, han anunciado políticas nacionales para prohibir la descarga en vertedero de residuos orgánicos no tratados, incluidos los plásticos, con la excepción de los residuos de PVC en el caso de Dinamarca. Se prevé que el reciclado aumente significativamente durante las próximas décadas, en particular en el caso de aquellas cadenas de residuos para las cuales se fijarán objetivos de reciclado. También está previsto que se incremente la valorización energética en el caso de los residuos que no puedan ser reciclados.

Por reciclado mecánico se entienden los procesos de reciclado en los que los residuos de PVC sólo se tratan mecánicamente, principalmente mediante picado, tamizado y triturado. Los reciclados resultantes (en forma granulada) pueden transformarse en nuevos productos. Dependiendo del grado de contaminación y de la composición del material recogido, la calidad de los reciclados de PVC puede variar mucho. El reciclado mecánico de residuos industriales existe en todos los estados miembros de la UE y puede considerarse una actividad económica lucrativa.

Por reciclado químico se entiende una serie de procesos mediante los cuales las moléculas de polímero que constituyen los materiales plásticos se rompen en moléculas más pequeñas. Éstas pueden ser o bien monómeros que pueden utilizarse directamente para producir nuevos polímeros o bien otras sustancias que pueden ser utilizadas en otro lugar como materiales de partida en procesos de la industria química básica.

En el caso del PVC, además de la rotura de la cadena fundamental de las moléculas del polímero, el cloro unido a las cadenas se libera en forma de cloruro de hidrógeno (HCl). Dependiendo de la tecnología del proceso, el HCl puede ser reutilizado tras una purificación o tiene que ser neutralizado para formar diversos productos que pueden ser utilizados o tienen que ser eliminados.

En la práctica, durante los últimos cinco años, sólo ha habido un número limitado de iniciativas que hayan desembocado en la construcción de instalaciones industriales o que pueden llevar a la realización de dichas instalaciones en un futuro próximo. Los procesos de reciclado químico pueden clasificarse según su capacidad para tratar residuos con altos o bajos contenidos en cloro; la cantidad máxima de PVC que puede tratarse con tecnologías para bajo contenido en cloro es de 4-5%. De las tres instalaciones de reciclado químico de residuos de bajo contenido en cloro construidas con este fin que llegaron a estar en funcionamiento, dos tuvieron que cerrar por razones económicas y de suministro. En el caso de los residuos ricos en PVC, actualmente hay en funcionamiento una tecnología basada en la incineración con recuperación de HCl y dos proyectos piloto que se pondrán en funcionamiento en los próximos años.

Un proceso de disolución con precipitación recientemente desarrollado se basa en principios físicos sin destrucción de las moléculas de polímero en compuestos de base. El proceso se desarrolló específicamente para materiales compuestos que contenían PVC y otros componentes. El PVC se separa de los componentes que conforman el compuesto mediante una disolución selectiva, y posteriormente todo el compuesto de PVC se regenera por precipitación. El PVC y los demás componentes pueden ser reutilizados a continuación. En la actualidad se halla en funcionamiento una planta piloto.

Al ser incinerados, los residuos de PVC generan ácido clorhídrico (HCl) en el gas de combustión, que debe ser neutralizado salvo si se emplea una tecnología especial en la que se reutiliza el HCl. En la actualidad, esta tecnología específica se emplea únicamente en cinco instalaciones en Alemania y existen tres instalaciones en construcción. Todos los gases ácidos generados durante la incineración de residuos sólidos urbanos (además del HCl, principalmente óxidos de azufre) han de neutralizarse antes de la emisión a la atmósfera del gas restante.

La eliminación en vertedero es la ruta más común de gestión de residuos de PVC. Puede calcularse que en los últimos 30 años se ha depositado ya en los vertederos varias decenas de millones de toneladas de residuos de PVC (14).

CAPÍTULO 5

5. ESTUDIO INGENIERIL DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA RESINA DE PVC Y DEL MANEJO DE MATERIALES

Habiendo realizado un análisis minucioso en su totalidad a las normas y regulaciones nacionales, internacionales y municipales, además de conocer la localización más factible para la planta y sabiendo las principales tendencias y variables del mercado; procederemos a los pasos finales para al determinación de la factibilidad real de la planta procesadora de resinas de PVC.

En este capítulo analizaremos al proceso de transformación de las resinas de PVC desde la obtención de la materia prima y químicos hasta su final procesamiento como resinas para el mercado de consumo directo. Seleccionaremos los procesos más convenientes además de sus parámetros mecánicos, industriales y físico-químicos. Luego procederemos a describir la planta con el manejo de materiales en la misma.

1.7. Análisis del proceso de obtención de la resina de PVC

Primeramente analizaremos el proceso de polimerización del cloruro de vinilo, y en conjunto con las variables de mercado determinaremos si ambos procesos son factibles para la realización de la planta (5).

Los procesos de polimerización del monómero de cloruro de vinilo.

Dentro de nuestro estudio de factibilidad, enfocado más que todo al desarrollo de la polimerización del cloruro de vinilo para acaparar el mercado de distribución y procesamiento del PVC en productos terminados, analizaremos los tres principales procesos para la obtención directa de la resina de PVC (5), estos son:

1) Polimerización por suspensión.
2) Polimerización por emulsión.
3) Polimerización en masa.

La polimerización por suspensión

Este es el proceso comercialmente más empleado a nivel mundial (78%), por su gran versatilidad y factibilidad. Todas las compañías petroquímicas que iniciaron su paso por la creación de resinas de PVC, desarrollaron este método primero antes que los de emulsión y masa (5).

Para este proceso, la polimerización del MVC se realiza en agua, junto con aditivos, peróxidos, agentes de suspensión, geles, sales y otros químicos industriales. El monómero y el polímero obtienen de ésta mezcla y son insolubles en agua, entonces se obtiene una resina de suspensión.

La cantidad de tratamientos y usos reaprovechables que se dan en cada momento a los compuestos químicos, hacen que todo el material se utilice dentro del mismo proceso, además que económicamente es ligeramente al de polimerización por emulsión.

La polimerización por emulsión

Siendo el segundo proceso de transformación de MVC más importante (12%), el proceso de emulsión se lo desarrolla más en base a su mercado directo que por factibilidad en sí, ya que los productos que se consiguen con esta resina son más rentables y sofisticados. En nuestro país casi no se conocen industrias que trabajen con resinas de emulsión, se conoce que PLASTIGAMA y PLÁSTICOS RIVAL hacen uno o dos productos de alto consumo para esta resina, en cambio internacionalmente es muya preciada (1).

La reacción al igual que en suspensión se realiza en agua, con peróxidos solubles en agua pero en lugar de agregarle un agente de suspensión, se añade un emulsificante, que puede ser un detergente o un jabón. En esas condiciones el monómero se "emulsifica", es decir, forma gotitas de un tamaño tan pequeño que ni con un microscopio pueden ser vistas.

Países como Colombia, Brasil, Argentina, México, USA, y la UE, son los principales destinos para esta resina, en el mercado local no sería factible incorporarlo todavía (13).

La polimerización por masa

Tal vez no sea el más conocido en el mercado (8%), principalmente países como Alemania, USA y otros de la UE lo tienen, debido a que sus productos requieren de más tecnología y sofisticación que los de emulsión, volviendo al proceso muy caro y con un mercado de productos terminados de alto diseño y calidad (1).

A diferencia de los dos anteriores procesos aquí no se utiliza agua, éste dura menos tiempo y da más ventajas. Las partículas no tienen la membrana exterior que se da en el proceso de suspensión, y por lo tanto mejora la absorción de plastificantes y aditivos, disminuyendo los tiempos de mezclado. Este es un producto de alta tecnología y aún no se pensaría en este para países de América latina.

Desarrollo ingenieril del proceso de obtención del PVC por suspensión.

Habiendo analizado en síntesis todos los procesos y las diferentes alternativas para la obtención de la resina de PVC, finalmente hemos seleccionado que, para la polimerización del PVC el proceso más apropiado a seguir es el de suspensión (5).

A continuación estudiaremos en detalle los pormenores el proceso, A esto se lo llama desarrollo ingenieril del proceso.

El proceso de polimerización del cloruro de vinilo por suspensión

El proceso para la obtención del policloruro de vinilo se realiza en las siguientes etapas (5):

1. El proceso de preparación en los reactores
2. La polimerización del cloruro de vinilo
3. El reaprovechamiento del agua
4. El tratamiento de los efluentes y emisiones

El proceso de preparación de los reactores

Ya obtenido el monómero de cloruro de vinilo del proceso previo, éste es almacenado en tanques donde reposara hasta que los reactores de polimerización estén listos (5).

El monómero entra primero en conjunto con el agua desmineralizada previamente. Luego se coloca el iniciador que es un peróxido oxálico el cual controla la duración y velocidad de la reacción de polimerización.

Después de iniciada la reacción, sincronizadamente ingresan los agentes de suspensión primarios que suelen ser alcoholes o geles.

Además de estos se colocan agentes de suspensión secundarios y modificadores que controlan el peso y la porosidad de la resina de PVC que posteriormente se obtendrá.

Después de transcurrido el tiempo de polimerización que depende del tamaño del reactor y de la velocidad de agitación, se obtiene el polímero de cloruro de vinilo (PVC) con sus respectivos residuos (5).

El proceso de polimerización en los reactores

La polimerización del cloruro de vinilo se obtiene mediante una reacción de “Adición vía Radicales libres” formando homopolímeros y copolímeros, los cuales usando determinados aditivos, pueden ser procesados y transformados en una gran variedad de artículos. En el Figura 5.1. mostramos dicha reacción (1).

FIGURA 5.1.

REACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN VÍA RADICALES LIBRES PARA LA OBTENCIÓN DEL PVC

$\text{Iniciador} \rightarrow 2I^{o}$	k1(1)	Descomposición de primer orden
$Io + M \rightarrow R^{o}$	k2(2)	Propagación debido a (1)
$Ro + M \rightarrow R^{o}$	k3(3)	Propagación debido a (1)
$Ro + M \rightarrow P + R^{o}$	k4(4)	Transferencia de cadena Desarrolo Peso Molecular y Temperatura
$2R^{o} \rightarrow 2P$	k5(5)	Terminación de crecimiento de cadena
$2R^{o} \rightarrow 2P$	k6(6)	Fin de la reaccción

Donde : Io : Radicales libres formados por el iniciador

R^o : Radical polimérico reciente

M : Molécula monómero VCM

P : Cadena final del polímero formado

Todo esto se produce durante el tiempo de la reacción de forma cíclica. El proceso de polimerización se realiza por etapas, cuando ingresan los agentes de suspensión la presión se encuentra por debajo de la atmosférica, luego el MVC ingresa y se aumenta la presión.

Se producen reacciones exotérmicas que son controladas por las chaquetas refrigeradas del reactor. Por los efectos de polimerización la presión disminuye y cuando se llega otra vez a la atmosférica se inhibe la reacción, enfriándose el polímero y luego descargándose.

$$C_2H_3Cl \rightarrow [C_2H_3Cl]_n$$

El PVC liquido pasa luego a un proceso de agitado donde se extrae muchísima cantidad de agua y sales. A esta se la seca con los secadores de aire caliente rotativos, donde se obtiene hasta un PVC casi por completo libre de humedad. Luego el PVC en polvo pasa a los reservorios y se despacha en las bodegas posteriormente.

El proceso de reaprovechamiento del agua

Por lo general casi toda el agua reacciona con el MVC y los aditivos, transformándose en PVC, pero ese PVC tiene moles de H_2 que al toparse con el oxigeno de los peróxidos se transforma en agua y debe ser separada por un proceso de centrifugación. Recordemos que en la agitadora elimina gran porcentaje de agua, el otro porcentaje se obtiene de los gases de secado. Toda esta agua en conjunto con el proceso de monomerización debe llevarse a tratamiento (7).

El proceso de reaprovechamiento de efluentes y emisiones directas

Los residuos principales en la polimerización son el MVC sin reaccionar y otros aditivos inhibidos. El líquido de MVC va a los tanques de reproceso y el gas de MVC va a enfriadores para llevarlos a los mismos tanques donde será reaprovechado para un posterior reproceso de polimerización (7).

Otros efluentes se producen cuando es limpiado el reactor después de algunas reacciones, aquí se encuentran incrustados y sedimentados los químicos que de forma simple o compuesta deben ser analizados y llevados a zonas de tratamiento de residuos peligrosos.

5.2.1.5. Planeación de recursos materiales (MRP)

En la parte de mercado conocimos cuanta materia prima es requerida para un batch en un reactor. A continuación especificaremos en números como estos datos cambian a lo largo del proceso, además, si es que esos requerimientos hipotéticos son realizables para obtener nuestro tamaño de planta deseado (2).

Primeramente analizaremos cuanto material tendremos disponibles al final como resina terminada de PVC, si trabajamos con la formula hipotética siguiente:

$$MP\ entrada = T\ Procesamiento = PT\ salida$$

Sumando los porcentajes respectivos de las materias primas, tanto las tratadas como las vírgenes, aproximadamente el 85% de esta mezcla sirva como PVC apto para el segundo proceso, mientras que el resto pasa a tratamiento o reproceso.

Nuevamente, de es porcentaje apto para PVC, el 50% se procesa con los agitadores de agua y se seca para que el resto pase a la misma etapa de reaprovechamiento anterior. A continuación un porcentaje nuevamente de humedad es extraído para que solamente el 30% del contenido de materias primas en el reactor se formulen y formen el PVC. Se estima que existen desperdicios del 1 al 2% irrecuperables, el resto es reaprovechado para el reactor en un nuevo proceso.

Demostramos con esto que por la naturaleza del proceso, la materia prima debe ser aumentada en la puesta set up del mismo. Si revisamos y adecuamos la ecuación anterior, la materia prima debe ser multiplicada por un factor de más de 3 veces, para satisfacer el tamaño de la planta. Reescribimos la ecuación y mostramos los resultados en Tabla 5.1.

$$\text{MP entrada} + \text{MP Transformacion} = \text{PT salida}$$

TABLA 5.1.

REQUERIMIENTOS DE RECURSOS MATERIALES POR PROCESOS (m3)

PROCESO DE POLIMERIZACION

	Material	**DIA**	**MES**
ENTRADA	MVC Tratado	18	532
	MVC	26	783
	Peroxido	0,04	1
	Alcohol Poliv.	0,04	1
	Agua Tratada	83	2496
	Tricloroetileno	3	96
SALIDA	PVC 1r proceso	111	3323
	Sust. inhibidas	20	507
		130	**3830**

PROCESO DE SECADO DEL PVC

	Material	DIA	MES
ENTRADA	PVC 1r proceso	111	3323
SALIDA	PVC 2o proceso	58	1731
	PVC 3r proceso	**40**	**1211**

Con este resultado se estiman conforme los requerimientos de demanda de nuestro estudio de mercado. Además con estos datos podemos obtener las capacidades de nuestras colas para cada subproceso.

5.3. Estudio del manejo de materiales involucrados en el proceso de obtención del PVC

Para el estudio de factibilidad financiero, la estimación de las áreas requeridas y la evaluación del proyecto requieren del estudio ingenieril del manejo de materiales. Esto incluye la selección del tipo de flujo, los tipos de control, la manufactura, la estimación de los abastecimientos de materias primas y las tecnologías requeridas (32).

Los tipos de flujo según los análisis de la ingeniera de la administración industrial (30), se clasifican en:

- Flujo directo
- Flujo en U
- Flujo en L o esquinado

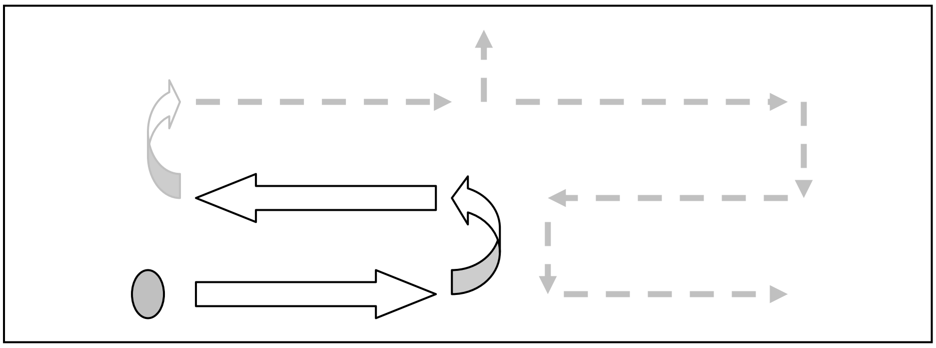
Analizando cada una de las características de estos flujos, la reducción de la horas hombre no es algo que el flujo lo determine, ya que hay una base de hombres necesaria para controlara el proceso. En cuanto a la flexibilidad de los batch en este caso, debe considerarse alto para minimizar los costos de instalación y de tiempo de transportación, las mejores opciones para esto son el flujo directo y en paralelo.

El control de las operaciones debe ser alto y los flujos en U y en peine mantienen un mayor control visual de estos. La minimización de los espacios requeridos debe ser el necesario y no depende demasiado del flujo como se pensaría, más bien de la instalación y del control. La interferencia es canalizada por el diseño de las instalaciones de los procesos. La velocidad del flujo es alta para reducir los tiempos y así mismo los flujos directos mantienen esta cualidad. Tal vez el mas importante es que este tipo de procesos ya esta estandarizado y depende del diseño de la planta por parte de la ingeniería del proceso.

GRAFICO 5.1.

BOSQUEJO DEL TIPO DE FLUJO CONCORDANTE

CON NUESTRO ESTUDIO



Según el análisis anterior, un flujo en U que mantenga largos brazos de flujo directo y que en algún caso se transforme en peine, nos ayudaran a mantener en concordancia todos nuestros requerimientos. Podemos visualizar nuestro flujo deseado en el Gráfico 5.1. Los tres tipos de tecnologías existentes aplicables al proceso son las siguientes (32):

- Artesanal
- Semiautomática
- Automática

Además dependiendo de los procesos o de los diseños de planta estos pueden mezclarse, usando porcentajes de apreciación. En nuestro estudio tenemos procesos que pueden ser artesanales (uso de mano de obra directa y en cantidad considerable), como otros que requieren de control semiautomático (mezcla de mano de obra con sistemas de control) y otros por entero automáticos donde la mano de obra es dirigida sistemáticamente por un robot o por un ingeniero.

Haremos los análisis por procesos y por los caracteres anteriores. Primeramente los costos iniciales son altos dependiente o no de la tecnología, el costo de las maquinarias ya sea hechos y diseñados aquí como en el extranjero es alto, donde los mas probable es la importación de éstas.

TABLA 5.4.

TIPOS DE TECNOLOGÍAS EMPLEADAS POR PROCESOS

	TECNOLOGIA EMPLEADA	
PROCESO	**ARTESANAL**	**AUTOMATICA**
POLIMERIZACION	40%	60%
REPROCESAMIENTO	40%	60%
AGITADO CON AGUA	15%	85%
AGITADO CON AIRE	70%	30%
SECADO DE RESIDUOS	55%	45%
	44%	**56%**

La capacidad de la producción requiere de una alta tecnología en este caso todo el proceso lo podríamos conformar de manera automática como en los países europeos. Pero debido a que la factibilidad implica la utilización de mano de obra, debemos considerar la mezcla de esta con la tecnología. Con el análisis anterior, mostramos en la Tabla 5.2. el tipo de tecnología usada en cada proceso de producción.

FIGURA 5.2.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

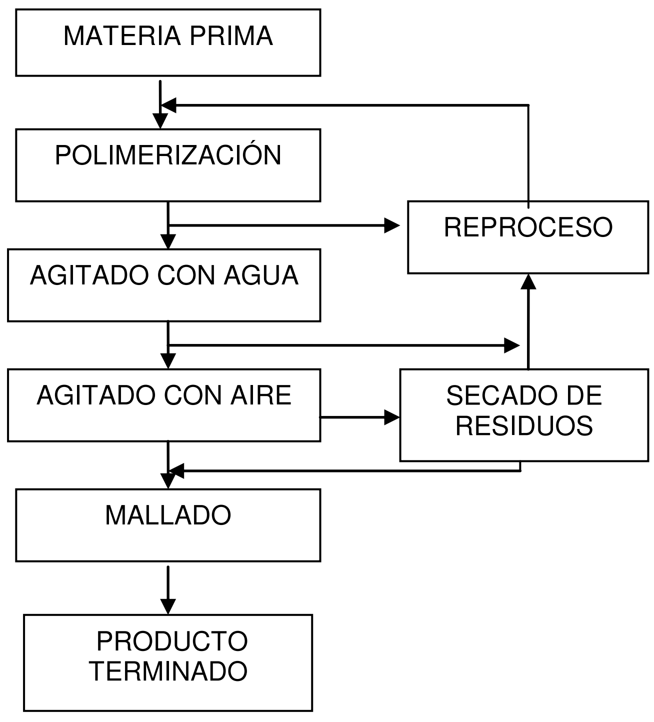
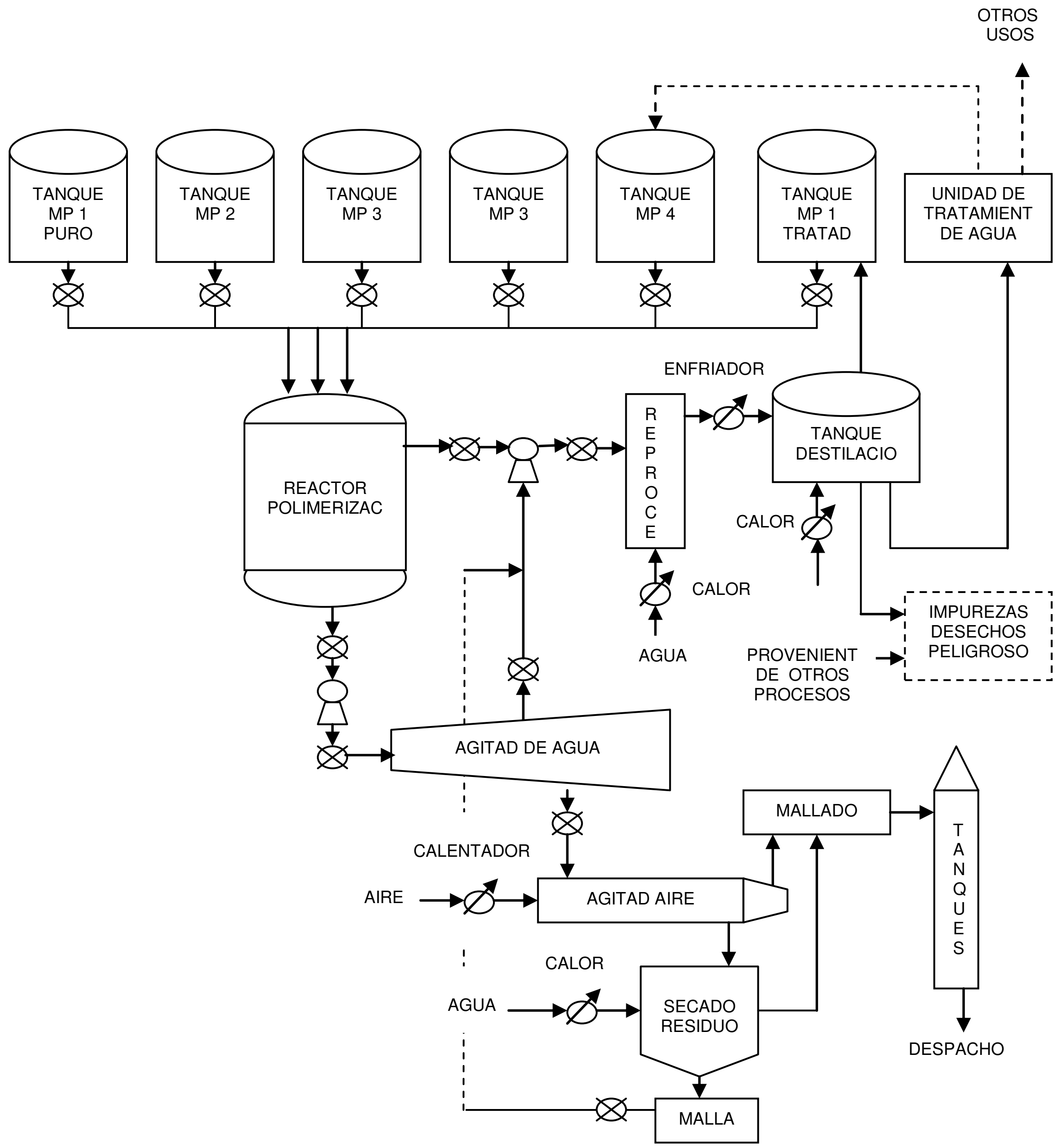


GRAFICO 5.2.

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL FLUJO DEL PROCESO



El proceso de polimerización del PVC lo podemos diagramar en el Figura 5.2. En el Gráfico 5.2. mostramos el diagrama de recorrido del proceso por todas sus etapas de manera grafica. Todo este proceso que lo hemos explicado en las secciones anteriores y se toma de referencia éste para su comprensión en detalle (5).

TABLA 5.3.

EQUIPOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS EN LA MANEJO DE LOS MATERIALES

MOVIMIENTO DE MATERIALES ENTRE PROCESOS			
PARTIDA	**DESTINO**	**MATERIAL**	**ESTADO**
TANQUES MP 1	REACTOR POLIMERIZACION	MVC	LIQUIDO
TANQUES MP 2	REACTOR POLIMERIZACION	TRICLOROETILENO	LIQUIDO
TANQUES MP 3	REACTOR POLIMERIZACION	PEROXIDO	PASTA
TANQUES MP 4	REACTOR POLIMERIZACION	ALCOHOL PV	POLVO
TANQUES MP 5	REACTOR POLIMERIZACION	AGUA TRATADA	LIQUIDO
REACTOR POLIMERIZACIOI	AGITADOR CON AGUA	PVC APTO	LIQUIDO
REACTOR POLIMERIZACIOI	REPROCESO	SUST. RESIDUALES	LIQUIDO Y GASES
REPROCESO	ENFRIADOR	SUST. RESIDUALES	LIQUIDO Y GASES
ENFRIADOR	DESTILACION	SUST. RESIDUALES	LIQUIDO
DESTILACION	TANQUES DE TRATAMIENTO	SUST. RESIDUALES	LIQUIDO Y GASES
AGITADOR CON AGUA	AGITADOR CON AIRE	PVC APTO	PASTA
AGITADOR CON AIRE	MALLADO	PVC APTO	POLVO
AGITADOR CON AIRE	SECADOR DE RESIDUOS	AIRE CON PVC	POLVO
MALLADO	ALMACENAJE FINAL	PVC APTO	POLVO

A continuación detallaremos cuales son las formas de transporte entre procesos y subprocesos de la planta. Todo esto esta descrito en la Tabla 5.3. Con esto queda confirmado y asegurado que el mejor manejo de los materiales es por medio de ductos especialmente diseñados para transportarlos.

Los elementos peligrosos considerados como materias primas, deben estar almacenados en tanques especialmente diseñados para contenerlos, tanto los tanques de descarga de primera mano como los de aguas abajo previos a la polimerización (32).

Continuando con este proceso de selección de los tipos de almacenamiento de materias primas, en la Tabla 5.4. se muestran los resultados y su abastecimiento.

TABLA 5.4.

FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA		
TANQUES	**NUMERO**	**CAPACIDAD (gal)**
MVC	4	20000
TRICLOROETILENO	2	10000
PEROXIDO	1	265
ALCOHOL POLIVINILICO	1	265
AGUA DESMINERALIZADA	4	5000

En el momento en que el PVC viene secado a través del proceso de mallado, pasa a los silos de almacenamiento previos a su despacho en las bodegas de producto terminado.

Los silos deben almacenar mensualmente 1200 TON. Con estos datos se pueden requerir 6 almacenadores de 50 m3 para una semana. Al día deben despacharse 29 m3 de resina de PVC, con lo cual se estima una producción diaria de 1600 sacos para ser enviados a los distribuidores y a las empresas manufactureras.

Si un saco de PVC mide 0.20 x 0.40 x 0.80 mts, y los pallets son de 1.2 x 1.2 mts, en éstos pueden colocase lotes de manera superpuesta hasta de 24 sacos. Lo que un grupo habrían 384 sacos, y nuestra bodega se despacharía diariamente con 4 grupos de 2 x 8 pallets más 3 pallets. Aunque por motivos de adecuación se tendrá un inventario de seguridad para 7 días. Igual al diseño se le suman posibles áreas de expansión.

Después de haber determinado cuales son los flujos de los materiales dentro del proceso, es posible determinar el tamaño de las maquinarias y la cantidad de estas que vamos a utilizar.

En la Tabla 5.5. mostramos los resultados de un balanceo determinado por las condiciones de carga de material que es transportado a lo largo del proceso.

TABLA 5.5.

MAQUINARIAS REQUERIDAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA RESINA DE PVC

MAQUINARIAS	NUMERO	CAPACIDAD
REACTORES	2	40 TON
AGITADORES CON AGUA	2	25 TON
AGITADORES CON AIRE	2	20 TON
MALLADORES	2	500 kg/min
COMPRESORES	2	30 TON
COLUMNAS DE REPROCESC	2	30 TON
ENFRIADORES	2	30 TON
DESTILADORES	2	30 TON

Con esto verificamos que utilizaremos finalmente 2 líneas de producción, con un equipo de cada proceso por cada línea. Esto era lo esperado según el tamaño de la planta obtenido en el primer capítulo, más cuando se hizo el análisis de requerimientos de materiales y se confirme la variación del flujo de los mismos, se duplicaron los tamaños de los reactores inicialmente, pero para solucionar ese inconveniente, aproximadamente realizar un batch de resina de PVC toma medio día de trabajo, por lo cual se separa en 2 jornadas de 12 horas el proceso.

Previo a cada subproceso y después de éste, lo más recomendable es tener depósitos de almacenamiento temporales (colas) que nos permitirán monitorear el flujo y los parámetros de control de todos los equipos.

TABLA 5.6.

ALMACENAMIENTOS TEMPORALES PARA LOS PROCESOS

TANQUES	ETAPA	CANTIDAD	CAPACIDAD NETA
MVC	Previa Polimerizacion	2	10 TON
MVC tratado	Previa Polimerizacion	2	10 TON
Tricloroetileno	Previa Polimerizacion	2	1 TON
Peroxido	Previa Polimerizacion	2	15 Kg
Alcohol Pv	Previa Polimerizacion	2	15 Kg
Agua desmineralizada	Previa Polimerizacion	2	25 TON
PVC apto	Despues de Polimerizacion	2	25 TON
Sust residuales	Despues de Polimerizacion	2	10 TON
PVC apto	Despues de Agitado con agua	2	20 TON
Sust residuales	Despues de Agitado con agua	2	20 TON
PVC apto	Despues de Agitado con aire	2	15 TON
Sust residuales	Despues de Agitado con aire	2	5 TON
Sust residuales	Previo al Reproceso 1a Etapa	2	25 TON
Sust residuales	Despues del Reproceso 1a Etapa	2	25 TON
Sust residuales	Despues del Enfriado	2	25 TON

En esta parte del estudio determinaremos las capacidades de estos sistemas de almacenamiento en base a la planeación de recursos materiales y de los depósitos de materia prima como los de producto terminado. Los resultados los mostramos en la Tabla 5.8.

5.4. Estudio del manejo de productos peligrosos

Dentro del proceso de polimerización del PVC en sus distintas etapas, se mantienen emisiones de gases, principalmente de MVC y sus derivados, pero en muy poca proporción (7). En el reactor de polimerización se producen gases de alta concentración, pero no se liberan los mismos ya que siempre se mantiene sellado y todos estos fluyen hacia sus compartimentos respectivos.

En la etapa de reprocesamiento del MVC, los residuos llevados a un enfriador donde se vuelven líquidos. Después aquello que aun queda va a las columnas de reprocesamiento en segunda etapa, donde a esta lechada residual se le inyecta vapor en contra de la gravedad y este vapor de MVC regresa a los enfriadores nunca sale del sistema y regresa a los tanques para su reaprovechamiento.

.

En la etapa de agitado existen filtros contra los gases que puedan escapar que no implican un riesgo y nada se libera a la atmósfera.

En el secado, el aire con PVC que sale cuando secó el mismo, va a los agitadores de aire donde es separado y cae, pero igual este aire debe ser enfriado con agua y regresar a los tanques de secado.

Si en algún momento existieran gases que puedan escapar y no ingresen a los sistemas mencionados, estos se atrapan con trampas sin perjudicar a la atmósfera. Los únicos gases liberados son los de vapor del combustible utilizado para quemar el aire y calentar otros procesos, pero estos pasan en las chimeneas con filtros saliendo completamente libres de sustancias nocivas y controladas según las normas medioambientales.

Por otro lado, el agua que proviene de los sistemas dentro de la polimerización del PVC, se transporta por bombeo hasta los distintos filtros que están en la planta de tratamiento. Ningún efluente se debe perder en las cañerías, así mismo la sedimentación de metales y otros compuestos deben ser retirados de los tanques con su respectivo mantenimiento (16).

Aquellos efluentes que se dañen o ya no se puedan tratar, se los tratará como desechos peligrosos y se los depositará en los recipientes destinados para ello. Existirán desechos deben ser devueltos a sus proveedores o deben ser vendidos a otras industrias para que puedan tratarlos de mejor manera.

La planta en su cimientos debe ser construida con concentro, debido a los grandes peso que va a soportar. El concreto es un material que no se corroe ni deteriora, siempre y cuando no existan filtraciones de materiales ácidos hacia las estructuras metálicas que la conforman (7).

Nada absolutamente nada debe tener conexión con la vegetación y con el suelo en sí, ya que puede alterar gravemente el ecosistema que lo circunda. Como no se liberan gases peligrosos, no habrá problema con la sedimentación o volatilización de los mismos en la atmósfera.

Los desechos que provengan de la limpieza de los sistemas, desde el tratamiento de agua hasta los silos y las bodegas de producto terminado, deberán depositarse en sitios y reservorios especialmente diseñados con estos fines para ser devueltos a sus proveedores o para ser tratados con permisos de las autoridades competentes (17).

Como revisamos anteriormente, la planta se encuentra lo bastante protegida contra las emisiones y efluentes peligrosos. A continuación analizaremos y seleccionaremos las cuestiones relacionadas con su manejo y transportación dentro de la planta.

En especial, los procesos de tratamientos de residuos y productos peligrosos deben hacerse con el mayor de los cuidados, la tecnología empleada con este tipo debe hacer con altos avances y con la prevención completa de los seres vivos.

Algunos de estos tipos de transportación ya fueron citados anteriormente y básicamente son conductos de acero inoxidable para todas las etapas. Desde la etapa de destilación hasta la transportación hacia los tanques de MVC y los tanques para el tratamiento de agua, se desarrollan sin ningún problema. Aquellos residuos que queden sin poderse tratar van a los tanques de residuos para su posterior comercialización y su transportación es en ductos si los efluentes son muy grandes, o en tanques especialmente diseñados para transportarlos en pequeñas cantidades.

Los controles pueden ser formas entre automáticos y semiautomáticos para prevenir los efectos peligroso de los productos, en aquellas partes donde se monitoreen los residuos los obreros deben estar debidamente protegidos, aislados y asegurados según los análisis de las normas de seguridad y ambiente descritas en el capitulo 3 y 4 de esta tesis.

CAPÍTULO 6

6. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con este capitulo se evaluara de manera sistemática la factibilidad de nuestro estudio para el diseño de planta procesadora de resinas de PVC. Comenzaremos con el estudio del sistema de producción de la planta, así como con la distribución de los espacios físicos de la misma, para luego hacer un análisis económico financiero. Evaluaremos el proyecto desde los aspectos posibles y al final concluiremos y haremos las debidas recomendaciones.

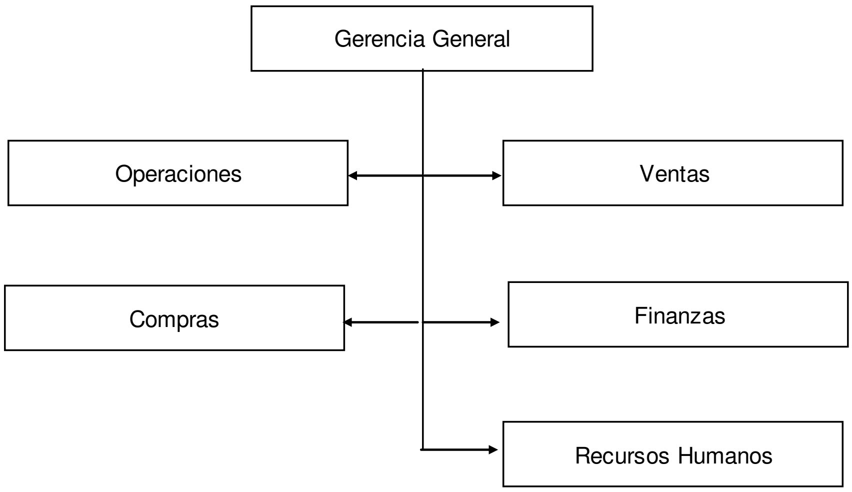
Estudio del sistema de producción y distribución de planta

Con este análisis lograremos definir las necesidades del personal calificado para la gestión, el tipo de estructura organizacional, funciones y procedimientos administrativos que se requieren para maximizar los recursos humanos de la empresa (32).

Para decidir cual será la estructura organizacional que se ajusta más con las necesidades de la empresa utilizamos criterios de decisión basados en las características comunes en diferentes estructuras organizacionales, con estos criterios normales, determinamos que nuestro grado de departamentalización es alto, de varios niveles, donde las decisiones pueden ser tomadas en conjunto o por una autoridad máxima.

GRAFICO 6.1.

DEPARTAMENTALIZACIÓN DE LA EMPRESA



En el Grafico 6.1. mostramos la departamentalización de la empresa, ubicando solo los departamentos de mayor jerarquía y nivel, es así que pueden localizarse si el caso lo amerita, sub-departamentos u zonas de coordinación. En cada área debe haber un jefe o gerente responsable (32).

TABLA 6.1.

DISTRIBUCIÓN DE OPERARIOS POR SUBPROCESOS

OPERARIOS	No
Reactores	12
Reproceso	10
Agitado con agua	4
Agitado con aire	4
Secado residuos	4
Mallado	2
Almacenaje final	2
Bodegas MP	8
Bodegas PT	10
Tratamiento Agua	4
	60

En la Tabla 6.1. mostramos la distribución de los operarios por subprocesos. Con estos datos deducimos que el personal administrativo de la planta (tamaño mediano por el número de operarios) debería ser menor de los 60, aproximadamente 40 empleados más.

En esta parte del estudio en conjunto con el manejo de materiales del anterior capitulo, debemos estimar las áreas aproximadas de todos los procesos productivos, así como de la infraestructura física para toda la planta, desde el ingreso de los camiones hasta su despacho, etc. (32).

En el Plano 3 detallamos esquemáticamente la distribución final por el diagrama de procesos que obtuvimos en el capítulo 5. Luego en el Plano 4 se encuentran finalmente distribuidas las áreas generales que tiene toda planta industrial, utilizando la ubicación de la planta del análisis del capitulo 2. Recordemos que se nos dieron varios sectores para localizar la planta, pero necesariamente por cuestiones de seguridad industrial y de transportación, por lo tanto, esta la ubicamos entre el bloque 48 y 46 de la zona industrial demarcada (31).

Estimaremos las áreas necesarias para colocar nuestras zonas de materia prima, de producto terminado patios adyacentes o áreas de maniobras (31). Todo esto lo realizaremos en base a los requerimientos de recursos materiales y la ayuda del cálculo de áreas que nos brinda el programa AutoCAD.

Nuestros espaciamientos más grandes se deben a los tanques de almacenamiento para las materias primas. La zona de producto terminado comienza con los enormes tanques de almacenamiento hasta las bodegas de despacho. Todas estas áreas las mostramos en resumen en la Tabla 6.2. (31).

TABLA 6.2.

ÁREAS ESTIMADAS PARA LA ZONA DE MATERIAS PRIMAS, PRODUCTO TERMINADO Y PATIOS DE MANIOBRAS

AREAS	mt2
BODEGAS Y MANIOBRAS	
Zona de Materias Primas	3671,25
Zona de Producto Terminado	2730,08
Patio de maniobras	1163,04
	7564,37

Las tres etapas con las que cuenta el proceso de producción son básicamente la polimerización, las de agitado (con agua y con aire) y la de reproceso. El resumen de estas áreas esta descrito en la Tabla 6.3.

El área para la administración la colocamos directamente en la vía de acceso, conjuntamente con otras carreteras y sus parqueos. Así mismo las relaciones entra la ubicación de las oficinas y su posición entre si, vienen dadas en base a los requerimientos de cada uno con respecto al otro. Estas las mostramos en resumen en la Tabla 6.4.

TABLA 6.3.

ÁREAS ESTIMADAS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

AREAS	mt2
LINEA DE PRODUCCION	
Zona de Polimerizacion	940,7
Zona de Agitadores	850,5
Zona de Resprocesamiento	1300
	3091,2

TABLA 6.4.

ÁREAS ESTIMADAS PARA LA ADMINISTRACIÓN

AREAS	mt2
ADMINISTRACION	
Boque de Gerencia General	100,87
Bloque de Finanzas, Ventas 2 y Compras	84
Bloque de Ventas 1 y RRHH	100,8
Bloque de Produccion	65,52
Bloque del Comedor	90,72
	812,13

En el Plano final numero 5, se distribuye la planta con sus elementos principales y su descripción, dándonos una planta de 11.000 mt2.

Estudio financiero y económico para la factibilidad

Este es el último de los pasos previos a las conclusiones y recomendaciones para la factibilidad. Primero evaluaremos los costos básicos de instalación, de maquinarias, insumos, infraestructura y mano de obra requerida para la inversión física inicial de la planta (33).

TABLA 6.5.

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LAS ZONAS DE LA PLANTA

COSTOS INVERSION FISICA	$
Patios de Maniobra	52061,72
Zonas de materias primas	828737,37
Zonas de producto terminado	581779,50
Zonas de administracion	143439,33
Zona de Producción y maquinarias	2469839,55
Planta de tratamiento de agua	325000,00
Planta de energia electrica	3628800,00
Instalaciones adyacentes de procesos	950000,00
TOTAL:	**8979657,46**

Luego procederemos a estructurar el costo del producto de la mano con la evaluación financiera de la planta, para determinar los costos generales (34). En la Tabla 6.5. se muestra el detalle de estos costos para todas las áreas estimadas anteriormente. En lo que se refiere al costo de las maquinarias lo describimos en la Tabla 6.6.

TABLA 6.6.

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Insumos, tanques y maquinaria	Costo total
Reactores de Polimerizacion	$ 470.000,00
Sistema de reprocesamiento	$ 744.000,00
Edificios para sistemas complejos	$ 220.000,00
Sistema de agitacion agua y aire	$ 761.600,00
Sistema de mallado	$ 9.000,00
Tanques de PVC en linea	$ 47.500,00
	$ 2.252.100,00

Todos estos costos igualmente son analizados por su infraestructura física, lo que es el relleno de la tierra, las excavaciones, las cimentaciones y el levantamiento de los muros y tabiques de sección, así como también los insumos principales requeridos y su importación o diseño (33).

A continuación en nuestro estudio de factibilidad financiero económico, procederemos a obtener los rubros involucrados en la obtención del precio del producto, desde sus recursos de materia prima, procesamiento, costos indirectos, mano de obra, depreciaciones y demás, a fin de determinar el costo de la unidad de venta, que en este análisis le pondremos a un saco de PVC.

En base al análisis organizacional descrito anteriormente, se nos permitirá ahora estimar los salarios correspondientes a cada empleado de la fábrica, ya que este rubro será uno de los factores determinantes en el precio final del producto, en este caso la resina de PVC. Estos resultados se muestran en la Tabla 6.7. con sus costos unitarios y anuales.

TABLA 6.7.

DETALLE DE SALARIOS DE NÓMINA DE LA FÁBRICA

Rol de asignación de salarios	Salario unitario	Costo anual
Asitentes administrativos	$ 4.600,00	$ 99.600,00
Coordinadores administrativos	$ 7.500,00	$ 90.000,00
Gerentes	$ 12.000,00	$ 144.000,00
Jefes administrativos	$ 10.800,00	$ 129.600,00
Operarios	$ 200,00	$ 144.000,00
Asistentes menores	$ 3.600,00	$ 81.600,00
	$ 38.700,00	**$ 688.800,00**

Las maquinarias e insumos pierden vida útil en un tiempo estimado dependiendo de los requerimientos de la empresa. Esta depreciación permite estimar el costo del producto y así mismo el Valor actual neto (VAN) en la proyección que el estudio considere conveniente (32).

La depreciación de los insumos que en gran parte se relacionan con los equipos de las oficinas, los estimamos en una depreciación simple o lineal para un tiempo de 5 años (33).

Las maquinarias por el contrario, se estimara su depreciación máxima en 20 años. La depreciación estimada es lineal sino existen variaciones. En cuanto a equipos la depreciación lineal constante es de $ 20.887, mientras que los $ 2'252.100 que cuestan las maquinarias y su instalación se deprecian en un promedio de $ 123.492 por año de manera constante.

Con estos datos además podemos obtener la depreciación en si de toda la fábrica (incluida maquinarias, insumos y terrenos) en un tiempo de 20 años estimado por las maquinarias (33).

Las materias primas son las más importantes en la determinación del costo del producto ya que abarcan un gran porcentaje del mismo. En la Tabla 6.8. se muestran los requerimiento en dinero de las materias primas.

TABLA 6.8.

COSTOS DE MATERIAS PRIMAS

Materia Prima	$ unit	Costo MP/mensual	Costo MP/anual
MVC	0,45	$ 352.512,00	$ 4.230.144,0
Peróxido	0,54	$ 673,92	$ 8.087,0
Tricloroetileno	0,93	$ 89.280,00	$ 1.071.360,0
Alcohol PV	2,35	$ 2.932,80	$ 35.193,6
Agua desmineralizada	0,55	$ 1.372.800,00	$ 16.473.600,0
		$ 1.818.198,7	**$ 21.818.384,6**

TABLA 6.9.

COSTOS DE SERVICIOS BÁSICOS

	$ unit	$ / mes	$ / anual
Energia Electrica	0,11	237600	2851200
Telefono	0,03	540	6480
		Total	
Terreno	20	400000	

En la Tabla 6.9. se muestra el consumo de los servicios básicos de energía eléctrica, teléfono y agua para la planta. El agua consumida se incluye como materia prima.

Para obtener el costo del producto haremos una relación directa entre los costos indirectos, el costo total de la producción, los costos administrativos y las depreciaciones pertinentes (33) (34).

TABLA 6.10.

COSTOS DE PROCESAMIENTO DEL PRODUCTO

	$ / mes	$ / anual
Costos Indirectos	$ 267.383,24	$ 3.208.598,87
Costos de Produccion	$ 2.336.909,96	$ 30.854.237,27
Gastos Administrativos	$ 55.812,58	$ 669.751,00
TOTAL	$ 2.660.105,78	$ 34.732.587,15

Los costos indirectos de fabricación se estiman como la suma de aquellos que gastos que participan indirectamente de la fabricación del producto, los costos de producción que son la suma de los costos indirectos, más los costos de materias primas, más los costos de mano de obra directa (33) (34). Los costos administrativos de similar manera incluyen los salarios, las depreciaciones de insumos y los costos de servicios básicos. En la Tabla 6.10. mostramos los costos anteriormente descritos.

Con estos datos podemos obtener el costo total del producto unitario, en base a la suma de los gastos de producción más los gastos de administración, de la forma descrita en la Tabla 6.11.

TABLA 6.11.

COSTO DEL PRODUCTO

	Costo mensual	Costo Anual
Costos de Producción	$ 2.336.909,96	$ 30.854.237,27
Costos Admistrativos	$ 55.812,58	$ 669.751,00
Costo Total	$ 2.392.722,54	$ 31.523.988,27
Unidades Producidas mes	127542,92	1530515
Costo unitario saco	$ 18,76	
Costo unitario	$ 0,75	
Precio Saco (+10%)	**$ 20,64**	
Costo unitario (+10%)	**$ 0,83**	

Por medio de la obtención de la Tasa interna de retorno (TIR) y el Valor actual neto (VAN), determinaremos finalmente si el estudio de factibilidad de nuestra planta es bueno o malo (34). Para poder obtener le costo exacto de la inversión inicial nos basaremos en los costos tangibles y los intangibles.

El costo del capital de trabajo se define como la diferencia entre le costo total del procesamiento y el costo de las depreciaciones (34). Así mismo debemos amortizar este capital intangible para 5 años de manera lineal, para la evaluación del proyecto.

TABLA 6.12.

INVERSIÓN INICIAL DE LA PLANTA

Capital de Trabajo (1 mes)	
Capital de Trabajo (1 mes)	2.353.566,72

Inversión Total	
Inversión en Tangibles	$ 9.379.657,46
Inversión en Intangibles	$ 587.186,21
Capital de Trabajo (1 mes)	2353566,72
Inversión Total	**$ 12.320.410,39**

Los costos de inversión inicial además de ser los de la planta en su instalación y presencia física, los separamos en costos tangibles (físicos), intangibles (de capital) y gastos de capital de trabajo para el primer mes de inversión.

Primero, probamos el estado de los ingresos corrientes llamados flujos de caja para una estimación de 5 años de recuperación de la inversión (34). El ingreso anual de nuestras ventas netas es la multiplicación de la cantidad de unidades producidas por el precio de éstas en un año, en este caso el ingreso sería de 31'583.937,56 de dólares. Con análisis de flujo de caja observaríamos que el TIR es impositivo y el VAN es negativo con lo cual no podríamos nunca recuperar el dinero en los primeros 5 años, Las iteraciones se siguen estimando a continuación para los próximos 10 años, pero el resultado es similar, el TIR es impositivo y su VAN también. y determinamos que con ese precio dado al producto, nunca podríamos recuperar la inversión.

Probamos enseguida con otro precio y otro precio hasta obtener uno óptimo para el TIR y el VAN. Aunque si se diera la "positivez" de los dos indicadores, deberíamos primeramente estimar la Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) cumpliendo con la tercera y siguiente condición de factibilidad para el proyecto: TIR > TMAR (34).

En nuestro estudio y concordando con análisis a empresas nacionales de producto terminado, supondremos un TMAR de 12%, con lo cual su TIR debe ser mayor de este valor para la factibilidad.

TABLA 6.13.

FLUJO DE CAJA PARA 10 AÑOS CON PRECIO DE $ 22.65/UNIDAD

Probando con una hoja de cálculo numérica, obtenemos que si el saco lo

Rubros por año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Ingresos		34666164,75	34666164,75	34666164,75	34666164,75	34666164,75
Retorno de Capital de Trabajo						
Ingresos Totales	0	34666164,75	34666164,75	34666164,75	34666164,75	34666164,75
EGRESOS						
Inversión	12320410,39					
Costo Total (sin depreciación)		31523988,27	31523988,27	31523988,27	31523988,27	31523988,27
Depreciación		469869,873	469869,873	469869,873	469869,873	469869,873
Amortización de Intangibles		117437,2418	117437,2418	117437,2418	117437,2418	117437,2418
Egresos Totales	0	32111295,39	32111295,39	32111295,39	32111295,39	32111295,39
Utilidad antes de impuestos	0	2554869,362	2554869,362	2554869,362	2554869,362	2554869,362
FLUJO DE CAJA						
Impuestos (25%)	0	638717,3406	638717,3406	638717,3406	638717,3406	638717,3406
Participación (15%)	0	383230,4043	383230,4043	383230,4043	383230,4043	383230,4043
Utilidad despues de Impuestos	-12320410,39	1532921,617	1532921,617	1532921,617	1532921,617	1532921,617
Depreciación		469869,873	469869,873	469869,873	469869,873	469869,873
Amortización de Intangibles		117437,2418	117437,2418	117437,2418	117437,2418	117437,2418
Flujos de Caja	**$ -12.320.410,39**	**$ 2.120.228,73**	**$ 2.120.228,73**	**$ 2.120.228,73**	**$ 2.120.228,73**	**$ 2.120.228,73**

vendemos a $ 22.65 a 10 años, se cumple nuestro TIR > TMAR y VAN positivo. En la Tabla 6.13. mostramos los resultados de este flujo de caja. Finalmente obtenemos los siguientes resultados:

TMAR	12,000%
TIR	12,002%
VAN	$ 852,16

La factibilidad se ha cumplido, el TIR ha superado al TMAR, el VAN es positivo pero es bajo. Al observar la Tabla 6.14. mostramos los valores de recuperación de la inversión. Los resultados muestran que en el tercer año la recuperación se establece.

TABLA 6.14.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

RECUPERACION DE LA INVERSIÓN			
AÑO	**FLUJO NETO**	**FLUJO NETO ACUMULADO**	**INVERSION**
0	**-12320410,39**	0	-12320410,39
1	2120228,73	2.120.229	-10.200.182
2	2120228,73	4.240.457	**-5.959.724**
3	2120228,73	6.360.686	**400.962**

El precio del saco fue finalmente de $ 22,65 o mayor, que es una ventaja en cuanto a precio país por ejemplo comparado con todos los países del área andina (capitulo 1).

CONCLUSIONES

1. Un favorable mercado se presenta para la industria de procesamiento de resinas de PVC, debido a un favorable FODA, una buena localización del nicho, altos niveles de consumo por aplicaciones en especial los de la industria de la construcción.

2. El tamaño de planta estimado es de 1200 TON, abarcando el 50% del déficit que en este caso es sólo la demanda.

3. Nuestra planta quedaría localizada en las zonas de mediano y alto impacto de la ciudad de Guayaquil.

4. Verificamos que las leyes ambientales, las restricciones gubernamentales y municipales, no son un impedimento para la factibilidad de la planta.

5. El proceso seleccionado para producir la resina sería a partir de la recolección del material en tanques, luego se procedería a polimerizar las

sustancias, reprocesando aquellas que se inhiben en la reacción y transportando paralelamente aquellas aptas hasta las torres de los agitadores, consecuentemente se produce el despacho.

6. Finalmente se procede con el estudio organizacional de la empresa, obteniendo además un tamaño de terreno de 11.6 Ha. Se prosigue con la estimación del costo del producto para poder evaluar al proyecto financieramente. El costo del saco se fija desde los $ 22,65.

7. En la evaluación del proyecto con una inversión de $12'320.410.40, se recupera a los 3 años con un VAN de $ 852,16 y un TIR del 12 % aceptable sobre el TMAR.

RECOMENDACIONES

1. Buscar alternativas para reducir los costos de importación de materias primas o buscar proveenciones nacionales.

2. Si llegaran a haber problemas sociales o políticos considerables con el desarrollo del proyecto por la ubicación de la planta en Guayaquil, se buscarían otras alternativas.

3. Las protecciones medio ambientales de la planta y la obtención de una certificación ISO serían muy favorables.

APÉNDICE

PLANOS

GLOSARIO

Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Agua dulce

Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

Agua salobre

Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

Agua salina

Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

Bioacumulación

Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel.

Bioensayo acuático

Es el ensayo por el cual se usan las respuestas de organismos acuáticos, para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

Caracterización de un agua residual

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

Carga promedio

Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

Carga máxima permisible

Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Carga contaminante

Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Depuración

Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

Efluente

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Línea base

Denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.

Línea de fondo

Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.

Módulo

Conjunto unitario que se repite en el sistema de tratamiento, cumple con el propósito de mantener el sistema de tratamiento trabajando, cuando se proporciona mantenimiento al mismo.

Pozo tubular

Pozo de diámetro reducido, perforado con un equipo especializado.

Toxicidad

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

Toxicidad en agua

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

Tratamiento convencional para potabilizar el agua

Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

UPS

Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

Valores de fondo

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de fondo.

BIBLIOGRAFÍA

1. TAPIA NELSON, Informe Técnico de pasantías empresariales en PLASTIDOR S.A., Guayaquil – Ecuador, 2004.

2. ABAD JORGE, Manual de producción para Ingeniería Industrial, Tomo II, Guayaquil – Ecuador, 2000.

3. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL INEN, INEN, Información sobre el desarrollo del sector plástico en Ecuador, Guayaquil – Ecuador, 2003.

4. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL MINISTERIO DE INDUSTRIAS, Ministerio De Industrias, Información sobre el desarrollo del sector plástico en Ecuador, Guayaquil – Ecuador, 1998.

5. INFORMACIÓN TÉCNICA DE PROCESOS DEL MINISTERIO DE INDUSTRIAS, Ministerio De Industrias, Información Tecnica sobre la polimerización del PVC, Guayaquil – Ecuador, 1990.

6. ASEPLAS, INTEGRA, Revista de la Asociación Ecuatoriana de Plásticos, Año 2 – Edición #3, Julio 2005, y Año 2 – Edición #4, Septiembre 2005.

7. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL, Ministerio de Medio Ambiente, Registro Oficial, Guayaquil - Ecuador, 2002.

8. ORDENANZAS DEL M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, M. I. Municipalidad de Guayaquil, Registro Oficial, Guayaquil – Ecuador, 2000.

9. DIRECCIÓN NACIONAL DE ESTUPEFACIENTES – REGLAMENTO DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE PRODUCTOS QUÍMICOS CONTROLADOS, CONSEP, Registro Oficial, Guayaquil – Ecuador, 2002.

10. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR IMPORTACIONES, 2005. www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= banco central del ecuador importaciones.

11. CORPEI IMPORTACIONES EXPORTACIONES, 2005. www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= corpei importaciones exportaciones.

12. CÁMARA DE INDUSTRIAS, 2005.
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= cámara de industrias.

13. MERCADOS INTERNACIONALES RESINA DE PVC, 2005,
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= mercados internacionales resina de pvc.

14. CLORURO DE VINILO MEDIO AMBIENTE, 2005,
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= cloruro de vinilo medio ambiente.

15. PETROQUÍMICOS, 2005,
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= petroquímicos..

16. TRATAMIENTO DE AGUAS, 2005,
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= tratamiento de aguas.

17. PRODUCTOS PELIGROSOS, 2005,
www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= productos peligrosos.

18. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS NORMATIVAS QUÍMICOS PELIGROSOS , 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= ministerio de energía y minas normativas químicos peligrosos

19. TIPOS DE RESINA DE PVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= Tipos de resina de PVC.

20. PETCO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO, Petroquímica Colombiana, Información técnica de las resinas de PVC, Cartagena – Colombia, 2005

21. BROWN GIBSON, Metodología para localizaciones de plantas industriales, USA, 1998.

22. NORMAS INEN, Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000 y 2-288:2000, Normas para la gestión, etiquetados, almacenamiento, transportación y manipulación de productos peligrosos, Quito – Ecuador, 2000.

23. POLIMERIZACIÓN DEL PVC Y MVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= polimerización del pvc y mvc.

24. MANEJO DE PRODUCTOS POLIMERIZACIÓN, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= manejo de productos polimerización.

25. INDUSTRIAS POLIMERIZADORAS DE PVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= industrias polimerizadoras de pvc.

26. MAQUINARIAS POLIMERIZACIÓN DEL PVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= maquinarias polimerización del pvc.

27. VINITEC PROCCES POLYMERIZATION PVC, Industria Polimerizadora Vinitec, Mexico, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= vinitec procces polymerization pvc.

28. ADITIVOS DE POLIMERIZACIÓN DEL PVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= aditivos de polimerización del pvc.

29. HOJAS DE SEGURIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS, Material safety Data Sheet, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= hojas de seguridad de las materias primas.

30. MATERIA PRIMA POLIMERIZACIÓN PVC, 2005, www.google.com.ec/search?biw=779&hl=es&q= materia prima polimerización pvc.

31. NEUFERT ERNEST, El arte de proyectar en arquitectura, Editorial Gustavo Gill, 26º edicion, Berlin – Alemania, 1994.

32. TAPIA NELSON, Apuntes de Diseño de Planta de Ingeniería Industrial, ESPOL, Guayaquil – Ecuador, 2005.

33. POLIMENI – FABOOZI, Estimación de Costos de la Producción, Mc Graw Hill, 2002

34. YÁNEZ NATHALIE, Apuntes de Evaluación de Proyectos Financieros y económicos, ESPOL, Guayaquil – Ecuador, 2005.