

10523



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

2

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

10j

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION DE
POLIGARBONATOS POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
LEONARDO CENOZ PARRA

259419

Asesor de Tesis:
ING. ARIEL BAUTISTA SALGADO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1999



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAINE KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
Diseño de una Planta para la producción de Policarbonatos por el proceso de Fosgenación en solución.

que presenta el pasante: Leonardo Cenoz Parra
con número de cuenta: 7952608-5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Químico.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 7 de Abril de 1997

PRESIDENTE I.Q. Ariel Bautista Salgado

VOCAL I.Q.M. Rafael Sempere Morales

SECRETARIO E. en I. Arnulfo Chavando Ramirez.

PRIMER SUPLENTE I.Q. Eligio Pastor Rivero Martínez

SEGUNDO SUPLENTE E. en C. Ricardo p. Hernández García.

1A

A

A mis tres grandes mujeres . . .

Eva María , Chiquis, tu eres el Sol de mi vida y

la promotora de esto,

Pau, mi eterna soñadora y

Dany, la cariñosa incansable

A las tres con todo mi amor.

Leonardo

INDICE

	Página
Capitulo I INTRODUCCION	1
I 1 Qué es un Policarbonato	2
I 2 Para qué sirve un Policarbonato	5
I 3 Como se obtienen un Policarbonato	12
I 3 1 Policarbonatos Alifáticos	12
I 3 2 Policarbonatos Aromáticos	15
Capitulo II BASES DE DISEÑO	25
II 1 Selección de la Tecnología	26
II 2 Lineamientos de la Tecnología	27
II 3 Generalidades del Proceso	30
II 4 Calculo de la Capacidad	33
II 5 Descripción del proceso (de Fosgenación en Solución)	37
II 5 1 Almacenamiento y preparación de Matenas Primas	37
II 5 2 Reacción y Acondicionamiento	42
II 5 3 Producto Terminado	45
II 5 4 Recuperación de Piridina	47
II 5 5 Recuperación del Solvente	49
II 5 6 Tratamiento de Efluentes	50
II 6 Balances de Masa	51
II 6 1 En Reacción	51
II 6 2 En Lavado	54
II 6 3 En Recuperación de Piridina	57
II 6 4 Formulaciones	59

II 7 Consumo de Materias Primas	60
II 8 Capacidades de Almacenamiento	61
II 9 Necesidades Globales de Servicios	62
Anexo Cálculo de la Utilidad de Venta al año	63
Capítulo III DIAGRAMAS	64
Nota Los diagramas no llevan paginación	
III 1 De Masa	65
III 2 De Flujo	66
III 3 De Tubería e Instrumentos	67
III 4 Lista de equipos	68
Capítulo IV CONCLUSIONES	69
Capítulo V BIBLIOGRAFIA	73

OBJETIVO

Este trabajo tiene como fin el introducir al lector en lo que es un Policarbonato, cuales son sus usos y presentarle uno de los procesos industriales de producción más comúnmente usado para su fabricación. Sin ser extensivo también se pretende dar los lineamientos de esta tecnología y los fundamentos para su implantación en México. No debe confundirse esto con un manual de la tecnología.

ALCANCE

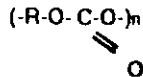
El trabajo se limita a presentar los aspectos fundamentales de la tecnología de síntesis y las operaciones unitarias básicas aplicadas para la obtención de un Policarbonato típico de entre los que actualmente se comercializan. No se pretende demostrar la factibilidad económica del proyecto ni la descripción detallada de las instalaciones.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 QUE ES UN POLICARBONATO ?

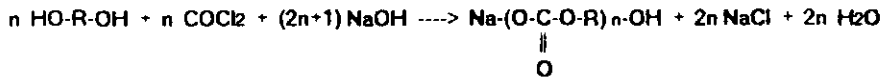
Los Policarbonatos (PC) son una clase especial de Poliesteres producidos por la reacción de los derivados del ácido carbónico con dioles aromáticos, alifáticos o la mezcla de ambos. La unidad estructural de los Policarbonatos puede representarse como:



Básicamente, se pueden producir de dos formas:

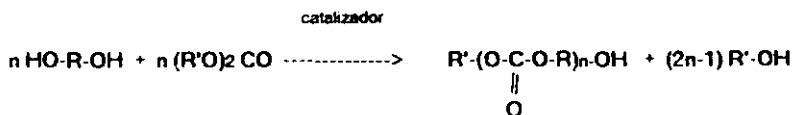
A) POR UNA REACCION DEL TIPO SCHOTENN-BAUMANN

En esta, se agrega el dicloruro del ácido carbónico (Fosgeno) a una mezcla del compuesto hidroxilado con una base (Sosa ó Piridina) la cual además de neutralizar al Cloruro de Hidrógeno formado, cataliza la reacción. La reacción es:



B) POR UNA REACCION DE TRANSESTERIFICACION

Esta reacción ocurre entre un diol y un ester de carbonato como lo muestra la siguiente reacción:



La historia de los Policarbonatos parte desde 1898 cuando Einhorn trató sales básicas de Hidroquinona y Resorcinol con Fosgeno y Tolueno en solución acuosa, obteniendo así los primeros Policarbonatos lineales. Pero no fue sino hasta los años treinta cuando Carothers inició una investigación formal para preparar polímeros de alto peso molecular usando dioles alifáticos y cicloalifáticos y transesterificándolos con dietil-carbonato. Estos Policarbonatos ya tenían propiedades tecnológicas para ser usados en forma de películas y fibras.

Para 1941, Pittsburgh Plate Glass Co. introduce al mercado la resina CR-39 y los artículos derivados de esta resina son descritos en la literatura por primera vez con el nombre de Policarbonatos.

Poco tiempo después, H. Schnell investiga y desarrolla Policarbonatos derivados del Bisfenol A para Bayer Farbenfabriken al mismo tiempo que D.W. Fox hace lo mismo para General Electric Co.

Actualmente, existen más de 50 diferentes compañías en el mundo que producen estas resinas con más de 1000 patentes únicamente para los aromáticos. (En la Tabla 1.1 se incluyen algunos de los mayores productores de policarbonatos del Mundo).

TABLA I.1

PRODUCTORES DE POLICARBONATO EN EL MUNDO	
COMPANÍA (Numero de Plantas y Localización)	CAPACIDAD reportada en 1992
	(miles de toneladas)
GENERAL ELECTRIC Co. (3 en EEUU)	351
BAYER FARBENFABRIKEN (3 en Alemania, Bélgica y EEUU)	230
DOW CHEMICAL (2 en EEUU)	86
MITSUBISHI GAS CHEM Co.,Inc. (2 en Japón)	50
TEIJIN CHEMICALS Ltd. (1 en Japón)	50
IDEMITSU KOSAN Co.,Ltd. (1 en Japón)	30
ENICHEM POLIMERI SpA (1 en Italia)	15
MITSUBISHI KASEI Co.,Ltd. (1 en Japón)	15
SAM YANG KASEI Co.,Ltd. (1 en Japón)	15
POLICARBONATOS DO BRASIL S/A (1 en Brasil)	8
TOTAL (16 Plantas en 6 países)	850

Fuente: Chemical Economics Handbook Marketing Research Report. Polycarbonate Resins. SRI International, April 1993.

1.2 PARA QUE SIRVE UN POLICARBONATO

Dadas sus características de buenas propiedades (mecánicas sobre un amplio rango de temperaturas, muy alto impacto, baja tendencia al flujo en frío, resistencia térmica, propiedades eléctricas, completa transparencia, etc), muchas de las cuales no son superadas por ningún otro plástico, lo hacen sustituto de varios metales, vidrio y madera.

No obstante todo esto, su punto débil es la resistencia a los solventes los cuales deterioran sus propiedades. Para abatir esta deficiencia, recientemente se han hecho aleaciones con PoliButilenTereftalato (PBT), fibra de vidrio y Acrilonitrilo-Butadieno-eStireno (ABS) con excelentes resultados aún cuando sus propiedades mecánicas finales son menores a las originales.

Sus campos de aplicación se encuentran en las siguientes Industrias:

- Construcción En forma de lámina sustituye al vidrio y al Acrílico en ventanas y cancelos por su menor peso y mayor resistencia al Impacto (250 veces más que el vidrio y 30 más que el Acrílico). También en forma de lámina se usa en Seguridad y Transportación (Anti-vandalismo), y en Señalización. La lámina consumió el 21 % del Policarbonato producido en E.U., 16 % en Japón y el 19 % en Europa durante 1991.

- Autopartes Es seleccionado por su alto impacto, resistencia, alta temperatura de distorsión resistencia a la intemperie y facilidad de procesamiento contra otros plásticos y metal. Su uso más difundido es en calcazas de faros, lentes, reflectores, interiores del auto y defensas. En 1991, representó el 17.5 % del consumo de Policarbonato en E.U., el 13.5 % en Europa (básicamente como aleaciones) y 17 % en Japón.

- Electrodomésticos y Herramientas Su uso se ha extendido debido a sus propiedades térmicas y a sus buenas propiedades como aislante eléctrico, pero también por su

resistencia al impacto y su claridad. El 70 % del consumo en este mercado esta en los electrodomésticos pequeños (Cafeteras, tostadores, abrelatas) otra parte esta en Refrigeración y el resto en aparatos de uso rudo como los de lavanderías comerciales. Par E.U. representó el 12 % del consumo en 1991, mientras que en Europa fue del 11 % y en Japón fue de tan solo el 3%.

- Discos Ópticos. Este es el mercado de actual crecimiento, en particular el de Discos Compactos de Audio. El Grado de Policarbonato que se usa es de muy alto flujo y claridad óptica superior. Los "agujeros" microscópicos que copia el Policarbonato durante la inyección guardan la información digital. En 1991, representó el 5 % del consumo en E.U. y Europa y 6% en Japón, pero su crecimiento anual se estima en 15 % para E.U., 11 % para Japón y 5% para Europa. En esta aplicación su competencia fue el PoliMetilMeta-Acrilato (PMMA), sin embargo, dada su menor absorción de humedad y a su alta receptividad al Aluminio, lo ha superado en los CD's.

- Iluminación. SU uso se extiende a lentes, carcazas y protectores aprovechando su alta transparencia y resistencia al impacto en el caso sobre todo de iluminación pública o comercial. Su consumo fue del 4 % del total en 1991 en E.U. en Europa y Japón no se reporta esta aplicación.

- Empaque. Se ha usado en envases retornables de gran volumen sustituyendo al vidrio por su alta claridad y menor peso además de resistir los procesos de esterilización que se requiere. Su penetración al mercado de los no retornables ha fracasado por el bajo costo de plásticos como el PVC, PET y Resina K. En E.U. se reporta un consumo para 1991 del 4 % del total y 3 % para Europa y Japón.

- Eléctrica y Electrónica. Gracias a su excelente resistencia dieléctrica, resistividad volumétrica y superficial, independientemente de humedad y temperatura lo ha colocado como el preferido para la elaboración de conectores eléctricos. En E.U. su consumo fue de tan solo 4 % en 1991, pero en Japón fue de 18 % ya que aquí su uso se hace extensivo a cuerpos de bobinas y otra

variedad de partes de TV y en Europa fue del 31 % (el mayor uso es hacia carcazas de computadoras).

- Equipos de Oficina Su uso se ha extendido hacia las carcazas de los equipos, pero debido a la miniaturización de estos, cada vez se requiere menos material, en 1991, E.U. reportó un consumo del 4% (otro 4 % se usó como aleaciones que están muy difundidas en este segmento) . En el caso de Europa, se segmento se incluye en el de Electrónica y para Japón, su ocupación fue del 29 % haciéndose énfasis en cajas registradoras y en copadoras.

- Medica Su uso se basa en sus propiedades de claridad, impacto, baja extractabilidad y estabilidad dimensional aún a presiones negativas. Se usa en aparatos para colección, oxigenación y separación de sangre, aparatos de diálisis. En 1991 se consumió el 3% en E.U., 2 % en Europa y 6 % en Japón.

- Deportiva Por su alta resistencia al impacto y bajo peso su uso se ha extendido a toda clase de cascos y protectores oculares para todos los deportes. Tanto en E.U. como en Japón, se ocupó el 3 % de la producción total en 1991, mientras que en Europa fue el 5 %.

- Película El Policarbonato en forma de película se usa para las artes gráficas (en exhibidores, señales y placas de identificación en computadoras y demás aparatos). En E.U. se usó el 2 % durante 1991, sin tener datos de Europa y Japón.

- Otras Hay otra serie de aplicaciones que van desde el biberón hasta la industria Aeroespacial donde se aprovechan todas sus magníficas propiedades

La tabla I.2 muestra la diversificación de sus mercados por Región.

La tabla I.3 presenta el mercado internacional de Policarbonatos

La tabla I.4 presenta el índice de precios en Marzo' 94 para algunas resinas.

La tabla I.5 condensa el crecimiento por segmento de mercado del consumo de Policarbonato en Estados Unidos desde 1984 hasta 1992.

TABLA I.2

DEMANDA DE POLICARBONATOS POR REGION Y USO EN 1991

% DE CONSUMO POR REGION

SEGMENTO DE MERCADO	ESTADOS UNIDOS	EUROPA	JAPON
CONSTRUCCION / LAMINA	21	19	17
AUTOMOTRIZ	17.5	13	16
ELECTRODOM./HERRAMIENTAS	12.5	11	3
DISCOS OPTICOS	4.5		
ILUMINACION	4		
EMPAQUE	4	3	3
ELECTRICO / ELECTRONICO	4	39	17
EQUIPO DE OFICINA	4		27
MEDICO	3	2	5
DEPORTIVA	3	5	3
PELICULA	2		
OTROS	6	8	9
ALEACIONES	14.5	10*	
TOTAL	100	100	100

* = INCLUIDO EN AUTOMOTRIZ

fuente: Chemical Economics Handbook Marketing Research Report. Policarbonate Resins. SRI International. April 1993
EN NUESTRO PAIS NO EXISTE INFORMACION REFERENTE A ESTO.

TABLA I.3

MERCADO INTERNACIONAL DE POLICARBONATO

(miles de toneladas métricas. 1991)

	ESTADOS UNIDOS	EUROPA OCCIDENTAL	JAPON
CAPACIDAD	415	267	145
PRODUCCION	309	214	129
IMPORTACIONES	7	34	27
EXPORTACIONES	96	26	46
CONSUMO APARENTE	220	185 *	110

* LAS 185 TONELADAS SE DISTRIBUYEN DE LA SIGUIENTE FORMA: (EN %)

ALEMANIA OCCIDENTAL	35
FRANCIA	14
ITALIA	12
INGLATERRA	10
AUSTRIA	6
BENELUX	6
ESCAN DINAVIA Y FINLANDIA	6
ESPAÑA	5
SUIZA	5
OTROS	2
TOTAL	100

Fuente: Chem. Econ. Handbook., ed 1992, Editorial John Wiley

TABLA I.4

**PRECIOS DE ALGUNOS PLASTICOS DE INGENIERIA
(MARZO 1994)**

MATERIAL	CTS. DOLAR / LIBRA
ACETAL (homo y copolímero)	135 - 140
NYLON 6	137 - 147
NYLON 6/6	142 - 158
POLICARBONATO (soplo)	180 - 191
POLICARBONATO (inyección)	148 - 163
PBT	174 - 183
PET	162 - 171
POLISULFONA	455

Fuente: PLASTIC NEWS, Mzo 28, 1994.

TABLA I.5

CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE POLICARBONATO EN E.U. (en miles de toneladas)

APLICACION	1984	1985	1986	1987	1988	1990	1991	1992
ELECTRODOMESTICOS	13	14	13	14.5	16	24	23	24
EQUIPO DE OFICINA						13	13	13
COMUNICACION/ELEC.	33	20	22	23	24.5	14	14	17
CONSTRUCCION	40	41	45	45.5	47	48.5	48	48.5
DISCOS COMPACTOS						6	8	9
INDUSTRIAL		18	20	21	22			
DEPORTE Y RECREAC.	10	14	14	18	19.5	20	20	21
EMPAQUE			13	9	10.5	8.5	8.5	9.5
TRANSPORTACION	13	15	17	24.5	28	26	23	29
OTROS	21	23	19	23	28	32	26	29.5
TOTAL	130	145	163	178.5	195.5	192	183.5	200.5

Notas:

1.- No hay información disponible sobre el año 1989.

2.- El segmento de Equipos de Oficina se separó del de Comunicaciones en 1990, el Industrial dejó de aplicar en el mismo año y fue absorbido por el rubro de Otros.

Fuente.. Modern Plastics, Febrero de 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992 Y 1993.

1.3 COMO SE OBTIENE UN POLICARBONATO.

Aún cuando los procedimientos de obtención son varios, sólo algunos se aplican a nivel laboratorio y pocos son usados en producciones comerciales. De estos últimos, aquí se muestran los más representativos y que a manera de resumen se dividen en aquellos para Policarbonatos Alifáticos y para Aromáticos.

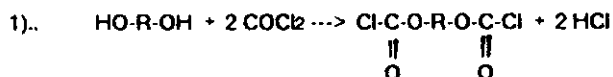
1.3.1 POLICARBONATOS ALIFATICOS

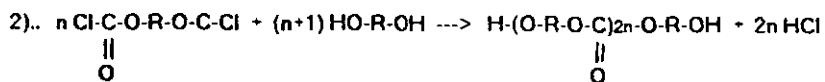
La obtención se puede llevar por:

- la reacción de compuestos dihidroxilados con Fosgeno o dicloroformados de compuestos dihidroalifáticos.
- transesterificación.
- polimerización de carbonatos cíclicos.

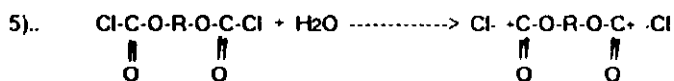
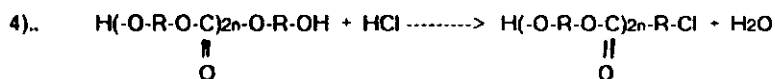
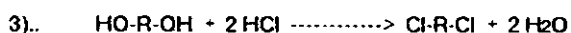
A) Reacción con Fosgeno.

La reacción se considera de dos pasos. En el primero, un compuesto dihidroxilado reacciona con el Fosgeno para dar un dicloroformado más Acido Clorhídrico. En el segundo paso, el dicloroformado reacciona con más compuesto dihidroxilado para incrementar el tamaño de la cadena y se libera más Acido Clorhídrico, las reacciones son:

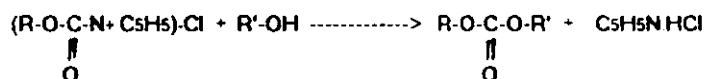
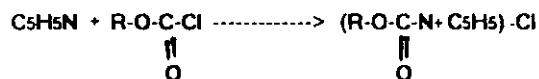




Mientras que el primer paso se lleva rápidamente a temperatura ambiente, el segundo paso es más lento aún a temperaturas superiores a 50°C. Mayores temperaturas promueven la formación de alquil-cloruros por el HCl generado en la reacción 2).. y que actúan como finalizadores de cadena. Por otro lado, el Agua liberada de esta reacción hidroliza a los grupos cloroformados:



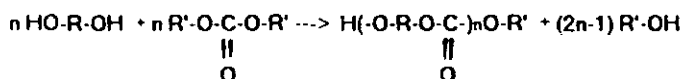
Para solventar esto, se acostumbra usar un medio básico, de preferencia orgánico (aminas terciarias), con el fin de tener una fase homogénea y porque se ha demostrado que forman aductos que incrementan la velocidad de reacción. Abajo se muestra la formación de estos aductos a partir de un Cloroformado:



Se recomiendan aminas terciarias aromáticas (p.e. Piridina) sobre las alifáticas ya que estas últimas pueden conducir a la formación de uretanos.

B) Transesterificación.

Otro método usado para producir Policarbonatos Alifáticos es la transesterificación de diesteres del Acido Carbónico con compuestos dihidroxi-alifáticos:



Esta reacción procede solo en presencia de un catalizador fuertemente alcalino y a temperaturas entre 120 y 220°C. Aún así, resulta una descomposición parcial del carbonato alifático formado con la liberación de CO₂ por lo que no se obtienen carbonatos de alto peso molecular. La transesterificación para formar Policarbonatos de bajo peso molecular se lleva a bajas temperaturas y con catalizador alcalino el cual se remueve después de un lavado ácido.

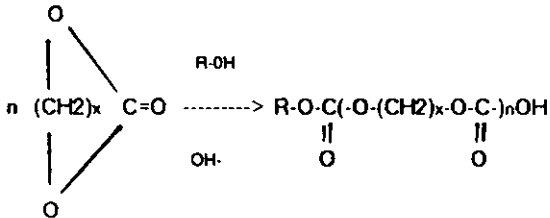
Finalmente, para lograr Policarbonatos de alto peso molecular, la reacción se lleva en presencia de pequeñas cantidades de ácido dicarboxílico con altas temperaturas y a vacío.

La transesterificación de diesteres aromáticos del ácido carboxílico procede mucho más fácilmente.

C) Polimerización de Carbonatos Cíclicos.

Los carbonatos cíclicos de compuestos dihidroxialifáticos cuyos anillos contienen más de cinco miembros pueden ser polimerizados a Policarbonatos de alto peso molecular. Los carbonatos cíclicos pueden ser monoméricos, díméricos u oligoméricos. La reacción se lleva a

temperaturas cercanas a los 200°C en presencia de catalizadores básicos, se requieren pequeñas cantidades de alcohol ó Agua para iniciar la polimerización.



Los carbonatos usados como materia prima pueden obtenerse por el tratamiento de compuestos dihidroxilados con Fosgeno o diesteres de carbonato, o por depolimerización de carbonatos alifáticos.

1.3.2 POLICARBONATOS AROMATICOS.

Estos pueden ser preparados de varias formas, sin embargo, solo hay pocos procesos de importancia industrial. En todos los procedimientos que se describirán, se hace énfasis en el uso de 2,2 - Bis(p-hidroxidifenil) - Propano, comunmente conocido como Bisfenol A. Al igual que con los alifáticos, el método más difundido es la fosgenación.

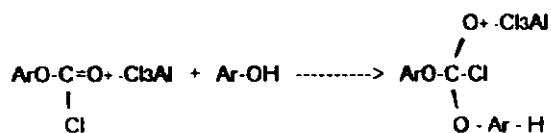
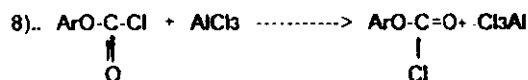
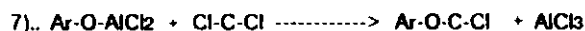
A) Reacción con Fosgeno.

La reacción es altamente catalizada por ácidos de Lewis como Cloruro de Aluminio y con menos frecuencia por Magnesio metálico. El medio apropiado de reacción puede ser un hidrocarburo aromático clorado como el Clorobenceno y de preferencia, O-Diclorobenceno.

La reacción del dicloroformado de Bisfenol A con Bisfenol A puede ser llevada en presencia de Magnesio en Diclorobenceno hirviendo durante 7 hrs.; el Policarbonato resultante es de alto peso molecular y con una viscosidad relativa de 1.27.

La utilización de ácidos de Lewis, como Cloruro de Aluminio, Isopropóxido de Aluminio, Cloruro Estánico, o Tetracloruro de Titanio, como catalizadores produce compuestos de alto peso molecular en periodos relativamente cortos, sin embargo, la viscosidad relativa más alta lograda es de tan solo 1.13 ya que tales ácidos reaccionan colateralmente con el solvente.

El mecanismo de reacción involucra la formación de complejos con el Fenol y Fosgeno (ecuaciones 6 y 7) ó con el ester cloroformado (8):



Este último producto, genera al carbonato con la eliminación del Tricloruro de Aluminio y Acido Clorhídrico.

B) Uso de un Aceptor Acido.

En contraste con el método anterior que sólo procede a altas temperaturas en presencia de catalizadores especiales y que da polímeros con poco peso molecular, la condensación con sustancias básicas se logra a temperatura ambiente con alta velocidad para obtener Policarbonatos de alto peso molecular para uso comercial.

Como sucede con los alifáticos, la reacción se hace en medios homogéneos.

Se puede usar un exceso de Piridina de manera que el producto formado sea más o menos viscoso, también se puede reemplazar una fracción de la Piridina por un solvente en el cual el Policarbonato sea soluble y lograr aún buenos resultados.

Es sumamente importante mantener cantidades equivalentes de Fosgeno y de Bisfenol A, ya que el peso molecular dependerá de las relaciones iniciales de ambos. Por otra parte, debe evitarse la presencia de sustancias como alcoholes monofuncionales o fenoles que actúan como terminadores de cadena.

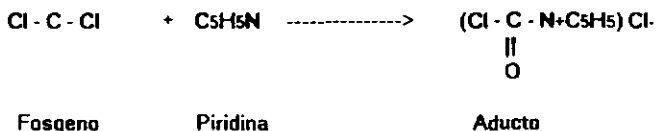
La temperatura y el tiempo de reacción inciden también directamente sobre el peso molecular ya que con ambas se pueden promover reacciones laterales.

Los solventes más apropiados son el Cloruro de Metileno y el Clorobenceno.

Este tipo de reacción es factible a nivel industrial y es la base para la Tecnología de Producción de Policarbonatos derivados del Bisfenol A aplicada por General Electric.

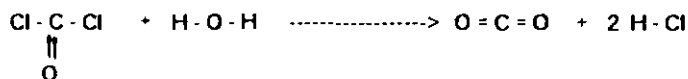
Las reacciones que se involucran en esta Tecnología son las siguientes:

Iniciación. En este primer paso, el catalizador (Piridina, que es una amina terciaria aromática) ataca al Fosgeno (que es uno de los dos monómeros reactivos) para formar un aducto que es más reactivo, la reacción es:

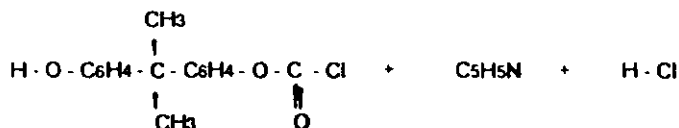
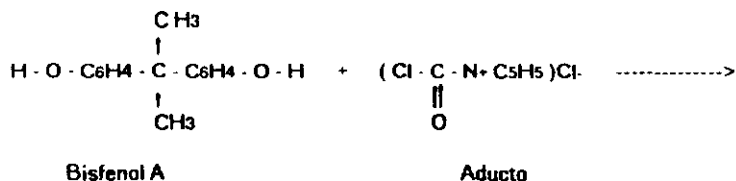


Nota:

Es sumamente importante que esta reacción sea anhidra, ya que de lo contrario, una parte del Fosgeno se puede hidrolizar, siguiendo la reacción:

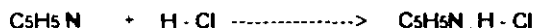


En el segundo paso de la iniciación, el aducto reacciona con una molécula del Bisfenol A para iniciar el crecimiento de la cadena como sigue:

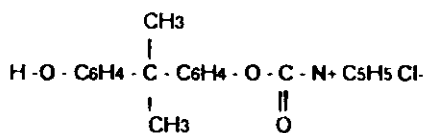
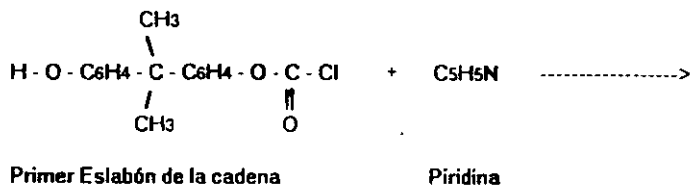


Primer Eslabón de la Cadena del Policarbonato
Piridina
Acido

En este punto, la reacción toma dos rutas, en la primera, la Piridina, por su carácter Básico, se une al ácido mientras que en la segunda, la Piridina se une al eslabón de la cadena para que ésta siga creciendo y lo que constituiría la Propagación. La primera reacción es:



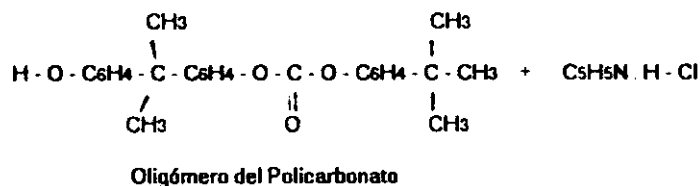
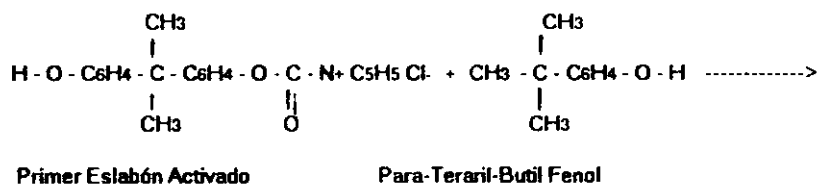
Propagación: En este paso, como ya se mencionó, la Piridina libre se une al primer eslabón de la siguiente forma:

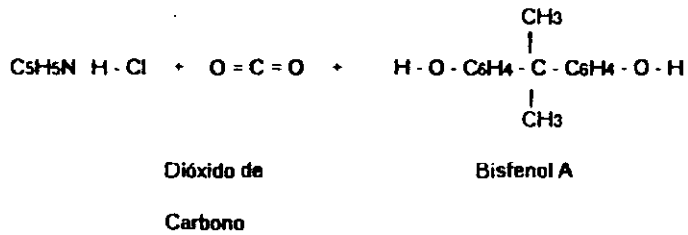
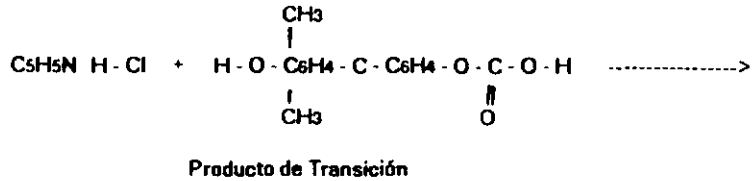
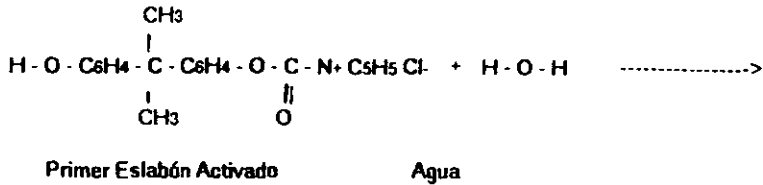


Primer Eslabón Activado

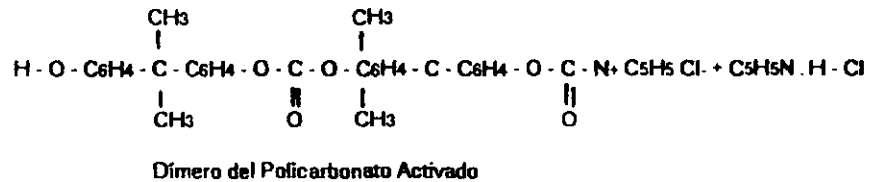
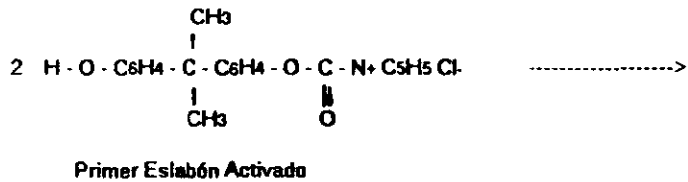
Nota:

Este Primer Eslabón Activado puede sufrir reacciones si se encuentra en presencia de Alcoholes o bien de Agua, las reacciones son:



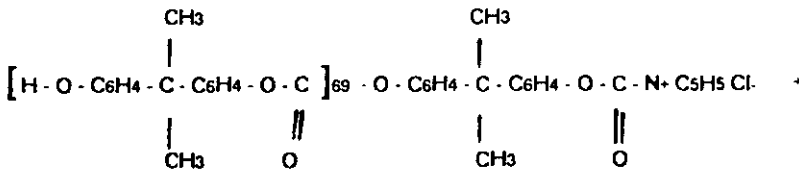


La propagación continúa uniendo dos Primeros Eslabones Activados como sigue:

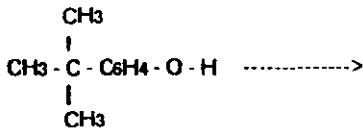


Así, la cadena continúa hasta que se hace la terminación.

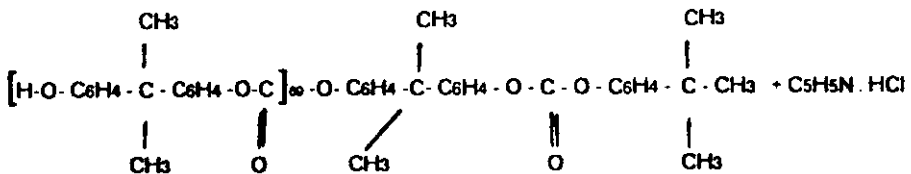
Terminación: Este es el último paso de la reacción y se efectúa una vez que se ha alcanzado el tamaño de la cadena deseado. En el caso de la Tecnología de General Electric el tamaño es de aproximadamente 70 unidades estructurales similares al primer eslabón de la cadena. La reacción es la misma que la presentada en la propagación cuando el eslabón reacciona con un alcohol.



Policarbonato Activado



Para-Terariil-Butil Fenol



POLICARBONATO

Como se puede observar, la Tecnología involucra a las siguientes Materias Primas:

- Fosgeno como Reactivo,
- Bisfenol A como reactivo,
- Piridina como catalizador, y
- Para-Terail-Butil Fenol como terminador de reacción

Adicionalmente, no se debe olvidar que el medio de reacción es el Cloruro de Metileno.

El Producto obtenido de la reacción es el Policarbonato y como subproductos se tienen:

- El aducto de Piridina-Acido Clorhídrico
- Oligómeros de Policarbonato y (si se tiene agua)
- Dióxido de Carbono.

De estos tres subproductos, los Oligómeros se van con el Producto y afectan en la distribución de Pesos Moleculares del Producto Final (inclusiva la Tecnología no los menciona ya que su presencia sirve para modificar las Propiedades de Flujo del Producto). No obstante, se les debe mantener en concentraciones de partes por millón.

El aducto y el Dióxido deben ser removidos posteriormente. Al aducto se le neutraliza para obtener la Piridina nuevamente libre y reusarla en el proceso y al Dióxido se le elimina mediante lavados con agua al Producto.

C) Polimerización Interfacial.

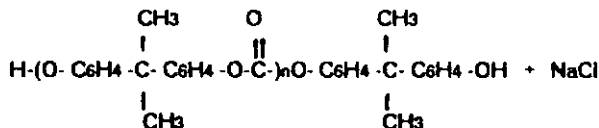
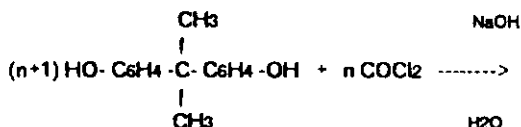
Este otro procedimiento involucra la reacción de soluciones alcalinas acuosas de compuestos dihidroxí-aromáticos con Fosgeno y el biscloroformado en presencia de un solvente orgánico inerte.

La reacción también puede llevarse en presencia de sales alcalinas anhidras o sales alcalino-térricas, pero tal método es inconveniente y lento.

Dado que el Fosgeno se hidroliza en el agua, no es posible preparar directamente Policarbonatos Alifáticos en sistemas acuosos sin embargo, la reacción de Fosgeno con fenóxidos alcalinos en solución acuosa es más rápida que la hidrólisis, de manera que aún a temperatura ambiente o menos, los fenilcloroformados se logran rápidamente.

La hidrólisis del Fosgeno se puede reducir aún más si la reacción se lleva en un solvente inerte e inmisible en agua. Este método fue el usado por Einhorn para obtener Policarbonatos de bajo peso molecular; Schnell los obtuvo de alto peso mezclando Fosgeno en un sistema de dos fases consistentes en Xileno y Bisfenol A en solución alcalina acuosa.

La reacción es como sigue:



Conforme se adiciona el Fosgeno, el polimero precipita en forma de partículas blancas en el Xileno. El producto contiene algunos grupos biscloroformados aún después de ser calentado por varias horas a 100°C haciendo que la distribución del peso molecular tenga dos máximos; el peso molecular promedio corresponde a una viscosidad relativa menor a 2.0.

Una mejora al procedimiento consistió en usar un medio inerte en el que fueran solubles tanto el Fosgeno como el Policarbonato producido; los solventes más apropiados para este método son los hidrocarburos aromáticos y los clorados aromáticos y alifáticos, por ejemplo, el Cloruro de Metileno usado en la preparación de Policarbonatos derivados del Bisfenol A.

El uso de fenoles monofuncionales como terminadores de cadena genera polímeros de bajo peso molecular, pero se obtiene una regulación si se usan alcoholes alifáticos de cadena larga, trialkilsilanoles, alcoholes fluorosustituídos, etc.

Dado que la policondensación interfacial es exotérmica, el calor debe removerse ya sea por medios externos o por volatilización del solvente. La velocidad de reacción en sus últimos pasos es relativamente lenta; bajo condiciones especiales se pueden lograr policarbonatos con peso molecular de 12,000 en aproximadamente 2 a 3 hrs.

El proceso es factible a nivel industrial y presenta las siguientes ventajas: La reacción se lleva a bajas temperaturas en sistemas acuosos. La reacción es insensible a varias impurezas. Se obtienen polímeros de alto peso molecular.

Sus desventajas son: Es difícil remover los electrolitos del polímero y es necesario obtenerlo en soluciones relativamente diluidas las cuales deben ser extractadas para lograr material de gran pureza. Este tipo de reacción es la base de la tecnología Bayer.

D) Transesterificación.

La transesterificación de compuestos dihidroxi aromáticos con dialquilcarbonatos es relativamente lenta, aún a temperaturas superiores a 200°C en presencia de catalizadores altamente alcalinos. Para alcanzar velocidades altas de reacción se necesitan condiciones tan drásticas que se descomponen los monómeros antes.

Por esto, la transesterificación no tiene perspectivas comerciales para la producción de Policarbonatos de alto peso molecular.

CAPITULO II

BASES DE DISEÑO

II.1 SELECCION DE LA TECNOLOGIA

Actualmente , en el mundo se aplica básicamente el método de Fosgenación en Solución como método de producción industrial, y cada productor lo aplica con sus variantes tecnológicas como por ejemplo el tipo de solvente, el catalizador y preponderantemente el método de recuperación del producto.

A la vanguardia de todas las tecnologías se encuentran las de General Electric y la de Bayer Farbenfabriken, con sus línea Lexan[™] y Macrolon[™] respectivamente. (En la Tabla I.1 se mostraron las principales tecnologías en el mundo y su estado de desarrollo)

En México . las resinas de Policarbonato se han importado desde hace varios años ocupando el primer lugar la línea Lexan[™].

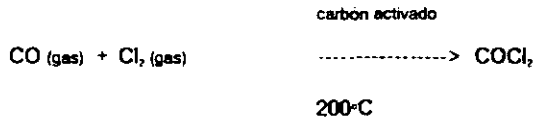
Así pues, por el lado de Reacción, se trabajará a través del *METODO DE FOSGENACION EN SOLUCION*, además, por el lado de la tecnología de producto y dado su liderazgo en el mercado, se selecciona la tecnología aplicada por *GENERAL ELECTRIC PLASTICS*.

Las características de la tecnología de General Electric se pueden agrupar en:

A) Producto: Tiene la flexibilidad de producir materiales con diferentes pesos moleculares que en el mercado se distinguen como "grados". Además , puede tener la versatilidad para extruir aleaciones con ABS y fibra de vidrio que son otros "grados".

B) Materias Primas: Utiliza materias primas que pueden conseguirse en México vía productores nacionales (como el Bisfenol A , Piridina, CH₂Cl₂, HCl, N-Heptano. Sosa, aditivos) o por importaciones (ParaTeranilButilFenol). El Fosgeno , dadas sus características, es recomendable

que se produzca cerca de la Planta; en México no se produce pero ya que el propósito del trabajo es presentar el proceso para Policarbonatos y no para Fosgeno, baste decir que el Proceso de obtención del Fosgeno a nivel industrial utiliza la siguiente reacción:



El Fosgeno además de usarse en la Producción del Policarbonato, también es usado para la síntesis de la Urea, que se usa en los Fertilizantes, en la Industria Farmacéutica y para la producción de resinas de Urea-Formaldehído. Para obtener la Urea, el Fosgeno se hace reaccionar con Amoniaco.

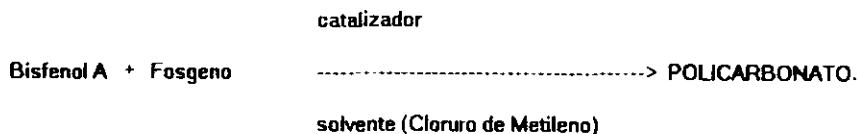
C) Equipos: Los equipos pueden separarse en aquellos de fabricación normal (tanques, reactores, centrifugas, extrusoras, filtros) y bajo diseño (secadores, torres de destilación). Los materiales de construcción son en un 99% aceros comerciales, vidriados y Aluminio.

Como se observa, los elementos esenciales para la implantación en México de esta tecnología son alcanzables.

II.2 LINEAMIENTOS DE LA TECNOLOGIA.

1.- Las Resinas se producen vía Copolimerización en solución de Bisfenol A y Fosgeno, es decir, que el medio de reacción es solvente también del producto. Tecnológicamente se selecciona el Cloruro de Metileno por su carácter polar y su economía, adicionalmente, es altamente volátil por lo que hace fácil su posterior remoción.

La reacción de obtención se presenta en el Capítulo I, sección I.3.2.B) y que en síntesis es la siguiente:



2.- General Electric. encontró que la relación óptima de solubilidad de la Resina en el Cloruro de Metileno es de 0.9, es decir, se usará 11 veces más CH_2Cl_2 que el Policarbonato producido. Con esta relación se logra una disipación más uniforme del calor generado durante la reacción y sirve para ayudar a regular la velocidad de la reacción (siendo esta una policondensación, avanza rápidamente y el tener los reactivos en una solución diluida permite que los fenómenos de transferencia de masa sean importantes durante la reacción y se reduzca la velocidad).

3.- La tecnología recomienda un excedente del 3% de Fosgeno (debido a la evaporación que sufre a la temperatura de reacción) para mantener una relación estequiometrica en el seno de la reacción.

4.- El catalizador usado para la reacción es la Piridina ya mencionada en la sección de referencia. La tecnología indica que se debe usar un excedente del 50 % a la cantidad estequiometricamente necesaria para la reacción ya que durante la misma, forma un complejo con el Acido Clorhídrico que se genera y que impide su función de catálisis.

5.- Para terminar la reacción se usa un controlador de peso molecular (fenol de alto peso molecular llamado Para-Teraril-Butil Fenol). Se adiciona desde el inicio para poder tener un control del Peso Molecular efectivo, dado que la cinética de reacción en policondensaciones depende de la concentración de los reactivos en la fase de propagación y se pueden generar cadenas muy largas

de polímero. Otra razón del porque se adiciona desde el inicio, es que, llevándose la reacción en un solvente, se debe considerar la difusión que este controlador tendrá en la masa total reaccionante.

6.- La reacción se lleva a temperatura de 40°C, en fase líquida y a presión de 7 Kg/cm². El tiempo de reacción es de 4 horas. El calor de reacción es de aproximadamente 30 Kcal/gmol de PC .

7.- Las materias primas deben ser anhídras dado que como se presenta en el Capítulo I, sección I.3.2.B) , el Agua inhibe la reacción.

8.- Al desarrollar la tecnología, se encontró que el complejo que forma la Piridina con Acido Clorhídrico tiene una densidad diferente al Cloruro de Metileno, lo que no ocurre con la Piridina sola, y que facilita la separación del catalizador. Para aprovechar esta ventaja, se adiciona Acido Clorhídrico al finalizar la reacción y así poder lograr una separación más sencilla y eficiente de la resina.

9.- También como parte del desarrollo, se obtuvo que el mejor método para separar el Producto del Cloruro de Metileno era agregando N - Heptano que modifica los parámetros de solubilidad de la Resina, haciéndola precipitar. Los parámetros de diseño de la separación son los siguientes:

Tiempo de residencia en el precipitador:	30 min.
Velocidad de filtración:	20 (Lb/Hr)/Ft ²
Tiempo de residencia en el secador:	2 Hr (al 40% de llenado).

10.- Para hacer económico el proceso, se debe crear todo un tren de recuperación de Piridina, Cloruro de Metileno y N - Heptano .

11.- La Planta debe estar integrada con una o unas líneas de extrusión y formulación de compuestos dado que el Policarbonato tal como sale de la reacción debe ser adicionado con lubricantes y antioxidantes para que el procesador final pueda usarlo convenientemente.

II.3 GENERALIDADES DEL PROCESO

De manera práctica, el proceso puede dividirse en 5 grandes áreas:

I.- Almacenamiento de Materias Primas.

II.- Reacción y Acondicionamiento.

III.- Producto Terminado.

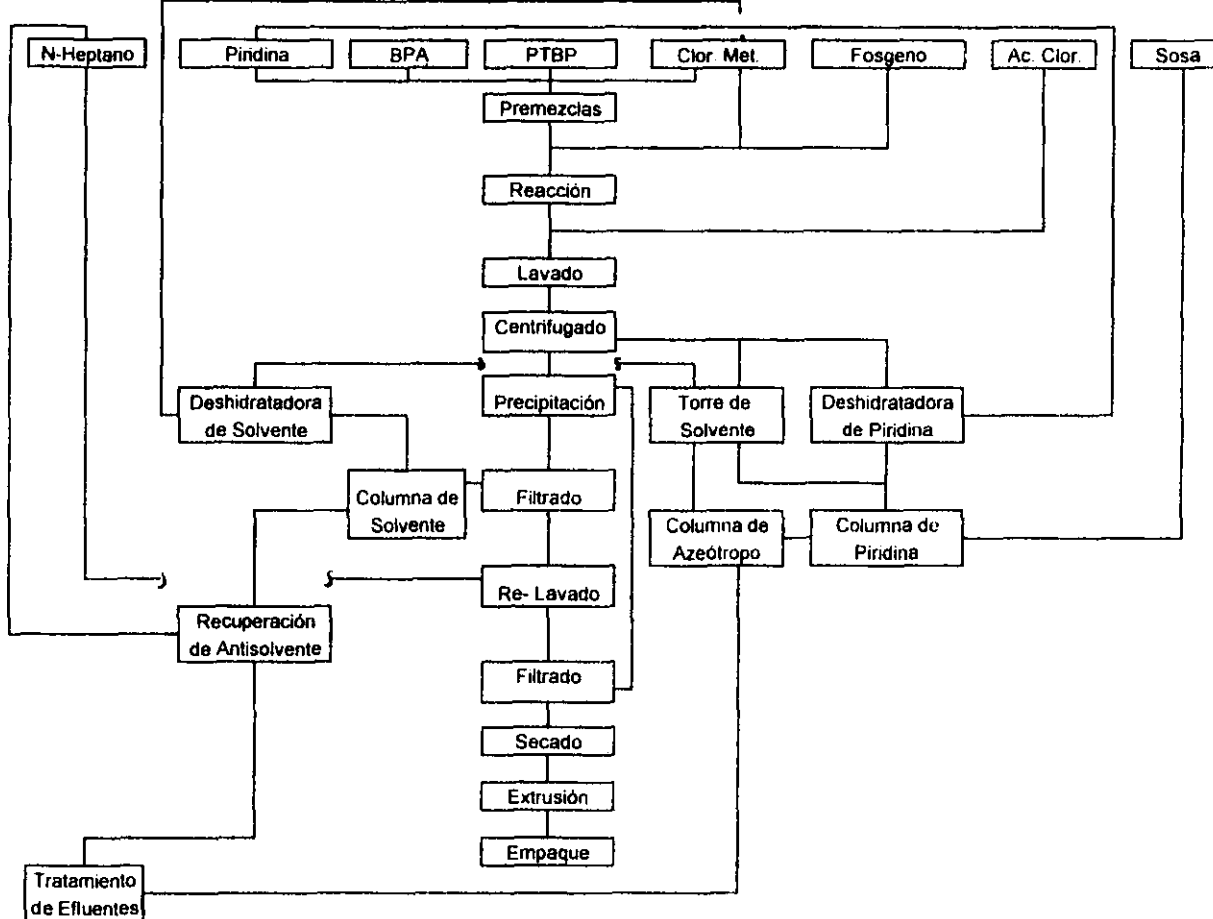
IV.- Recuperación de Piridina.

V.- Recuperación del Solvente.

(El diagrama II.1 presenta en forma de bloques las operaciones más importantes del proceso)

Diagrama II.1

BLOQUES DEL PROCESO



El proceso es semi-continuo, ya que la reacción se lleva a cabo en forma "batch" mientras que la recuperación y subsecuentes tratamientos del producto se hacen de manera continua. La ventaja de esto es que da mayor flexibilidad para cambiar producciones hecho que normalmente se busca en el diseño de una planta de especialidades como es el caso de los Policarbonatos.

En la primera sección del diagrama, se representa el almacenamiento de las Materias Primas Mayores que involucra desde la descarga de pipas o carros tolva hasta las bombas y líneas de transferencia al proceso.

La sección II, que es propiamente donde inicia el proceso, muestra el área de reacción que incluye tanques de premezclas, enfriadores, reactores, tanques de proceso y los equipos de acondicionamiento de la resina de Policarbonato hasta obtenerla seca.

La sección III es la de Producto Terminado donde la resina es procesada para obtener el producto tal y como saldrá al cliente. Esta área incluye básicamente una línea de extrusión con todos sus equipos periféricos.

En la sección de recuperación de Piridina (sección IV), se tiene un tren de destilación que consta de cuatro columnas con el fin de recuperar la Piridina ya purificada. Esta es una de las secciones más complicadas en su diseño.

Finalmente, en la sección V (de Recuperación del Solvente) hay dos columnas, siendo la primera para recuperar el antisolvente y la segunda para el solvente. De la primera columna, el antisolvente es enviado a un tratamiento donde se le elimina el agua antes de ser enviado nuevamente al proceso.

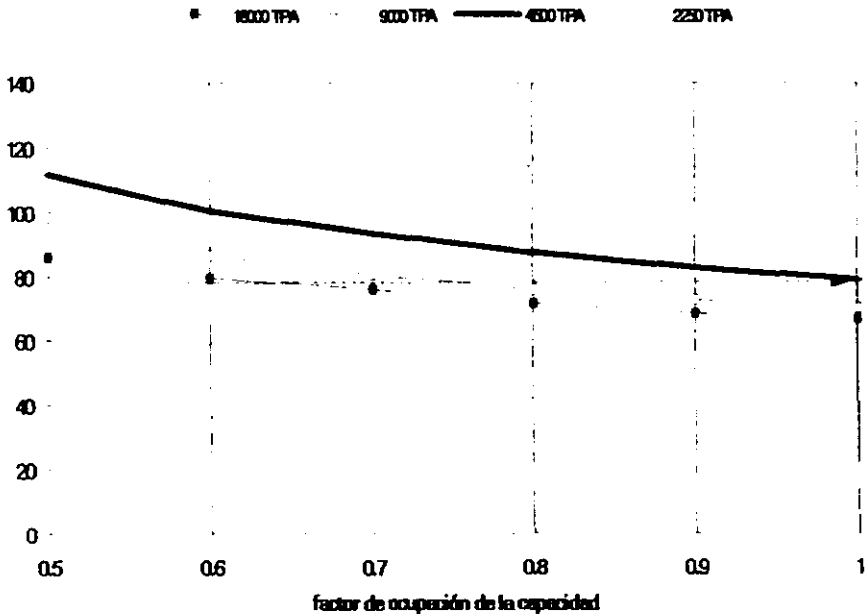
II.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD

General Electric ha tomado el comando de las importaciones de Policarbonatos y según las estadísticas de mercado, en 1991 se importaron 4700 tons. de Policarbonato de E.U. (con un crecimiento vs. 1990 del 160 %) considerando que el crecimiento en el consumo generalizado de plásticos en lo que resta de la década esta proyectado a un ritmo del 10 % anual y a que se tendrá que enfrentar a la competencia, se considera que 4800 tons. representaría alrededor del 50 % del consumo en el mercado nacional para 1998, por lo que esta será la capacidad de diseño de la Planta.

En la gráfica II.2 se presenta el costo de manufactura como función de la capacidad de producción y del factor de operación.

GRAFICA II.2

COSTO DE PRODUCCION EN FUNCION DE LA CAPACIDAD



Además , se considera que el 60% de este consumo será por concepto de resinas grado inyección mientras que el 40% restante lo absorberá el grado extrusión.

Para cumplir con esto, la resina debe tener un peso molecular (Mn) desde 15000 hasta 30000 y una temperatura de transición vítrea mayor a 140°C.

Como se dijo, la capacidad será fijada en 4800 ton/año de producto terminado (en forma de "pellet") con las siguientes consideraciones:

- a) un rendimiento del 97.5% (el restante 2.5% son pérdidas por purgas en extrusión),
- b) una eficiencia de operación del 80% (considerándose el otro 20% como tiempo perdido por mantenimiento y cambios de producción). El mayor impacto sobre esta eficiencia, lo constituyen los tiempos perdidos por chequeo de tonos y ajustes en las temperaturas para evitar amarillamiento; también impactan los tiempos usados en el cambio de la configuración de los husillos del extrusor necesarios para producir diferentes materiales.

Con esto, la capacidad (en kg/hr) se representa:

$$\text{capacidad (kg/hr)} = \frac{4800000(\text{kg/año})}{8760(\text{hr/año}) * 0.975(\text{ad}) * 0.8(\text{ad})} = 702.5 (\text{kg/hr})$$

En el area de reacción se tendrá que producir esta cantidad y dado que el proceso es intermitente, la capacidad por carga se calculará en base a :

- a) un rendimiento teórico del 99% (el 1% restante se pierde por los filtros y que van al quemador y como muestras tomadas para verificar la calidad)
- b) una eficiencia de operación del 85% (el resto se aplica en limpiezas por cambios de producción y en paros por mantenimiento preventivo y correctivo)
- c) una duración de ciclo de 6 hr/carga, distribuidos en 1 hr. de carga de materias primas, 4 hrs. de reacción y 1 hr. de descarga de reactor.

así pues, la capacidad quedará expresada como:

$$\text{capacidad(kg/carga)} \times \text{rendimiento(ad)} \times \text{eficiencia (ad)}$$

$$\text{capacidad(kg/hr)} = \frac{\text{duración del ciclo(hr/carga)}}{\text{duración del ciclo(hr/carga)}}$$

despejando la capacidad (kg/carga), quedaría entonces:

$$\text{capacidad(kg/carga)} = \frac{702.5(\text{kg/hr}) \times 6(\text{hr/carga})}{0.85(\text{ad}) \times 0.99(\text{ad})} = 5008.9 (\text{kg/carga})$$

Por lo tanto, la capacidad de operación en reacción será fijada en 5000 kg/carga.

Para lograr esta capacidad, pueden haber dos opciones que son:

- 1.- usar un solo reactor
- 2.- hacerlo en una batería de reactores:

La ventaja de tener un solo reactor es que la operación se simplifica al usarse menos equipo y emplearse menos personal, sin embargo, las capacidades de diseño en los equipos pueden ser muy grandes y en el caso de una eventualidad aparte del costo de una carga, el costo del daño puede ser grande.

En el caso de la batería o tren de reactores, se tiene una mayor versatilidad al fraccionar la capacidad total reduciendo el posible costo de algún incidente, no obstante, la inversión inicial en equipos es mayor al igual que el costo fijo del personal operativo.

Para analizar las opciones, se debe considerar:

- a) Que la capacidad por reactor tenga un tamaño representativo
- b) Que el personal operativo sea el menor posible

(tripulaciones de 2 a 5 miembros por turno y por sección)

c) Que el equipo permanezca ocioso el menor tiempo disponible.

Con esto, se analizarán tres variantes:

- 1.- Un solo reactor. (menor tripulación)
- 2.- 2 reactores independientes (tamaño de carga representativo)

Las bases son:

- capacidad de 20000 kg/día de producto
- la relación volumen de operación a kg de producto por carga debe ser igual o mayor a 11
- el volumen de operación será del 90% del volumen total por reactor.
- el ciclo por carga será de 4 hrs. dividido en: 1 hr. de carga de materias primas, 4 hrs. de reacción y 1 hr. más de descarga.

OPCION 1) *UN SOLO REACTOR*

Núm. de cargas al día: 4

kg. por carga de reactor: $20000/4 = 5000$

volumen de operación del reactor (gal): 14531

volumen total del reactor: 16145 gal.

esto indica que se necesitaría un reactor de 62 M3, que es grande pero no demasiado.

OPCION 2) *DOS REACTORES INDEPENDIENTES*

Núm. de cargas al día: 8

kg. por carga de reactor: $20000/8 = 2500$

volumen de operación por reactor: 7265 gal.

volumen total por reactor: 8072 gal.

significa 2 reactores comerciales de 30 M³ cada uno.

Ambas opciones son razonables, quizá la mayor diferencia se tendría en la versatilidad que ofrecen 2 reactores al poder hacer materiales diferentes o para modificar la capacidad. Se selecciona, pues, la opción de dos reactores independientes.

II.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

II.5.1- ALMACENAMIENTO Y PREPARACION DE MATERIAS PRIMAS.

Cabe hacer mención que estrictamente hablando esta sección no forma parte del proceso, no obstante, en el diseño de la Planta juega un papel fundamental por lo que para fines prácticos se incluye en la descripción.

Se deberán considerar 2 secciones: la de Materias Primas Mayores y la de Materias Primas Menores.

Dentro de las Materias Primas Mayores se tienen:

- a) Bisfenol A (2,2 bis(p-hidroxifenil)propano) (BPA)
- b) Piridina
- c) Fosgeno
- d) Cloruro de Metileno
- e) N-Heptano
- f) Acido clorhídrico.
- g) Sosa

Dentro de las Materias Primas Menores se pueden contar:

a) P-Teranilbutil Fenol (PTBP)

b) Aditivos.

La descripción del equipo y las consideraciones necesarias para su manejo se describen a continuación.

MATERIAS PRIMAS MAYORES

a) BISFENOL A. (monómero)

Es un sólido en forma de escamas blanco-amarillentas. Dado el volumen a manejar, se descarta su uso en bolsas, por lo que se requerirá recibirlo en carros-tolva de donde se descargará por medio de un transporte neumático de presión positiva hasta el silo de almacenamiento. El Bisfenol A debe almacenarse en ausencia de aire para evitar que se oxide usándose para tal caso Nitrógeno, sin embargo, por su alto costo, en los transportes se moverá aire y en el silo se hará la purga requerida. El silo deberá estar equipado con: sistemas vs. incendio, válvulas de alivio y conservación de presión, inyección de Nitrógeno y medición de nivel. Para descargar el silo, también se usará un transporte neumático de presión positiva para descargar a las tolvas pesadoras de diario. Será necesario contar con selectores para escoger la tolva a la cual descargar. Cada tolva debe contar con alivio y conservación de presión, medición de peso, inyección de Nitrógeno y actuadores por alto nivel.

b) PIRIDINA. (catalizador)

Es un líquido incoloro con olor característico cuyo punto de ebullición es de 115°C, debe estar libre de agua, ya que ésta inhibe la reacción.

Se recibirá en pipas y se bombeará a un tanque de almacenamiento atmosférico (T-202) que debe estar equipado con: medición de nivel y temperatura, sistema vs. incendio y control de

presión. A este tanque atmosférico también le llega la corriente de Piridina destilada. Es importante que este tanque tenga la capacidad suficiente para absorber la demanda en caso de que se tengan problemas en la sección de Recuperación de Piridina (las remesas servirán solo para reponer el inventario.) Del tanque, la Piridina es bombeada al tanque de premezclas. El tanque y la bomba deben estar alojados dentro de un dique de contención para que en caso de derrames, estos no se extiendan.

c) FOSGENO. (monómero)

Es un gas muy tóxico, que por seguridad debe manejarse como líquido. Su presión de vapor a 1 atm. y 20°C es de -60.3 mmHg.

La manera de recibirlo será a través de pipas y se descargará a un tanque presionado (5 atm). Para garantizar una descarga completa, se debe contar con un compresor que obligue a los gases a fluir hacia el tanque. El tanque debe contar con un control de presión, indicación de temperatura y nivel y como aditamentos de seguridad un monitor de concentración de fosgeno en la atmósfera que accionará a rociadores de sosa diluida (el Fosgeno se adsorbe en ésta), además, todas las líneas que manejen Fosgeno deberán llevar una traza de sosa.

Del tanque, el Fosgeno pasa a unos vaporizadores (para eliminar posibles impurezas) antes de ser mezclado con Cloruro de Metileno y enviado a los reactores.

El tanque debe estar alejado de cualquier otra área cuando menos 15 veces su diámetro también por seguridad.

d) CLORURO DE METILENO. (solvente)

Es un líquido incoloro de olor característico cuyo punto de ebullición es 40°C.

Este material será recibido en pipas y descargado a tres tanques de almacenamiento. El líquido debe ser conservado a 20°C y 2 atm. de presión por lo que es necesario que el tanque cuente con

aislamiento externo, indicación de temperatura y nivel, un control de presión y sistema vs. incendio.

Para garantizar una temperatura adecuada, también puede incluirse una línea de recirculación que pase por un enfriador, sin embargo, se recomienda tener un buen aislante (en el diseño no aparece el enfriador).

Del tanque, el líquido debe ser bombeado a dos puntos diferentes: el tanque de premezcla y el reactor por lo que serán necesarias dos bombas con un selector de dirección.

Todo los equipos antes mencionados debe estar dentro de un dique de contención para evitar propagación en caso de un derrame.

El tanque debe estar alejado de los demás cuando menos 10 veces su diámetro.

e) N - HEPTANO. (antisolvente)

Es un hidrocarburo líquido con punto de ebullición de 98°C, explosivo, por lo que deben extremarse las precauciones en todos los equipos y áreas donde se maneja. El N-Heptano será recibido en pipas y descargado a los tanques de almacenamiento de donde será enviado directamente a la sección de Producto Terminado.

f) ACIDO CLORHIDRICO. (neutralizador)

El ácido se manejará al 32 % (fracción peso). Se recibirá en pipas y se descargará a los tanques de almacenamiento de donde será enviado al área de Lavado.

Los materiales de construcción recomendados son:

Bombas.- Impulsor de grafito, voluta con recubrimiento de hule vulcanizado.

Tanques.- acero al carbón recubierto con hule vulcanizado.

Líneas y accesorios.- recubiertos de polipropileno o vidriados.

El área de almacenamiento debe estar delimitada por un dique de contención.

g) SOSA. (neutralizador)

Se manejará al 73% (fracción peso). El proceso de recepción será a través de pipas de donde se descargará al tanque de almacenamiento para después ser filtrada y enviada a la sección de Recuperación de Piridina. Los materiales de construcción son acero al carbón en descarga, tanque y bombas, después del filtro, acero inoxidable.

Al igual que con el Acido Clorhídrico, todos estos equipos deben estar dentro de un dique de contención.

MATERIAS PRIMAS MENORES

Las materias primas que a continuación se describen, deberán estar almacenadas en bodegas techadas y con presión positiva de aire.

a) PARATERARIL BUTIL FENOL .PTBP. (controlador de peso molecular)

Es un sólido a condiciones normales de temperatura y presión. Su punto de fusión es 80°C. Se recibirá en tambores de 200 kg. y deben almacenarse alejados de cualquier fuente de calor. Conforme sean requeridos, los tambores se enviarán al área de reacción de donde se tomará la cantidad necesaria (pesada) y se vaciará a un tanque de acero inoxidable, con chaqueta de vapor, donde se fundirá y se bombeará al tanque de premezclas respectivo.

b) ADITIVOS

Estos pueden ser Pigmentos o Lubricantes que únicamente se usarán en el área de Extrusión para modificar algunas propiedades de la resina. Su consumo se reduce a unos cuantos kilogramos por tonelada de producto con lo que su demanda será limitada, no obstante, es

importante tenerlos bien almacenados ya que normalmente son muy caros y fáciles de contaminar.

II.5.2 - REACCION Y ACONDICIONAMIENTO.

En esta sección se contemplan las siguientes áreas secuenciadas:

- a) Premezclas
- b) Reacción
- c) Lavado
- d) Centrifugado

Cada área involucra una serie de equipos que se describen a continuación:

a) PREMEZCLAS

De los tanques de almacenamiento, BPA, PTBP, Piridina y Cloruro de Metileno son enviados a los tanques de premezclas (existe uno por cada reactor) para formar una solución homogénea antes de entrar al reactor.

Las condiciones de mezclado son:

- Agitación continua,
- Atmósfera inerte,
- Temperatura de 20°C y
- 2 horas de tiempo de residencia para garantizar una disolución completa del BPA.

Después de cumplir el ciclo, la solución es transferida a un tanque desde donde se cargara al reactor en dos partes, la primera que es el 80 % del total es rápida (entre 10 y 20 minutos) mientras

que el restante 20%, se dosificará al reactor durante 2 horas, pasando, ambas, previamente por un enfriador donde la temperatura de salida debe ser de -5°C , para lo cual se usa un refrigerante como medio de enfriamiento.

El material de construcción para ambos tanques es acero al carbón vidriado. El tanque de Premezclas debe contar con agitación, inyección de Nitrógeno, control de presión; el tanque de Dosificación debe tener control de presión, inyección de Nitrógeno y agitación; el enfriador debe ser, en los tubos, de Titanio y diseñado a presión y vacío.

b) REACCION

Como se mencionó en el apartado de Cálculo de la Capacidad, se usarán dos reactores de 30000 litros (el diseño del tanque se hará por 37,500 lts.), cada uno fabricados en acero al carbón vidriado y encaquetados, con agitación, control de presión y de temperatura; como también se discutió, la operación es intermitente para dar la flexibilidad en los cambios de producción.

Las condiciones de reacción deben ser:

Temperatura de reacción: 40°C

Presión de operación: 7 Kg/cm^2

Tiempo de reacción: 4 horas

Tiempo de dosificación: 2 horas

Además, deben considerarse: 3% de exceso de Fosgeno y 50% de exceso de Piridina (en base al Fosgeno).

Los pasos de la reacción son como sigue:

- 1.- Se cargan el Fosgeno y el Cloruro de Metileno previamente mezclados y en la cantidad correspondiente.
- 2.- Al tener 25°C en el reactor, se inicia la carga rápida (80 % del total de la premezcla).

3.- Se deja reaccionar por una hora, después, se inicia la dosificación del restante 20 % de la solución conteniendo BPA, PTBP, Piridina y Cloruro de Metileno, que deberá durar 2 horas.

4.- Se eleva la temperatura a 40°C cuando se inicia la dosificación

5.- Conforme avanza la reacción, la presión debe ir descendiendo y al cabo de las 5 horas, ésta debe llegar hasta 1 Kg/cm² dándose por concluida la reacción.

Una vez concluida la reacción, el reactor es descargado a un tanque acumulador de cargas. Si existe algún motivo o indicio de que la reacción no se puede controlar o de que hubo algún error, entonces la descarga se hace hacia un tanque receptor de cargas dañadas de manera que ya no intervenga en los demás pasos de proceso.

c) LAVADO

Una vez que el producto de reacción está en el tanque acumulador, se lleva a cabo el lavado donde se usa Ácido Clorhídrico diluido.

Este paso garantiza la finalización de la reacción ya que el ácido reacciona con la Piridina que, como se mencionó, actúa como catalizador y aceptor ácido. El tanque también debe tener facilidades para alimentar solvente en caso de que se desee reducir la viscosidad. La cantidad a usar deberá tener en consideración los factores de facilidad de manejo y costo de recuperación. El lavado se considera eficiente cuando se alcanza un valor de pH igual a 4. El tiempo normal de lavado es de una hora aproximadamente.

El material de construcción del equipo debe ser Acero al Carbón vidriado.

d) CENTRIFUGADO

Después de hacerse el lavado, el material es enviado a un tren de tres centrífugas tipo "decanter" (tazón sólido) donde se aprovecha la diferencia de densidades de cada una de las fases.

En la primera centrifuga se separa la Piridina (unida al Acido Clorhidrico), usando Agua (próveniente de la segunda centrifuga), de la resina disuelta en Cloruro de Metileno. Ambas corrientes son acumuladas en tanques. La corriente que contiene a la resina es pasada a la segunda centrifuga junto con el producto de la tercera centrifuga, generándose un ciclo para separar el agua enviada a la primera centrifuga del producto disuelto. En la tercera centrifuga simplemente se garantiza la remoción completa de la Piridina y agua. El producto ya separado es enviado a la sección de Producto Terminado.

II.5.3- PRODUCTO TERMINADO

Esta sección se divide en:

- a) recuperación del producto
- b) secado
- c) extrusión

a) RECUPERACION DEL PRODUCTO

Con el fin de recuperar la resina del solvente, en esta parte del proceso, se usa N-Heptano como antisolvente que lo único que hace es modificar la tensión superficial de la mezcla haciendo que la resina precipite, además, se busca eliminar el mayor número de impurezas en la resina por lo también existen ciclos en algunos pasos.

De la tercera centrifuga, el material llega al primer tanque de precipitación donde se mezcla con los efluentes del segundo filtro de vacío (que contienen el N-Heptano). El tiempo de residencia en el tanque es de una hora (tiempo indicado por la tecnología para lograr una separación completa, aún cuando se recomienda experimentar para encontrar la velocidad

de sedimentación), después de lo cual, la suspensión se envía al primer filtro de vacío. En este filtro, la resina se recupera en forma de torta, que es pasada al segundo precipitador, mientras que el Cloruro de Metileno y N-Heptano son enviados como efluentes a la zona de Recuperación del Solvente. En el segundo precipitador, la torta es resuspendida con una corriente fresca y rica en N-Heptano, también aquí el tiempo de residencia es de una hora luego de la cual, la resuspensión es enviada al segundo filtro de vacío. La torta de este segundo filtro es enviada al secador para que se le haga la remoción final de humedad.

b) SECADO

La torta es descargada del filtro y enviada a través de un transportador helicoidal hasta el secador. El secador es del tipo rotatorio y el material es secado con aire caliente para que la humedad (Cloruro de Metileno y N-Heptano remanentes) final en el producto sea menor al 0.1%.

El tiempo de residencia en el secador es de 30 minutos, y la corriente de gases es enviada a un condensador para ser usada en la fase de Recuperación del Producto. El material seco es transportado neumáticamente hasta el silo de almacenamiento para extrusión.

Es importante hacer notar, que la temperatura en el secador no debe pasar de 70°C ya que puede degradarse el material y salir con un color amarillento indeseable.

c) EXTRUSION

Esta área considera un mezclador intensivo (donde se incorporan los aditivos a la resina) del cual se descarga a una máquina de extrusión para darle "trabajo" al material, fundiéndolo y descargándolo en forma de tiras hacia una tina de enfriamiento para que posteriormente el producto sea cortado en forma de "pellets" y cribado y después enviado a los silos de empaque para ser envasado y distribuido a la bodega.

Es de particular interés mantener una operación continua a lo largo de todo el proceso, pero más aún en esta área, ya que la calidad del producto final depende en gran medida de que esto suceda.

II.5.4- RECUPERACION DE PIRIDINA

La mezcla del aducto de la Piridina, solvente y agua que fueron separados en la primera centrifuga y colectados en un amortiguador, son la materia prima de esta sección, que consta de:

- a) Tanque de neutralización
- b) Columna de agotamiento del solvente
- c) Columna de azeótropo
- d) Columna de Piridina
- e) Secadora de Piridina

a) TANQUE DE NEUTRALIZACION

Del tanque acumulador, la corriente es pasada a este tanque, donde se le adiciona sosa diluida proveniente de la Columna de Piridina. La razón de esto, es que la Sosa reaccione con el Acido Clorhídrico del aducto liberando a la Piridina y formando Cloruro de Sodio.

El control en este tanque se hace por medio del pH, y ya que la Piridina tiene un carácter básico, debe buscarse un valor de 9.

b) COLUMNA DE AGOTAMIENTO DE SOLVENTE

Una vez que la corriente es neutralizada, se envía a un intercambiador de calor para elevar la temperatura hasta 85°C y vaporizar una fracción de la corriente. Después del intercambiador, la corriente entra a la columna, empacada, donde el Cloruro de Metileno es separado manteniendo una temperatura de 50°C en el domo de la columna y 110°C en el fondo. Así, por la corriente superior se obtiene un compuesto rico en Cloruro de Metileno (y que se envía a la Sección de

Recuperación de Solvente) mientras que en el fondo de la columna se obtiene una corriente constituida por Piridina, Agua y Cloruro de Sodio.

El empaque usado en la columna es del tipo sifleta Berl.

c) COLUMNA DE AZEOTROPO

Esta columna es de platos con válvulas con temperaturas, en cabeza y fondo, de 100 y 107°C respectivamente.

Lo que se busca en esta columna, es eliminar el Agua y Cloruro de Sodio presentes en la corriente de entrada. No obstante, el Agua y la Piridina forman un azeótropo cuando se tiene 43 % de Agua en la mezcla por lo que esto es realmente lo que se obtiene como producto de esta columna. Por la parte de fondos, se obtiene una salmuera (Cloruro de Sodio y Agua) que es enviada a un sistema de ultrafiltración donde se recupera Cloruro de Sodio como subproducto y el agua se envía a tratamiento como agua de servicio.

d) COLUMNA DE PIRIDINA

El azeótropo formado en la columna anterior es enviado a ésta, donde se pone en contacto con Sosa al 73% para romperlo. La columna es de platos con válvulas y sus temperaturas en domo y fondo son: 115 y 130°C.

Por el fondo se obtiene Sosa diluida (al 36%) que es enviada al tanque de neutralización mientras que por la cabeza se obtiene una mezcla de Piridina-Agua que es enviada a la torre final.

e) SECADORA DE PIRIDINA

Esta última columna sirve para remover el agua residual de la Piridina con el fin de dejarla lista para ser vuelta a usar en el proceso. Por los fondos se obtiene la Piridina mientras que por el domo sale una mezcla de Agua-Piridina (rica en la primera) que es enviada nuevamente a la Columna de

Piridina. Las condiciones de operación son: 100°C en el domo y 125°C en el fondo. Además, es del tipo platos con válvulas.

La Piridina resultante es enviada a su tanque de almacenamiento respectivo.

II.5.5. RECUPERACION DEL SOLVENTE.

En esta sección se utilizan dos columnas de destilación y tiene como objeto el recuperar al solvente (Cloruro de Metileno).

La primera columna es llamada de Recuperación del Solvente y la segunda, Secadora de Solvente.

a) COLUMNA DE RECUPERACION DE SOLVENTE.

El licor obtenido del primer filtro de vacío en la sección de Recuperación de producto (mezcla de Cloruro de Metileno y N-Heptano) es almacenado en un tanque de retención para ser alimentado a esta columna.

La separación se hace obteniéndose por el domo el solvente contaminado con agua y por el fondo, una mezcla solvente-Heptano y que se envía a la sección de Tratamiento de Efluentes. La torre es de platos con válvulas y opera a temperaturas de 50 y 75°C.

El producto del domo es enviado a la siguiente columna.

b) COLUMNA SECADORA DE SOLVENTE.

La corriente de la primera columna se une con la corriente proveniente de la sección de recuperación de Piridina para entrar a esta columna donde el agua es removida del solvente de manera que el Cloruro de Metileno quede listo para ser usado en el proceso.

El agua obtenida es enviada a la sección de Tratamiento de efluentes. La temperatura de operación es de 50°C en el domo y 56°C por el fondo..

II.5.6. TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Esta sección recibe todos los efluentes del proceso para ser eliminados de manera que cumplan con las regulaciones gubernamentales. Además, se incluye una area para la recuperación del antisolvente.

Las areas que conforman esta sección son:

- a) Recuperación del Antisolvente
- b) Adsorbedores
- c) Quemador
- d) Sistema de Ultrafiltración

a) RECUPERACION DE ANTISOLVENTE.

La mezcla proveniente de la columna de Recuperación de Solvente se envía a un tanque vaporizador para eliminar el material no volátil que haya arrastrado. El vapor junto con este último,son enviados a un quemador,mientras que el Cloruro de Metileno y N-Heptano vaporizados son condensados y enviados a una torre secadora para eliminar el agua y poder ser retornados al proceso.

b) ADSORBEDORES

Existen dos tipos,los de gases y los de líquidos. En ambos casos,los efluentes del proceso son enviados a ellos para retener los residuos del proceso de manera que las emisiones de la planta esten de acuerdo a las regulaciones gubernamentales.

c) QUEMADOR

Como se mencionó anteriormente,los residuos sólidos arrastrados por el vapor del vaporizador son incinerados ya que pueden ser nocivos a la salud.

d) ULTRAFILTRACION

A este sistema llega una corriente rica en Sal disuelta la cual se puede recuperar como Subproducto. El efluente es agua la cual se envía al sistema de tratamiento general de agua para su posterior uso.

II.6 BALANCES DE MASA

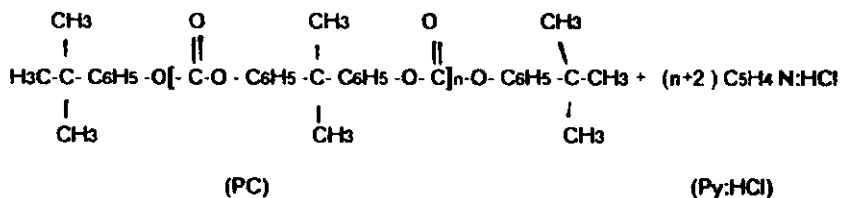
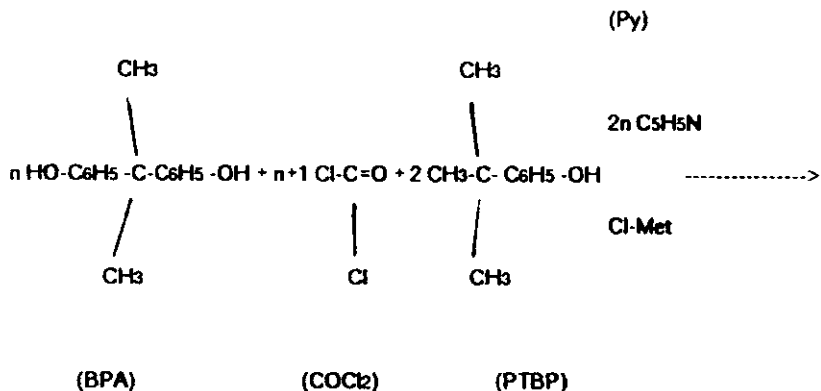
II.6.1 BALANCE EN REACCION

El balance se hará para un reactor, recordando que aplica para ambos. Las consideraciones básicas son:

- El peso molecular del Policarbonato es de 18000
- La conversión será del 99.5%
- Se usará un exceso del 3% de Fosgeno a la entrada del reactor
- Se usará un 50% de exceso de Piridina (en base al Fosgeno)
- La relación de kg. de Policarbonato a kg. de Cloruro de Metileno es de 0.1119

ENTRADA	SALIDA
Bisfenol A (BPA)	BPA
Parateraributil fenol (PTBP)	PTBP
Piridina (Py)	Py
Cloruro de Metileno (Cl-Met)	Cl-Met
Fosgeno (COCl ₂)	COCl ₂
	Policarbonato (PC)
	Aducto de Piridina (Py.HCl)

REACCION



Pesos Moleculares:

BPA = 228.00 kg/mol

PTBP = 150.11

Py = 79.10

Cl-Met = 89.94

COCl₂ = 98.92

Py:HCl = 115.56

HCl = 36.46

PCl = 254 (una unidad polimérica se considera como un mol, no incluye al PTBP)

PC = 18106 (equivalente a 70 unidades poliméricas más el PTBP)

Balance:

a)..	70 PCl +	2 PTBP +	1 COCl ₂ ----->	1 PC +	2 HCl
mol inic.	9.67	0.28	0.14	0	0
mol fin.	0	0	0	0.14	0.28
kg. inic.	2454.99	41.45	13.66	0	0
kg. fin.	0	0	0	2500	10.10
totales		2510.1	=		2510.1
b)..	1 BPA +	1 COCl ₂ ----->	1 PCl +	2 HCl	
mol inic.	9.67	9.67	0	0	
mol fin.	0	0	9.67	19.34	
kg. inic.	2203.69	956.09	0	0	
kg. fin.	0	0	2454.99	704.79	
totales		3159.78	=	3159.78	
c)..	1 Py +	1 HCl ----->	1 Py.HCl		
mol inic.	19.61	19.61	0		
mol fin.	0	0	19.61		
kg. inic.	1550.89	714.87	0		
kg. fin.	0	0	2265.76		
totales		2265.76	=	2265.76	
total)..	70 BPA +	71 COCl ₂ +	2 PTBP +	142 Py ----->	1 PC + 142 Py.HCl
mol in.	9.714	10.148	0.278	30.445	0 0
mol fin.	0.049	0.345	0.001	10.838	0.138 19.607
kg in.	2217.48	1003.86	41.66	2408.17	0 0
kg fin.	11.09	34.11	0.21	857.28	2500 2265.76

CANTIDAD DE CLORURO DE METILENO NECESARIA: 27500 Kg.

Así, el balance quedaría: (considerando el rendimiento del 99.5% y el exceso de Fosgeno)

2217 kg de BPA		11 kg de BPA
41.6 kg de PTBP	REACCION	0.21 kg de PTBP
1003 kg de COCl ₂	----->	34 kg de COCl ₂
2408 kg de Py		857 kg de Py
27500 kg de Cl-Met		2266 kg de Py.HCl
		27500 kg de Cl-Met
		2500 kg de PC

Si representamos estos valores como fracción con respecto a los kg. del Policarbonato, tendremos:

BPA =	0.886992
PTBP =	0.016664
COCl ₂ =	0.401544
Py =	0.963268
Cl-Met =	11.0

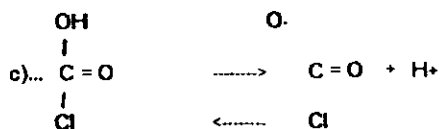
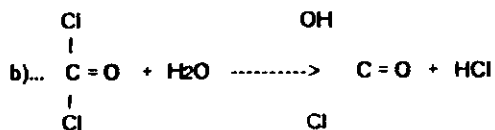
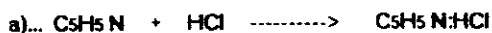
II.6.2 BALANCE EN LAVADO

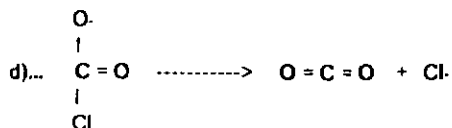
La reacción consta en adicionar Acido clorhídrico al producto obtenido de los reactores con el fin de consumir el exceso de Piridina y transformarla en el aducto para facilitar su remoción posterior del producto. Las consideraciones son:

- El balance es por reactor
- Se usará Acido Clorhídrico al 32% en peso
- Se usará un exceso del 15% de Acido con respecto a la Piridina.

ENTRADA	SALIDA
PC	PC
BPA	BPA
PTBP	PTBP
Py	Cl-Met
Cl-Met	Py.HCl
COCl ₂	CO ₂
Py.HCl	HCl
HCl	H ₂ O
H ₂ O	

REACCIONES





Pesos moleculares:

H₂O = 18 Kg/mol

CO₂ = 44 Kg/mol

Balance por Reactor:

a)..	1 Py	+	1 HCl	----->	1 Py.HCl
mol inic.	10.84		12.46		19.61
mol fin.	0		1.63		30.44
kg. inic.	857.28		454.42		2265.76
kg. fin.	0		59.27		3518.19
totales			3577.46	=	3577.46

b)..	1 COCl ₂	+	1 H ₂ O	----->	1 CO ₂	+	2 HCl
mol inic.	0.34		53.65		0		1.63
mol fin.	0		53.3		0.34		2.32
kg. inic.	34.11		965.65		0		59.27
kg. fin.	0		959.44		15.17		84.42
totales			1059.03	=	1059.03		

total)..	1 Py	+	1 COCl ₂	+	1 HCl	+	1 H ₂ O	----->	1 Py.HCl	+	1 CO ₂
mol in.	10.84		0.34		12.46		53.65		19.61		0
mol fin.	0		0		2.32		53.30		30.44		0.34
kg in.	857.28		34.11		454.42		965.65		2265.76		0
kg fin.	0		0		84.42		959.44		3518.19		15.17

así, el balance total (considera los dos reactores) quedaría:

22 kg BPA		22 kg BPA
0.42 kg PTBP	LAVADO	0.42 kg PTBP
5000 kg PC	----->	5000 kg PC
55000 kg Cl-Met	908 kg HCl	55000 kg Cl-Met
68 kg COCl ₂	1930 kg H ₂ O	7036 kg Py.HCl
1714 kg Py		30 kg CO ₂
4532 kg Py.HCl		1918 kg H ₂ O
		168 kg HCl

II.6.3 BALANCE EN LA RECUPERACION DE PIRIDINA

Una vez que la Piridina se separa del producto (en forma de aducto) y antes de ser recuperada, es necesario destruir el aducto y dejarla en su forma original. El método más sencillo es a través de una neutralización con Sosa. Las consideraciones son:

- El balance es por cada reactor
- Se usa Sosa diluida al 36% en peso (la sosa primaria se recibe al 73%).

ENTRADA	SALIDA
Py.HCl	Py
Cl-Met	Cl-Met
HCl	NaCl
H ₂ O	H ₂ O
CO ₂	CO ₂
NaOH	
H ₂ O	

REACCIONES:

- Py.HCl + NaOH -----> Py + NaCl + H₂O
- HCl + NaOH -----> NaCl + H₂O

Pesos Moleculares

NaOH = 39.99 kg/mol

NaCl = 58.42 kg/mol

Balances por Reactor:

a)..	1 Py.HCl +	1 NaOH	----->	1 Py +	1 NaCl +	1 H ₂ O
mol inic.	30.44	30.44		0	0	120.24
mol fin.	0	0		30.44	30.44	150.69
kg. inic.	3518.16	1216.68		0	0	2164.32
kg. fin.	0	0		2408.17	1778.57	2712.42
totales		6899.16	=	6899.16		
b)..	1 HCl +	1 NaOH	----->	1 NaCl +	1 H ₂ O	
mol inic.	2.31	2.31		0	9.14	
mol fin.	0	0		2.31	11.46	
kg. inic.	84.42	92.59		0	164.53	
kg. fin.	0	0		135.26	206.28	
totales	341.54		=	341.54		
total)..	1 Py.HCl +	1 HCl + 2 NaOH	----->	1 Py +	2 NaCl +	2 H ₂ O
mol in.	30.44	2.31 32.76		0	0	129.39
mol fin.	0	0 0		30.44	32.76	162.15
kg in.	3518.19	84.42 1310.07		0	0	2329.02
kg. fin.	0	0 0		2408.17	1913.84	2918.7

así, el balance total (considerando ambos reactores) queda:

7036 kg Py.HCl		4816 kg Py
168 kg HCl	NEUTRALIZACION	3826 kg NaCl
2620 kg NaOH	----->	5838 kg H ₂ O
4658 kg H ₂ O		

II.6.4 FORMULACIONES

Condensando los balances, la formulación para producir 2500 kg. de Policarbonato quedaría:

REACTOR

Materia Prima	Kilogramos
Bisfenol A	2217
ParaTeraril-Butil-Fenol	41.6
Fosgeno	1004
Piridina	2408
Cloruro de Metileno	27500

LAVADO (por cada carga de reactor)

Materia Prima	Kilogramos
Acido Clorhídrico al 32%	1419
Agua de lavado	37455

NEUTRALIZACION (por cada carga de reactor)

Materia Prima	Kilogramos
Hidróxido de Sodio al 73%	3639

11.7 CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS

En base a los valores obtenidos anteriormente, los consumos anualizados de materias primas para producir 4800 tons. al año de Policarbonato son:

MATERIA PRIMA	TONS./AÑO
BISFENOLA	4260
PARATERARIL-BUTIL-FENOL	80
FOSGENO	1930
ACIDO CLORHIDRICO	1360
SOSA	3500
PIRIDINA* (0.002)	9.2
CLORURO DE METILENO* (0.0093)	491
N-HEPTANO* (0.002)	160

* valores dados en kg/kg de PC (como reposición)

II.8 CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO

Las capacidades se calcularon bajo las siguientes premisas:

- 1.- En el caso de materias primas nacionales (Bisfenol A, Fosgeno, Acido Clorhidrico y Sosa) se determinó que se tenga inventario suficiente para 15 días de almacenamiento, dado que su adquisición debe considerarse como normal
- 2.- Para las materias primas de importación (Parateraril-Butil Fenol) se deberá mantener un inventario de seguridad de 45 días de operación, a fin de preveer demoras en el tránsito desde el extranjero
- 3.- En las materias primas que se recuperan como Cloruro de Metileno, Piridina y N-Heptano se considera un mínimo de 2 y un máximo de 3 días como tiempo de almacenamiento.

Así, las capacidades mínimas quedan:

MATERIA PRIMA	TONELADAS DE ALMACENAMIENTO
BISFENOLA (Nacional y Consumible)	266
PARATERARIL BUTIL FENOL (Importación)	15
FOSGENO (Nacional y Consumible)	120
ACIDO CLORHIDRICO (32%) (Nacional y Consumible)	170
SOSA (73 %) (Nacional y Consumible)	218
PIRIDINA (Nacional, Sólo reposición)	40 - 60
CLORURO DE METILENO (Nacional, Solvente)	450
N-HEPTANO (Nacional, sólo reposición)	520

II.9 NECESIDADES GLOBALES DE SERVICIOS

Para operar la Planta, se requerirán los siguientes servicios:

- a) **Nitrógeno a 10 Kg/cm² para usarse como inertizante en el Almacenamiento del Bisfenol A y en los Reactores.**
- b) **Aire comprimido seco a 10 Kg/cm² para actuación de válvulas y limpieza.**
- c) **Agua de Enfriamiento a 15°C.**
- d) **Electricidad en acometidas de 440, 220 y 110 para motores y alumbrado.**
- e) **Agua Helada a -10°C para enfriamiento.**
- f) **Agua Deionizada como agua de proceso.**
- g) **Agua Municipal para servicios en general**
- h) **Vapor saturado a 20 Kg/cm² como medio de calentamiento.**
- i) **Gas L.P. como combustible de calderas.**

ANEXO: CALCULO DE LA UTILIDAD DE VENTA AL AÑO.

Costo de Producción: 79 Cts de dolar/Libra de PC

(Obtenido de la Grafica II.2 , pag. 33)

Precio de Venta: 148 Cts de dolar/Libra de PC

(Obtenido de la Tabla I.4, pag 10)

MARGEN DE UTILIDAD (dolares/Año) = Capacidad * (Precio-Costo)

$$(4800)\text{Tons/Año} * (1.48 - 0.79) \text{ Dolares/Lb} * (2204.6) \text{ Lb/Tons} =$$

7,301,635 Dolares/Año

No se tienen datos sobre el valor de la inversión inicial para poder hacer un análisis de retorno de capital.

CAPITULO III

DIAGRAMAS

Para rápida identificación, los tipos de diagramas que se presentarán se abrevian de la siguiente manera:

- BG: Balances de Masa : Presentan los componentes que entran y salen de las diferentes operaciones unitarias del proceso.
- DF: Diagramas de Flujo: Presentan todos los equipos involucrados en el proceso y el flujo del mismo.
- DTI: Diagramas de Tubería e Instrumentación: Presentan los instrumentos y controles de los equipos y del proceso .

III.1 BALANCES DE MASA

Se representan esquemáticamente las corrientes a los equipos principales (donde hay cambios químicos o de composición)

BG-01 Representa desde las Materias Primas hasta el empaclado del Policarbonato.

BG-02: Representa la recuperación de catalizador, solvente y antisolvente y tratamiento de residuos.

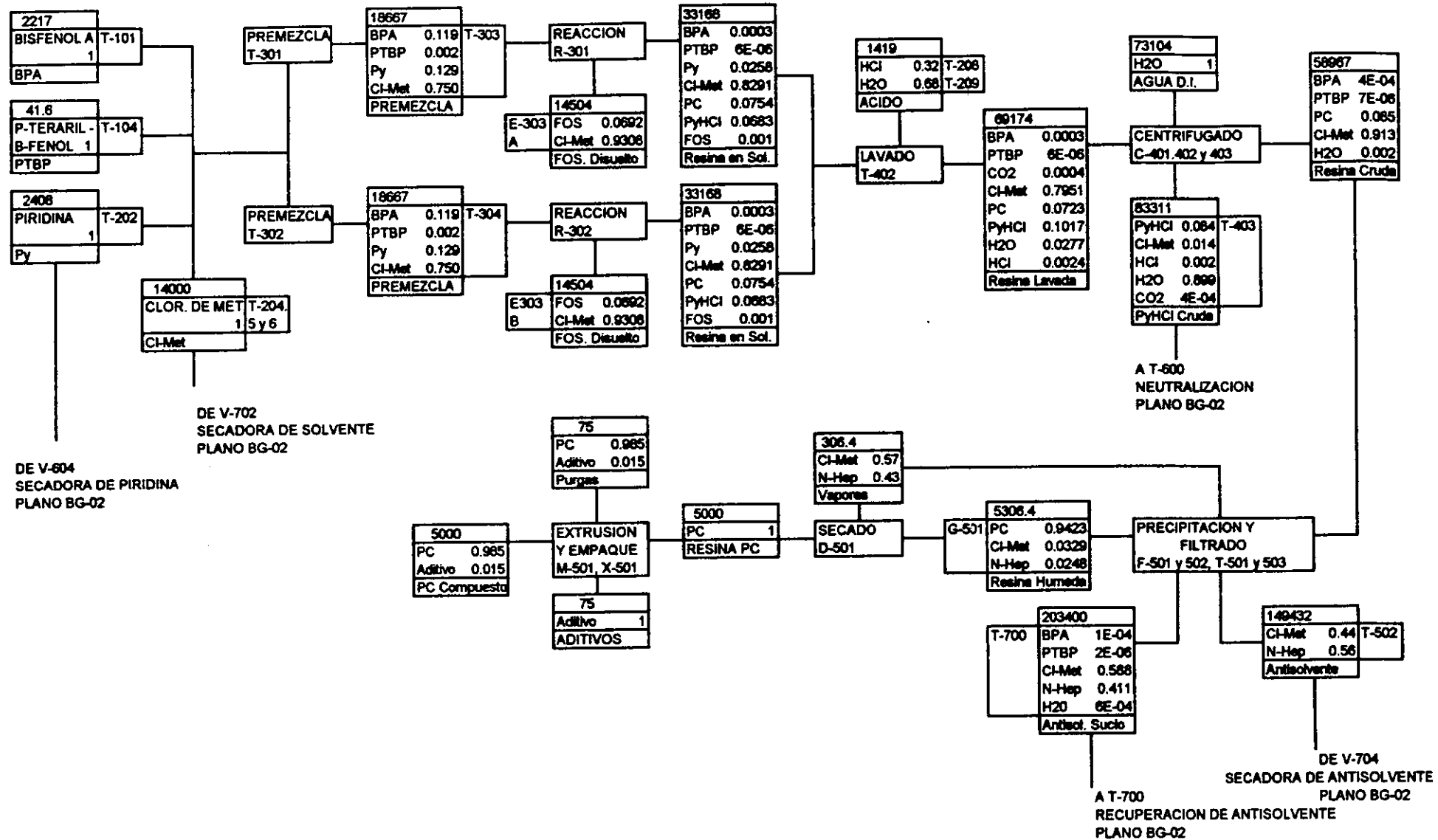
Hay dos tipos de notaciones:

- a) la composición de las corrientes entrantes y salientes de equipos y/o operaciones unitarias y se representa así:

Kg totales de la corriente		
COMPONENTE	fracción	Equipo de donde proviene
Nombre de la corriente		

- b) Los equipos y/o operaciones unitarias a donde llegan las corrientes y que se identifican así:

Nombre del Equipo y/o operación
Tag(←)



PLANOS DE REFERENCIA

BG 002

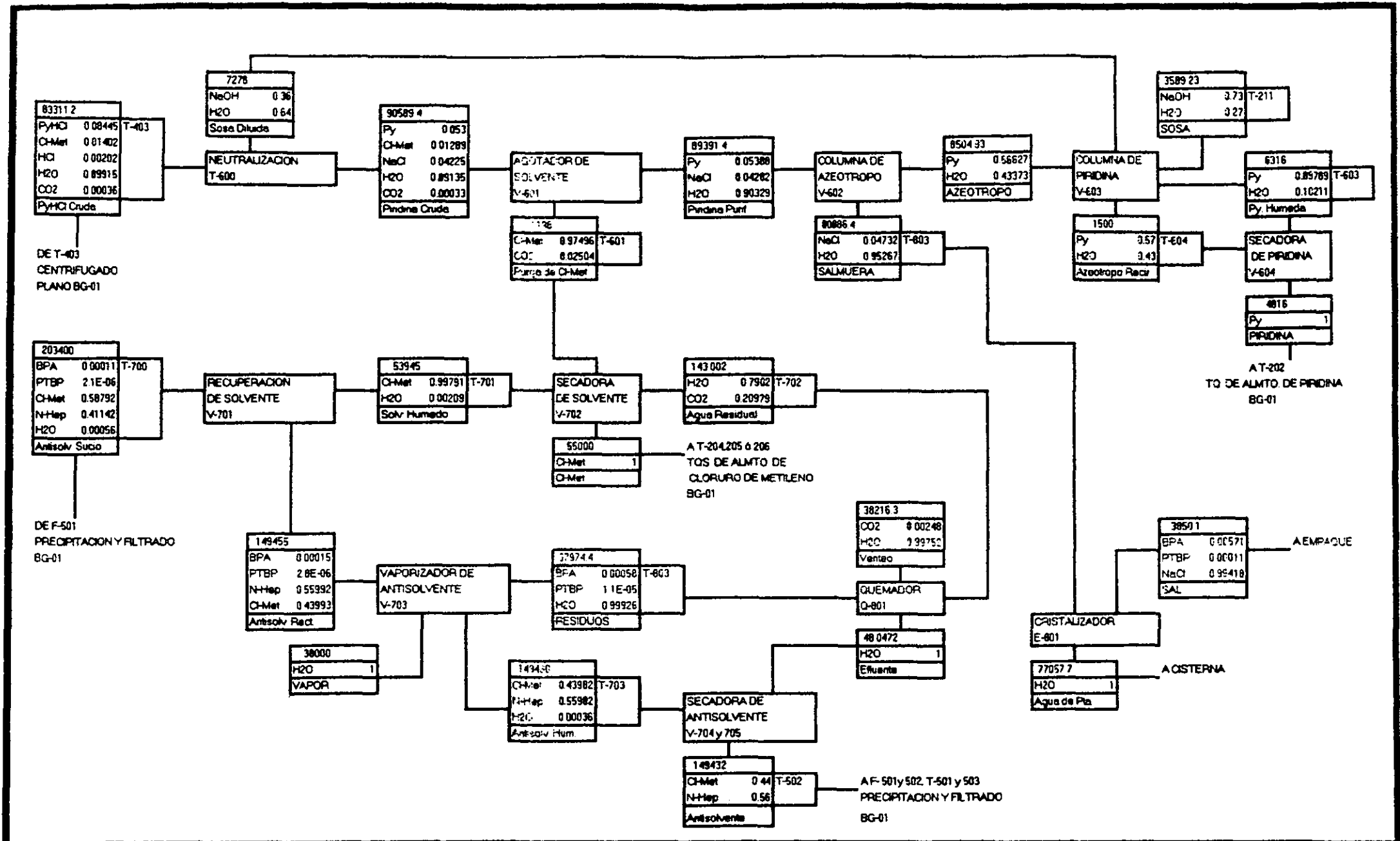
NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR LEONARDO CENOZ

BALANCE DE MASA 8 G 0 0 1

PRODUCCION DE POLICARBONATO



PLANOS DE REFERENCIA	NOTAS:	PLANTA DE POLICARBONATO POR EL PROCESO DE FOSGENACION EN SOLUCION AUTOR: LEONARDO CENOS	BALANCE DE MASA B.G. 0.02
			RECUPERACION DE SOLVENTES

III. 2 DIAGRAMAS DE FLUJO

Se representan las líneas de proceso que conectan a cada uno de los equipos principales y periféricos del proceso

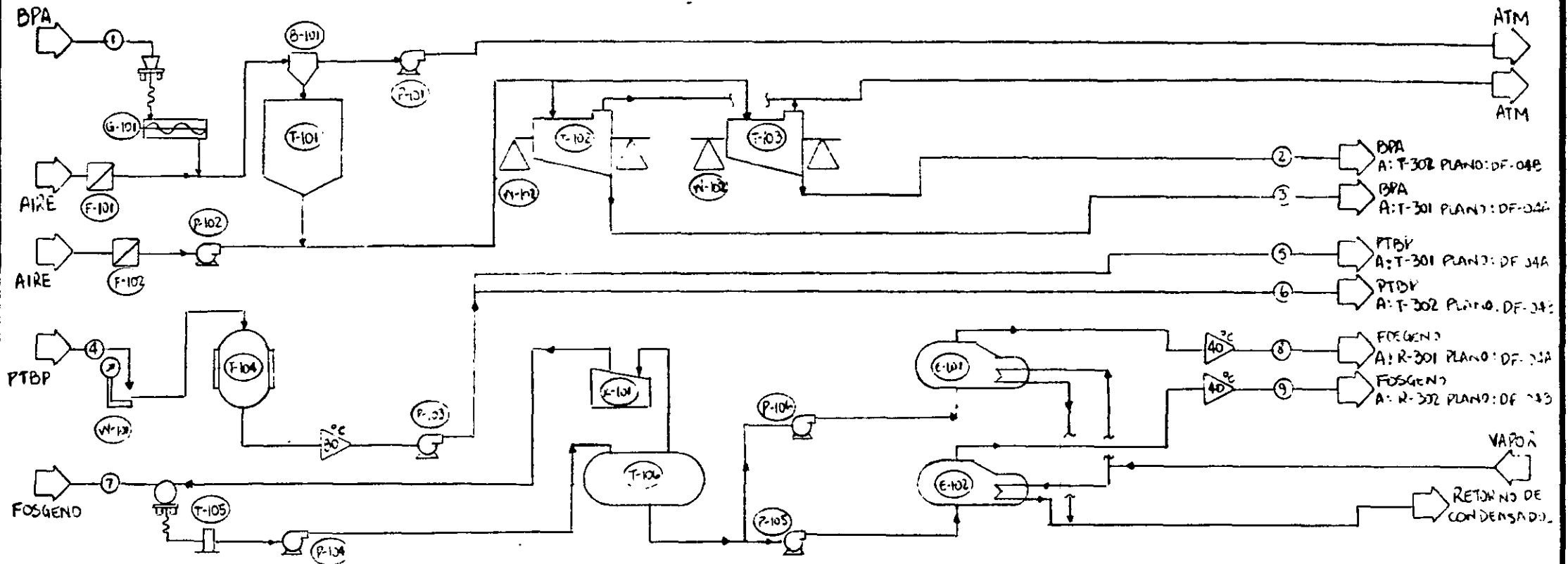
- DF-01: Almacenamiento de Bisfenol A, PTBP y Fosgeno
- DF-02: Almacenamiento de Piridina, Cloruro de Metileno y Acido Clorhídrico
- DF-03: Almacenamiento de Sosa y N-Heptano
- DF-04A. Acondicionamiento y Reacción (Tren # 1)
- DF-04B. Acondicionamiento y Reacción (Tren # 2)
- DF-05: Lavado
- DF-06: Filtrado
- DF-07: Producto Terminado
- DF-08: Recuperación de Piridina
- DF-09: Recuperación de Solvente
- DF-10: Recuperación de Antisolvente
- DF-11: Tratamiento de Efluentes.

La nomenclatura de los equipos se presenta en III. 4 Lista de Equipos y las claves en el diagrama

DTI-00 Nomenclatura de Equipos y Simbología.

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
BPA	20000	2217	2217														
PTBP				41.6	41.6	41.6											
FOSGENO							20000	1003	1003								

- | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|-------|----------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|
| B-101 | CICLON DEL G-101 | G-101 | TRANSPOR DE BPA | P-104 | BOMBA DE FOSGENO | T-102 | TOLVA PESADORA TQ 1 | T-106 | TANQUE DE ALMTO FOSGENO |
| E-101 | EVAPORADOR 1 | K-101 | COMPRESOR DE FOSGENO | P-105 | BOMBA DE CARGA A R-301 | T-103 | TOLVA PESADORA TQ 2 | W-101 | BASCULA DE PBTP |
| E-102 | EVAPORADOR 2 | P-101 | SOPLADOR DE G-101 | P-106 | BOMBA DE CARGA A R-302 | T-104 | TANQUE DISOLVEDOR | W-102 | BASCULA TQ T-102 |
| F-101 | FILTRO DE AIRE DE G-101 | P-102 | SOPLADOR DE BPA | T-101 | SILO DE BPA | T-105 | TQ CEBADOR DE FOSGENO | W-103 | BASCULA TQ T-103 |
| F-102 | FILTRO TRANSP DE BPA | P-103 | BOMBA DE PBTP | | | | | | |



PLANOS DE REFERENCIA
DIAGRAMAS DE FLUJO
004A y 004B

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

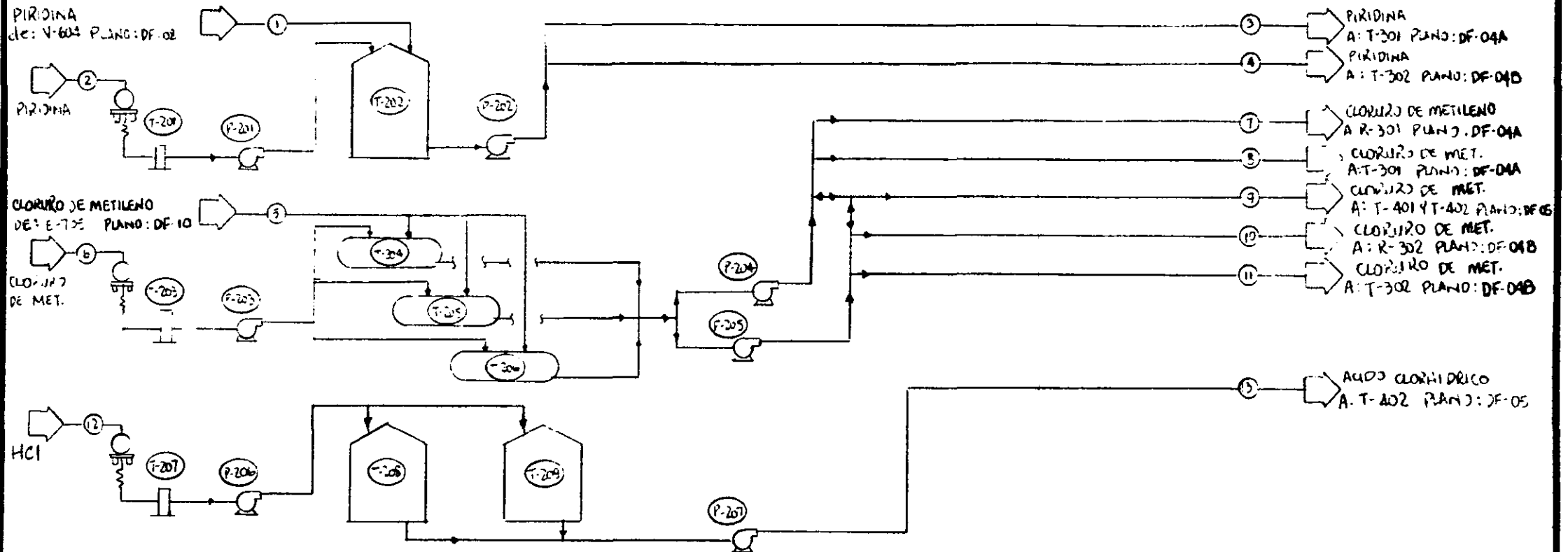
AUTOR: LEONARDO CENZO

DIAGRAMA DE FLUJO 001

ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS 1

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	1 3				
PIRIDINA	4818	20000	2408	2408													
CLORURO DE METIL					55000	20000	13500	14000	20000	13500	14000						
AC. CLORHIDRICO												20000	1419				

- | | | | | | | | |
|-------|---------------------------------|-------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------------------------------------|
| P-201 | BOMBA DESCARGA DE PIRIDINA | P-205 | BOMBA TRANSFER. CLORURO A R-302 | T-202 | TQ. DE ALMACEN DE PIRIDINA | T-206 | TQ. DE ALMTO. DE CLORURO DE MET. #3 |
| P-202 | BOMBA DE TRANSF DE PIRIDINA | P-206 | BOMBA DE DESCARGA DE ACIDO | T-203 | TQ. CEBADOR DE CLORURO DE MET. | T-207 | TANQUE CEBADOR DE ACIDO |
| P-203 | BOMBA DESCARGA DE CLORURO | P-207 | BOMBA DE TRANSFERENCIA DE ACIDO | T-204 | TQ. DE ALMACEN #1 DE CLORURO | T-208 | TANQUE NORTE DE ALMACEN DE ACIDO |
| P-204 | BOMBA TRANSFER. CLORURO A R-301 | T-201 | TQ. CEBADOR DE PIRIDINA | T-205 | TQ. DE ALMACEN #2 DE CLORURO | T-209 | TANQUE SUR DE ALMACEN DE ACIDO |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 004A ; 004B ; 005
 008 y 010

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

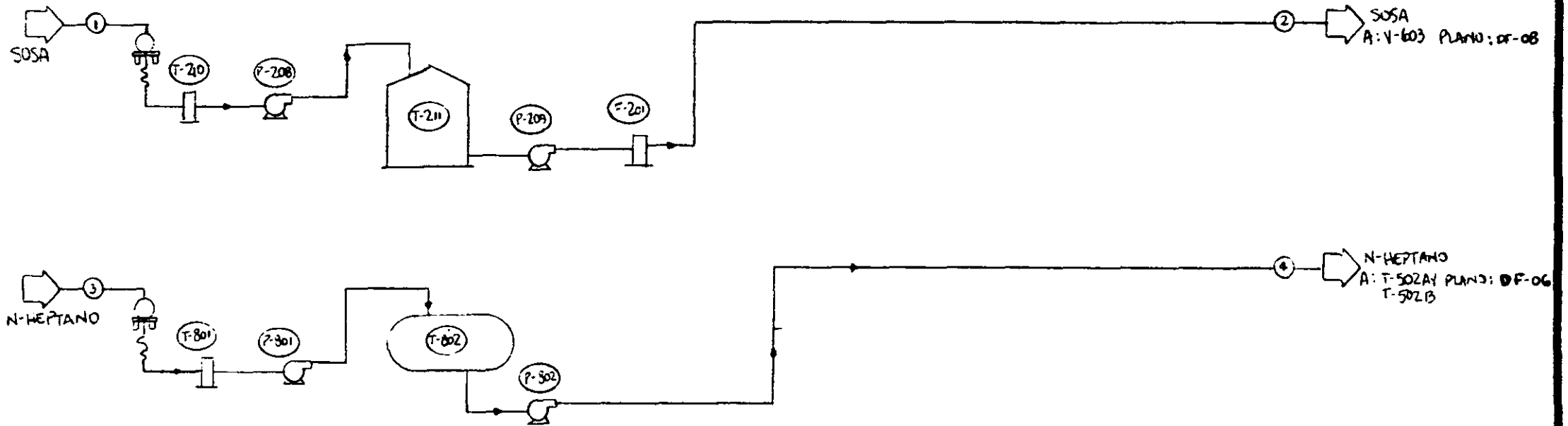
AUTOR LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 002

ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS 2

ESPECIE/Kg	1	2	3	4												
SOSA	20000	3588														
N-HEPTANO			20000	5000												

- F-201 FILTRO DE SOSA P-801 BOMBA DE DESCARGA DE N-HEPTANO T-210 TANQUE CEBADOR DE SOSA T-801 TANQUE CEBADOR DE N-HEPTANO
P-208 BOMBA DE DESCARGA DE SOSA P-802 BOMBA DE TRANSF. DE N-HEPTANO T-211 TANQUE DE ALMACEN DE SOSA T-802 TANQUE DE ALMACEN DE N-HEPTANO
P-209 BOMBA DE TRANSF. DE SOSA



PLANOS DE REFERENCIA
DIAGRAMAS DE FLUJO
008 y 008

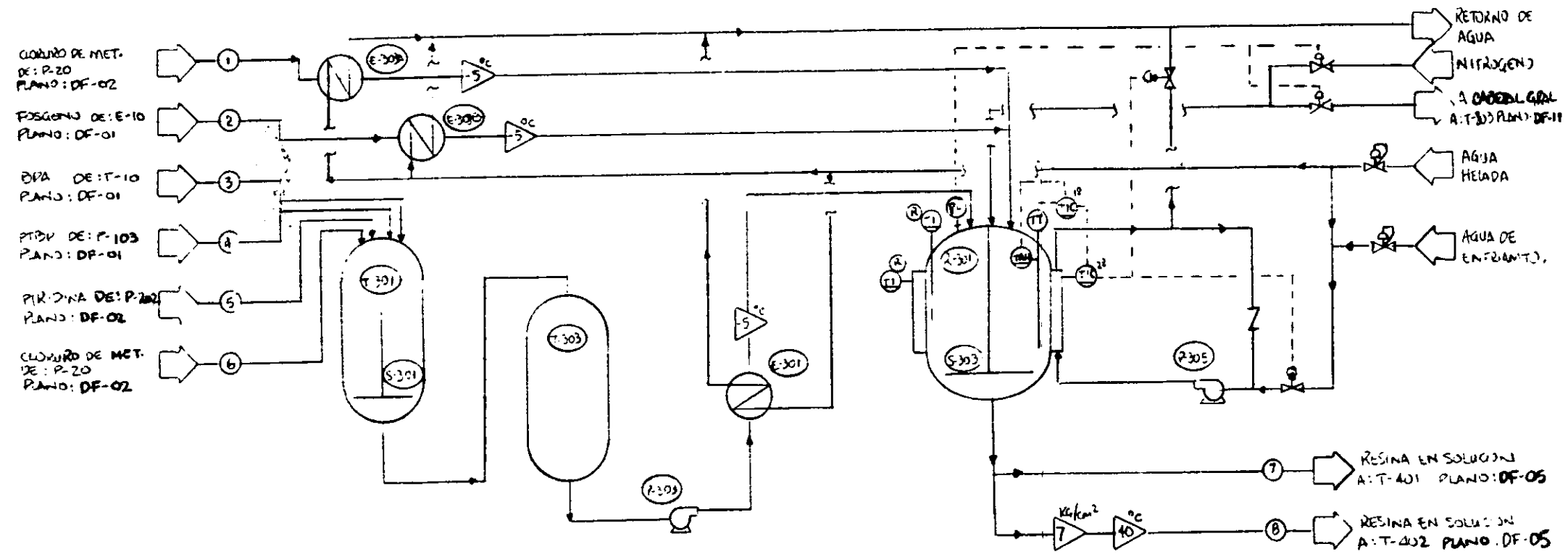
NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION
AUTOR: LEONARDO CENZ

DIAGRAMA DE FLUJO 003
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS 3

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7	8											
CLORURO DE METIL	13500					14000	27500	27500											
FOSGENO		1003					34	34											
BISFENOL A			2217				11	11											
PTBP				416			0.21	0.21											
PIRIDINA					2408		857	857											
POLICARBONATO							2500	2500											
PIRIDINA*HCl							2266	2266											

- E-301 ENFRIADOR DEL REACTOR R-301 P-303 BOMBA DE ALIMENTACION A R-301 S-301 AGITADOR DEL TANQUE T-301 T-301 TQ. DE PREMEZCLAS DE R-301
- E-303A ENFRIADOR DE CLORURO PARA EL R-301 P-305 BOMBA DE RECIRC. DE LA CHAQUETA DE R-301 S-303 AGITADOR DEL REACTOR R-301 T-303 TQ. AMORTIGUADOR DE R-301
- E-303B ENFRIADOR DE FOGENO PARA EL R-301 R-301 REACTOR DE POLIMERIZACION #1



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 001 ; 002 y 005

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOGENACION
 EN SOLUCION

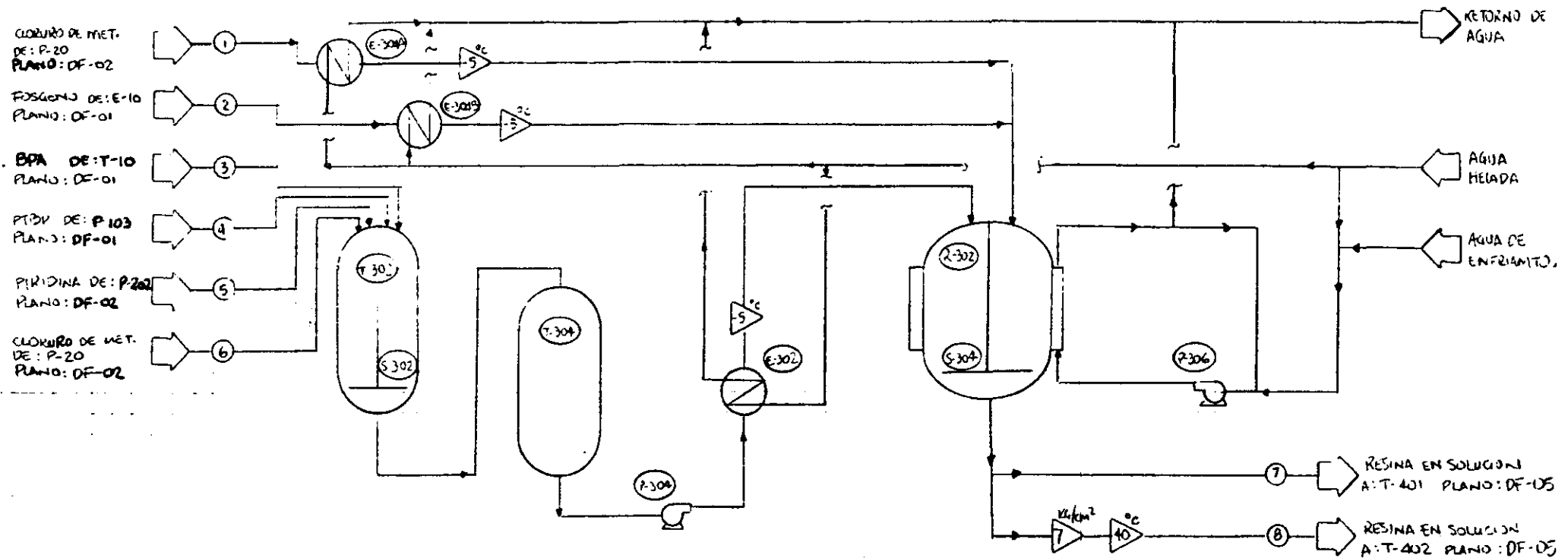
AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 004A

REACCION (TREN # 1)

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7	8									
CLORURO DE METIL	13500					14000	27500	27500									
FOSGENO		1003					34	34									
BISFENOLA			2217				11	11									
PTBP				418			0.21	0.21									
PIRIDINA					2408		857	857									
POLICARBONATO							2500	2500									
PIRIDINA*HCl							2288	2288									

- | | | | | | | | |
|--------|------------------------------------|-------|--|-------|----------------------------|-------|----------------------------|
| E-302 | ENFRIADOR DEL REACTOR R-302 | P-304 | BOMBA DE ALIMENTACION A R-302 | S-302 | AGITADOR DEL TANQUE T-302 | T-302 | TQ. DE PREMEZCLAS DE R-302 |
| E-304A | ENFRIADOR DE CLORURO PARA EL R-302 | P-308 | BOMBA DE RECIRC. DE LA CHAQUETA DE R-302 | S-304 | AGITADOR DEL REACTOR R-302 | T-304 | TQ. AMORTIGUADOR DE R-302 |
| E-304B | ENFRIADOR DE FOSGENO PARA EL R-302 | R-302 | REACTOR DE POLIMERIZACION #2 | | | | |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 001 : 002 y 005

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

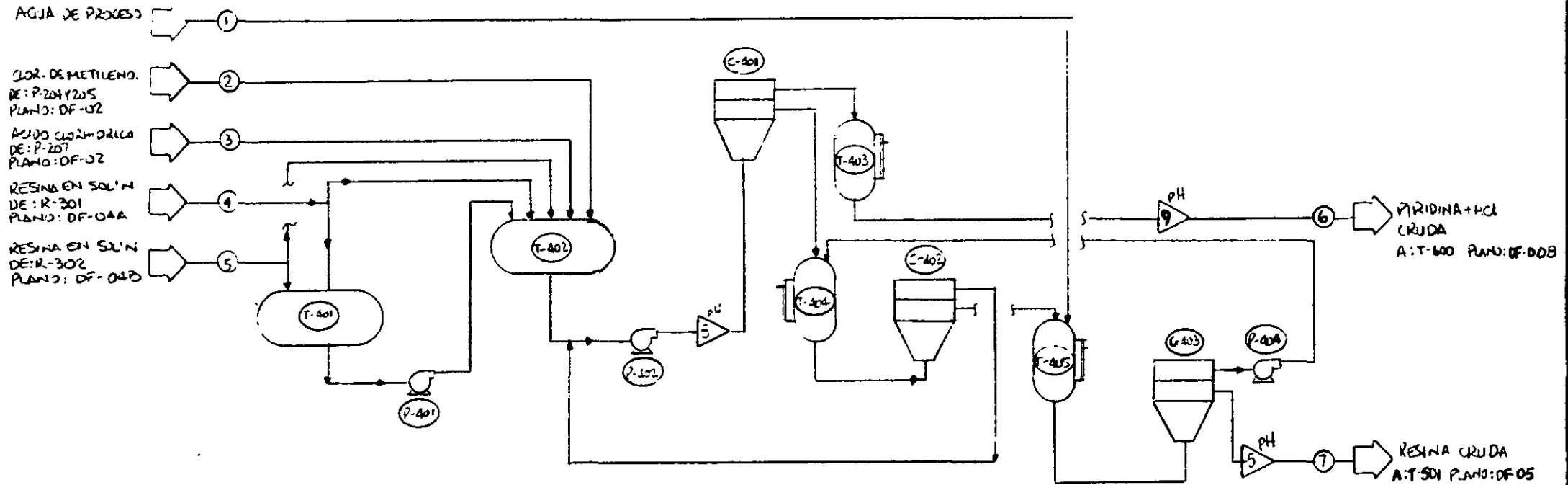
AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 004B

REACCION (TREN # 2)

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7										
CLORURO DE METIL		10000		27500	27500	1163	53837										
FOSGENO				34	34												
BISFENOL A				11	11		22										
PTBP				0.21	0.21		0.42										
PIRIDINA				857	857												
POLICARBONATO				2500	2500		5000										
PIRIDINA*HCl				2266	2266		6998										
AGUA	73104		965				73951	118									
CO2							30										
HCl			454				167										

- C-401 CENTRIFUGA DE PIRIDINA P-401 BOMBA DE DESALOJO DE T-401 T-401 TANQUE DE CARGAS DAÑADAS T-404 TQ. RECEPTOR DE RESINA CRUDA
- C-402 CENTRIFUGA DE RESINA CRUDA P-402 BOMBA DE ALIMENTACION A CENTRIFUGAS T-402 TANQUE DE LAVADO T-405 TQ. RECEPTOR DE RESINA LAVADA
- C-403 CENTRIFUGA DE RESINA LAVADA P-404 BOMBA DE RECIRCULACION T-403 TANQUE ACUMULADOR DE PIRIDINA



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 002 ; 004A , 004B
 005 y 008

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 005

LAVADO

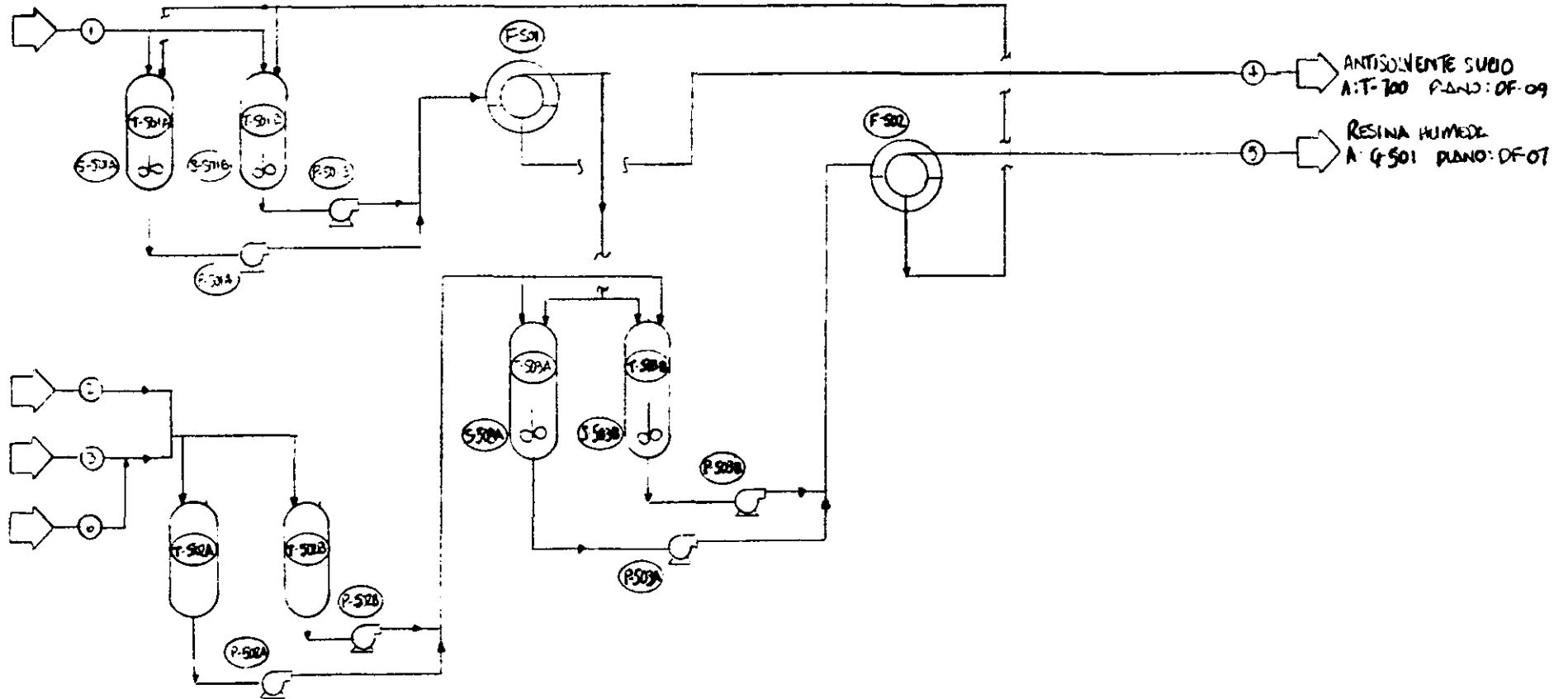
ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6											
BISFENOL A	22			22													
PTBP	0.42			0.42													
POLICARBONATO	5000				5000												
CLORURO DE METIL	53837	65762		118599	174	174											
AGUA	118			118													
N-HEPTANO		83597	5000	83597	132	132											

F-501 FILTRO DE VACIO #1 P-501 AyB BOMBAS GEMELAS DE PRECIPITADOS S-501 AyB AGITADORES DE LOS TANQUES T-501 T-502 AyB TANQUES GEMELOS DE ANTISOLVENTE

F-502 FILTRO DE VACIO #2 P-502 AyB BOMBAS GEMELAS DE LOS T-502 S-503 AyB AGITADORES GEMELOS DE LOS T-503 T-503 AyB TANQUES GEMELOS DE REPULPEO

P-503 AyB BOMBAS GEMELAS DE REPULPEO T-501 AyB TANQUES GEMELOS DE PRECIPITACION

RESINA CRUDA
DE: C-403
PLANO: DF-05



ANTISOLVENTE
DE: E-109
PLANO: DF-10

N-HEPTANO
DE: F-802
PLANO: DF-08

VAPORES
DE: G-501
PLANO: DF-07

PLANOS DE REFERENCIA
DIAGRAMAS DE FLUJO
003 ; 005 ; 007
009 y 010

NOTAS:

LOS FILTROS DE VACIO F-501 Y F-502 INCLUYEN SUS EQUIPOS PERIFERICOS
COMO SON LOS TANQUES DE SELLO Y BOMBAS DE VACIO

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

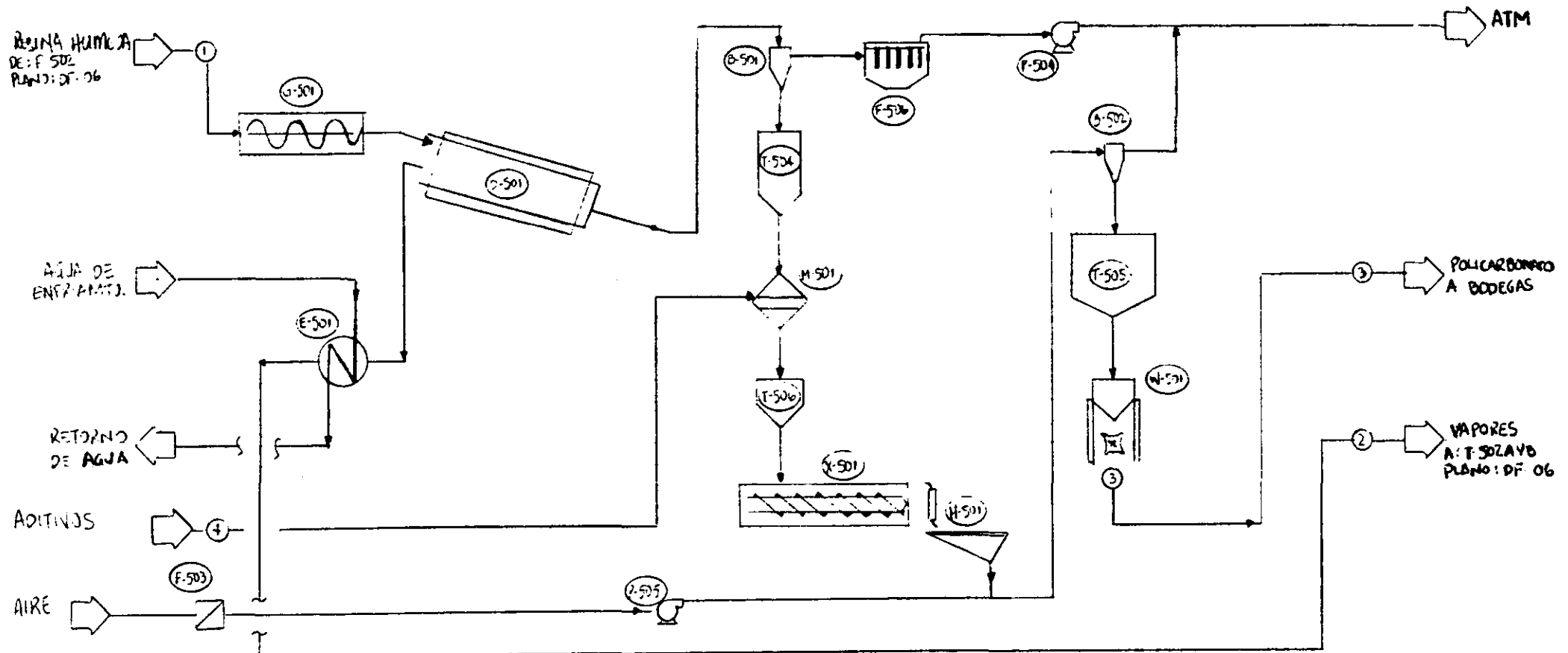
AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 006

FILTRADO

ESPECIE/Kg	1	2	3	4													
POLICARBONATO	5000		5000														
CLORURO DE METIL	174	174															
N-HEPTANO	132	132															
ADITIVOS			50	50													

- | | | | | | | | |
|-------|---|-------|---------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------------------|
| B-501 | CICLON DEL TRANSPORTE DE RESINA | F-506 | COLECTOR DE POLVOS | D-501 | SECADOR ROTATORIO | T-505 | SILO DE ALMACEN DE COMPUESTO |
| B-502 | CICLON DEL TRANSP. DE COMP. | G-501 | TRANSPORTE HELICOIDAL DE RESINA | P-504 | SOPLADOR DEL TRANSPORTE DE RESINA | T-506 | TOLVA DE PRE-EXTRUSION |
| E-501 | CONDENSADOR DEL SECADOR | H-501 | CORTADORA Y CRIBA DE X-501 | P-505 | SOPLADOR DE TRANSP. DE COMP | W-501 | EMPACADORA DE COMPUESTO |
| F-503 | FILTRO DE AIRE DEL TRANSP. DE COMPUESTO | M-501 | MEZCLADOR DE EXTRUSION | T-504 | TOLVA DE ALMACEN DE RESINA | X-501 | EXTRUSOR |



PLANOS DE REFERENCIA
DIAGRAMA DE FLUJO 006

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

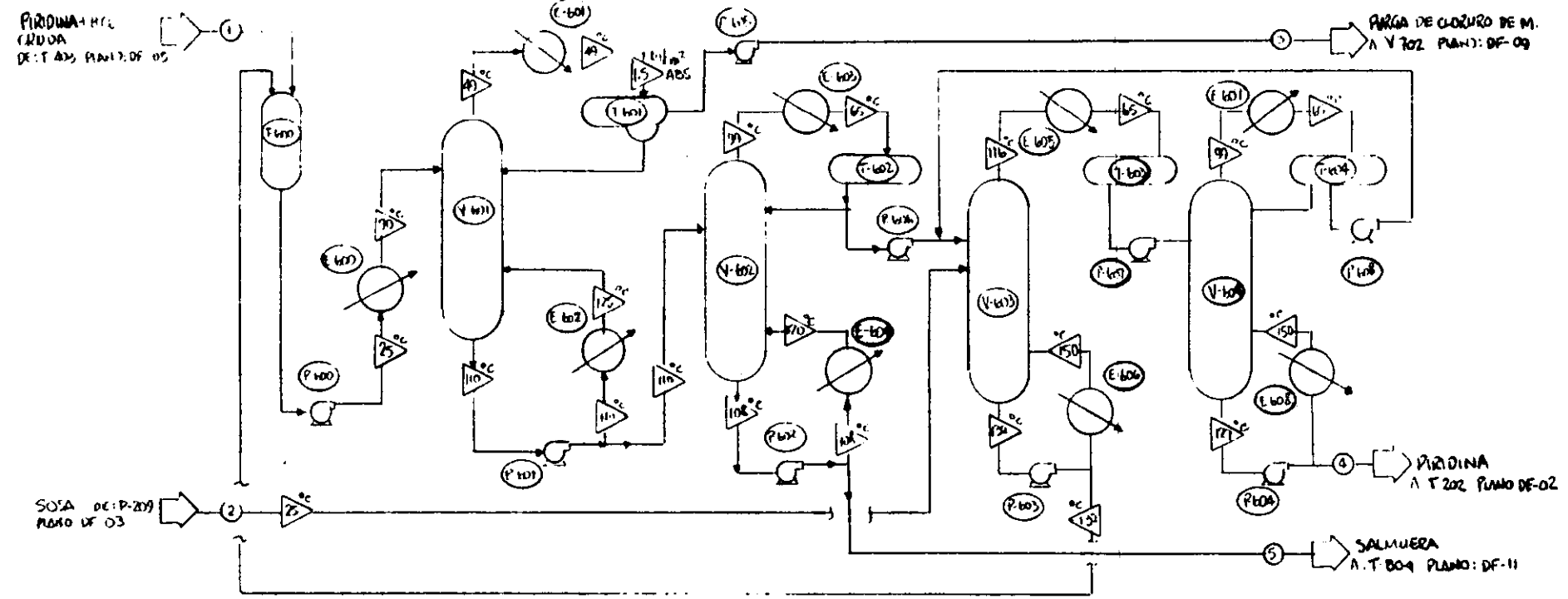
AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 007

PRODUCTO TERMINADO

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5													
PIRIDINA*HCl	6998																	
CLORURO DE METIL	1163		1163															
AC. CLORHIDRICO	167																	
AGUA	73951	964			74915													
CO2	30		30															
PIRIDINA				4816														
SAL					3828													
SOSA		2620																

- | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| E-600 CALENTADOR DE PIRIDINA NEUTRA. | E-607 CONDENSADOR DE V-604 | P-605 BOMBA DEL DOMO DE V-601 | T-603 TQ. ACUMULADOR DE V-603 |
| E-601 CONDENSADOR DE V-601 | E-608 REHERVIDOR DE V-604 | P-606 BOMBA DE ALIMENTACION A V-603 | T-604 TANQUE ACUMULADOR DE V-604 |
| E-602 REHERVIDOR DE V-601 | P-600 BOMBA DE SALMUERA | P-607 BOMBA DE ALIMENTACION A V-604 | V-601 COLUMNA DE SOLVENTE |
| E-603 CONDENSADOR DE V-602 | P-601 BOMBA DE DESCARGA DE V-601 | P-608 BOMBA DEL DOMO DE V-604 | V-602 COLUMNA DE AZEOTROPO |
| E-604 REHERVIDOR DE V-602 | P-602 BOMBA DE DESCARGA DE V-602 | T-600 TANQUE DE SALMUERA | V-603 COLUMNA DE PIRIDINA |
| E-605 CONDENSADOR DE V-603 | P-603 BOMBA DE DESCARGA DE V-603 | T-601 TQ. ACUMULADOR DE V-601 | V-604 COLUMNA SECADORA DE PIRIDINA |
| E-606 REHERVIDOR DE V-603 | P-604 BOMBA DE DESCARGA DE V-604 | T-602 TQ. ACUMULADOR DE V-602 | |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 002 : 003 : 005
 009 Y 011

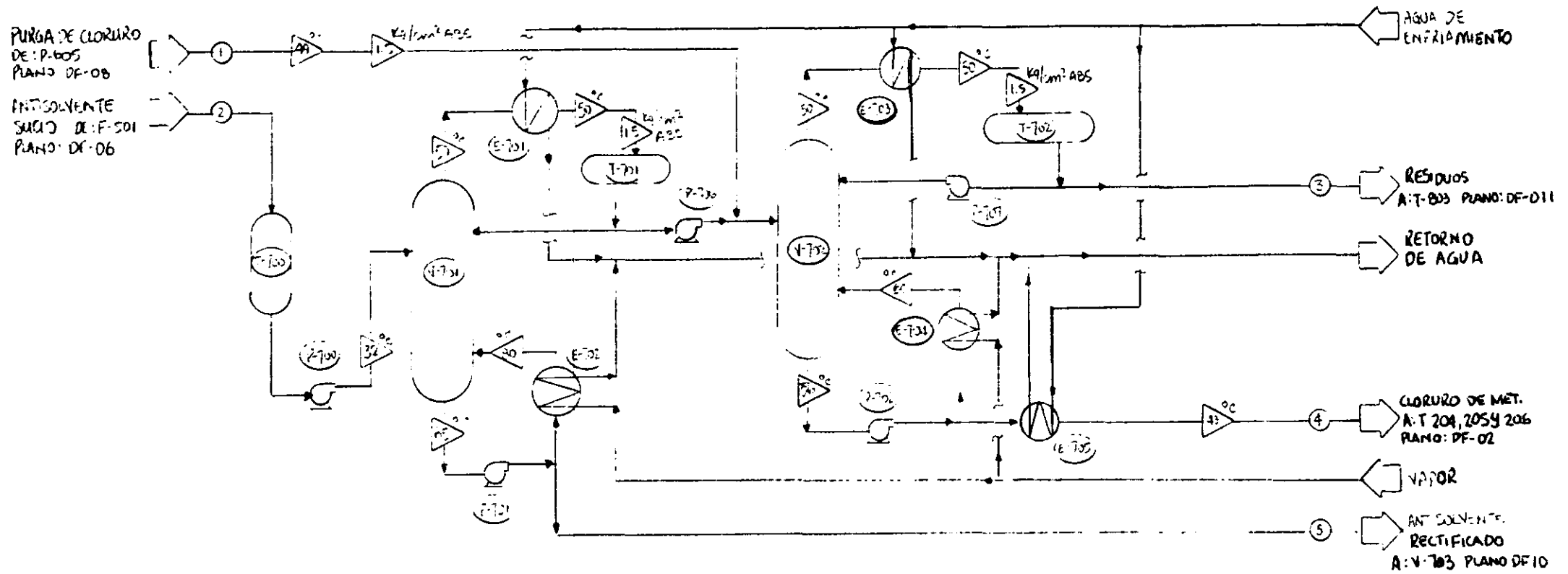
NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 008
 RECUPERACION DE PIRIDINA

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5													
CLORURO DE METIL	1163	119599		55000	64599													
CO2	30		30															
BISFENOL A		22			22													
PTBP		0.42			0.42													
N-HEPTANO		83597			83597													
AGUA		118	118															

- | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|-------|----------------------------|-------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|
| E-701 | CONDENSADOR DE SOLVENTE | E-705 | ENFRIADOR DE SOLVENTE | P-708 | BOMBA DE DESCARGA DE T-701 | T-702 | TQ. ACUMULADOR DE AGUA |
| E-702 | REHERVIDOR DE SOLVENTE | P-700 | BOMBA DE SOLVENTE FILTRADO | P-707 | BOMBA DE RECIRCULACION DE V-702 | V-701 | COLUMNA DE RECUPERACION DE SOLVENTE |
| E-703 | CONDENSADOR DE AGUA | P-701 | BOMBA DE SOLVENTE | T-700 | TQ. DE SOLVENTE FILTRADO | V-702 | COLUMNA SECADORA DE SOLVENTE |
| E-704 | REHERVIDOR DE V-702 | P-702 | BOMBA DE SOLVENTE SECO | T-701 | TQ. ACUMULADOR DE SOLVENTE | | |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 002 ; 006 ; 008
 010 y 011

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

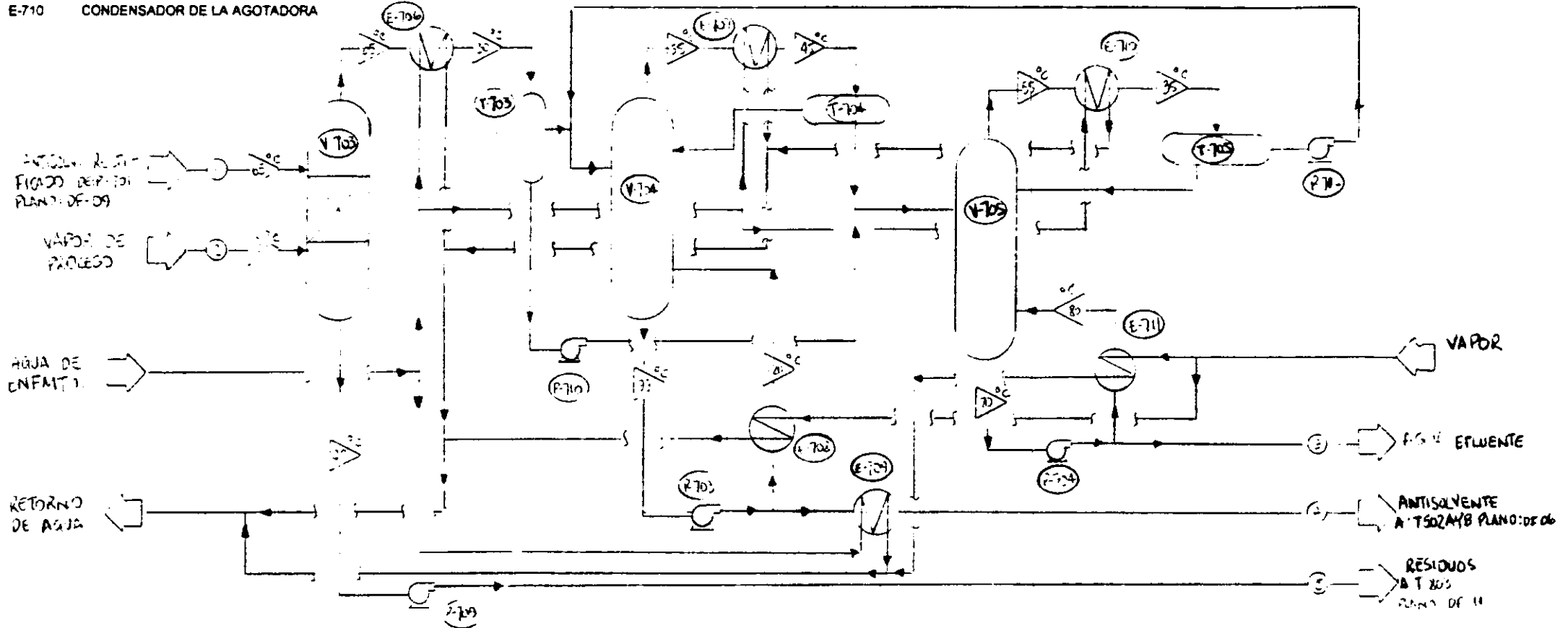
AUTOR LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 008

RECUPERACION DE CLORURO DE METILENO

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5												
BISFENOL A	22				22												
PTBP	0.42				0.42												
N-HEPTANO	83597			83597													
CLORURO DE METIL	64599			64599													
AGUA		38000	48		37952												

- | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|-------|---------------------------|-------|-------------------------------|-------|----------------------------------|
| E-706 | CONDENSADOR DE ANTISOLVENTE | E-711 | REHEVIDOR DE LA AGOTADORA | P-710 | BOMBA DE DESCARGA DE T-703 | T-705 | TANQUE DE LA AGOTADORA |
| E-707 | CONDENSADOR DE V-704 | P-703 | BOMBA DE ANTISOLVENTE | P-714 | BOMBA DE DESCARGA DE T-705 | V-703 | VAPORIZADOR DE ANTISOLVENTE |
| E-708 | REHEVIDOR DE ANTISOLVENTE | P-704 | BOMBA DE AGUA | T-703 | TQ ACUMULADOR DE ANTISOLVENTE | V-704 | COLUMNA SECADORA DE ANTISOLVENTE |
| E-709 | ENFRIADOR DE ANTISOLVENTE | P-709 | BOMBA DE FONDO DE V-703 | T-704 | TQ ACUMULADOR DE V-704 | V-705 | COLUMNA AGOTADORA DE AGUA |
| E-710 | CONDENSADOR DE LA AGOTADORA | | | | | | |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 006, 009 y 011

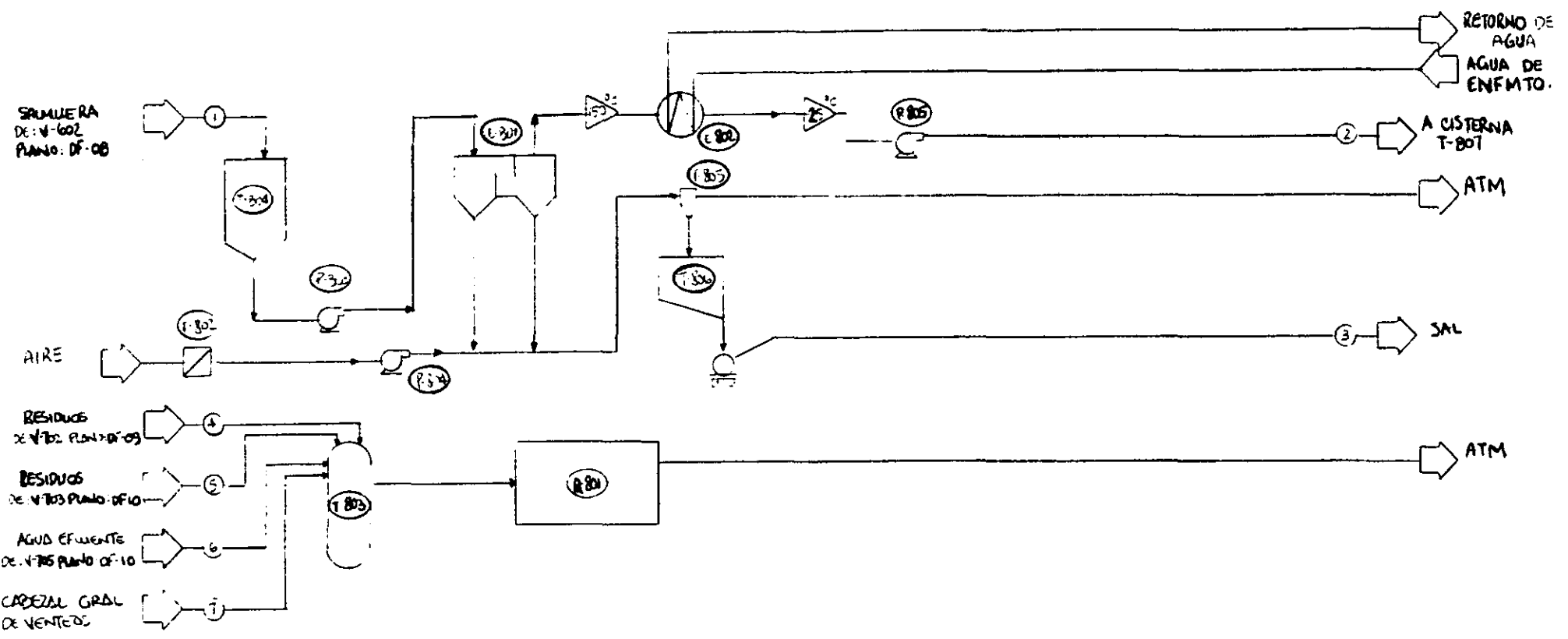
NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE FLUJO 010
 RECUPERACION DE ANTISOLVENTE

ESPECIE/Kg	1	2	3	4	5	6	7										
BISFENOL A					22		COMPO- SICION										
PTBP					0.42		VARIA- BLE										
CO2				30													
SAL	3826		3826														
AGUA	74915	74915		18	37952	48											

- E-801 CRISTALIZADOR
- E-802 CONDENSADOR DE AGUA
- F-802 FILTRO DEL TRANSPORTE DE SAL
- F-805 CICLÓN DE SAL
- P-803 BOMBA DE SALMUERA
- P-804 SOPLADOR DE SAL
- P-805 BOMBA DE DESALOJO DEL CONDENSADOR
- Q-801 QUEMADOR
- T-803 ABSORBEDOR DE GASES
- T-804 TQ. ACUMULADOR DE SALMUERA
- T-806 TQ. ACUMULADOR DE SAL



PLANOS DE REFERENCIA DIAGRAMAS DE FLUJO 008 : 009 y 010	NOTAS: EL QUEMADOR INCLUYE SUS EQUIPOS AUXILIARES	PLANTA DE POLICARBONATO POR EL PROCESO DE FOSGENACION EN SOLUCION AUTOR LEONARDO CENOZ	DIAGRAMA DE FLUJO 011 TRATAMIENTO DE EFLUENTES
---	--	--	--

III.3 D I A G R A M A S D E T U B E R I A E I N S T R U M E N T O S

Se detallan con instrumentación todos los diagramas de flujo.

DTI-001:	Almacenamiento y Carga de BPA
DTI-002:	Almacenamiento y Carga de PTBP
DTI-003:	Almacenamiento y Carga de Fosgeno
DTI-004:	Almacenamiento y Carga de Cloruro de Metileno
DTI-005:	Almacenamiento y Carga de Piridina
DTI-006:	Almacenamiento de Acido Clorhídrico y Sosa
DTI-007:	Acondicionamiento (sólo se representa uno de los dos Trenes)
DTI-008:	Reacción (sólo se representa uno de los dos Trenes)
DTI-009:	Separación
DTI-010:	Recuperación de Resina
DTI-011:	Secado de Resina
DTI-012:	Extrusión y Empaque
DTI-013:	Recuperación de Piridina (Parte 1)
DTI-014:	Recuperación de Piridina (Parte 2)
DTI-015:	Recuperación de Solvente
DTI-016:	Recuperación de Antisolvente
DTI-017:	Almacenamiento de N-Heptano
DTI-018:	Servicios. Agua

Los tipos de instrumentos se detallan en el DTI-00 Nomenclatura de Equipos y Simbología.

NOMENCLATURA DE EQUIPOS

B-000	CICLONES, COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO
C-000	CENTRIFUGAS, SEPARADORES CENTRIFUGOS, DECANTADORES
D-000	SECADORES ROTATORIOS
E-000	INTERCAMBIADORES, EVAPORADORES, REHEVADORES, ENFRIADORES
F-000	FILTROS
G-000	TRANSPORTADORES MECANICOS HELICOIDALES,
H-000	SEPARADORES MECANICOS, CRIBAS, CORTADORAS
K-000	COMPRESORES
P-000	BOMBAS DE CUALQUIER TIPO
Q-000	PAQUETES ESPECIALIZADOS (QUEMADORES, DE REFRIGERACION, ETC)
R-000	REACTORES
S-000	AGITADORES
T-000	TANQUES DE CUALQUIER TIPO, TOLVAS, CONTENEDORES, ETC..
V-000	COLUMNAS DE DESTILACION O DE DEPARACION, ADSORBEDORES
X-000	EXTRUSORES, EQUIPOS DE PLASTIFICACION

IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

	INDICACION	CONTROL	REGISTRO	ALARMA		ACTUACION	ELEMENTO
				ALTO	BAJO		
TEMPERATURA	T	I	C	R	AH	AL	S
PRESION	P	I	C	R	AH	AL	S
FLUJO	F	I	C	R	AH	AL	S E
NIVEL	L	I	C	R	AH	AL	S
PESO	W	I	C	R	AH	AL	S
pH	pH	I		R	AH	AL	S
RPM	S	I	C	R	AH	AL	S
ESPECIAL	X	I	C	R	AH	AL	S

SEÑALES

	NEUMATICA
	ELECTRICA
	MANGUERA FLEXIBLE

VALVULAS Y ELEMENTOS ESPECIALES

	VALVULA (GLOBO, AGUJA, BOLA, ETC) OPERADAS MANUALMENTE	
	VALVULA CHECK (CANASTA, MARIPOSA, ETC.)	
	VALVULA DE OPERACION REMOTA	
	VALVULA DE CONTROL DE PRESION	ELECTRICAMENTE NEUMATICAMENTE
	FILTRO EN TUBERIA	
	ARRESTADOR DE FLAMA	
	VALVULA DE ALIVIO DE PRESION	
	DISCO DE RUPTURA	

NOTACIONES Y BANDERAS

	TEMPERATURA DE LA LINEA
	INTERCONEXION DE INSTRUMENTOS
	NUMERO DE CORRIENTE

IDENTIFICACION DE DIAGRAMAS

BG	BLANCES GLOBALES DE MASA DEL PROCESO
DF	DIAGRAMA DE FLUJO
DTI	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS

PLANOS DE REFERENCIA

NOTAS:

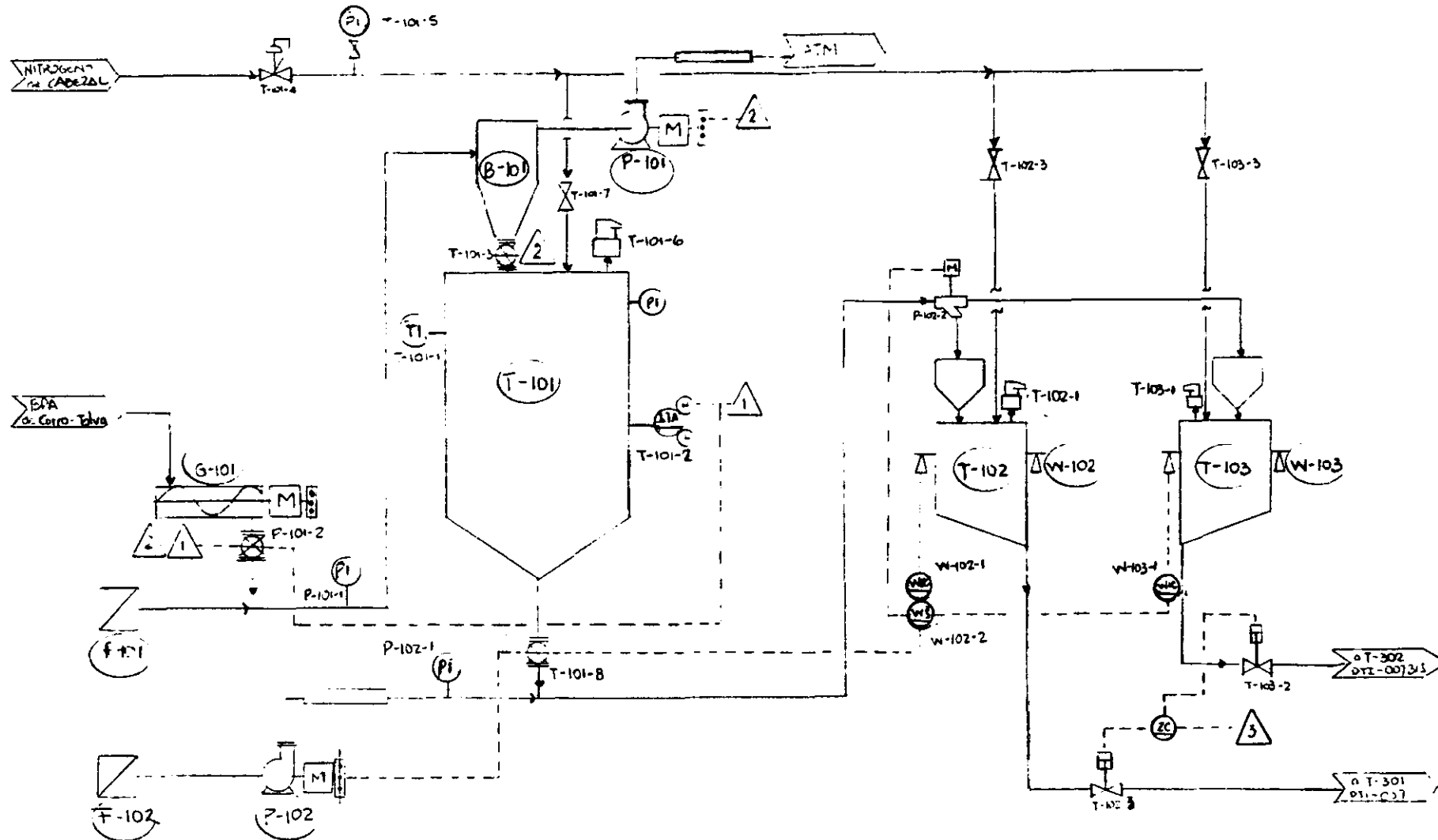
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D T T 00

NOMENCLATURA DE EQUIPOS Y SIMBOLOGIA

G-101	TRANSPOR DE BPA	P-101	SOPLADOR DE G-101	P-102	SOPLADOR DE BPA	T-103	TOLVA PESADORA TQ 2
F-101	FILTRO DE AIRE DE G-101	T-101	SILO DE BPA	T-102	TOLVA PESADORA TQ 1	W-103	BASCULA TQ T-103
B-101	CICLON DEL G-101	F-102	FILTRO TRANSP. DE BPA	W-102	BASCULA TQ T-102		



PLANOS DE REFERENCIA

DIAG. FLUJO 001:
DTI 007
DTI 007 BIS

NOTAS:

1	PARA POR ALTO NIVEL
2	SECUENCIA ARRANQUE/PARO
3	CIERRA POR ALTO NIVEL EN T-301 o T-302 (ALARMA LIH T-301-17 DEL DTI 007)

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 001

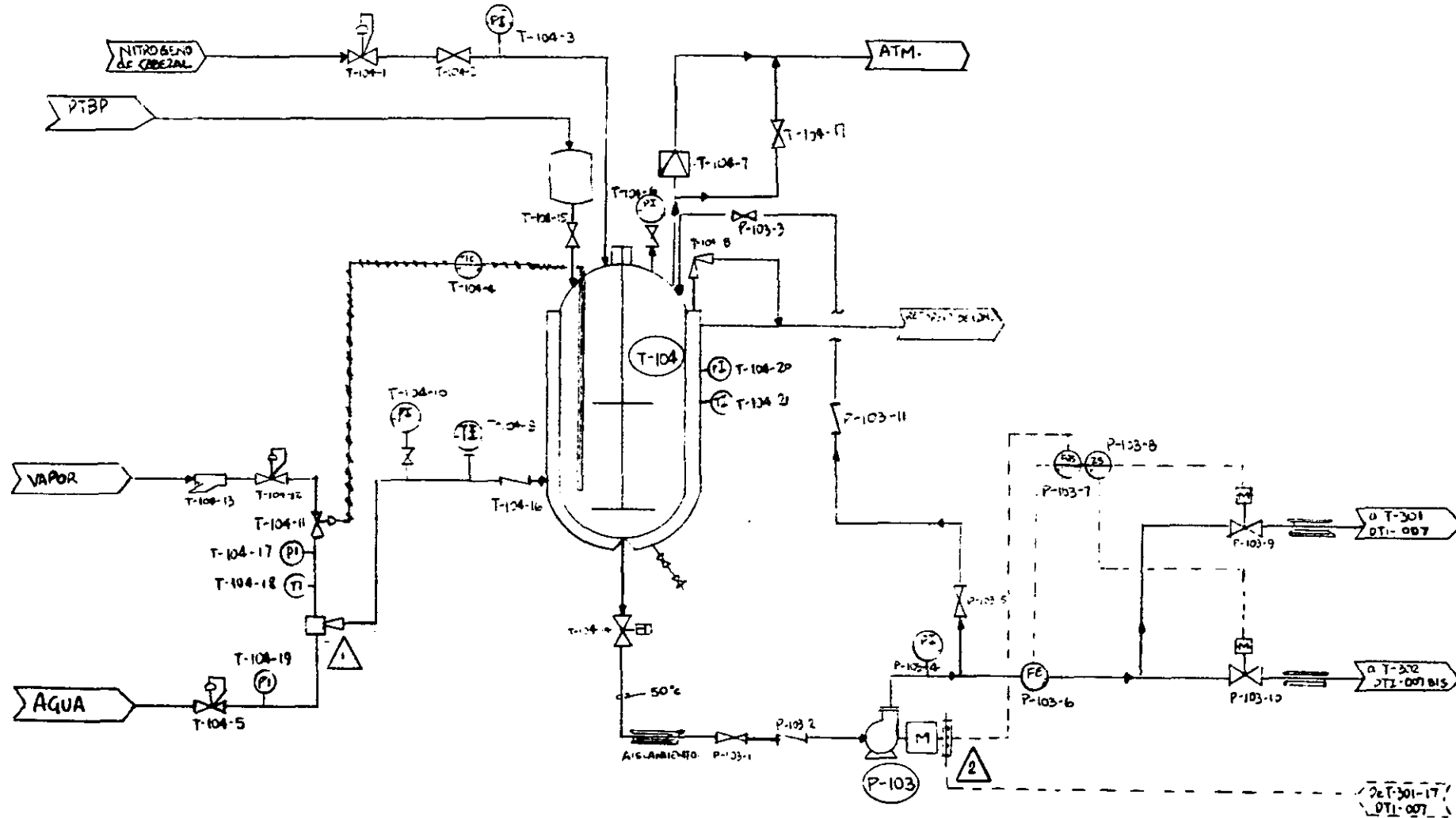
ALMACENAMIENTO Y CARGA DE BISFENOL A

P-103

BOMBA DE PBTP

T-104

TANQUE DISOLVEDOR



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 001
DTI 007 y 007 BIS

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 002

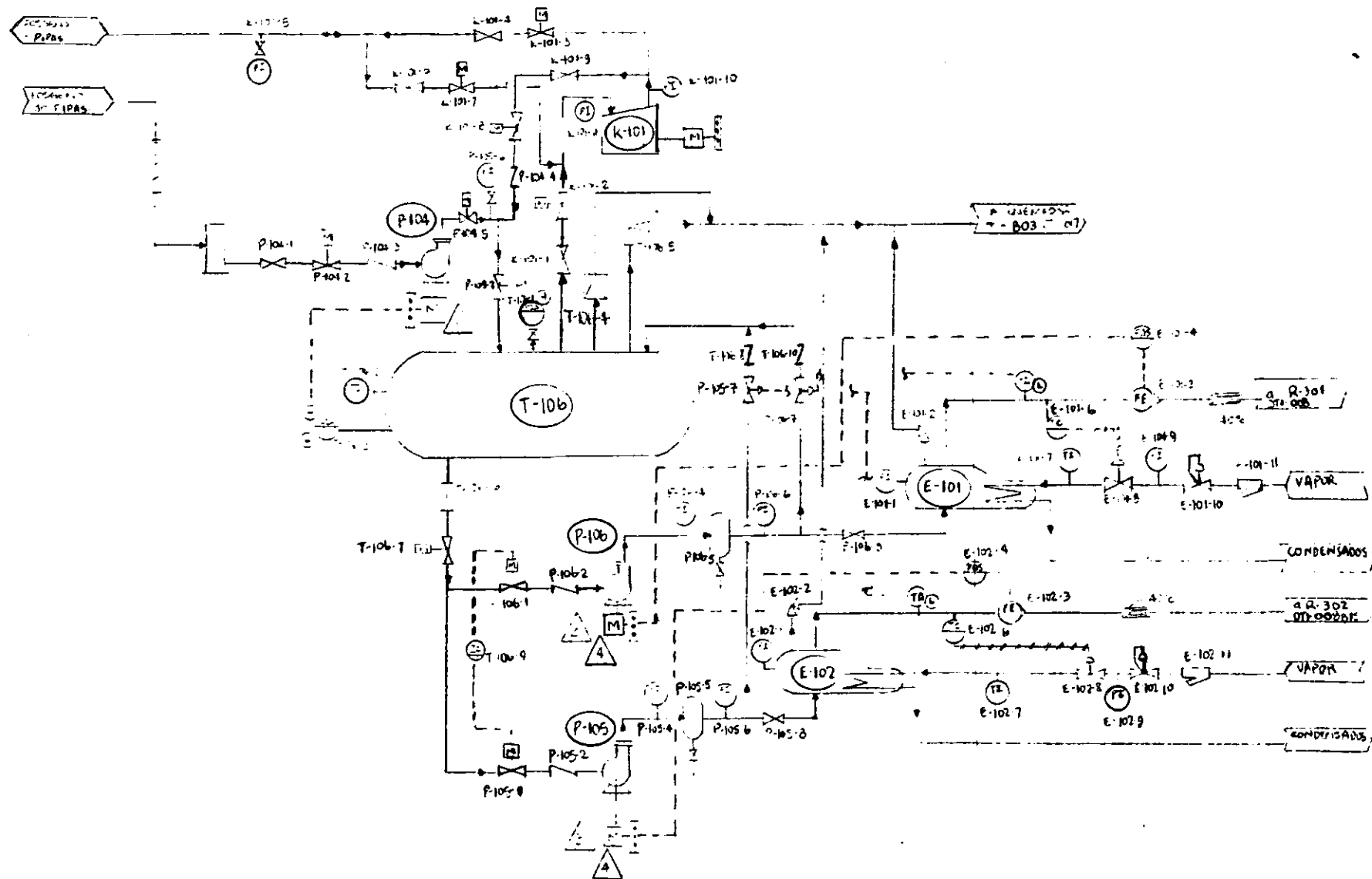
ALMACENAMIENTO Y CARGA DE PTBP

E-101 EVAPORADOR 1
E-102 EVAPORADOR 2

K-101 COMPRESOR DE FOSGENO
P-104 BOMBA DE FOSGENO

P-105 BOMBA DE CARGA A R-301
P-106 BOMBA DE CARGA A R-302

T-106 TANQUE DE ALMTO FOSGENO



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 001
DTI 008

NOTAS:

- 1 PARA POR ALTO NIVEL
- 2 PARA AL LLEGAR A LA CANTIDAD PREDETERMINADA EN E-101-4
- 3 PARA AL LLEGAR A LA CANTIDAD PREDETERMINADA EN E-102-4
- 4 PARAN POR ALTO NIVEL EN T-301 o T-302 (T-301-17, DTI007)

PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 003

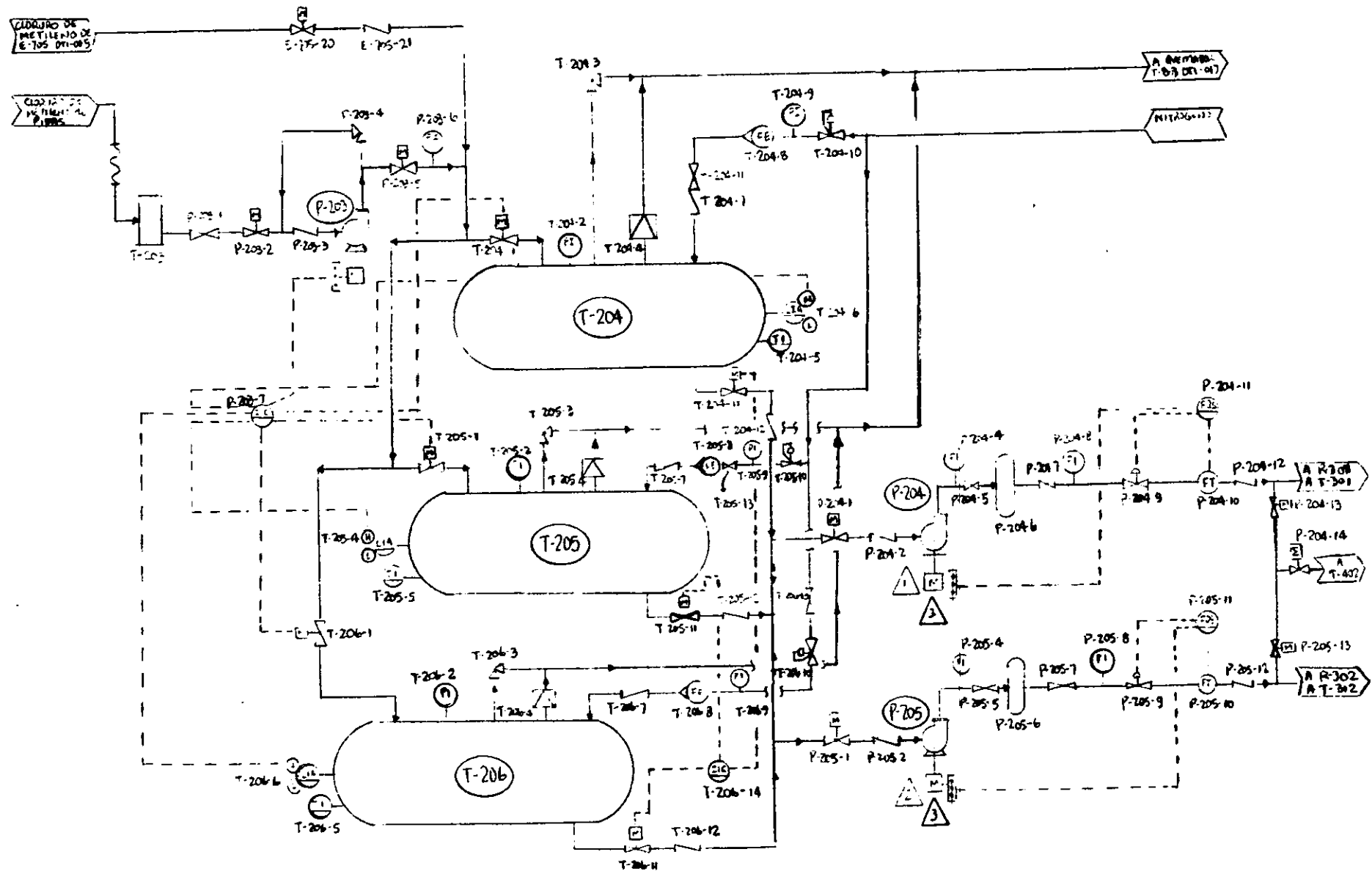
ALMACENAMIENTO Y CARGA DE FOSGENO

P-203 BOMBA DESCARGA DE CLORURO
P-204 BOMBA TRANSFER. CLORURO A R-301

P-205 BOMBA TRANSFER. CLORURO A R-302
T-204 TQ. DE ALMACEN #1 DE CLORURO

T-205 TQ. DE ALMACEN #2 DE CLORURO

T-206 TQ. DE ALMTO. DE CLORURO DE MET. #3



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 002
DTI 007 Y DTI 007 BIS
DTI 008 Y 008 BIS
DTI 009 y DTI 017

NOTAS:

- 1 PARA AL LLEGAR A LA CANTIDAD PREDETERMINADA EN FQS P-204-11
- 2 PARA AL LLEGAR A LA CANTIDAD PREDETERMINADA EN FQS P-205-11
- 3 PARAN POR ALTO NIVEL EN T-301 o T-302 (T-301-17, DTI 007)

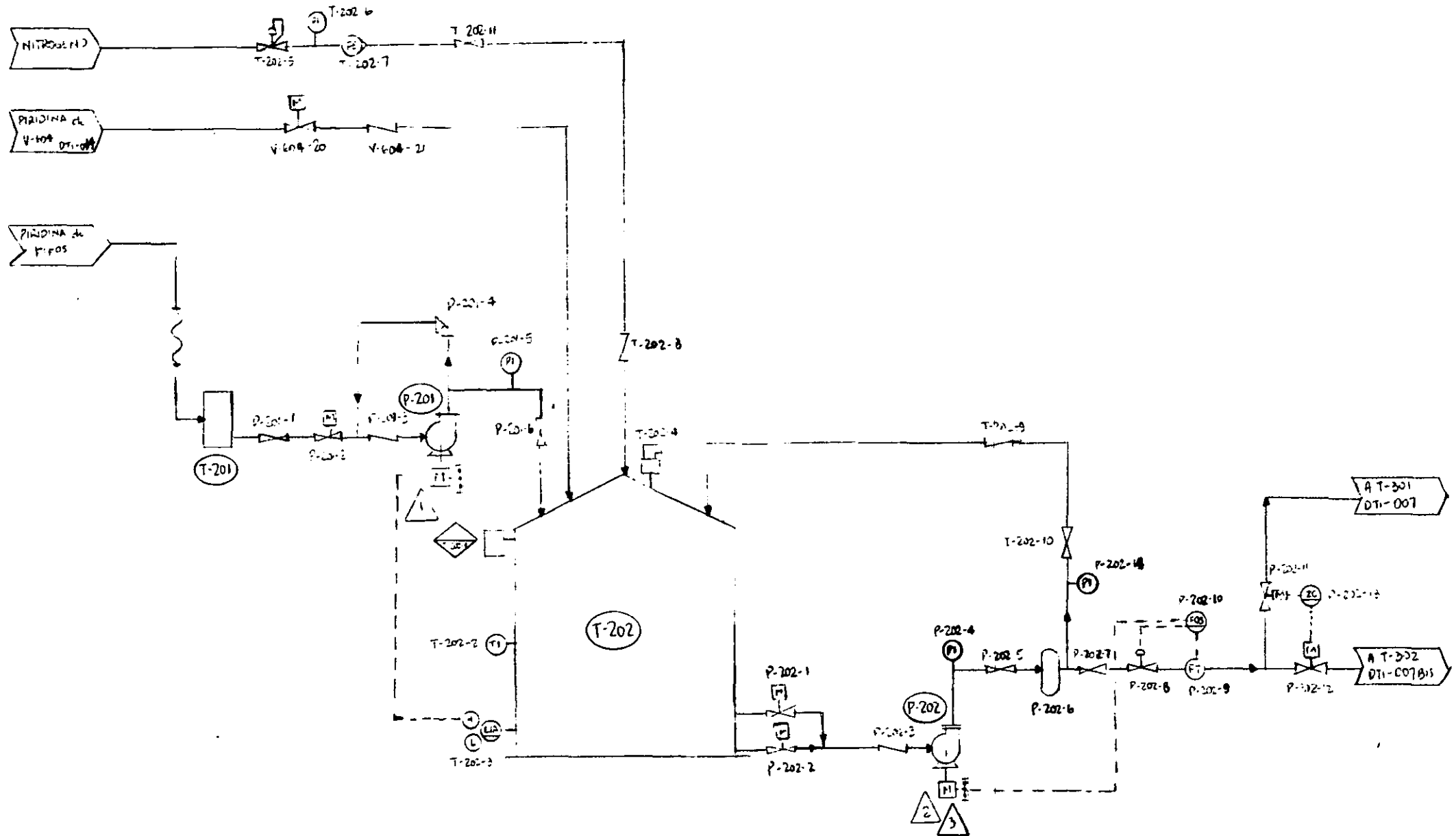
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENQZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 004

ALMACENAMIENTO Y CARGA DE
CLORURO DE METILENO

P-201 BOMBA DESCARGA DE PIRIDINA P-202 BOMBA DE TRANSF. DE PIRIDINA T-201 TQ. CEBADOR DE PIRIDINA T-202 TQ. DE ALMACEN. DE PIRIDINA



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 002
DTI 007 y 007 BIS
DTI 014

NOTAS:

- 1 PARA POR ALTO NIVEL EN T-202 (T-202-3)
- 2 PARA AL LLEGAR A LA CANTIDAD PREDETERMINADA EN FQS (P-202-10)

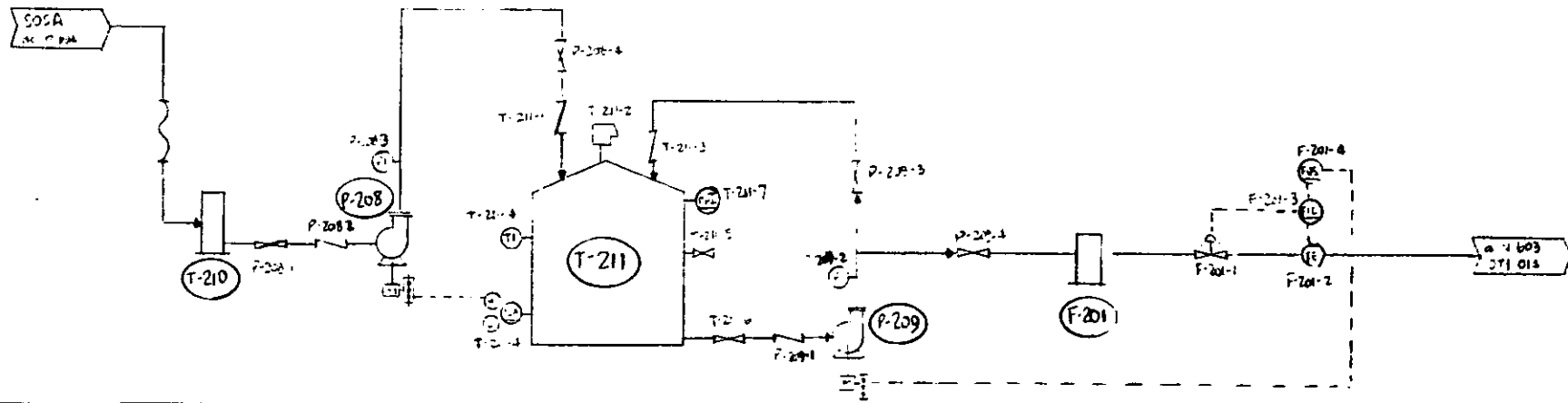
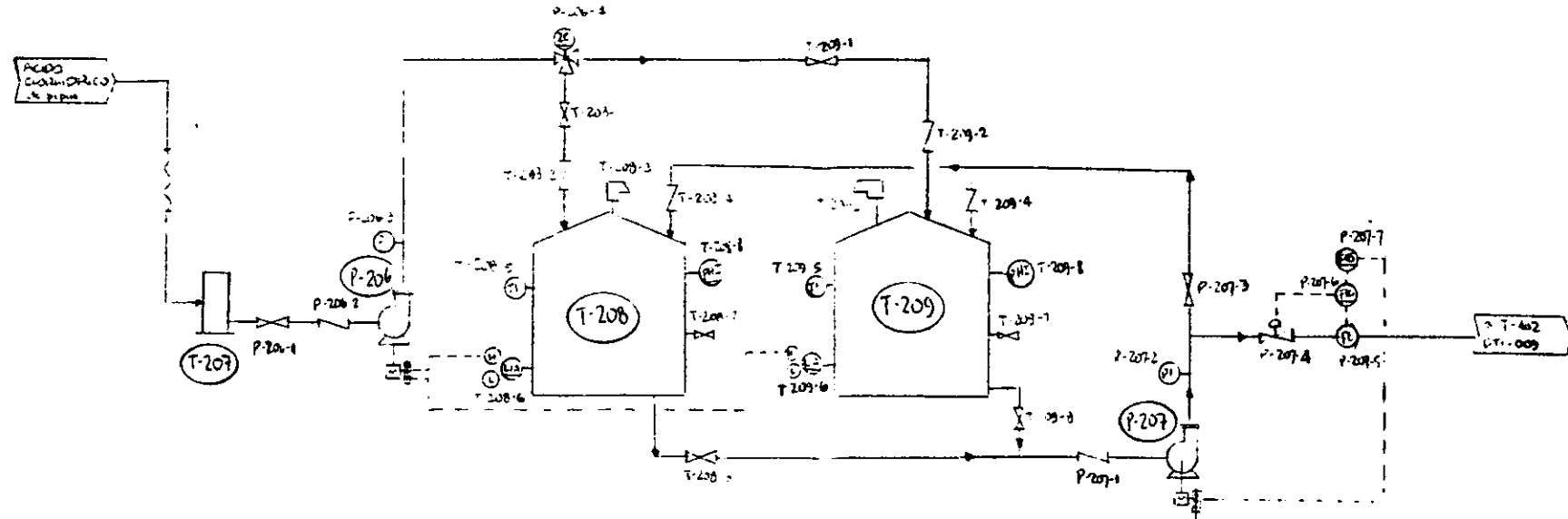
**PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION**

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 008

ALMACENAMIENTO Y CARGA DE PIRIDINA

F-201	FILTRO DE SOSA	P-206	BOMBA DE DESCARGA DE SOSA	T-208	TANQUE NORTE DE ALMACEN DE ACIDO	T-210	TANQUE CEBADOR DE SOSA
P-208	BOMBA DE DESCARGA DE ACIDO	P-209	BOMBA DE TRANSF. DE SOSA	T-209	TANQUE SUR DE ALMACEN DE ACIDO	T-211	TANQUE DE ALMACEN DE SOSA
P-207	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE ACIDO	T-207	TANQUE CEBADOR DE ACIDO				



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 002 y 003
 DTI 009 y DTI 014

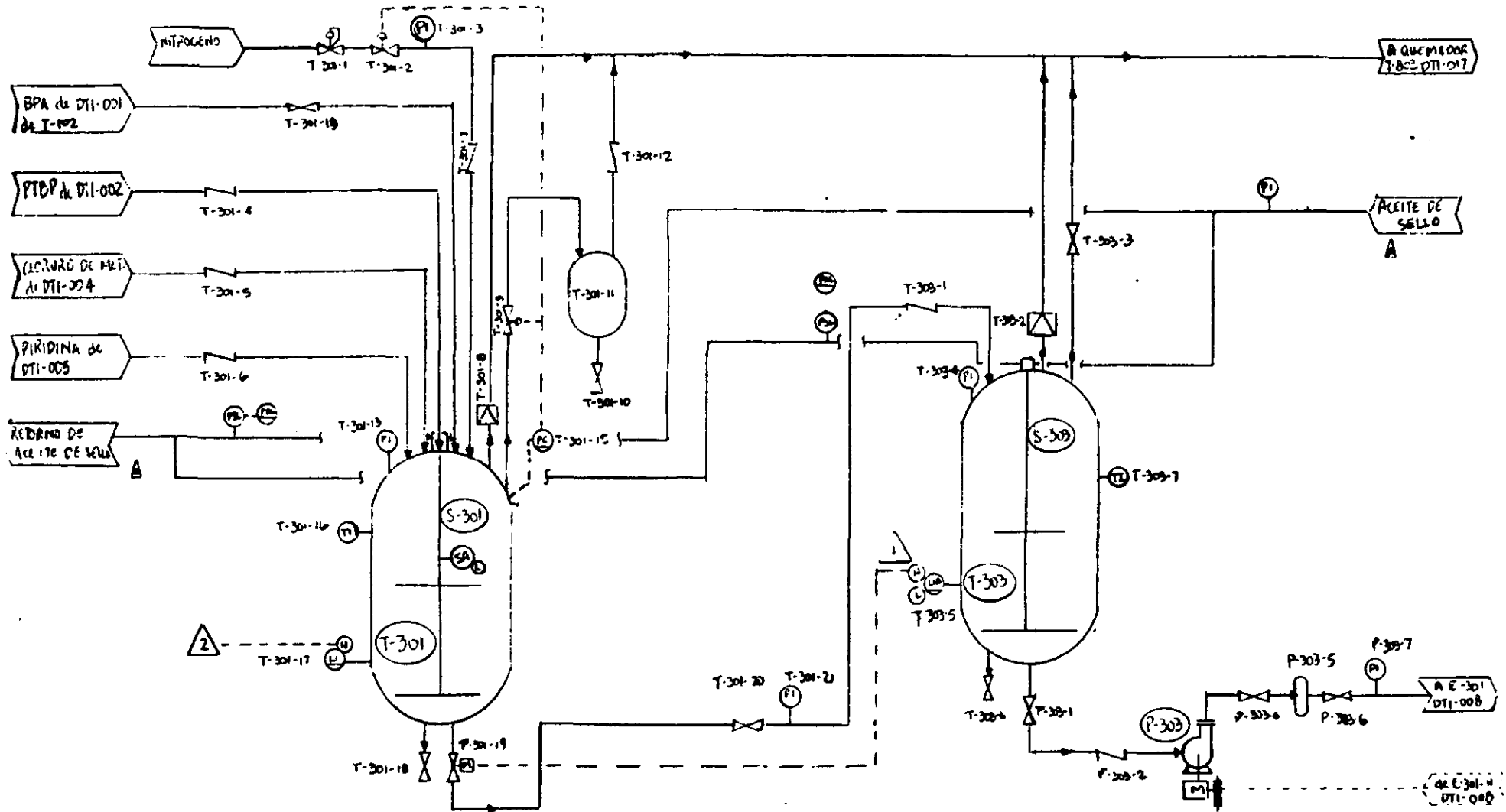
NOTAS:

pH	REPRESENTA UN INDICADOR DE pH

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 008
 ALMACENAMIENTO DE ACIDO Y SOSA

P-303 BOMBA DE ALIMENTACION A R-301 S-303 AGITADOR DEL REACTOR R-301 T-301 TQ. DE PREMEZCLAS DE R-301 T-303 TQ. AMORTIGUADOR DE R-301
 S-301 AGITADOR DEL TANQUE T-301



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 04A
 DTIS 002, 004, 005, 006 Y 017

NOTAS:

1	T-301-19 NO ABRE POR ALTO NIVEL EN T-303
2	PARAN POR ALTO NIVEL P-103 (DTI 002), P-105 o P-106 (DTI 003), P-204 o P-205 (DTI 004), P-202 (DTI 005) Y CIERRAN T-102-3 o T-103-2 (DTI 001)

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENQZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 007

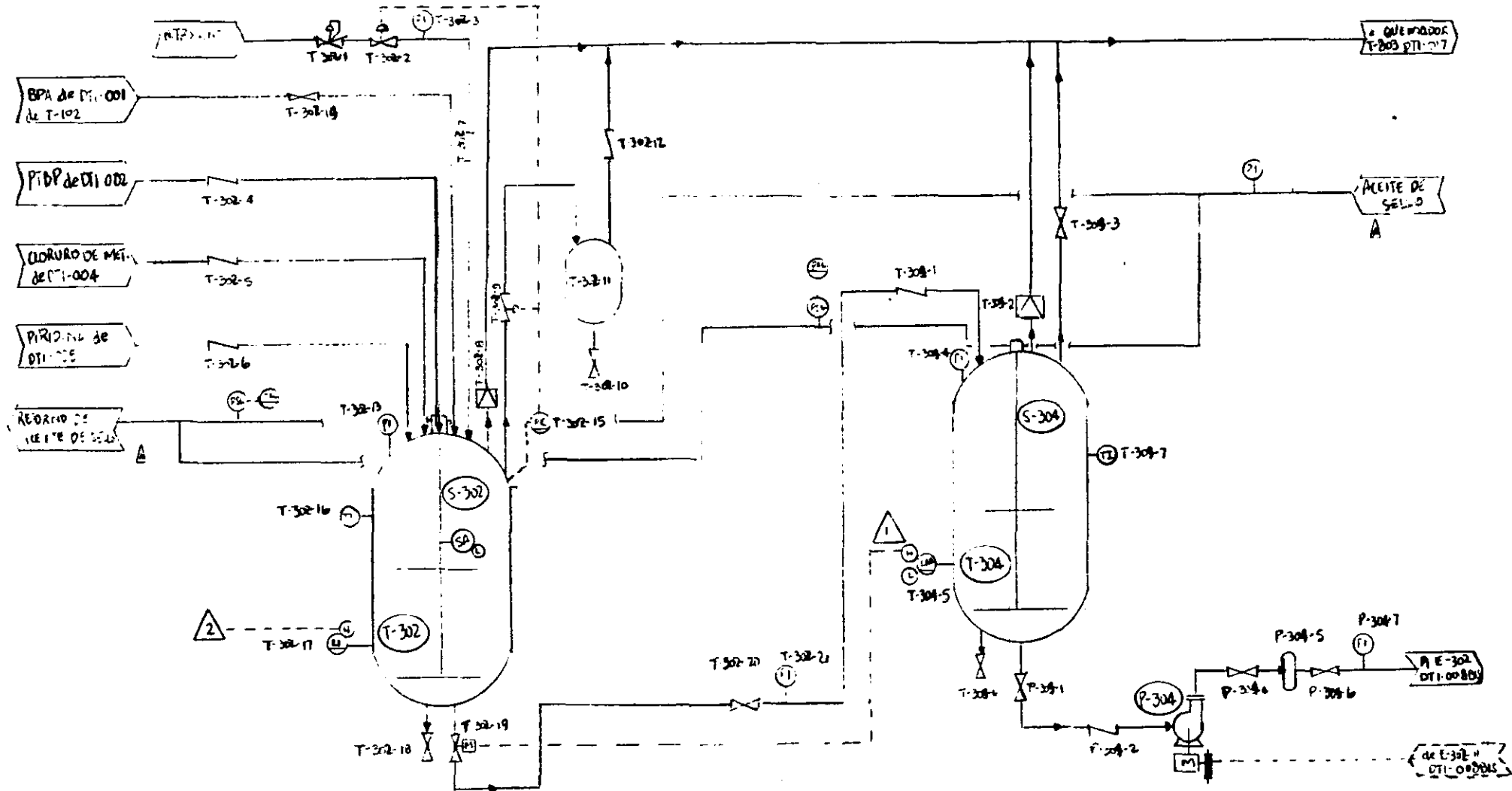
ACONDICIONAMIENTO REACTOR 1

P-304 BOMBA DE ALIMENTACION A R-302
S-302 AGITADOR DEL TANQUE T-302

S-304 AGITADOR DEL REACTOR R-302

T-302 TQ. DE PREMEZCLAS DE R-302

T-304 TQ. AMORTIGUADOR DE R-302



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 04A
DTIS 002, 004, 005, 008BIS
DTI 017

NOTAS:

- 1 T-302-19 NO ABRE POR ALTO NIVEL EN T-304
- 2 PARAN POR ALTO NIVEL P-103 (DTI 002), P-105 o P-108 (DTI 003), P-204 o P-205 (DTI 004), P-202 (DTI 005) Y CIERRAN T-102-3 o T-103-2 (DTI 001)

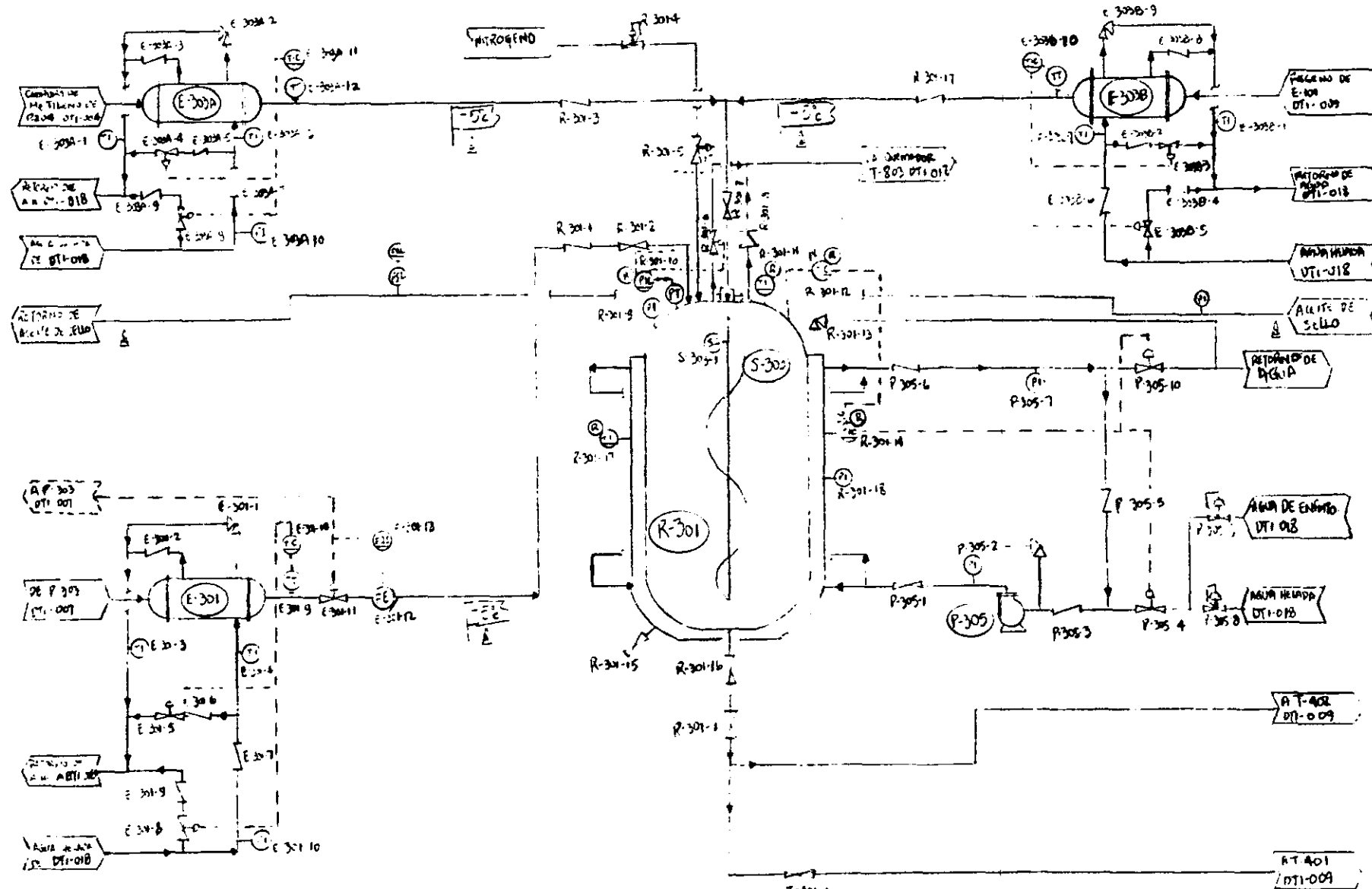
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 007BIS

ACONDICIONAMIENTO REACTOR 2

E-301 ENFRIADOR DEL REACTOR R-301 E-303B ENFRIADOR DE FOSGENO PARA EL R-301 P-305 BOMBA DE RECIRC DE LA CHAQUETA DE R-301 S-303 AGITADOR DEL REACTOR R-301
 E-303A ENFRIADOR DE CLORURO PARA EL R-301 R-301 REACTOR DE POLIMERIZACION #1



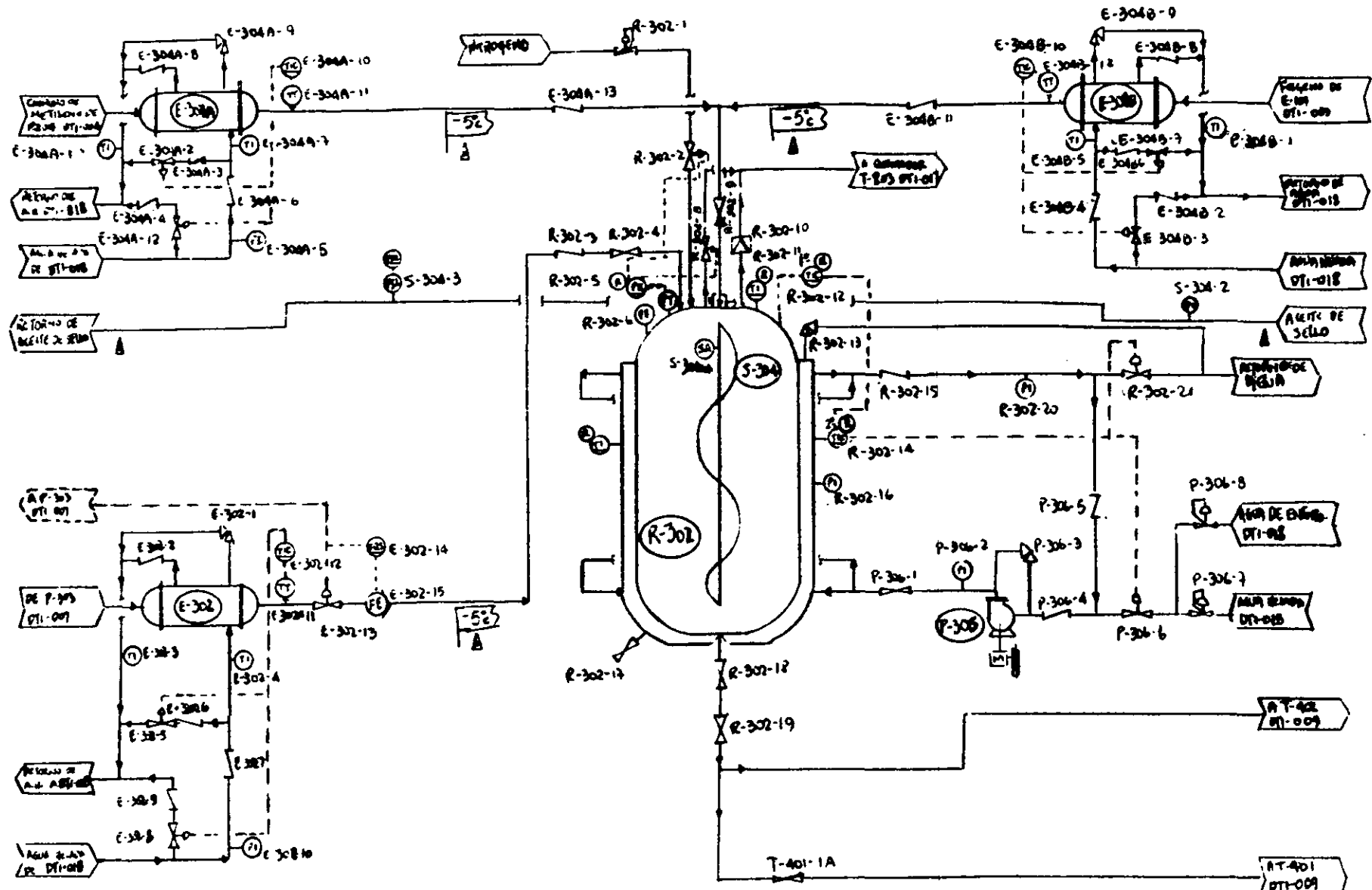
PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 004A
 DTIS 003, 004, 009, 017, 018

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 008
 REACCION (REACTOR # 1)

E-302 ENFRIADOR DEL REACTOR R-302 E-304B ENFRIADOR DE FOSGENO PARA EL R-302 R-302 REACTOR DE POLIMERIZACION #2 S-304 AGITADOR DEL REACTOR R-302
 E-304A ENFRIADOR DE CLORURO PARA EL R-302 P-306 BOMBA DE RECIRC. DE LA CHAQUETA DE R-302



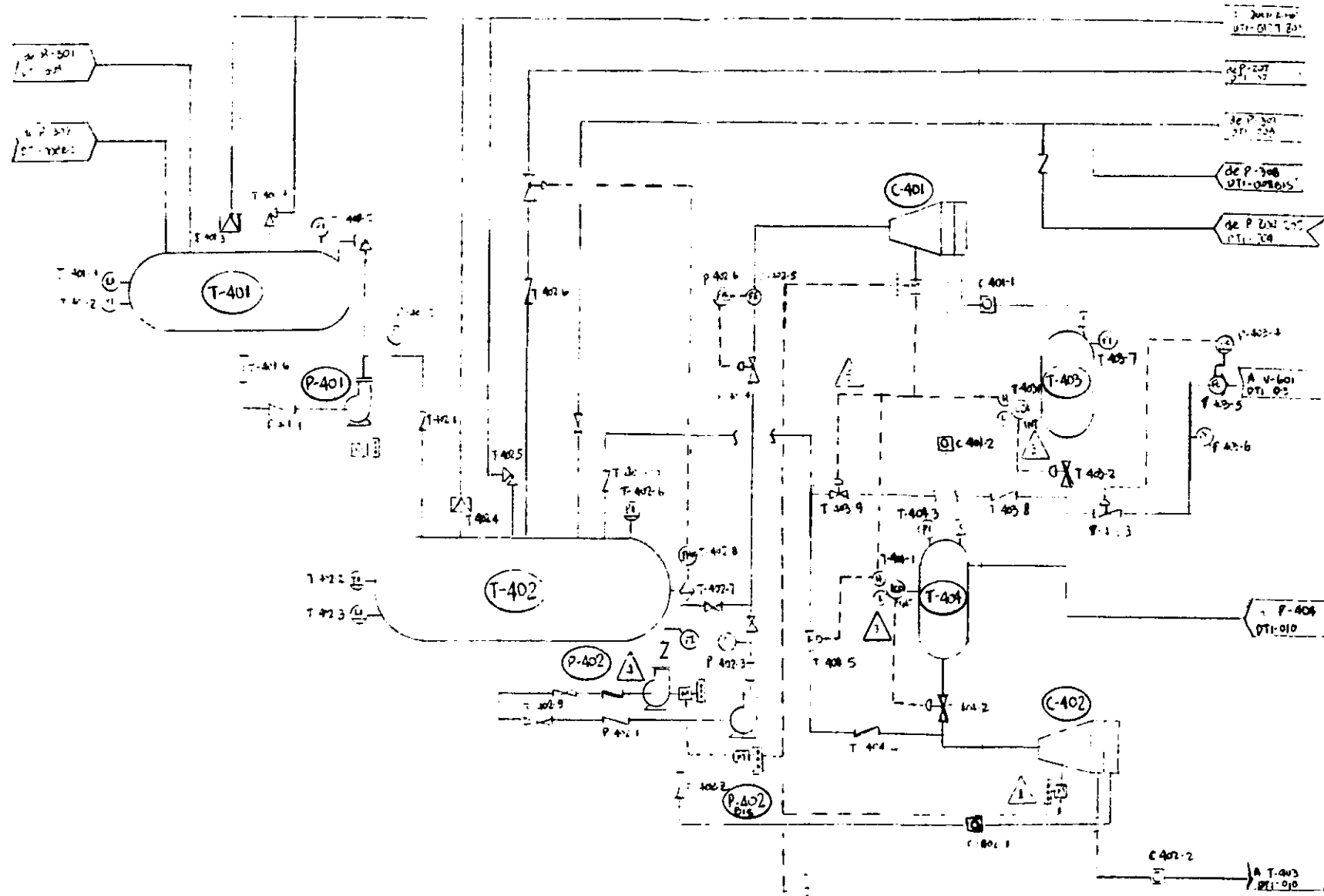
PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 004B
 DTIS: 003, 004, 007BIS, 009,
 DTIS 017 y 018

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D T T 003 BIS
 REACCION (REACTOR # 2)

C-401	CENTRIFUGA DE PIRIDINA	P-401	BOMBA DE DESALOJO DE T-401	T-401	TANQUE DE CARGAS DAÑADAS	T-404	TQ. RECEPTOR DE RESINA CRUDA
C-402	CENTRIFUGA DE RESINA CRUDA	P-402	BOMBA DE ALIMENTACION A CENTRIFUGAS	T-402	TANQUE DE LAVADO	T-403	TANQUE ACUMULADOR DE PIRIDINA



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 005
 DTIS: 004, 006, 008, 008BIS
 DTIS: 010, 013 y 017

NOTAS:	
1	PARPOALTO NIVEL EN T-403 (DTI010)
2	PARA AL PARAR C-403 (DTI010)
3	CONTROLAN INTERFASE LIQUIDO/LIQUIDO

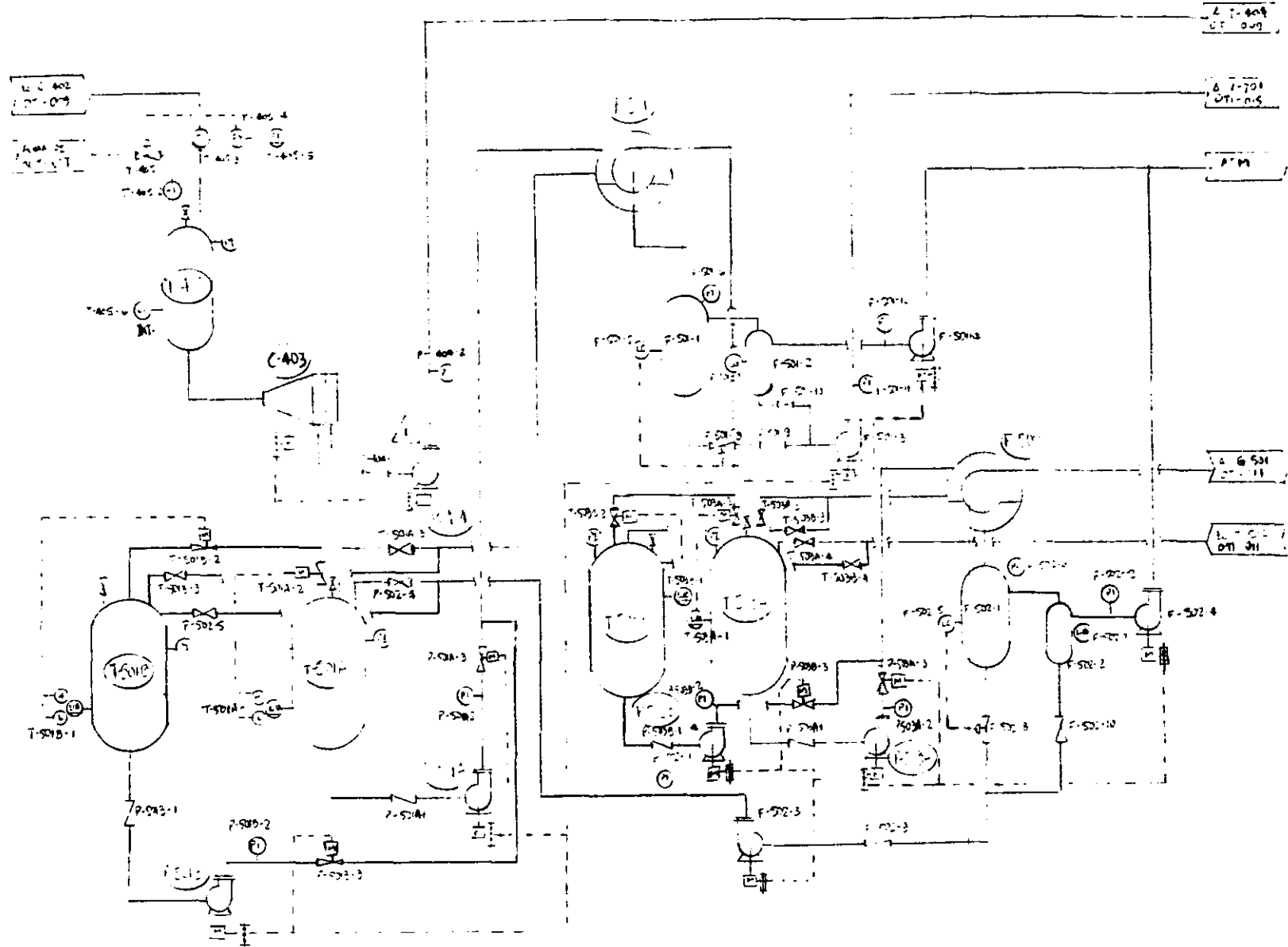
**PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION**

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D' T1 009

SEPARACION

C-403	CENTRIFUGA DE RESINA LAVADA	F-502	FILTRO DE VACIO #2	P-503 AyB	BOMBAS GEMELAS DE REPULPEO	T-501 AyB	TANQUES GEMELOS DE PRECIPITACION
F-501	FILTRO DE VACIO #1	P-501 AyB	BOMBAS GEMELAS DE PRECIPITADOS	T-405	TQ. RECEPTOR DE RESINA LAVADA	T-503 AyB	TANQUES GEMELOS DE REPULPEO



PLANOS DE REFERENCIA

DIGRAMAS DE FLUJO:
005 y 006
DTIS: 009, 011, 015, Y 018

NOTAS:

LOS EQUIPOS F-501-1, F-501-2, F-501-3, F-501-4 SON PARTE
DEL FILTRO F-501
LOS EQUIPOS F-502-1, F-502-2, F-502-3, F-502-4 SON PARTE
DEL FILTRO F-502

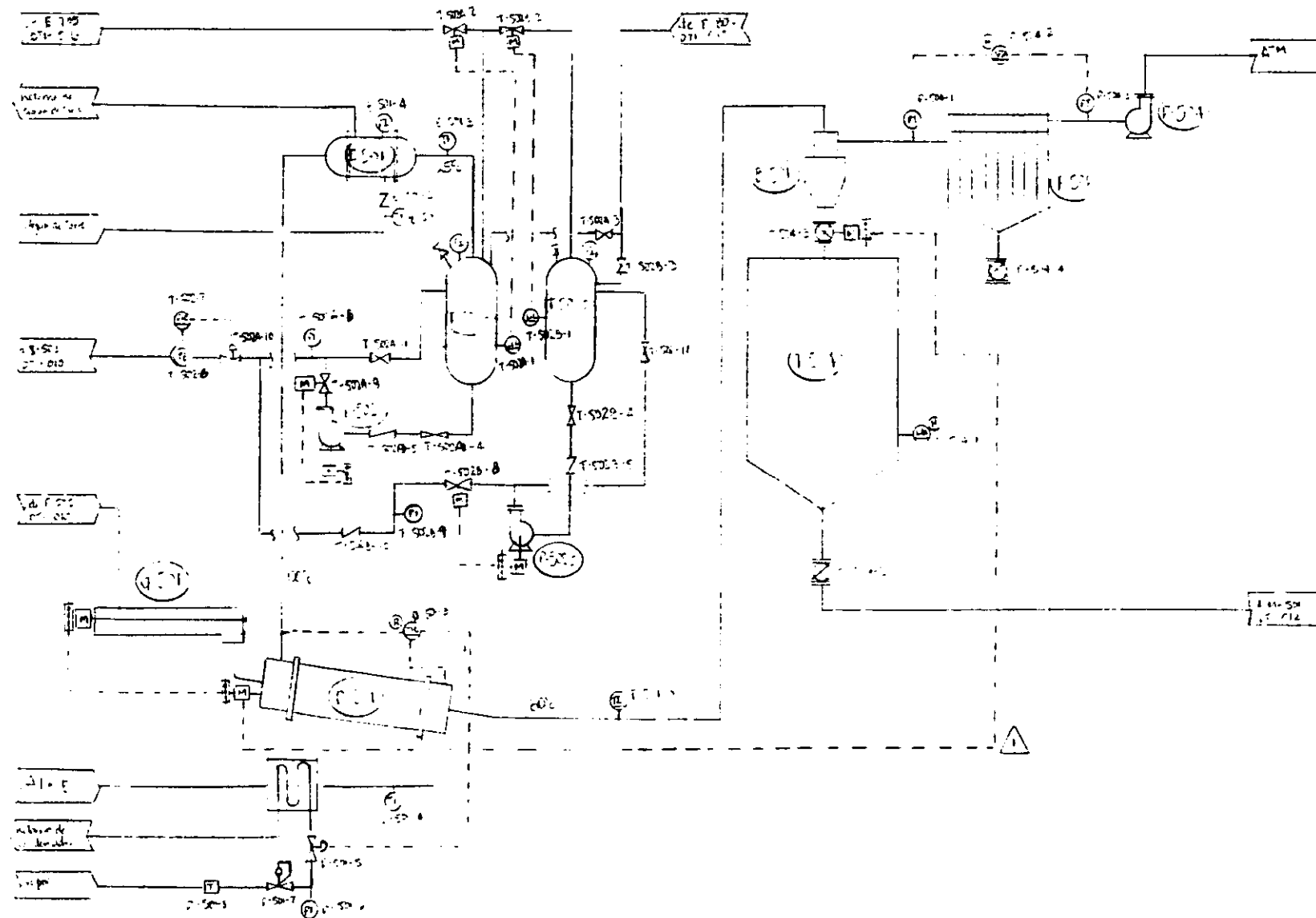
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOS

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 010

RECUPERACION DE RESINA

- | | | | | | | | |
|-------|---------------------------------|-------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|-------|-----------------------------------|
| B-501 | CICLON DEL TRANSPORTE DE RESINA | F-508 | COLECTOR DE POLVOS | P-502 AyB | BOMBAS GEMELAS DE LOS T-502 | P-504 | SOPLADOR DEL TRANSPORTE DE RESINA |
| D-501 | SECADOR ROTATORIO | G-501 | TRANSPORTE HELICOIDAL DE RESINA | T-502 AyB | TANQUES GEMELOS DE ANTISOLVENTE | T-504 | TOLVA DE ALMACEN DE RESINA |
| E-501 | CONDENSADOR DEL SECADOR | | | | | | |



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 006 y 007
 DTIS: 010, 012 y 016

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 011

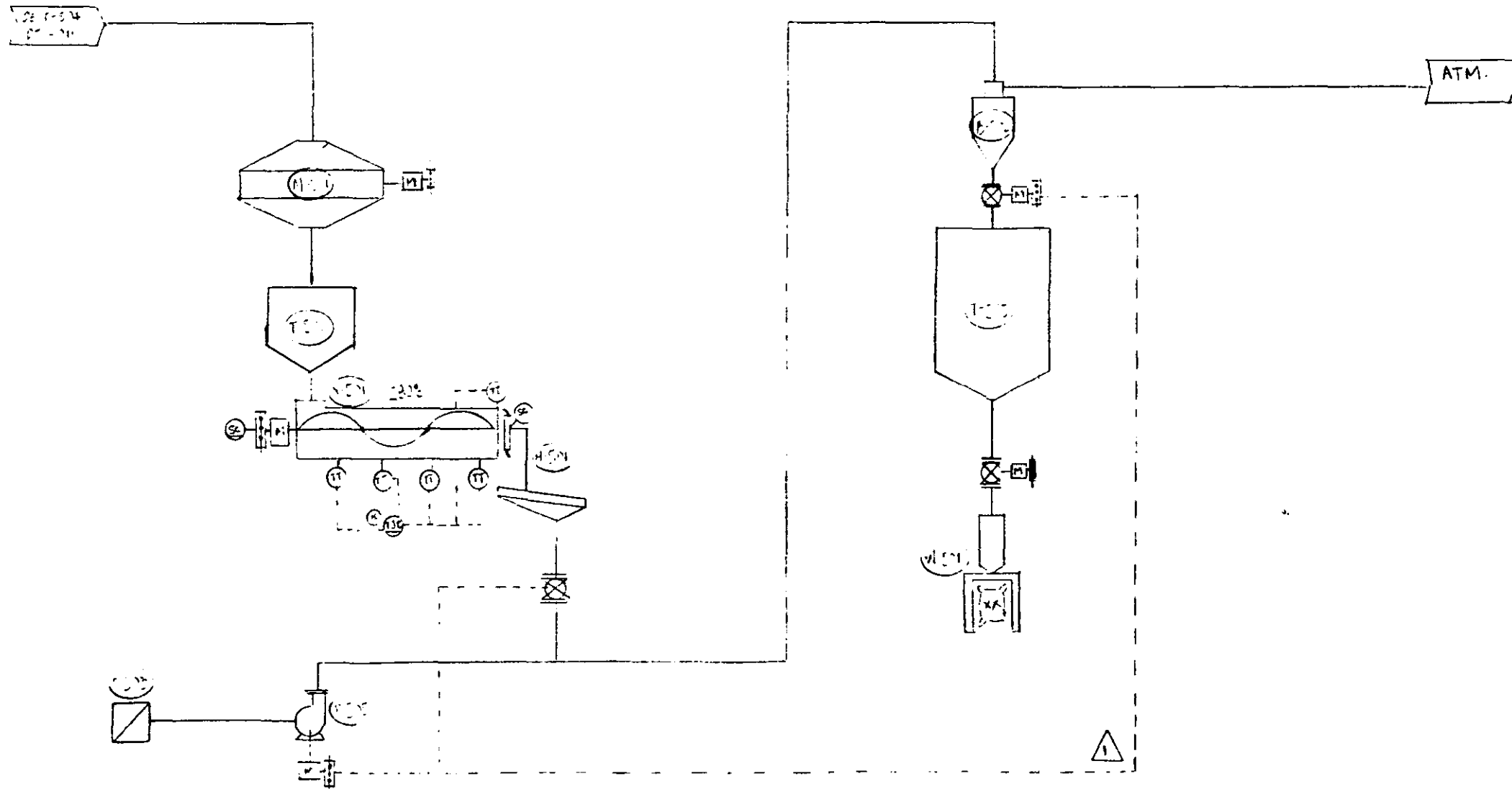
SECADO DE RESINA

B-502 CICLON DEL TRANSP. DE COMP.
 F-503 FILTRO DE AIRE DEL TRANSP. DE COMPUESTO
 H-501 CORTADORA Y CRIBA DE X-501

M-501 MEZCLADOR DE EXTRUSION
 P-505 SOPLADOR DE TRANSP. DE COMP

T-505 SILO DE ALMACEN DE COMPUESTO
 T-506 TOLVA DE PRE-EXTRUSION

W-501 EMPACADORA DE COMPUESTO
 X-501 EXTRUSOR



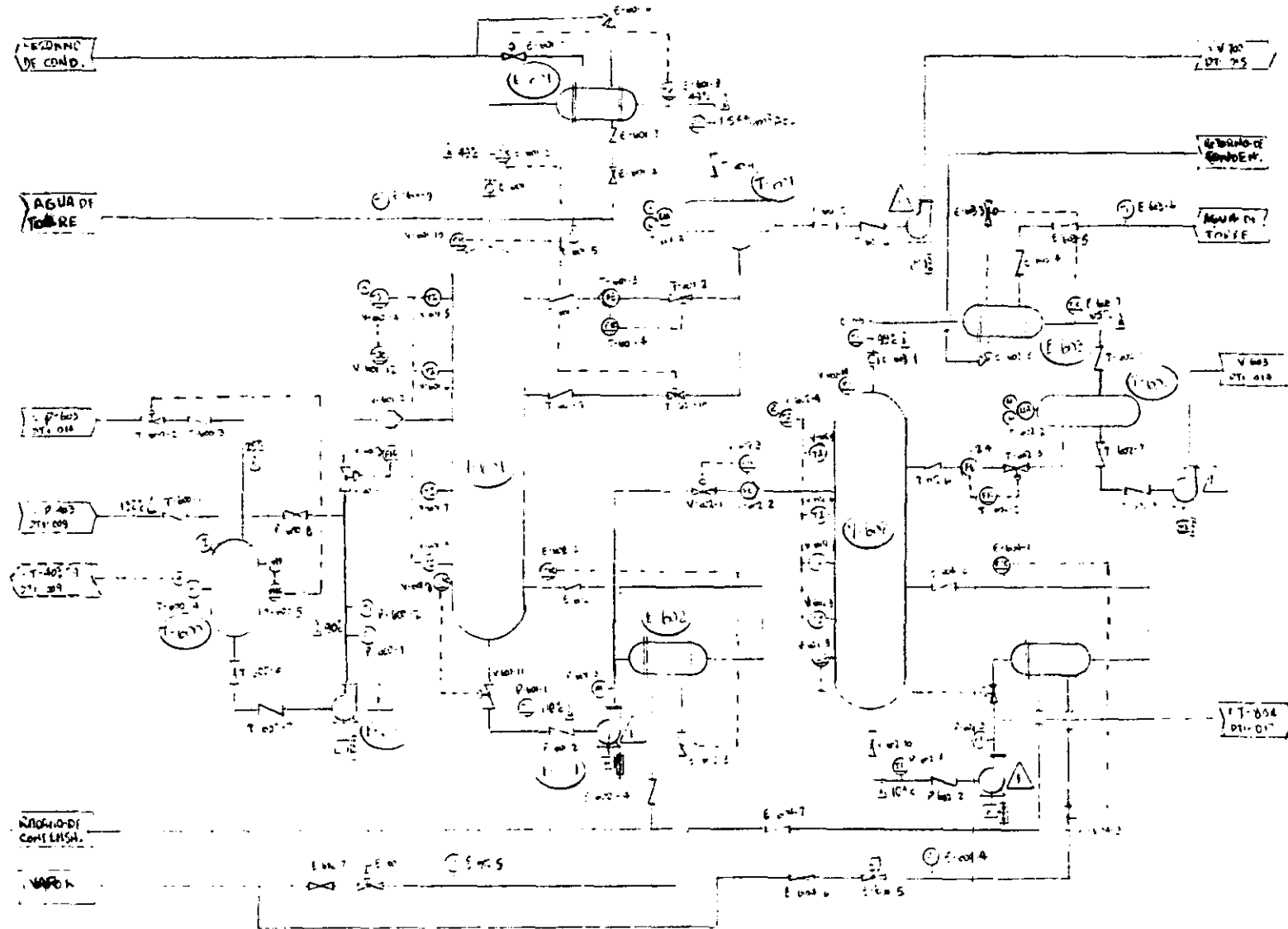
PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 007
 DTI 011

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 012
 EXTRUSION Y EMPAQUE

E-601	CONDENSADOR DE V-601	P-600	BOMBA DE SALMUERA	P-606	BOMBA DE ALIMENTACION A V-603	T-602	TQ. ACUMULADOR DE V-602
E-602	REHERVIDOR DE V-601	P-601	BOMBA DE DESCARGA DE V-601	T-600	TANQUE DE SALMUERA	V-601	COLUMNA DE SOLVENTE
E-603	CONDENSADOR DE V-602	P-602	BOMBA DE DESCARGA DE V-602	T-601	TQ. ACUMULADOR DE V-601	V-602	COLUMNA DE AZEOTROPO
E-604	REHERVIDOR DE V-602	P-605	BOMBA DEL DOMO DE V-601				



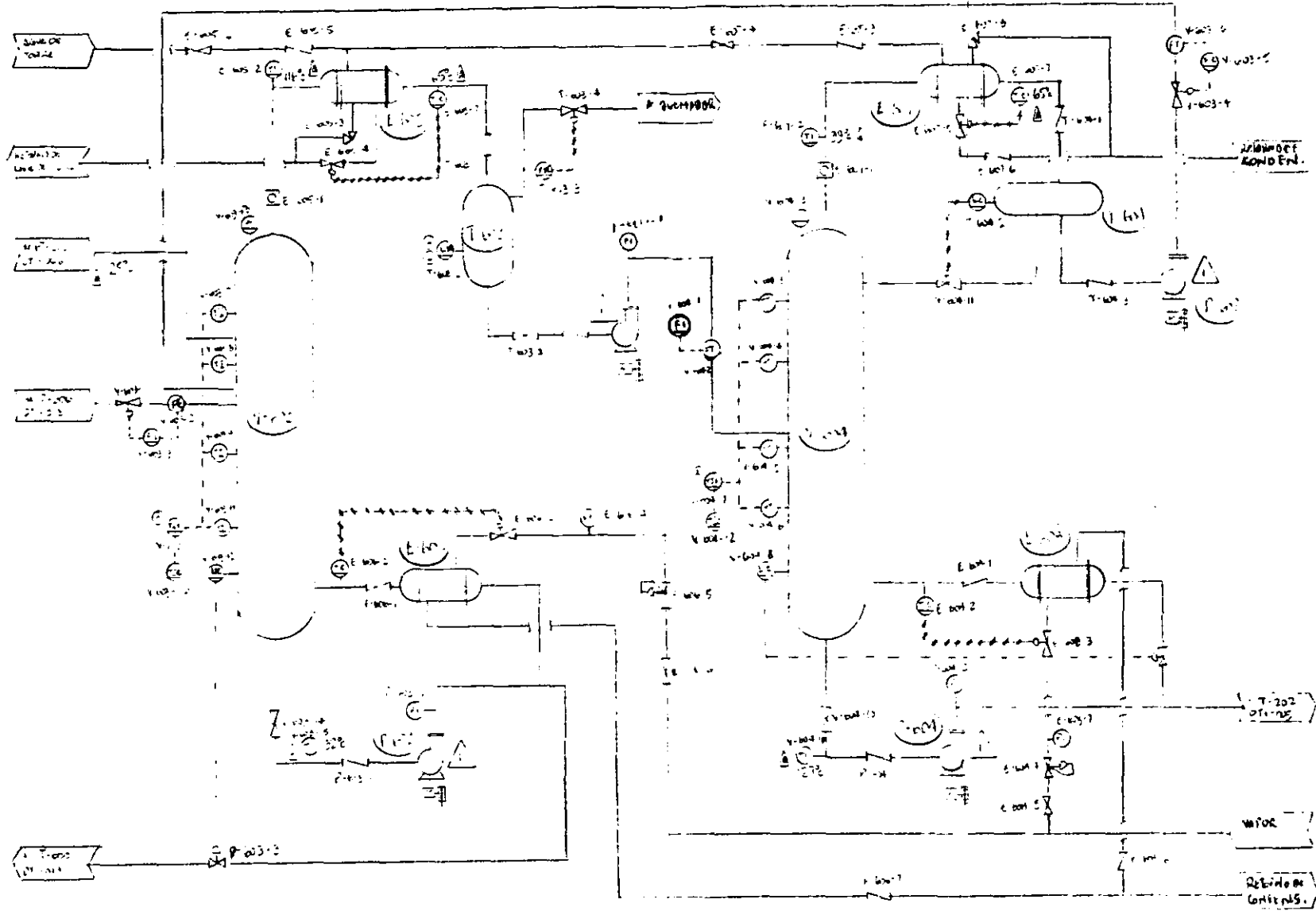
PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 008
 DTIS 009, 014, 015 y 017

NOTAS:

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENQZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 013
 RECUPERACION DE PIRIDINA
 (PARTE 1)

- | | | | | | | | |
|-------|----------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|
| E-605 | CONDENSADOR DE V-603 | E-608 | REHERVIDOR DE V-604 | P-607 | BOMBA DE ALIMENTACION A V-604 | T-604 | TANQUE ACUMULADOR DE V-604 |
| E-606 | REHERVIDOR DE V-603 | P-603 | BOMBA DE DESCARGA DE V-603 | P-606 | BOMBA DEL DOMO DE V-604 | V-603 | COLUMNA DE PIRIDINA |
| E-607 | CONDENSADOR DE V-604 | P-604 | BOMBA DE DESCARGA DE V-604 | T-603 | TQ ACUMULADOR DE V-603 | V-604 | COLUMNA SECADORA DE PIRIDINA |



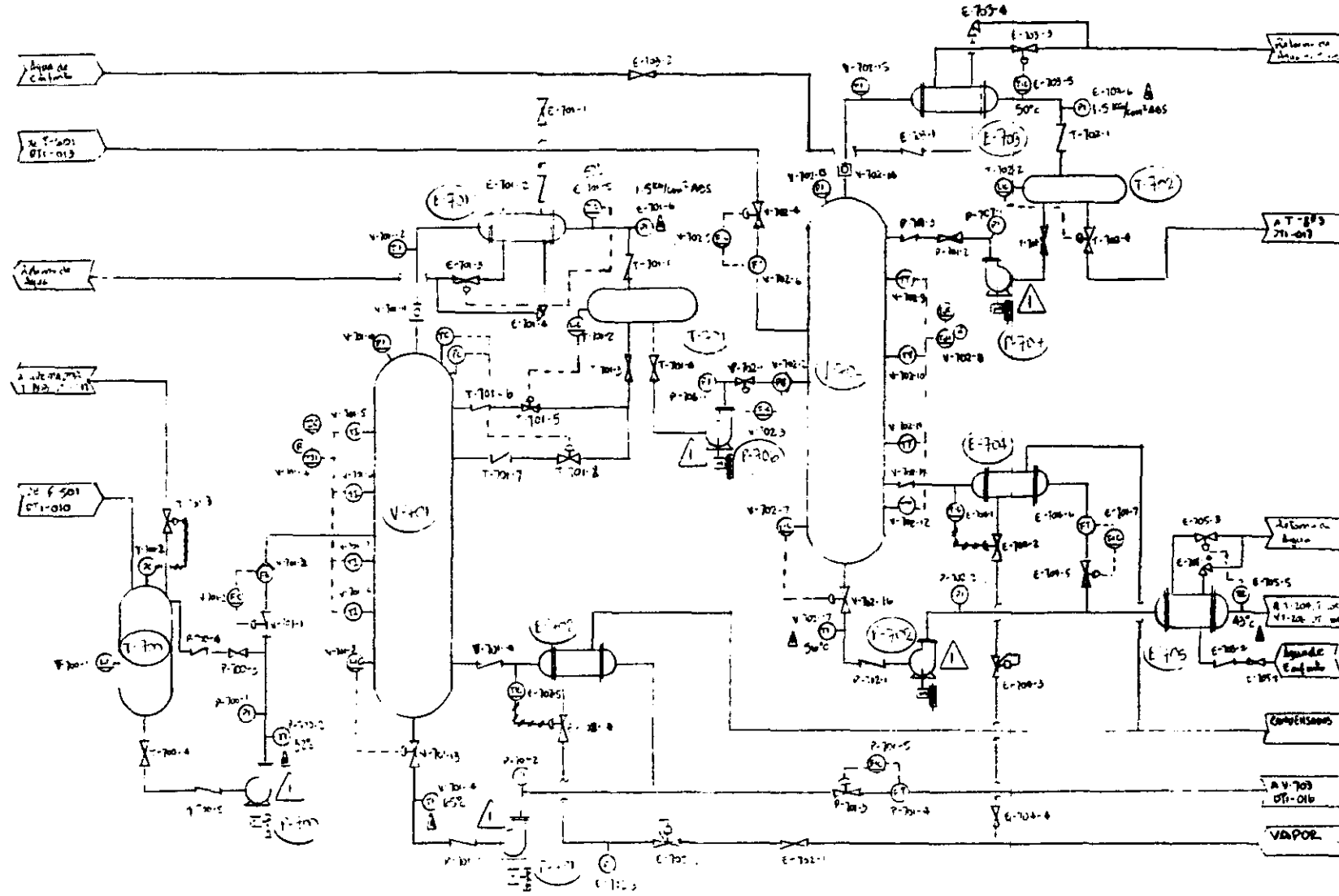
PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMA DE FLUJO 008
 DTIS. 006.5, 006 y 013

NOTAS

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D T T 014
 RECUPERACION DE PIRIDINA
 (PARTE 2)

E-701	CONDENSADOR DE SOLVENTE	E-705	ENFRIADOR DE SOLVENTE	P-706	BOMBA DE DESCARGA DE T-701	T-702	TQ. ACUMULADOR DE AGUA
E-702	REHERVIDOR DE SOLVENTE	P-700	BOMBA DE SOLVENTE FILTRADO	P-707	BOMBA DE RECIRCULACION DE V-702	V-701	COLUMNA DE RECUPERACION DE SOLVENTE
E-703	CONDENSADOR DE AGUA	P-701	BOMBA DE SOLVENTE	T-700	TQ. DE SOLVENTE FILTRADO	V-702	COLUMNA SECADORA DE SOLVENTE
E-704	REHERVIDOR DE V-702	P-702	BOMBA DE SOLVENTE SECO	T-701	TQ. ACUMULADOR DE SOLVENTE		



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 009
DTIS 004, 010, 013, 016 y 017

NOTAS:

1 INSTALAR SISTEMA DE BOMBEO ALTERNO

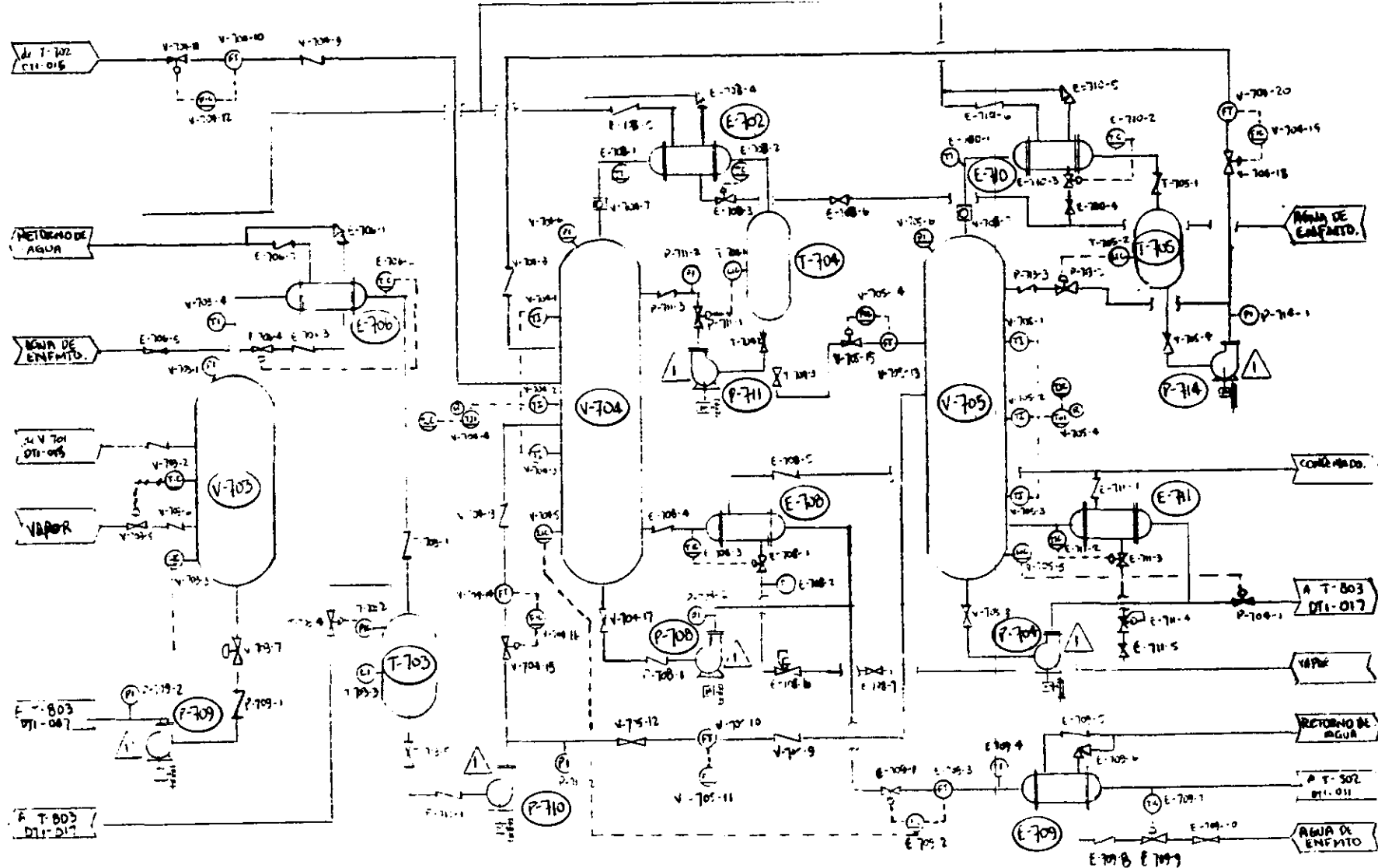
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENÓZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DTI 018

RECUPERACION DE SOLVENTE

E-705	CONDENSADOR DE ANTISOLVENTE	E-710	CONDENSADOR DE LA AGOTADORA	P-710	BOMBA DE DESCARGA DE T-703	T-705	TANQUE DE LA AGOTADORA
E-707	CONDENSADOR DE V-704	E-711	REHERVIDOR DE LA AGOTADORA	P-714	BOMBA DE DESCARGA DE T-705	V-703	VAPORIZADOR DE ANTISOLVENTE
E-708	REHERVIDOR DE ANTISOLVENTE	P-704	BOMBA DE AGUA	T-703	TQ. ACUMULADOR DE ANTISOLVENTE	V-704	COLUMNA SECADORA DE ANTISOLVENTE
E-709	ENFRIADOR DE ANTISOLVENTE	P-709	BOMBA DE FONDO DE V-703	T-704	TQ. ACUMULADOR DE V-704	V-705	COLUMNA AGOTADORA DE AGUA



PLANOS DE REFERENCIA

DIAGRAMA DE FLUJO 009
DTIS: 011, 015 y 017

NOTAS:

1	INSTALAR SISTYEMA DE BOMBEO ALTERNO

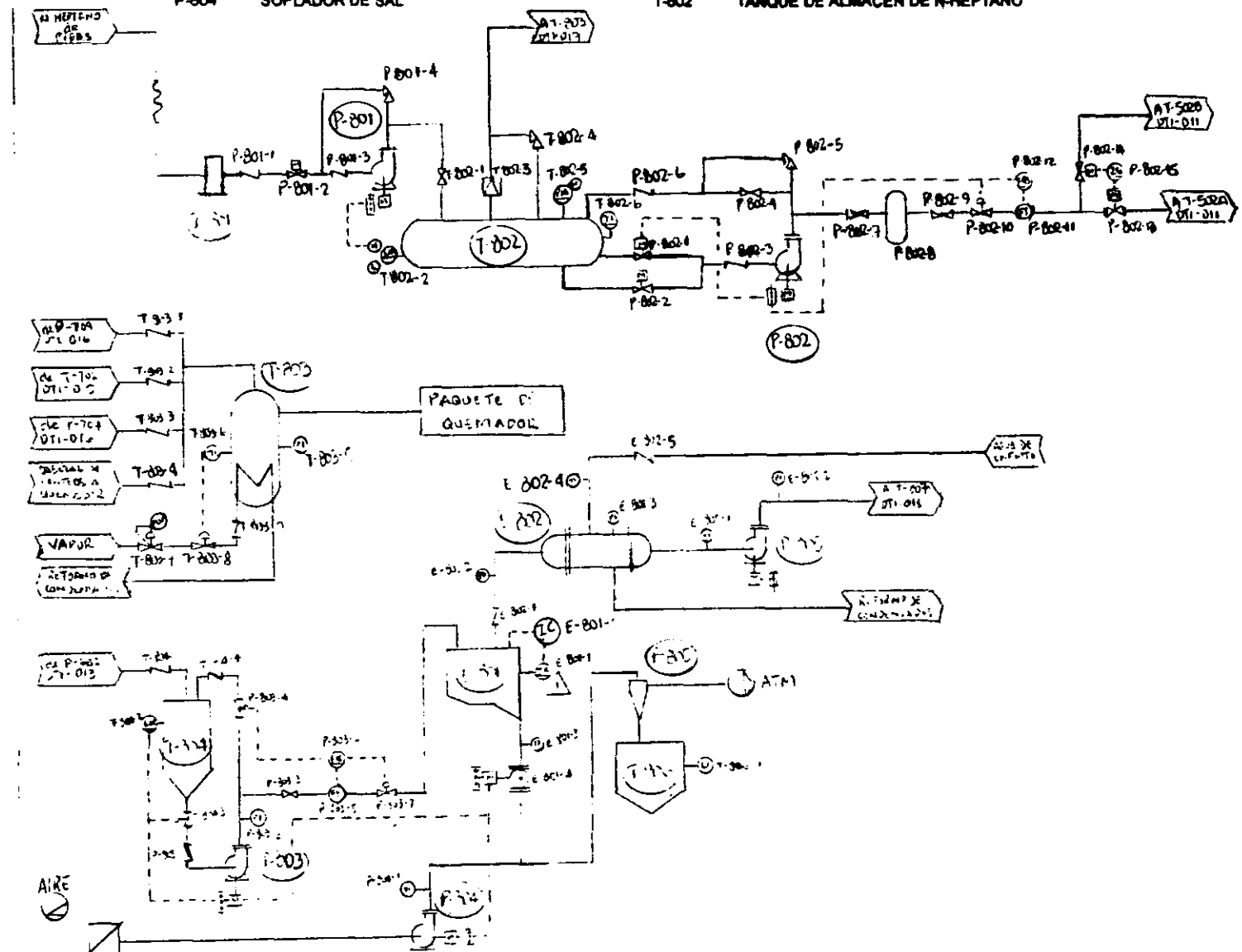
PLANTA DE POLICARBONATO
POR EL PROCESO DE FOSGENACION
EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D'YI 018

RECUPERACION DE ANTISOLVENTE

E-801	CRISTALIZADOR	P-801	BOMBA DE DESCARGA DE N-HEPTANO	P-805	BOMBA DE DESALOJO DEL CONDENSADOR	T-803	ABSORBEDOR DE GASES
E-802	CONDENSADOR DE AGUA	P-802	BOMBA DE TRANSF DE N-HEPTANO	Q-801	QUEMADOR	T-804	TQ. ACUMULADOR DE SALMUERA
F-802	FILTRO DEL TRANSPORTE DE SAL	P-803	BOMBA DE SALMUERA	T-801	TANQUE CEBADOR DE N-HEPTANO	T-808	TQ. ACUMULADOR DE SAL
F-805	CICLON DE SAL	P-804	SOPLADOR DE SAL	T-802	TANQUE DE ALMACEN DE N-HEPTANO		



PLANOS DE REFERENCIA
 DIAGRAMAS DE FLUJO
 003 y 011
 DTIS: 011, 013, 015, 016 y 018

NOTAS
 1. CONTROLA REOSTATOS DE RESISTENCIAS DEL CRISTALIZADOR

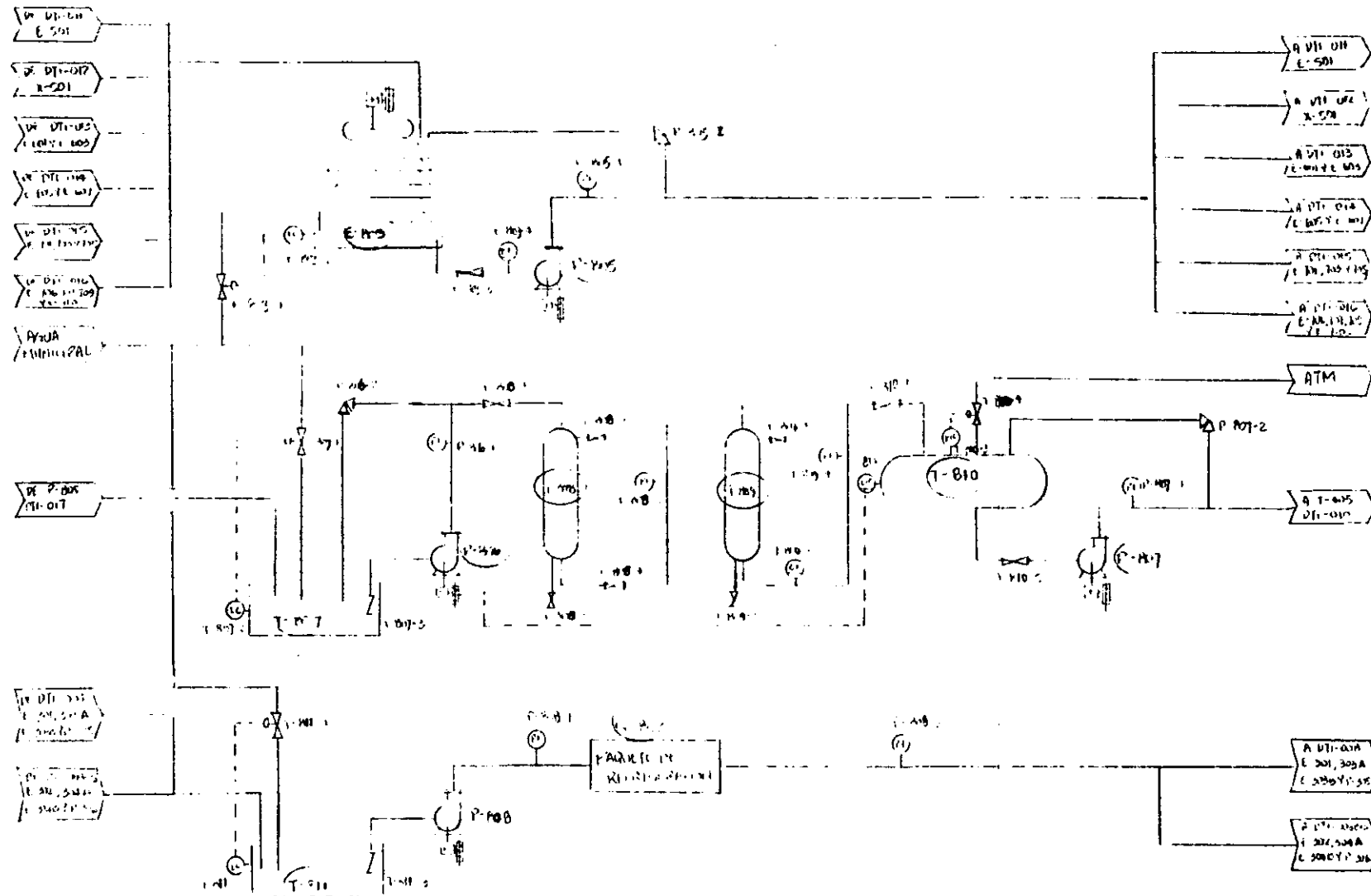
PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION
 AUTOR: LEONARDO CENZO

DIAGRAMA DE TOBERIA E INSTRUMENTOS D'YI 017
 ALMACENAMIENTO DE N-HEPTANO
 Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES

E-805 TORRE DE ENFRIAMIENTO
 P-806 BOMBA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
 P-807 BOMBA DE ALIMENTACION A UNIDAD DE IONIZADORA
 P-808 BOMBA DE AGUA DE IONIZADA

P-809 BOMBA DE ALIMENTACION A UNIDAD REFRIGERANTE
 Q-802 PAQUETE DE AGUA HELADA
 T-807 CISTERNA

T-808 TORRE ANIONICA
 T-809 TORRE CATIONICA
 T-810 TANQUE DE ALMACEN DE AGUA D.I.



PLANOS DE REFERENCIA

DTIS: 008, 008BIS, 010, 011
 DTIS: 012, 013, 014, 015, 016
 DTI: 017

NOTAS:

- 1 EL PAQUETE DE REFRIGERACION INCLUYE TODOS SUS EQUIPOS AUXILIARES
- 2 LOS EQUIPOS DE LA UNIDAD DE IONIZADORA PUEDEN VARIAR SEGUN EL SISTEMA QUE SE ADQUIERA

PLANTA DE POLICARBONATO
 POR EL PROCESO DE FOSGENACION
 EN SOLUCION

AUTOR: LEONARDO CENOZ

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS D T T 018

SERVICIOS
 AGUA

III. 4 LISTA DE EQUIPOS

Se enumeran los equipos de proceso y se dan algunos datos de diseño de los mismos.

BOMBAS, COMPRESORES, SOPLADORES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	GASTO (Lb/Min)	PRESION DE DESCARGA (Lb/In ²)		DETALLES ADICIONALES
1	K-101	DF-01	COMPRESOR DE TRANSFERENCIA DE FOSGENO	DOBLE ETAPA	13,000 F3 std/min	1a 15 a 60, 2a 50 a 100		
2	P-101	DF-01	SOPLADOR DEL TRANSPORTE DE BPA	CENTRIFUGO	CHECAR	CHECAR		
3	P-102	DF-01	SOPLADOR DEL TRANSP DE DESCARGA DE BPA	CENTRIFUGO	CHECAR	CHECAR		
4	P-103	DF-01	BOMBA DE ALIMENTACION DE PTBP	DESPLAZAM POSITIVO	10	30		
5	P-104	DF-01	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE FOSGENO	CENTRIFUGA	500	100		
6	P-105	DF-01	BOMBA DE ALIMENT. DE FOSGENO AL REACTOR 1	CENTRIFUGA	10 a 100	120		USAR VARIADOR DE VELOCIDAD
7	P-106	DF-01	BOMBA DE ALIMENT. DE FOSGENO AL REACTOR 2	CENTRIFUGA	10 a 100	120		USAR VARIADOR DE VELOCIDAD
8	P-201	DF-02	BOMBA DE DESCARGA DE PIRIDINA	CENTRIFUGA	500	30		
9	P-202	DF-02	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE PIRIDINA	CENTRIFUGA	250	30		
10	P-203	DF-02	BOMBA DE DESCARGA DE CLORURO DE METILENO	CENTRIFUGA	500	50		
11	P-204	DF-02	BOMBA DE TRANSF DE CLORURO AL REACTOR 1	CENTRIFUGA	400	120		
12	P-205	DF-02	BOMBA DE TRANSF DE CLORURO AL REACTOR 2	CENTRIFUGA	400	120		
13	P-206	DF-02	BOMBA DE DESCARGA DE ACIDO	CENTRIFUGA	500	15		INTERIORES RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO
14	P-207	DF-02	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE ACIDO	CENTRIFUGA	100	15		INTERIORES RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO
15	P-208	DF-03	BOMBA DE DESCARGA DE SOSA	CENTRIFUGA	500	15		
16	P-209	DF-03	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE SOSA	CENTRIFUGA	100	15		
17	P-303	DF-04A	BOMBA DE ALIMENTACION AL RECTOR 1	CENTRIFUGA	1000	120		
18	P-304	DF-04B	BOMBA DE ALIMENTACION AL RECTOR 2	CENTRIFUGA	1000	120		
19	P-305	DF-04A	BOMBA DE RECIRC. DE LA CHAQUETA REACTOR 1	CENTRIFUGA	CHECAR	CHECAR		
20	P-306	DF-04B	BOMBA DE RECIRC. DE LA CHAQUETA REACTOR 2	CENTRIFUGA	CHECAR	CHECAR		
21	P-401	DF-05	BOMBA DE DESALOJO DE CARGAS DAÑADAS	CENTRIFUGA	200	15		
22	P-402	DF-05	BOMBA DE ALIMENTACION A CENTRIFUGAS	CENTRIFUGA	400	15		INTERIORES RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO
23	P-404	DF-05	BOMBA DE RECIRCULACION	CENTRIFUGA	400	15		
24	P-501A	DF-06	BOMBA DE PRECIPITADOS A	CENTRIFUGA	500	15		IMPULSOR ABIERTO. MANEJARA SOLIDOS SUSPENDIDOS
25	P-501B	DF-06	BOMBA DE PRECIPITADOS B	CENTRIFUGA	500	15		IMPULSOR ABIERTO. MANEJARA SOLIDOS SUSPENDIDOS
26	P-503A	DF-06	BOMBA "A" DE REPULPEADO	CENTRIFUGA	600	15		
27	P-503B	DF-06	BOMBA "B" DE REPULPEADO	CENTRIFUGA	600	15		

BOMBAS, COMPRESORES, SOPLADORES (continuación)

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	GASTO (Lts/min)	PRESION DE DESCARGA (Lbs/pulg ²)			DETALLES ADICIONALES
28	P-504	DF-07	SOPLADOR DEL TRANSPORTE DE RESINA	CENTRIFUGA	CHECAR	CHECAR			
29	P-505	DF-07	SOPLADOR DEL TRANSPORTE DE COMPUESTO	CENTRIFUGA	CHECAR	CHECAR			
30	P-600	DF-08	BOMBA DE SALMUERA	CENTRIFUGA	300	50			
31	P-601	DF-08	BOMBA DE LA COLUMNA V-601	CENTRIFUGA	350	50			
32	P-602	DF-08	BOMBA DE LA COLUMNA V-602	CENTRIFUGA	300	50			
33	P-603	DF-08	BOMBA DE LA COLUMNA V-603	CENTRIFUGA	50	30			
34	P-605	DF-08	BOMBA DEL DOMO DE LA COLUMNA V-601	CENTRIFUGA	15	50			
35	P-606	DF-08	BOMBA DE ALIMENTACION A V-603	CENTRIFUGA	50	50			
36	P-607	DF-08	BOMBA DE ALIMENTACION A V-604	CENTRIFUGA	30	30			
37	P-700	DF-09	BOMBA DE SOLVENTE FILTRADO	CENTRIFUGA	600	30			
38	P-701	DF-09	BOMBA DE SOLVENTE	CENTRIFUGA	500	50			
39	P-702	DF-09	BOMBA DE SOLVENTE SECO	CENTRIFUGA	200	40			
40	P-703	DF-10	BOMBA DE ANTISOLVENTE	CENTRIFUGA	450	30			
41	P-704	DF-10	BOMBA DE AGUA	CENTRIFUGA	50	30			
42	P-705	DF-10	BOMBA DE RECIRC. DE RECUPERAC. DE SOLVENTE	CENTRIFUGA	200	40			
43	P-706	DF-09	BOMBA DE DESCARGA DEL TQ. ACUMUL. DE SOLV.	CENTRIFUGA	200	40			
44	P-707	DF-09	BOMBA DE RECIRC. DE LA SECADORA DE SOLVENTE	CENTRIFUGA	10	25			
45	P-709	DF-10	BOMBA DEL FONDO DEL VAPORIZADOR	CENTRIFUGA	100	15			
46	P-710	DF-10	BOMBA DE DESC. DEL ACUMUL. DE ANTISOLVENTE	CENTRIFUGA	500	30			
47	P-714	DF-10	BOMBA DE DESC. DEL TANQUE DE LA AGOTADORA	CENTRIFUGA	50	30			
48	P-801	DF-03	BOMBA DE DESCARGA DE N-HEPTANO	CENTRIFUGA	400	30			
49	P-802	DF-03	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE N-HEPTANO	CENTRIFUGA	100	30			
50	P-803	DF-11	BOMBA DE SALMUERA	CENTRIFUGA	400	30			
51	P-804	DF-11	SOPLADOR DE SAL	CENTRIFUGA	CHECAR	CHECAR			
52	P-604	DF-08	BOMBA DE LA COLUMNA V-604	CENTRIFUGA	40	15			
53	P-608	DF-08	BOMBA DE LA COLUMNA V-604	CENTRIFUGA	10	30			

COLUMNAS, TORRES DE DESTILACION, TORRES DE SEPARACION

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	No DE PLATOS	ALTURA ENTRE PLATOS (pg)	RELACION ALTO/ANCHO	TEMPERATURA (MAX/MIN) °C	DETALLES ADICIONALES
54	V-601	DF-08	COLUMNA DE SOLVENTE	EMPACADA	0	0	29/1	50 / 110	Empaque tipo sileta BERL de Porcelana de 3/4in, cama de 4ft
55	V-602	DF-08	COLUMNA DE AZEOTROPO	PLATOS CON VALV	30	18	19/1	65 / 110	Platos en Monel y válvulas en Acero 304
56	V-603	DF-08	COLUMNA DE PIRIDINA	PLATOS CON VALV	20	18	16/1	116 / 150	Platos en Níquel y válvulas en Acero 304
57	V-604	DF-08	COLUMNA SECADORA DE PIRIDINA	PLATOS CON VALV	40	18	28/1	100 / 150	Platos y válvulas en Acero 304
58	V-701	DF-08	COLUMNA DE RECUPERACION DE SOLVENTE	PLATOS CON VALV	12	24	10/1	50 / 65	Platos y válvulas en Acero 304
59	V-702	DF-09	COLUMNA SECADORA DE SOLVENTE	PLATOS CON VALV	10	18	10/1	45 / 60	Platos y válvulas en Acero 304
60	V-703	DF-10	VAPORIZADOR DE ANTISOLVENTE	DE CONTACTO	1		2/1	65	Todo en Acero 304, Presión de operación 30 Lbs/pg ²
61	V-704	DF-10	COLUMNA SECADORA DE ANTISOLVENTE	PLATOS CON VALV	10	18	10/1	99 / 55	Platos y válvulas en Acero 304
62	V-705	DF-10	COLUMNA AGOTADORA DE AGUA	PLATOS CON VALV	10	18	10/1	70 / 55	Platos en Acero al Carbón y Válvulas en Acero 304

FILTROS, DECANTADORES, SEPARADORES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	MEDIO FILTRANTE	VOLUMEN (ENTRE TANGENTES) Lts	PRESION DE OPERACION (Lbs/pg ²)	GASTO (Lbs/min)	VELOCIDAD DE FILTRADO (Lbs/H ²)	ESPECIFICACIONES
63	F-101	DF-01	FILTRO DE AIRE DEL TRANSPORTE DE BPA	TELA STD					Todo en Acero al Carbón
64	F-102	DF-01	FILTRO DE TRANSPORTE DE DESCARGA DE BPA	TELA STD					Todo en Acero al Carbón
65	F-201	DF-03	FILTRO DE SOSA	MALLA METALICA	100	20			Malla y Cuerpo de Níquel
66	F-503	DF-07	FILTRO DE AIRE DEL TRANSP DE COMPUESTO	TELA STD					Todo en Acero al Carbón
67	F-506	DF-07	COLECTOR DE POLVOS	TELA STD					Todo en Acero al Carbón
68	F-802	DF-11	FILTRO DEL TRANSPORTE DE SAL	TELA STD					Todo en Acero al Carbón
157	C-401	DF-05	CENTRIFUGA DE PIRIDINA	MALLA METALICA			400		Tipo Tazón Sólido, todo en Acero 304
158	C-402	DF-05	CENTRIFUGA PRIMARIA DE RESINA	MALLA METALICA			400		Tipo Tazón Sólido, todo en Acero 304
159	C-403	DF-05	CENTRIFUGA SECUNDARIA DE RESINA	MALLA METALICA			400		Tipo Tazón Sólido, todo en Acero 304
161	F-501	DF-06	FILTRO DE VACIO PRIMARIO	TELA				20	Tipo Rotatorio, debe incluir bombas y equipo periférico
162	F-502	DF-06	FILTRO DE VACIO SECUNDARIO	TELA				20	Tipo Rotatorio, debe incluir bombas y equipo periférico

INTERCAMBIADORES, REHERVIDORES, CRISTALIZADORES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	CALOR INTERCAMBIADO (BTU/Hr)	TEMP DE ENTRADA oC	TEMP DE SALIDA oC	PRESION DE OPERACION (Lbs/pag2)	DETALLES ADICIONALES
69	E-600	DF-06	INTERCAMBIADOR DE PIRIDINA NEUTRALIZADA	TUBO Y CORAZA	2,000,000	60	90		Todo en Acero 304
70	E-601	DF-06	CONDENSADOR DE LA COLUMNA V-601	TUBO Y CORAZA	60,000	105	105	22	Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
71	E-602	DF-06	REHERVIDOR DE LA COLUMNA V-601	TUBO Y CORAZA	1,400,000	110	125		Coraza Acero al Carbón, Tubos Monel
72	E-603	DF-06	CONDENSADOR DE LA COLUMNA V-602	TUBO Y CORAZA	6,200,000	99	65		Todo en Acero 304
73	E-604	DF-06	REHERVIDOR DE LA COLUMNA V-604	TUBO Y CORAZA	6,000,000	110	120		Coraza Acero al Carbón, Tubos Monel
74	E-605	DF-06	CONDENSADOR DE LA COLUMNA V-603	TUBO Y CORAZA	1,600,000	116	65		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
75	E-606	DF-06	REHERVIDOR DE LA COLUMNA V-603	TUBO Y CORAZA	1,600,000	130	150		Coraza Acero al Carbón, Tubos Niquel
76	E-607	DF-06	CONDENSADOR DE LA COLUMNA V-604	TUBO Y CORAZA	2,300,000	100	65		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
77	E-608	DF-06	REHERVIDOR DE LA COLUMNA V-604	TUBO Y CORAZA	2,500,000	130	150		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
78	E-701	DF-09	CONDENSADOR DE SOLVENTE	TUBO Y CORAZA	6,100,000	50	50	22	Todo en Acero 304
79	E-702	DF-09	REHERVIDOR DE SOLVENTE	TUBO Y CORAZA	8,300,000	65	60		Todo en Acero al Carbón
80	E-703	DF-09	CONDENSADOR DE AGUA	TUBO Y CORAZA	700,000	50	50	36	Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
81	E-704	DF-09	REHERVIDOR DE LA COLUMNA V-702	TUBO Y CORAZA	800,000	55	60		Todo en Acero al Carbón
82	E-705	DF-09	ENFRIADOR DE SOLVENTE	TUBO Y CORAZA	150,000	55	25		Todo en Acero al Carbón
83	E-706	DF-10	CONDENSADOR DE ANTISOLVENTE	TUBO Y CORAZA	17,000,000	65	30		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
84	E-707	DF-10	CONDENSADOR DE LA COLUMNA V-704	TUBO Y CORAZA	1,300,000	55	45		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
85	E-708	DF-10	REHERVIDOR DE ANTISOLVENTE	TUBO Y CORAZA	1,500,000	99	120		Todo en Acero al Carbón
86	E-709	DF-10	ENFRIADOR DE ANTISOLVENTE	TUBO Y CORAZA	1,300,000	99	25		Todo en Acero al Carbón
87	E-710	DF-10	CONDENSADOR DE LA AGOTADORA	TUBO Y CORAZA	100,000	55	35		Coraza Acero al Carbón, Tubos Acero 304
88	E-711	DF-10	REHERVIDOR DE LA AGOTADORA	TUBO Y CORAZA	500,000	70	60		Todo en Acero al Carbón
89	E-802	DF-11	CONDENSADOR DE AGUA	TUBO Y CORAZA	2,000,000	100	40		Todo en Acero 304
90	E-101	DF-01	EVAPORADOR DE FOSGENO #1	TUBO Y CORAZA	200,000	25	40		
91	E-102	DF-01	EVAPORADOR DE FOSGENO #2	TUBO Y CORAZA	200,000	25	40		
92	E-301	DF-04A	ENFRIADOR DEL REACTOR 1	TUBO Y CORAZA	500,000	30	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
93	E-302	DF-04B	ENFRIADOR DEL REACTOR 2	TUBO Y CORAZA	500,000	30	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
94	E-303A	DF-04A	ENFRIADOR DEL CL DE METILENO DEL REACTOR 1	TUBO Y CORAZA	400,000	30	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
95	E-303B	DF-04A	ENFRIADOR DE FOSGENO DEL RECTOR 1	TUBO Y CORAZA	100,000	40	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
96	E-304A	DF-04B	ENFRIADOR DEL CL DE METILENO DEL REACTOR 2	TUBO Y CORAZA	400,000	30	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
97	E-304B	DF-04B	ENFRIADOR DE FOSGENO DEL RECTOR 2	TUBO Y CORAZA	100,000	40	-5		Coraza Acero al Carbón, Tubos Titanio
98	E-501	DF-07	CONDENSADOR DEL SECADOR	TUBO Y CORAZA	60,000	70	25		Todo en Acero al Carbón
99	E-801	DF-11	CRISTALIZADOR	SERPENTIN	2,500,000	25	100		Todo en Aluminio

TANQUES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	CAPACIDAD ENTRE TANQUES (Lts.) (1 lit)	TEMP. DE OPERACION (C.)	PRESION DE OPERACION (Kg/cm ²)	MATERIAL DE CONSTRUCC.	DETALLES ADICIONALES
100	B-101	DF-01	CICLON DEL SILO DE BPA	VERTICAL	500	25	15	Acero 304	Fondo Cónico
101	B-501	DF-07	CICLON DEL TRANSPORTE DE RESINA	VERTICAL	500	25	15	Acero 304	Fondo Cónico
102	B-502	DF-07	CICLON DEL TRANSPORTE DE COMPUESTO	VERTICAL	500	25	15	Acero 304	Fondo Cónico
103	R-301	DF-04A	REACTOR 1	VERTICAL	37,500	100	150	Acero al Car	Debe ser Vidriado, incluye Chaqueta y lleva Agitador
104	R-302	DF-04B	REACTOR 2	VERTICAL	37,500	100	150	Acero al Car	Debe ser Vidriado, incluye Chaqueta y lleva Agitador
105	T-101	DF-01	SILO DE ALMACENAMIENTO DE BPA	VERTICAL	250,000	25	10	Aluminio	Fondo Cónico
106	T-102	DF-01	TOLVA PESADORA DEL TQ. DE PREMEZCLAS 1	VERTICAL	2,000	25	10	Aluminio	Fondo Cónico
107	T-103	DF-01	TOLVA PESADORA DEL TQ. DE PREMEZCLAS 2	VERTICAL	2000	25	15	Aluminio	Fondo Cónico
108	T-104	DF-01	TANQUE DISOLVEDOR DE PTBP	VERTICAL	200	100	15	Aluminio	Incluye Chaqueta y lleva Agitador
109	T-105	DF-01	TANQUE CEBADOR DE FOSGENO	VERTICAL	15	25	100	Acero al Car	
110	T-106	DF-01	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE FOSGENO	HORIZONTAL	100,000	25	100	Acero al Car	
111	T-201	DF-02	TANQUE CEBADOR DE PIRIDINA	VERTICAL	15	25	30	Acero 304	
112	T-202	DF-02	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PIRIDINA	VERTICAL	65,000	25	30	Acero 304	
113	T-203	DF-02	TANQUE CEBADOR DE CLORURO DE METILENO	VERTICAL	30	25	50	Acero al Car	
114	T-204	DF-02	TANQUE 1 DE ALMTO. DE CLORURO DE METILENO	HORIZONTAL	120,000	25	50	Acero al Car	
115	T-205	DF-02	TANQUE 2 DE ALMTO. DE CLORURO DE METILENO	HORIZONTAL	120,000	25	50	Acero al Car	
116	T-206	DF-02	TANQUE 3 DE ALMTO. DE CLORURO DE METILENO	HORIZONTAL	120,000	25	50	Acero al Car	
117	T-207	DF-02	TANQUE CEBADOR DE ACIDO CLORHIDRICO	VERTICAL	15	25	15	Polipropileno	
118	T-208	DF-02	TANQUE NORTE DE ALMTO. DE ACIDO	VERTICAL	90,000	25	15	Acero al Car	Recubrimiento interior de Polipropileno
119	T-209	DF-02	TANQUE SUR DE ALMTO. DE ACIDO	VERTICAL	90,000	25	15	Acero al Car	Recubrimiento interior de Polipropileno
120	T-210	DF-03	TANQUE CEBADOR DE SOSA	VERTICAL	15	25	15	Acero 304	
121	T-211	DF-03	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA	VERTICAL	220,000	25	15	Acero 304	
122	T-301	DF-04A	TANQUE DE PREMEZCLAS DEL REACTOR 1	VERTICAL	20,000	100	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
123	T-302	DF-04B	TANQUE DE PREMEZCLAS DEL REACTOR 2	VERTICAL	20,000	100	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
124	T-303	DF-04A	TANQUE AMORTIGUADOR DEL REACTOR 1	VERTICAL	20,000	100	120	Acero al Car	Vidriado al Interior
125	T-304	DF-04B	TANQUE AMORTIGUADOR DEL REACTOR 2	VERTICAL	20,000	100	120	Acero al Car	Vidriado al Interior
126	T-401	DF-05	TANQUE DE CARGAS DAÑADAS	HORIZONTAL	40,000	100	50	Acero al Car	
127	T-402	DF-05	TANQUE DE LAVADO	VERTICAL	70,000	50	15	Acero al Car	Vidriado al Interior
128	T-403	DF-05	TANQUE ACUMULADOR DE PIRIDINA	VERTICAL	40,000	25	15	Acero al Car	Vidriado al Interior

TANQUES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	CAPACIDAD EN TRE TANQUES (LIT)	TEMP DE OPERACION (C)	PRESION DE OPERACION (Lb/psi ²)	MATERIAL DE CONSTRUCC	DETALLES ADICIONALES
129	T-404	DF-05	TANQUE RECEPTOR DE RESINA PRIMARIA	VERTICAL	40,000	50	15	Acero al Car	
130	T-405	DF-05	TANQUE RECEPTOR DE RESINA SECUNDARIA	VERTICAL	40,000	50	15	Acero al Car	
131	T-501A	DF-06	TANQUE DE PRECIPITACION A	VERTICAL	26,000	50	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
132	T-501B	DF-06	TANQUE DE PRECIPITACION B	VERTICAL	26,000	50	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
133	T-502A	DF-06	TANQUE "A" DE ANTISOLVENTE	VERTICAL	40,000	25	50	Acero al Car	Vidriado al Interior
134	T-502B	DF-06	TANQUE "B" DE ANTISOLVENTE	VERTICAL	40,000	25	50	Acero al Car	Vidriado al Interior
135	T-503A	DF-06	TANQUE DE REPULPEO # 1	VERTICAL	26,000	25	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
136	T-503B	DF-06	TANQUE DE REPULPEO # 2	VERTICAL	26,000	25	50	Acero al Car	Vidriado al Interior, incluye Agitador
137	T-504	DF-07	TOLVA DE ALMACENAMIENTO DE RESINA	VERTICAL	40,000	25	15	Acero 304	
138	T-505	DF-07	SILO DE ALMACENAMIENTO DE COMPUESTO	VERTICAL	10,000	25	15	Acero 304	
139	T-507	DF-07	TOLVA DE PREEXTRUSION	VERTICAL	5,000	50	15	Acero 304	
140	T-600	DF-08	TANQUE DE SALMUERA	VERTICAL	20,000	25	15	Monel	
141	T-601	DF-08	TANQUE ACUMULADOR DE LA COLUMNA V-601	VERTICAL	400	110	40	Titano	
142	T-602	DF-08	TANQUE ACUMULADOR DE LA COLUMNA V-602	HORIZONTAL	2,500	110	50	Acero 304	
143	T-603	DF-08	TANQUE ACUMULADOR DE LA COLUMNA V-603	HORIZONTAL	2,000	150	30	Acero 304	
144	T-604	DF-08	TANQUE ACUMULADOR DE LA COLUMNA V-604	VERTICAL	500	150	15	Acero 304	
145	T-700	DF-09	TANQUE DE SOLVENTE FILTRADO	VERTICAL	50,000	25	30	Acero 304	
146	T-701	DF-09	TANQUE ACUMULADOR DE SOLVENTE	HORIZONTAL	10,000	25	50	Acero 304	
147	T-702	DF-09	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA	VERTICAL	300	25	40	Acero 304	
148	T-703	DF-10	TANQUE ACUMULADOR DE ANTISOLVENTE	HORIZONTAL	40,000	25	50	Acero al Car	Vidriado al Interior
149	T-704	DF-10	TANQUE ACUMULADOR DE LA COLUMNA V-704	VERTICAL	400	100	10	Titano	
150	T-705	DF-10	TANQUE DE LA AGOTADORA	VERTICAL	400	70	10	Titano	
151	T-801	DF-03	TANQUE CEBADOR DE N-HEPTANO	VERTICAL	15	25	15	Acero al Car	
152	T-802	DF-03	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE N-HEPTANO	VERTICAL	40,000	25	50	Acero 304	
153	T-803	DF-11	ABSORBEDOR DE GASES	VERTICAL	10,000	100	120	Acero 304	
154	T-804	DF-11	TANQUE ACUMULADOR DE SALMUERA	HORIZONTAL	30,000	25	30	Acero al Car	Vidriado al Interior
155	T-805	DF-11	CICLON DE SAL	VERTICAL	500	25	15	Aluminio	
156	T-806	DF-11	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SAL	VERTICAL	40,000	25	15	Aluminio	

LISTA DE EQUIPOS

HOJA 7

AGITADORES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	TIPO	CAPACIDAD DE BOMBEO (Lts/m ³)				DETALLES ADICIONALES
168	S-301	DF-04A	AGITADOR DEL TANQUE T-301	TURBINA	30,000				Completamente Vidriado
169	S-302	DF-04B	AGITADOR DEL TANQUE T-302	TURBINA	30,000				Completamente Vidriado
170	S-303	DF-04A	AGITADOR DEL REACTOR 1	TURBINA	30,000				Completamente Vidriado
171	S-304	DF-04B	AGITADOR DEL REACTOR 2	TURBINA	30,000				Completamente Vidriado
172	S-501A	DF-06	AGITADOR DEL TANQUE T-501A	PROPELA	20,000				Completamente Vidriado
173	S-501B	DF-06	AGITADOR DEL TANQUE T-501B	PROPELA	20,000				Completamente Vidriado
174	S-503A	DF-06	AGITADOR DEL TANQUE T-503A	PROPELA	20,000				Completamente Vidriado
175	S-503B	DF-06	AGITADOR DEL TANQUE T-503B	PROPELA	20,000				Completamente Vidriado

EQUIPOS ESPECIALES

#	CLAVE	PLANO	IDENTIFICACION	MATERIAL DE CONSTRUCC.	CAPACIDAD (Lts)	TEMP DE OPERACION (°C)	PREMION DE OPERACION (Lb/psq ²)		DETALLES ADICIONALES
180	D-501	DF-07	SECADOR	Acero 304	5,000	100	50		Velocidad: 3 RPM
183	G-101	DF-01	TRANSPORTADOR DE BPA	Aluminio	100	25	15		Tipo Helicoidal
164	G-501	DF-07	TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE RESINA	Aluminio	50	25	15		Tipo Helicoidal
165	H-501	DF-07	CORTADORA Y CRIBA DE EXTRUSION	Aluminio	1500 Kg/hr	100	15		Ambos con Velocidad Variable
166	M-501	DF-07	MEZCLADOR DE EXTRUSION	Acero 304	5,000	25	15		Gratono, tipo Cónico
167	Q-801	DF-11	QUEMADOR (EQUIPO PAQUETE)						Comprar Tecnología completa
176	W-101	DF-01	BASCULA DE PTBP	Aluminio	50 Kg	25	15		Exactitud +/- 0.5 Kg
177	W-102	DF-01	BASCULA DE LA TOLVA PESADORA T-102	Aluminio	2,500 Kg	25	15		Exactitud +/- 5 Kg
178	W-103	DF-01	BASCULA DE LA TOLVA PESADORA T-103	Aluminio	2,500 Kg	25	15		Exactitud +/- 5 Kg
179	W-501	DF-07	EMPACADORA	Aluminio	500 Kg	25	15		Automática
180	X-501	DF-07	EXTRUSORA	Acero Nitrurado	1500 Kg/hr	300	1000		Doble Husillo, con L/D = 32:1

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la tesis, se presentaron diversos aspectos de Ingeniería que podrían ser útiles si se desea generar de un proyecto de instalación de una planta como la de tipo que se mostró, desde la reacción de obtención hasta los diagramas de tubería e instrumentos del proceso. Como en muchos casos, el tener la información que aquí se presenta sólo sirve para tomar una mejor decisión en cuanto a la viabilidad del proyecto y la justificación de una inversión. He aquí las conclusiones que yo tendría una vez revisado este documento.

A S P E C T O S T E C N O L O G I C O S .

La reacción propuesta es sencilla, no extremosa en cuanto a presión y temperatura, pero tiene tres factores adversos a considerar. El primero es que el Fosgeno es un gas altamente tóxico y que la Piridina y Cloruro de Metileno son solventes volátiles, N-Heptano que es inflamable y finalmente, se manejan Acido Clorhídrico y Sosa que son cáusticos, hechos todos, que marcarían a la planta como de ALTO RIESGO para la comunidad. El segundo inconveniente es que se genera un sub-producto (Cloruro de Sodio) que aunque es comercializable, también requiere de más equipo para su separación. El último es que a fin de hacer económico el proceso, se tienen trenes de recuperación de todos los solventes, esto incrementa la inversión inicial en equipos y promueve el que se tengan que cuidar más las operaciones para evitar emisiones peligrosas.

Esto para una Industria Química es relativamente normal, sin embargo, no todos los inversionistas lo entienden.

Se recomendaría buscar mejoras tecnológicas que permitan:

- a) reducir cantidades de Piridina, Cloruro de Metileno y N-Heptano por Kg. de Producto.
- b) eliminar operaciones tales como la neutralización y el lavado ácido.

Después de este análisis, la conclusión es que tecnológicamente, el objetivo es alcanzable con un alto porcentaje de éxito siempre y cuando se establezcan y cumplan premisas claras de seguridad.

ASPECTOS OPERATIVOS.

El manejo de las materias primas no representa problemas, tampoco lo es la reacción, pero a partir de esta, se involucran muchas operaciones unitarias complicadas como Filtración, Destilación, Extrusión, Adsorción, Secado, que aún cuando se busca una automatización del 90 % cuando menos, obliga a que el personal de operación sea de un nivel técnico y requiere un grupo sólido de Ingeniería.

En el diseño final e instalación deben hacerse análisis de tiempos y movimientos para cuantificar el personal de deberá operar el proceso.

Una gran ventaja que se tiene es que el proceso tiene perfectamente definidas áreas afines y límites de batena, de manera que es fácil lograr una secuencia lógica de operación.

En cuanto a servicios, se requieren los normales de una industria Química.

La conclusión, desde el punto de vista operativo es que el proceso no ofrece dificultades para su instalación y operación, pero debe ser automatizado y aunque complicado en equipos debe buscarse una operación sencilla.

ASPECTOS ECONOMICOS.

El análisis económico que se presentó es demasiado sencillo, el margen de ganancias debe ser incorporado a un estudio más profundo de factibilidad, pero, considerando un mercado demandante

de resina y una fácil inserción y desplazamiento entre la competencia es altamente probable que tal estudio arrojará resultados positivos.

La conclusión es que este trabajo debe servir como base para un análisis económico más profundo y con más información del mercado para determinar la viabilidad de la Planta.

A S P E C T O S E C O L O G I C O S

Aunque este es un tema relativamente nuevo, es de importancia capital en nuestro país, razón por la cual se sugiere un estudio de impacto ecológico aparejado al estudio de viabilidad. Se debe tomar como referencia que procesos similares han operado desde hace muchos años en países industrializados, donde las regulaciones ambientales son más exigentes que las nuestras.

Finalmente, se debe considerar que procesos similares operan en el mundo, que hay tecnologías más avanzadas y muy importante, que existen patentes a favor de este proceso por parte de General Electric Co. y que debería obtenerse un licenciamiento de ellos para poder explotar esta tecnología.

CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA

V. BIBLIOGRAFIA

- 1 - Chemical Economic Handbook. Marketing Research Report "Polycarbonate Resins" SRI International 1993

- 2 - Consumo de Energia para la fabricación de Materiales - Principios de cálculo y equivalentes energéticos de Materiales Plásticos Kindler.H Plásticos Universales 1981 / 4

- 3 - Designing Reaction Vessels for Polymerization Albright.Lyle F Chemical Engineering. Sept 15. 1975.

- 4 - Encyclopedia of Chemical Technology. Third Edition Vol 18 Kirk-Othmer

- 5 - Encyclopedia of Polymer Science and Technology.Vol 10

- 6 - Estimating Process Equipment Costs Hall,Richard S Chemical Engineering. Nov 21. 1988

- 7 - Heating and Cooling in Batch Processes. Brown.T R Chemical Engineering. May 28 1973

- 8 - Ingeniería de Procesos. Manual para el diseño de procesos químicos apropiados para países en desarrollo. UNAM

- 9 - Modern Plastics. a Mc. Graw Hill publication 01/00/86

- 10 - Modern Plastics. a Mc Graw Hill publication Febrero de 1986, 1987, 1988, 1989, 1992, 1993 y 1994

- 11 - **Plastics News** Marzo 14 y 28. 1994
- 12 - **Polycarbonate Modern Plastics Encyclopedia 1981-1982** 1992.
- 13 - **Policarbonato Características y Propiedades. Plas. Univ** vol 30,núm 1.1986
- 14 - **Predicast Overview of Markets and Technology PROMT** 1991 y 1993.
- 15 - **Principles of Polymer Systems** Rodríguez, Ferdinand. Mc Graw-Hill N.Y. 1970
- 16 - **Process Economics Program Stanford Research Institute** Nos 50.50a y 50b
- 17 - **Todo sobre Policarbonato. Panorama Plástico,ENEI**Feb 1986 Año 2,Núm 8
- 18 - **What Process Engineers need to know about Compressors** Dimoplan,William
Hydrocarbon Processing. May 1978