

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA

QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION
DE UNA PLANTA DE CLORURO DE AMONIO EN EL PERU**

**TESIS
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUIMICO**

**JOSE CARLOS BERNAL JAVE
JOSE ANTONIO SILICANI SABA**

**Lima . Perú
1981**

A nuestros padres.

INDICE

	<u>Pag.</u>
CAPITULO I ASPECTOS GENERALES	
1.1 Introducción	1
1.2 Resumen	4
1.3 Conclusiones y Recomendaciones	14
CAPITULO II ESTUDIO DE MERCADO	
2.1 Aspectos Generales	
2.1.1 Definición del Producto	16
2.1.2 Area Geográfica del Estudio	26
2.1.3 Metodología	28
2.2 Análisis de la Demanda	
2.2.1 Demanda Histórica	30
2.2.2 Demanda Proyectada	41
2.3 Análisis de la Oferta	
2.3.1 Análisis de la competencia	48
2.3.2 Perspectivas	52
2.4 Demanda del Proyecto	
2.4.1 Demanda insatisfecha	53
2.4.2 Demanda del proyecto	53
2.5 Análisis de Precios	
2.5.1 Análisis histórico	54
2.5.2 Precios proyectados	57
2.6 Comercialización	
2.6.1 Canales de distribución	58

2.6.2	Presentación del producto	59
2.6.3	Promoción	59

CAPITULO III LOCALIZACION Y TAMAÑO DE PLANTA

3.1	Localización de Planta	61
3.1.1	Disponibilidad de materias primas	63
3.1.2	Disponibilidad de servicios industriales	64
3.1.3	Disponibilidad de mano de obra	69
3.1.4	Distancia a los centros de consumo	69
3.1.5	Medios de transporte	69
3.1.6	Area y disponibilidad de terreno	70
3.1.7	Condiciones climáticas y ambientales	70
3.1.8	Política de desarrollo	71
3.1.9	Conclusiones	71
3.2	Tamaño de Planta	
3.2.1	Tamaño de Planta vs. Mercado	73
3.2.2	Tamaño de Planta vs. Tecnología	75
3.2.3	Tamaño de Planta vs. Recursos productivos	77
3.2.4	Conclusiones	77

CAPITULO IV INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1	Producto	78
4.2	Programa de Producción	79
4.3	Proceso de Producción	81
4.3.1	Procesos alternativos	81
4.3.2	Selección del proceso	90
4.3.3	Descripción del proceso	95
4.3.4	Capacidad y balances	104

4.3.5	Selección y especificación de equipo	105
4.3.6	Requerimientos de mano de obra	118
4.3.7	Requerimientos de materiales	121
4.3.8	Requerimientos de servicios	124
4.3.9	Características físicas del proyecto	128

CAPITULO V POLITICA, ADMINISTRACION Y ORGANIZACION DE LA EMPRESA

5.1	Marco Legal del Proyecto	136
5.1.1	Legislación Industrial	136
5.1.2	Legislación Tributaria	137
5.2	Organización de la Implementación	140
5.3	Organización del funcionamiento	144

CAPITULO VI INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

6.1	Inversiones	149
6.1.1	Inversión fija	149
6.1.2	Capital de trabajo	153
6.1.3	Cronograma de inversiones	155
6.2	Financiamiento	158
6.2.1	Fuentes de financiamiento	158
6.2.2	Financiamiento de la inversión	159

CAPITULO VII PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

7.1	Presupuesto de Ingresos	164
7.1.1	Programa de ventas	164
7.1.2	Precio de venta	167

7.2	Presupuesto de Gastos	167
7.2.1	Presupuesto de costo de producción	168
7.2.2	Presupuesto de gastos propiamente dichos	174

CAPITULO VIII ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

8.1	Estados de Ganancias y Pérdidas Proyectados	177
8.1.1	Utilidad bruta	177
8.1.2	Utilidad de operación	178
8.1.3	Renta imponible	179
8.1.4	Utilidad después de impuesto	179
8.1.5	Utilidad antes de reserva legal	180
8.1.6	Utilidad neta	180
8.2	Estados de utilidades retenidas	182
8.3	Flujos de caja proyectados	182
8.3.1	Ingresos efectivos	183
8.3.2	Egresos efectivos	183
8.4	Punto de equilibrio	190

CAPITULO IX EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

9.1	Evaluación privada	194
9.1.1	Rentabilidad Económica	194
9.1.2	Rentabilidad Financiera	198
9.1.3	Rentabilidad para el accionista	201
9.2	Evaluación Social	201
9.2.1	Valor agregado	201
9.2.2	Balance de divisas	205
9.2.3	Coefficiente empleo-capital	205

- ANEXO 1 Propiedades físicas del Cloruro de Amonio
- ANEXO - 2 Características de la localización seleccionada
- ANEXO - 3 Programas de regresión lineal
- ANEXO - 4 Balance de materia y energía
- ANEXO - 5 Diseño de equipo
- ANEXO - 6 Estimación de costos

CAPITULO

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

En los últimos años, la industria papelera de nuestro país, se encuentra, entre las que mayor expansión ha experimentado.

Por tanto, el consumo de soda cáustica, por parte de ella, se viene incrementando con el transcurso del tiempo.

Las plantas productoras de Cloro-Soda, con la finalidad de cubrir la demanda, vienen implementando nuevas ampliaciones dentro de sus instalaciones.

Esta producción ascendente de soda, conlleva a la obtención de cloro en forma paralela, al realizar la electrólisis del cloruro de sodio.

Lamentablemente la demanda de cloro, no posee iguales proporciones que aquella de la soda.

La producción de cloro en el país, en 1980 fué de 60,500 TM., mientras su consumo fué de 23,850 TM, lo que representa una utilización parcial de 39%. De continuar con las actuales características el mercado, para 1985 de una producción de 75,700 TM, se esperaba una demanda de 31,400 TM, es decir el 41%.

El excedente de cloro, que para el año 1985 será de 44,300 TM, debe ser convertido en ácido clorhídrico, para que luego diluido sea arrojado al mar.

Por lo tanto, existe un problema latente con este excedente. Por

un lado dentro del aspecto económico, la desatención de un producto que recarga los costos de producción de otro y por otro lado, dentro del aspecto ecológico, la contaminación que viene ocasionando en las aguas territoriales.

Concedores del hecho, las plantas de cloro-soda, "Sociedad Paramonga" y "Química del Pacífico", vienen promocionando estudios, que promueven el desarrollo de la industria del cloro en el país.

INDUPERU por encargo del Química del Pacífico, realizó en 1978 un estudio preliminar sobre la utilización de excedentes de cloro.

En él se esboza la posible estructura de consumo, que debería presentar el producto, haciéndose un análisis previo del mercado de los principales derivados. Dentro de la lista de sustancias químicas que emplearían parte de este excedente y para las cuales se recomienda la ejecución de Estudios de Factibilidad, figura en primer término, el cloruro de amonio.

La producción de cloruro de amonio, por reacción directa de Amoníaco y Cloruro de Hidrógeno, envuelve una serie de problemas, respecto a los materiales de construcción, debido a las condiciones corrosivas que crean ambos gases. Por este motivo, este procedimiento no es precisamente el de mayor uso a nivel mundial.

El desarrollo de la ciencia de los materiales, ha permitido en los últimos años, llevar a cabo procesos que antes eran considerados impracticables, industrialmente hablando y uno de ellos es casualmente éste. Kirk-Othmer en su enciclopedia de Tecnología Química editada en 1961, menciona la imposibilidad del uso comercial de este proceso, mientras que en el año 1972, Bamforth, ingeniero hindú, en referencia que posteriormente se analizará, des

cribe el mismo procedimiento con uso exitoso en su país, así como en el Brasil.

Frente a estas dos necesidades, es decir, el requerimiento de un estudio de factibilidad para la instalación de una planta de cloruro de amonio, de acuerdo a INDUPERU y el análisis de una tecnología recién aparecida; este estudio pretende dar las respuestas a las interrogantes que ellas encierran.

1.2 Resumen

1.2.1 Del Estudio de Mercado

El Cloruro de amonio, es una sal inorgánica de apariencia cristalina y color blanco o grisáceo, de estructura cúbica cuerpo centrado, a temperatura ambiente. Disuelto en agua forma una solución ácida con $\text{pH}=5$, disociándose en sus iones constituyentes, (cloruro y amonio), de acuerdo con su definición como electrolito fuerte.

Entre los electrolitos, el cloruro de amonio, se encuentra entre los menos densos ($\text{sp.gr} = 1.526$ a 25°C) y con menor temperatura de fusión (350°C a 1 atmósfera) y son precisamente estas características que le otorgan un mayor uso.

La sal de amonio, como también se le conoce, encuentra sus principales usos en la industria de la pila seca, y en refinación del zinc. En el primer caso es utilizado como electrolito y en el segundo como fundente, al ocasionar la disminución del punto de fusión del baño en que ingresa en solución.

En el Cuadro 1.1 se puede apreciar la estructura de consumo que muestra en el país, el cloruro de amonio.

CUADRO 1.1
PATRONES DE CONSUMO DE CLORURO DE AMONIO

<u>Uso</u>	<u>%</u>
Fabricación de pilas secas	82.1
Refinación de zinc	13.3
Industria plástica	2.3
Galvanizado	1.3
Otros (farmacia, curtiembre, etc.)	1.0
	<u>100.0</u>

Fuente : MICTI Anuarios del Comercio Exterior-Lima

Como se observa los dos primeros usos, cubren más del 95% del total y determinan en mayor proporción las fluctuaciones de la demanda.

En cuanto a las especificaciones para el producto por parte de estas industrias, aquellas que requieren la fabricación de la pila seca, el mayor consumidor, son los más exigentes. En el Cuadro N° 1.2 se detallan estas especificaciones.

CUADRO 1.2
NORMAS PARA EL USO EN PILAS SECAS
DEL CLORURO DE AMONIO

Componentes	
Cl NH ₄	99.35%
Material no volátil	0.32%
Cl Na	0.20%
Humedad	0.11%
Fe	5.3 ppm
Cu	0.3 ppm
Nu	max. 0.1 ppm
As	max. 0.1 ppm
Sb	max. 0.1 ppm
Malla 20	100 %

El área geográfica considerada para realizar el estudio de mercado está formada por los países del Grupo Andino, pero haciendo diferencias en el método de análisis para el país y para el resto de países de la subregión.

Para el Perú, teniendo en cuenta que existen seis empresas que cubren el 98% de la demanda, se han analizado cualitativamente cada una de ellas y se ha determinado la proyección de la demanda. Además se han considerado los nuevos proyectos que podrían alterar esta proyección.

El resto de países del Grupo Andino ha sido analizado, de acuerdo a las variaciones con el tiempo de su demanda, obteniendo la curva más apropiada por el método de regresión lineal, para luego realizar la proyección.

Considerando que la demanda tanto en el país como en la sub-región, viene constituida básicamente por la importación, desde que la producción regional no alcanza el 2% del total, dentro del estudio ambos términos aparecen con fundidos.

De acuerdo a los criterios mencionados, se ha obtenido la demanda del proyecto, que aparece resumida en el Cuadro 1.3.

CUADRO 1.3

DEMANDA DEL PROYECTO (T.M.)

<u>Año</u>	<u>Perú</u>	<u>Resto del GRAN</u>	<u>Total</u>
1981	1,647	4,230	5,877
1982	1,705	4,857	6,562
1983	1,762	5,240	7,002
1984	1,820	5,660	7,480
1985	1,878	6,116	7,994
1986	1,936	6,616	8,552
1987	1,993	7,070	9,063
1988	2,052	7,440	9,492
1989	2,110	7,808	9,918
1990	2,166	8,120	10,286

Como se aprecia la demanda muestra una tasa de crecimiento positiva con el tiempo, de un valor aproximado de 6% anual.

En lo que respecta a la oferta, dentro del área de estudio, la producción es pequeña, realizada por plantas de tamaño reducido de tipo semi-artesanal en su tecnología. Actualmente la demanda es cubierta por países no pertenecientes a la subregión, constituyéndose el Japón en el principal proveedor.

El precio del producto experimenta muy pocos cambios en el mercado mundial, desde que el cloruro de amonio, es obtenido principalmente como subproducto en la producción de carbonato de sodio.

Las empresas importadoras, lo vienen comprando a un precio (CIF Callao) promedio de US\$ 0.24/Kg., al que hay que agregarle un 70%, considerando los aranceles por la importación y los gastos de aduana, para obtener el precio del producto puesto en planta, que es alrededor de US\$ 0.4/Kg.

Teniendo en cuenta que la demanda está formada principalmente por un número reducido de empresas, se plantea un canal de distribución directo.

1.2.2 De la localización y Tamaño de Planta

La selección de la localización se ha realizado, utilizando el método de ponderación de factores, para lo cual se han determinado aquellos que mayor incidencia puedan tener en el costo del producto al consumidor.

Teniendo en cuenta la dificultad y el costo que lleva consigo la manipulación de las materias primas, la cercanía a los centros productores de éstas, ha tenido mayor gravitación en

el resultado final.

Luego de ponderar y calificar los factores se ha determinado que la localización más apropiada es en la provincia consitucional del Callao, en el distrito de Ventanilla.

La determinación del tamaño de planta ha sido realizada, luego de identificar las limitaciones de mínimo y máximo de tamaño, de acuerdo a consideraciones de mercado, de tecnología, de recursos y de rentabilidad.

Considerando el lento desarrollo que detenta el proceso de integración andina, se ha tomado un tamaño que permita cubrir la demanda nacional y se logre además, un nivel de exportación tal (40% del total) que para 1988, último año de aplicación del CERTEX (certificado reintegro tributario), goce de este beneficio. Este cálculo permite obtener un tamaño de 3,600 TM anuales.

1.2.3 De la Ingeniería del Proyecto

El cloruro de amonio a producirse, de acuerdo a consideraciones del mercado, deberá cumplir con las especificaciones del tipo pila. Esta sustancia, en estado sólido como en solución, constituye un ambiente corrosivo para materiales ferrosos y de cobre, siendo las aleaciones de níquel, el plomo y los revestimientos plásticos, aquellos que admiten en cercanía. Así los materiales de construcción para la planta deben ser especialmente seleccionados, de acuerdo a las condiciones del proceso.

Se ha estimado que en el término de un año la planta podría operar a plena capacidad. En el primer año se produciría el 80% de la capacidad total.

Comercialmente hablando, existen tres procedimientos de fabricación de cloruro de amonio, ellos son:

- a. Procedimiento de doble descomposición
- b. Procedimiento de las dos sales
- c. Procedimiento de neutralización directa

El primero de ellos consiste en la reacción de una sal de amonio, a menudo sulfato de amonio y un cloruro, como la sal común, obteniéndose el cloruro de amonio y una segunda sal como subproducto.

El procedimiento de las dos sales, es una modificación del proceso Salway, en el cual el cloruro de amonio ahora es separado del proceso por precipitación, constituyéndose en un subproducto.

El proceso de neutralización directa, se realiza por reacción del cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico con el amoníaco.

Este último proceso ha sido seleccionado para el proyecto considerando que el primer procedimiento no permite alcanzar las normas de la industria de la pila seca y el segundo requeriría una demanda de mayores proporciones.

La producción de cloruro de amonio por reacción directa del amoníaco y del cloruro de hidrógeno, se realiza en un reactor-crestalizador, donde entran en solución, reaccionando, luego cristalizando y por último sedimentando; después el lodo es retirado con un 20% de humedad, siendo entonces centrifugado y por fin secado.

El balance de materia y energía establece los siguientes requerimientos :

De materiales (por Kg de ClNH_4)

Amoniaco 0.3516 Kg.

Cloruro de hidrógeno 0.7294 Kg.

De servicios (por Kg de ClNH_4)

Agua de proceso 0.012 m³

Electricidad 0.202 Kw-hr

Para la instalación de la planta se requieren 1600 m² de extensión. Las necesidades de mano de obra suman en total 38 personas.

1.2.4 De la Política, Administración y Organización de la Empresa

El proyecto se encuentra clasificado como industria de segunda prioridad, de acuerdo a la Ley General de Industrias y de acuerdo al programa de ventas constituye una empresa exportadora de productos no tradicionales.

La implementación ha sido programada para un lapso de 24 meses y llevada adelante por un equipo dividido en comisiones.

La empresa se encuentra organizada, bajo la dirección de un gerente general, en dos divisiones o gerencias, una administrativa y otra operativa.

1.2.5 De las Inversiones y Financiamiento

Los recursos económicos necesarios para el proyecto se pueden resumir en la forma siguiente:

Inversión fija tangible	1'154,000 dólares
Inversión fija intangible	317,700 dólares
Capital de trabajo	<u>161,400 dólares</u>
	1'633,100 dólares

Para el cálculo del capital de trabajo se ha asumido un inventario de amonfaco de 20 días y de productos terminados de 1 mes de producción.

Esta inversión es cubierta por aporte de accionistas privados, y por préstamos a mediano y largo plazo. La relación deuda-capital utilizada ha sido 55/45, como se muestra a continuación:

	<u>Miles Dls.</u>	<u>%</u>
Aporte accionario	727.7	45.5
Préstamo	<u>905.4</u>	<u>54.5</u>
	1,633.1	100.0

Las fuentes de financiamiento que ha sido seleccionados son: los proveedores de equipo y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

1.2.6 Del Presupuesto de Ingresos y Egresos

El presupuesto de ingresos ha sido calculado de acuerdo a un programa de ventas tomando como precio de venta del producto, fuera de impuesto, en planta de 400 dólares/TM para el mercado nacional y de 350 dólares/TM para el mercado internacional.

El presupuesto de egresos se ha confeccionado de forma tal que la producción cubra las ventas programadas y el inventario de productos terminados estimado.

1.2.7 Del Análisis Económico-Financiero

Los estados de ganancias y pérdidas proyectados, dan una utilidad neta total, para los 10 años de vida del proyecto, en dólares constantes igual a 2'752,800.

Los flujos de caja proyectados, económicos y financiero obtenidos, son mostrados en el Cuadro N° 1.4.

CUADRO 1.4

FLUJOS DE CAJA PROYECTADOS

(Miles de US\$)

Año	Flujo de Caja Proyectados	
	<u>Económico</u>	<u>Financiero</u>
1	-215.4	-215.4
2	1,256.3	-463.9
3	-18.1	72.0
4	454.7	219.8
5	402.9	176.6
6	394.1	238.6
7	388.5	247.1
8	383.1	250.3
9	332.3	208.0
10	328.0	211.6
11	324.1	217.1
12	346.1	408.4

El punto de equilibrio promedio de los 10 años de vida del proyecto es de 1,105 TM anuales, que representan un 30.7% de la capacidad de la planta.

1.2.8 De la Evaluación Económica y Financiera

El proyecto detenta la siguiente rentabilidad económica siguiente:

Tasa Interna de Retorno = 16.6%

Valor Actual Neto (15%) = 91,400 dólares

Relación Beneficio-Costo Actualizado = 0.07

Período de Reembolso = 9 años 1 mes

La rentabilidad financiera del proyecto es la siguiente:

Tasa Interna de Retorno = 23.5%

Valor Actual Neto (15%) = 270,200 dólares

Relación Beneficio-Costo actualizado = 0.436

Período de Reembolso = 5 años 11 meses

La tasa interna de retorno para el accionista alcanza un valor de 20.5%

El valor agregado promedio para el período de vida de la planta es de 1'030,000 dólares/año.

El balance neto de divisas arroja un total para el período de vida del proyecto de 12'059,300 dólares (a precio constante).

La inversión empleada para la generación de un puesto de trabajo para el presente proyecto es de 38,710.5 dólares.

1.3 Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos con la realización del estudio, se puede concluir y recomendar lo siguiente:

1. A pesar de haber asumido un precio para el ácido clorhídrico o cloruro de hidrógeno promocional (45% del precio internacional), la inversión en este proyecto, de acuerdo a la rentabilidad financiera (TIR-23.5%) calculada, es riesgosa.
2. Para que la rentabilidad del proyecto mejore sustancialmente es necesario, que se den las siguientes condiciones:
 - Considerando el flujo negativo de recursos que representa, el cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico, para las empresas productoras, así como el efecto contaminante que trae consigo su eliminación hacia el mar. Este producto debería tener un precio simbólico que permita disminuir los costos directos por materiales, para el proyecto, como para aquellas industrias que utilizan el cloro.
 - Teniendo en cuenta que el tamaño del mercado nacional es limitado, se debe buscar ampliar el mercado, por intermedio de medidas políticas que posibiliten realizar una oferta competitiva en el mercado internacional en especial en la sub-región andina, donde el arancel mínimo común aún no llega a implementarse.
 - Desde el momento que los costos fijos son elevados para el proyecto, debido al costo de la tecnología, es necesario desarrollar el estudio experimental del proceso en

el país, toda vez que no es requerida una infraestructura sofisticada.

3. Siendo la inversión en el proyecto, para un particular y que las condiciones anteriormente expuestas son de índole político, se recomienda, que el proyecto sea implementado por etapas o por módulos, por alguna de las empresas productoras de cloro en el país, considerando adicionalmente los beneficios que reportaría la instalación dentro de los límites de batería, al prorratear los costos indirectos.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1. ASPECTOS GENERALES

2.1.1. DEFINICION DEL PRODUCTO

a. Características Generales

El cloruro de amonio de fórmula global CLNH_4 , es una sal inorgánica de apariencia cristalina y color blanco o grisáceo. Posee dos estructuras especiales, una denominada alfa (α), que se presenta a altas temperaturas, del tipo cúbica cara centrada y otra llamada beta (β), más común a temperatura ambiente con una estructura cúbica cuerpo centrado, cubo formado por ocho vértices de aniones cloruro (Cl^-) y un catión amonio (NH_4^+) al centro.

Cada ión cloruro es compartido entre ocho celdas unitarias cúbicas y de esta forma cada celda contiene un ión cloruro y un ión amonio. La transición entre ambas estructuras ocurre a 184.5°C , con un calor de transformación de 970 cal/gr. (1)

Sus propiedades físicas y químicas enlistadas en el Anexo 1, son explicadas por su condición de sal de ácido

(1) JOHNSEN A.... Sitab, preuss. Akad Wiss - Munich edit. Omprinta Preuss, 1929. p. 492

fuerte, como haluro y de base débil como sal de amonio.

Dentro de los cloruros, presenta una estructura intermedia entre aquellas cúbicas cara centrada de los cloruros alcalinos, como el cloruro de potasio y aquellas cúbicas cuerpo centrado de los cloruros de elementos de transición como el cloruro de cobre. Con un mayor espaciamiento en la red cristalina, poseyendo una longitud de 3.8756 Å entre caras. Hecho que le da propiedades particulares, como ostentar la menor densidad entre los cloruros, 1.527 gr/cc a 26°C y siendo más soluble que algunos cloruros alcalinos (2).

Como sal de amonio y más aún como haluro de amonio, posee alta presión de vapor a altas temperaturas, de mayor magnitud que el bromuro y el yoduro de amonio, sublimando a 338°C con un calor latente de disociación de 165.7 Kcal/mol (3). El vapor resultante de la sublimación no consiste de cloruro de amonio molecular sino más bien de iguales volúmenes de amoniaco y de cloruro de hidrógeno.

Su solución acuosa es ácida (pH = 5.1), tendiendo a mayor acidez cuando se encuentra a exposición atmosférica debido a la evaporación de amoniaco. Disuelto forma una solución electrolítica con iones cloruros libres que se convierten en atacantes de superficies metálicas, en espe

(2) Perry, Robert... Chemicals Engineers' Handbook .- Kogakusha, Mc Graw Hill 1975 .- p. 3-141

(3) Ibidem p.3-45

cial de metales ferrosos de cobre, bronce y latón.

b. Usos del Producto

Basado en sus singulares propiedades el cloruro de amonio encuentra diversas aplicaciones en la industria de transformación.

Su uso más significativo es en la fabricación de la pila seca, sucesora de la pila Leclanché, donde la sal de amonio participa en la formación del electrolito conjuntamente con el cloruro de zinc, en proporciones de 26% del primero y 9% del segundo. También forma parte de la llamada mezcla negra o masa despolarizante en un 9% en peso (4). Para su utilización es requerido un producto de alta pureza y solo pequeñas trazas de metales.

En el galvanizado de piezas de hierro y acero por inmersión en baño caliente, el cloruro de amonio se utiliza como fundente, también en unión con el cloruro de zinc. La función del fundente es remover las impurezas que aún permanecen en las piezas (óxidos, cloruros, sulfatos y sulfuros), luego del desengrase y del lavado químico, y proteger la superficie externa del baño. Para ello, la sustancia debe tener una densidad inferior a la del baño, disminuir el punto de fusión de la masa fundi

(4) CENDES... Pilas Eléctricas .- Quito. Cendes. Oct. 1963 .- p. 22

da, poseer un poder de neutralización de óxidos y adicionalmente requiere un poder humectante, para mojar bien las piezas. El cloruro de amonio es usado en un 9% en volumen en los llamados baños de fundente (5).

En el estañado, el cloruro de amonio, cumple similar función participando en la formación de la solución fundente (solución acuosa o mezcla sólida fundida) y además desarrolla una acción de limpieza y de prevención a la oxidación. Para ello el cloruro de amonio en polvo se rocea sobre la pieza de tal forma, que al momento de sumergirla en el baño caliente y alcanzar la temperatura de sublimación, la sal forma una atmósfera protectora (6).

Se utiliza también en soldadura, por su acción como fundente, para evitar la oxidación del relleno metálico y de las superficies a unir, durante el calentamiento. Por ello el fundente, en este caso la sal de amonio, debe ser soluble o líquida, químicamente activa y con alta presión de vapor. Es usada conjuntamente con el cloruro de zinc en soldaduras blandas, es decir, aquellas que se realizan a temperaturas inferiores a 800°F (427°C) (7) (como soldaduras plomo-estaño).

(5) American Society for Metals... Metals Handbook .- Ohio, Imprenta ASM, 1974. Tomo VIII. p. 255

(6) Ibidem. Tomo VIII p. 338

(7) Ibidem. Tomo VI p. 315

El cloruro de amonio también es utilizado como fertilizante nitrogenado. Su contenido de 26% de nitrógeno, hizo pensar en esta aplicación. En Japón con fines de investigar las virtudes que presenta el producto, fundó en 1950 La " Ammonium Chloride Research Society " (8), la cual determinó entre otras cosas, que la aplicación del cloruro en reemplazo del sulfato de amonio y de la urea en el cultivo de arroz era satisfactoria, superando al primero de los nombrados en un 6% en cuanto a la productividad por hectárea. Además del arroz, se han realizado pruebas en cebada, trigo, col, pastos y manzanas lográndose en todos ellos resultados exitosos que plantean la posibilidad de suplantarlo en un momento determinado al sulfato de amonio.

Otro uso del producto se encuentra en la industria del cuero, participando en la maceración de las pieles, como agente neutralizante del baño, básico antes de su adición, debido a remanentes de cal del proceso de encalado, realizando adicionalmente una función amortiguadora del pH, manteniéndolo a un mismo nivel de forma de incentivar la acción enzimática que domina la operación (9).

-
- (8) Smozaburo, Seki... El Procedimiento de las dos sales para la fabricación de cloruro amónico y carbonato sódico empleado en el Japón .- Nueva York, ONUDI. 1969 .- p. 12
- (9) Kirk, R.... Enciclopedia de Tecnología Química .- Mexico, Imprenta Daniel Bolfo, 1961 .- Tomo VI p. 125

En farmacia también, es utilizado, como expectorante en pequeñas proporciones y además en el tratamiento de bacilos que atacan al ganado vacuno (10).

En análisis de laboratorio, se usa como agente neutralizante, por su acidez en soluciones acuosas y por la formación de soluciones tampón o amortiguadoras con el hidróxido de amonio, dando un pH de 9.

La sal encuentra en nuestro medio un uso relativamente elevado en metalurgia, en la refinación del zinc, aplicándose en las soluciones electrolíticas, cumpliendo una función de fundente y atmósfera protectora.

El cloruro de amonio encuentra una serie de aplicaciones adicionales como en el teñido y la impresión de tejidos, en la síntesis de metavanadato de amonio (usado para barnices y tintes) y de resinas urea-formaldehído y adhesivos y otras usos de menor importancia cuantitativa (11).

-
- (10) Whelam, M... Ammonium chloride using medicine en Journal Chemical Investigation, Nueva York, 1932 .- p. 152
- (11) Stanford Research Institute ... Chemical Origins and Markets .- California SRI, 1967, 4° Edición .- p. 52

En el Perú, los patrones de consumo son sumamente marcados preferencialmente a su utilización como electrolito en la pila seca, como puede ser apreciado en el cuadro siguiente :

CUADRO N° 2.1.

PATRONES DE CONSUMO DE CLORURO DE
AMONIO EN EL PERU

	<u>1977</u> <u>%</u>	<u>1978</u> <u>%</u>
Fabricación de Pilas Secas	79.72	82.18
Refinación de Zinc	14.40	13.27
Industria del Plástico	1.14	2.27
Galvanizado	1.14	1.33
Otros (farmacia, curtiembre, etc.)	3.60	0.95
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

Fuente : MICTI Anuarios del Comercio Exterior .- Lima 1977,
1978

En la subregión andina la estructura de consumo es bastante similar, con mayor porcentaje hacia el uso en pilas secas, debido a la inexistencia de refinerías de zinc.

En los países desarrollados, donde la industria metalme-
cánica y química tienen una mayor presencia en las
economías nacionales, el cloruro de amonio encuentra
mayor uso en galvanizado y fabricación de productos
químicos. A modo de ejemplo se presenta a continua-
ción, los patrones de consumo en los EE.UU.

CUADRO N° 2.2.

PATRONES DE CONSUMO EN LOS EE.UU.

	<u>%</u>
- Fab. de Pilas Secas	50
- Soldadura y Galvanizado	20
- Curtiembre, alimentos, productos químicos y otros	<u>30</u>
	<u>100</u>

Fuente : INDUPERU... Estudio Preliminar para la utilización de clo-
ro en Química del Pacífico .- Lima, IP, 1978 .- p. 182

c. Especificaciones

Existen diferentes normas, para cada uno de los diver-
sos usos del producto, tal vez en muchos casos sean si-
milares sus exigencias, como en algunos mayores o me-
nores.

La industria de la pila seca, principal consumidora del cloruro de amonio plantea normas en cuanto a pureza del producto, bastante estrictas como se puede notar en el cuadro siguiente :

CUADRO N° 2.3.

NORMAS PARA EL USO EN PILAS SECAS DEL CLORURO
DE AMONIO

CINH ₄		99.35	%
Material no volátil		0.32	%
CINa		0.20	%
Humedad		0.11	%
Fe		5.3	ppm
Cu		0.3	ppm
Ni		0.1	ppm
Co	max.	0.1	ppm
AS	max.	0.1	ppm
Sb	max.	0.1	ppm

Fuente : Certificado de Calidad de fábricas de pilas secas

En cuanto a tamaño de partícula, exigen un tamaño de partícula medio de 0.83 mm.

Para galvanizado, estañado y minería las normas son inferiores en cuanto a pureza, pero requiere un tamaño de grano determinado (12).

Para el uso en fertilizantes, es esencial el tamaño de la partícula, debido a que tamaños debajo de lo exigible ocasiona que la disolución del cloruro de amonio y por tanto la asimilación por parte del cultivo sea rápida, llevando a la planta a un crecimiento prematuro.

CUADRO N° 2.4.

NORMAS PARA EL USO COMO FERTILIZANTE DEL CLORURO DE AMONIO

-	ClNH_4	min	95.5 %
-	Nitrógeno amoniacal	min	25 %
-	Cloruros (ClNa)	max	2.0 %
-	Humedad	max	2.0 %
-	Análisis granulométrico	Malla	20 sobre 60%

Fuente : Saucmelli, Vincent. Química y Tecnología de los fertilizantes .- Mexico, Compañía Editorial Continental S.A. 1966 .- p. 664

(12) Bamforth, A.W... Ammonium Chloride Processes, en Chemical and Process Engineering, New York, feb. 1972 .- pag. 72-74

En la aplicación en refinación del zinc, los requerimientos son similares a aquellos del galvanizado, es decir es el cloruro de amonio tipo pila con mayor tamaño de partícula.

2.1.2. AREA GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

Para el presente proyecto, se han analizado, las siguientes áreas geográficas :

- a. Mercado Nacional
- b. Mercado del Grupo Subregional Andino (GRAN)
- c. Mercado Latinoamericano (ALALC)

a. Mercado Nacional

En la actualidad, la demanda nacional es cubierta principalmente por las importaciones, ya que la producción nacional es poco significativa, alcanzando tan solo el 1.5 % de la demanda total.

Los mayores consumidores se encuentran en la ciudad de Lima, contándose en estos momentos con excedentes de producción de amoniaco y ácido clorhídrico, las materias primas básicas para el producto.

El mercado nacional se halla en proceso de expansión, tornándose sumamente atractivo como veremos más adelante.

b. Mercado Subregional Andino (GRAN)

Dentro de la economía nacional, es hoy un hecho común la consideración de la ampliación del mercado a través de los países del Pacto Andino. Consideraciones de índole político y no técnico impiden una completa implementación de la integración de mercados.

En la subregión el producto es mayoritariamente proporcionado por empresas externas. El impulso que viene alcanzando la fabricación de pilas secas, respalda la solidez del mercado de cloruro de amonio.

La situación del cloruro de amonio dentro del GRAN es como producto reservado para programa sectorial, encontrándose integrando la Lista de Excepciones del Perú.

c. Mercado Latinoamericano (ALALC)

A pesar de la existencia del pacto subregional, los países miembros, mantienen la misma intensidad de intercambio comercial. La aparición del GRAN con ventajas comparativas, muchas veces ha llevado a dejar de lado al resto de países latinoamericanos que en la mayor de las veces presentan similares características que nuestro mercado.

Dentro de la ALALC (Asociación Latinoamericana de Libre Comercio), existen varios países productores del producto, como Brasil, Mexico y Argentina, pero básicamente abasteciendo sus propios mercados, quedando muchos otros de tamaño apreciable, como el chile no por ejemplo con necesidades de importación.

Dentro de la ALALC, el cloruro de amonio, no se en cuenta en ninguna lista nacional de excepciones.

2.1.3. METODOLOGIA

El uso generalizado de métodos econométricos nos han permitido analizar el área geográfica antes mencionada. Con el conocimiento de series históricas de demanda, tanto nacional como subregional, complementada con la aplicación de ecuaciones de regresión lineal con una o más variables se han podido obtener proyecciones con satisfactoria certeza.

El mercado nacional y subregional, ha sido estudiado en forma diferente, no por divergencias cualitativas entre ambos mercados, sino por no contar con información completa para el GRAN.

El cloruro de amonio es clasificado como bien intermedio. Su aplicación como insumo de diversas industrias y no como bien de consumo final así lo confirman. Las variaciones, por tanto, de la demanda vienen marcadas por la situación en que se encuentren las industrias consumidoras. En este

caso, la industria de la pila seca, de acuerdo a los programas de producción y la proyección de ventas de pilas.

Para el análisis de la demanda nacional, fue apreciada la variación de la producción de pilas con el tiempo y a su vez la dependencia del consumo del producto con la anterior cantidad. Proyectándose ambos por un período de 10 años. También se han considerado las otras industrias consumidoras y se han añadido a la proyección antes mencionada.

Para analizar el GRAN se ha contado con la demanda de cloruro de amonio en los últimos años los cuales han sido proyectadas con los métodos de regresión lineal, tomando como variable el tiempo.

Se han hecho intentos de asociar la demanda del producto con índices socioeconómicos pero, numéricamente, con resultados poco satisfactorios.

El análisis de la demanda en ambas áreas geográficas ha sido en realidad, del análisis de la importación del producto, despreciándose la pequeña producción regional.

La oferta del producto es considerada nula en el área de estudio, analizándose por tanto las características y las condiciones que oponen los actuales proveedores del producto.

El arma matemática utilizada para estos casos, ha sido el método de los mínimos cuadrados, utilizando ecuaciones de regresión lineal simple y múltiple, utilizando paquetes de computadora que son explicados en el Anexo 2.

2.2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.2.1. DEMANDA HISTORICA

a. Mercado Nacional

Las necesidades de cloruro de amonio en el país, se han venido cubriendo con importaciones. Por ello para obtener la demanda histórica, hemos recurrido a los anuarios de comercio exterior.

En el Cuadro N° 2.5., se puede apreciar la demanda del producto desde 1968 a 1979, así como la producción de pilas secas en dicho lapso. Es conveniente anotar que el crecimiento con el tiempo es casi lineal, salvo en el año 1976, en el cual la economía nacional vivía una época de recesión, con retracción de la demanda, en cambio en los años posteriores (1977 - 79) el incremento es notorio a causa del apoyo a las exportaciones no tradicionales por parte del gobierno, que incentiva a la mayor producción de pilas secas que son exportadas, en especial, hacia el Ecuador.

La relación directa entre producción de pilas secas y consumo de cloruro de amonio es observada con facilidad, tal vez se puede notar un cierto desfase, producto de la política de compras y de almacenamiento de las empresas que hacen reflejar con anterioridad la futura variación de su producción.

Empresas Consumidoras

La demanda nacional está constituida por numerosas empresas, pero solamente seis de ellas cubren el 99 % del consumo. Con la ayuda de los listados de importación del MICTI, se puede desagregar por empresas el monto y la cantidad de producto comprada, por embarque, permitiéndonos apreciar con más detalle la estructura de la demanda.

Se han elaborado, para cada empresa cuadros que presentan el mes de recepción del embarque, lugar de procedencia, cantidad de producto y monto en dólares de la carga, con precios FOB. Las principales empresas consumidoras son por orden decreciente, las siguientes:

- Compañía de Pilas y Linternas S.A. (Fab. de Pilas Secas)
- National Peruana S.A. (Fab. de Pilas Secas)
- CENTROMIN PERU (Refinación de Zinc)
- Industrias Electroquímicas S.A. (Fab. de Pilas Secas)

CUADRO N° 2.5.

SERIES HISTORICAS DE PRODUCCION DE PILAS SECAS Y DE CLORURO DE AMONIO Y DE

IMPORTACION DE CLORURO DE AMONIO EN EL PERU

Año	Producción de Pilas Secas (1.5 Voltios) Unidades	Importación de Cloruro de Amonio		Producción de Cloruro *	
		Kg.	Br.	Kg.	Br.
1968	46'532,597	378,738			
1969	42'556,000	482,353			
1970	50'721,000	327,703			
1971	53'442,000	509,017			
1972	68'774,000	585,991			
1973	86'352,000	621,639			14,622
1974	97'726,391	669,823			
1975	97'863,000	714,748			
1976	118'332,000	483,080			
1977	126'190,131	888,813			
1978	126'026,000	853,933			14,713
1979	126'738,334	1'032,135			15,015

* El MICTI no cuenta con información completa al respecto

Fuente : MICTI Anuario del Comercio Exterior Lima

MITI Oficina de Estadística Industrial

- BASF Peruana S.A. (Industria de Plásticos)
- Lima Tecno Científica S.A. (Distribuidor para talleres de galvanizado)

La Compañía de Pilas y Linternas S.A., produce pilas secas, con la marca registrada de RAY-O-VAC, presentó un aumento de consumo entre 1977 y 1978 del 8.3%, ya que en 1977 la cantidad consumida fue de 369,998 Kg. Normalmente realiza un embarque al mes de 36,000 Kg. como promedio, comprando indistintamente a Japón e Inglaterra.

National Peruana S.A., compra el producto exclusivamente en el Japón por contactos de la principal con empresas productoras. Tiene un programa de compras bimestral, importando un promedio de 25,000 Kg. por vez. En 1978 disminuyó en un 28% sus compras con respecto a 1977 (312,320 Kg.) debido a acumulaciones apreciadas en su stock; por lo que se espera que en los próximos años incremente su demanda.

CENTROMIN PERU importa el cloruro de amonio para su planta de refinación de zinc, siendo EE.UU. el país que lo abastece prioritariamente aunque en ciertas ocasiones también compra en Inglaterra, en 1978 descendió sus compras en 11.4%, debido a disminución en su producción.

Industrias Electroquímicas S.A., es una empresa productora de pilas secas, de nombre comercial LUX, su capacidad es inferior a los precedentes. Su principal proveedor es el Japón. Ultimamente viene incrementando su producción y es notoria el aumento de sus necesidades (63% entre 1977 y 1978).

CUADRO N° 2.6.

EMPRESAS IMPORTADORAS DE CLORURO DE AMONIO

AÑO 1978 Total Importado 853,933 Kg.
 Imp. Empresas Encuestadas 845,659 Kg. (99.0 %)

Compañía Nacional de Pilas y Linternas S.A. (Pilas)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
Mar.	Japón	15,040	2,614
Mar.	Inglaterra	46,184	7,751
Abr.	Inglaterra	45,682	7,667
May.	Japón	30	5
May.	Inglaterra	47,444	8,031
May.	Japón	94,209	6,095
Jul.	Ecuador	21,140	3,675
Set.	Japón	37,750	6,937
Oct.	Japón	33,220	6,105
Nov.	Inglaterra	53,696	8,719
Dic.	Inglaterra	2,000	335
TOTAL		396,395	57,934

Cantidad por Embarque Promedio = 36,035 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = 0.14 / Kg.

- National Peruana S.A. (Pilas)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
Feb.	Japón	35,840	5,600
Feb.	Japón	5,120	800
Mar.	Japón	40,960	6,260
May.	Japón	25,514	3,795
Jun.	Japón	20,160	3,330
Jul.	Japón	25,300	4,125
Set.	Japón	20,240	3,300
Nov.	Japón	25,300	4,125
Dic.	Japón	25,251	3,787
		<u>223,685</u>	<u>35,122</u>

Cantidad por Embarque Promedio = 24,854 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = \$ 0.16 / Kg.

- Centromin Perú (Ref. de Zinc)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
Jun.	EE.UU.	41,264	11,411
Dic.	EE.UU.	72,060	20,044
		<u>113,324</u>	<u>31,455</u>

Cantidad por Embarque Promedio = 56,662 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = \$ 0.28 / Kg.

- Industrias Electroquímicas S.A. (Pilas)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
Feb.	Japón	21,140	4,200
Set.	Japón	30,200	5,400
Oct.	Japón	30,200	5,400
		<u>81,540</u>	<u>15,000</u>

Cantidad por Embarque Promedio = 27,180 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = \$ 0.18 / Kg.

- BASF Peruana S.A. (Plásticos)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
May.	R.F.A.	10,060	2,656
Nov.	R.F.A.	9,310	2,348
		<u>19,370</u>	<u>5,004</u>

Cantidad por Embarque Promedio = 9,685 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = \$ 0.26 / Kg.

- Lima Tecno Científica S.A. (Importadora de Prod. Quim.)

<u>Mes</u>	<u>País de Proced.</u>	<u>Cantidad Kg. Br.</u>	<u>Monto FOB \$</u>
Mar.	Inglaterra	5,723	960
Abr.	Inglaterra	5,622	944
		<u>11,345</u>	<u>1,904</u>

Cantidad por Embarque Promedio = 5,673 Kg.

Precio Unitario Promedio FOB = \$ 0.16 / Kg.

Fuente : Ministerio de Economía, Finanzas y Comercio
Oficina de Estadísticas

BASF Peruana S.A., subsidiaria de la empresa alemana del mismo nombre, quien la provee de este insumo. Importa el cloruro de amonio para sus líneas de acrílico y plásticos que posee en el país. Sus compras son del orden de los 10,000 Kg. y ha registrado un ligero incremento respecto a años precedentes.

Lima Tecno Científica S.A., es una empresa importadora y distribuidora de productos químicos de diferente tipo. Se encarga de suministrar el cloruro de amonio a los pequeños compradores, como son los talleres de galvanizado, curtiembres e industrias textiles. Con respecto a 1977, ha incrementado sus compras en un 12 %.

En resumen, cada una de las empresas presenta una situación diferente, con una tasa de crecimiento positiva en sus compras anuales, además poseen una producción en crecimiento y con varios años de funcionamiento que permite pensar en cierta solidez del mercado nacional.

En todo momento hemos considerado la importación como el consumo, debido a que la producción nacional es pequeña y no se tiene a mano, información completa de su estado.

b. Mercado Subregional Andino

Los países del Grupo Andino presentan economías bastante similares, con una industria manufacturera en proceso de consolidación y una industria básica en proceso de formación, dentro de este contexto el cloruro de amonio, es un producto intermedio que aún no es producido en las cantidades que las industrias lo necesitan.

Su producción en este caso, también pequeña, no cubre la demanda regional, representada básicamente por la industria de la pila seca, que viene afirmándose en cada uno de los países.

Bolivia muestra una demanda pequeña en comparación con los demás países, a pesar de incrementarse año a año.

Colombia tiene un mercado establecido y la demanda se mantiene estacionaria, con altibajos de poca magnitud. En este país se registra una pequeña producción a través de una planta de 12,000 Kg. (13).

En Ecuador la demanda ha experimentado un notable incremento, debido a la instalación de una fábrica de pilas secas, que estuvo en estudios muchos años. Se convierte por tanto en un atractivo mercado para el producto.

El mercado venezolano, con el aumento de las inversiones en el sector industria, ha elevado su demanda en forma proporcional al crecimiento industrial, desde 1977, la cantidad requerida supera las 1,000 TM de producto.

En el Cuadro N° 2.7. se muestran las series históricas de importación de cloruro de amonio de los diferentes países miembros del Pacto Andino.

c. Mercado Latinoamericano

Los demás países latinoamericanos, también reportan insuficiencia local del producto. Argentina, Brasil

(13) Chavez, María... La Industria Química en el Area Andina .- Lima, Sociedad de Industrias, 1964 .- p. 245

CUADRO N° 2.7

SERIE HISTORICA DE IMPORTACION DE CLORURO DE AMONIO EN LOS PAISES DEL GRAN

(Kg. Br.)

<u>Año</u>	<u>Perú</u>	<u>Bolivia</u>	<u>Colombia</u>	<u>Ecuador</u>	<u>Venezuela</u>	<u>Total del GRAN</u>
1968	378,738	1,544	323,604	40,000	400,000*	1'143,886
1969	482,353	20,000*	998,910	64,227	500,000*	2'065,490
1970	327,703	30,000*	1'247,924	70,000	684,314	2'359,941
1971	509,017	40,000*	907,382	93,813	940,149	2'490,361
1972	585,991	52,045	1'274,815	126,841	785,368	2'825,060
1973	621,639	60,000*	1'534,977	175,282	1'390,535	3'782,433
1974	669,823	70,000*	1'535,295	213,962	934,217	3'423,297
1975	714,748	80,000*	1'200,000*	300,596	571,865	2'867,209
1976	483,080	90,000*	1'464,000	142,400	788,474	2'967,954
1977	888,813	100,000*	1'162,700	1'451,000*	1'268,654	4'871,167
1978	853,935	110,000*	1'200,000*	800,000*	1'000,000	3'963,935

* Valores proyectados ante no disponibilidad de datos

Fuente : Anuarios de Comercio Exterior

y Mexico, no obstante contar con plantas de producción de cloruro de amonio, no consiguen satisfacer sus respectivas demandas. Chile presenta un mercado bastante atractivo, posee una demanda insatisfecha de cerca de 1,000 TM/Año.

Del resto de países del área no se tiene información disponible sobre la situación del producto, pero aparte de Uruguay, todos ellos poseen un desarrollo industrial deficiente que no permite abrigar mayores esperanzas para la ampliación del mercado.

2.2.2. DEMANDA PROYECTADA

Con las series históricas de la demanda del producto, se ha buscado la ecuación que mas se aproxime y explique el comportamiento de las variables. Utilizando programas de regresión simple de diferente tipo, ya sea, lineal, semilogarítmica, doblemente logarítmica, inversa positiva, inversa negativa, inversa logarítmica y exponencial, así como de regresión lineal múltiple, se han encontrado en algunos casos, buenas aproximaciones a la realidad. Lamentablemente las ecuaciones matemáticas no explican cualitativamente el comportamiento del mercado.

a. Mercado Nacional

Para la demanda nacional fue proyectada, utilizando las series históricas de producción de pilas y de consu-

mo de cloruro de amonio.

Se obtuvieron las ecuaciones que más se aproximaban a su variación en el tiempo. Para ello se estableció dos procedimientos :

- Producción de pilas vs. tiempo y
Consumo de cloruro de amonio vs. Producción de pilas
- Consumo de cloruro de amonio vs. tiempo

Fueron alimentados al computador y se obtuvieron los siguientes resultados :

CUADRO N° 2.8.

ECUACIONES DE LAS SERIES HISTORICAS

<u>Variables</u> <u>y</u>	<u>x</u>	<u>Ecuación</u>	<u>Coef.</u> <u>Determinación</u>
Producción Pilas	Tiempo	$y = 28,024.1 + 9,038 x$	0.95
Consumo Clor. Amonio	Produc. Pilas	$y = 180,063.3 + 5.144 x$	0.66
Consumo Clor. Amonio	Tiempo	$y = 297,159.5 + 50.6596 x$	0.75

Empleando estas ecuaciones se han realizado las proyecciones de la demanda nacional de cloruro de amonio, teniendo en cuenta que por el método indirecto (tiempo vs pilas vs cloruro de amonio) el producto de los coeficientes de determinación es 0.63 inferior al 0.75 que

corresponde al método directo (tiempo vs cloruro de amonio). En el Cuadro N° 2.9. permite observar las proyecciones conseguidas :

CUADRO N° 2.9.

PROYECCIONES DE LA DEMANDA NACIONAL

<u>Año</u>	<u>Prod. de Pilas Secas</u> <u>(miles unidades)</u>	<u>Consumo de Clo-</u> <u>ruro de Amonio</u> <u>(Kg. Br.)</u>	<u>Consumo de Clo-</u> <u>ruro de Amonio</u> <u>(Kg. Br.)</u>
1980	145,518	928,666	955,734
1981	154,556	975,161	1'006,394
1982	163,594	1'021,656	1'057,054
1983	172,632	1'068,151	1'107,713
1984	181,670	1'114,646	1'158,373
1985	190,708	1'161,142	1'209,032
1986	199,746	1'207,637	1'259,692
1987	208,784	1'254,132	1'310,352
1988	217,822	1'300,627	1'361,011
1989	226,860	1'347,122	1'411,671
Coeficiente de determinación		0.63	0.75

Hasta este momento, solo se han realizado las proyecciones de acuerdo a la demanda existente, considerando a esta como un todo homogéneo. Esta hipótesis es convalidada, porque las seis principales empresas consumidoras reportan un crecimiento análogo.

Ahora deben considerarse las nuevas demandas que aparecerán en el futuro. En estas condiciones encontramos a Minero Perú que desde la puesta en marcha de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla (Agosto 1981), demandará un promedio de 500 TM anuales de cloruro de amonio.

Además debemos considerar el incremento de la demanda por la aparición de un nuevo producto en el mercado nacional, ya que hoy en día los pequeños consumidores, pagan altos precios a las empresas importadoras-distribuidoras. Adicionalmente la probabilidad de iniciar el uso del producto como fertilizante, aumentará en forma imprevisible el consumo. Por ello para el cálculo de la demanda nacional proyectada hemos considerado un 20% de aumento adicional, por el efecto multiplicador que ocurrirá en el mercado por la aparición de un producto nuevo.

El Cuadro N° 2.10. muestra la demanda total nacional proyectada. Se ha supuesto que la refinería de zinc comenzaría a consumir a partir de 1982.

CUADRO. N° 2.10.

DEMANDA NACIONAL PROYECTADA

Año	Demanda de Cloruro de Amonio	
	Kg.	Br.
1980	1'446,881	
1981	1'707,673	
1982	1'768,465	

1983	1'829,256
1984	1'890,048
1985	1'950,838
1986	2'011,630
1987	2'072,422
1988	2'133,213
1989	2'194,005

b. Mercado Subregional Andino

Para analizar el mercado andino, no contábamos con la producción regional de pilas secas, por este motivo, se intentó hacer uso de relaciones con algunos de los indicadores socio-económicos que se disponen (14) para la subregión. Para ello se consideraran más oportunos la población económicamente activa que mide en cierta forma el ingreso promedio de la población, el producto bruto interno a costo de factores del sector manufacturero que da una medida del crecimiento industrial y el consumo privado, que manifiesta la tendencia al gasto de la población. Además se proyectó la demanda con respecto al tiempo.

Los resultados obtenidos son resumidos a continuación, para mayor detalle apreciase el Anexo 2 que contiene los listados de los programas corridos.

(14) Junta del Acuerdo de Cartagena... Indicadores Socio-Económicos de la Subregión Andina .- Lima, JUNAC, Marzo 1979 .- p. 105-240

CUADRO N° 2.11.ECUACIONES DE LAS SERIES HISTORICAS PARA ELGRAN

<u>1er. Modelo</u>	<u>Ecuación</u>	<u>Coef. de Determinación</u>
$y =$ Consumo de cloruro de amonio $x_1 =$ Población Económicamente Activa $x_2 =$ Producto Bruto Interno (manufactura)	$y = 11,271,770 + 1,061 x_1 + 587.8 x_2$	0.54
<u>2do. Modelo</u>		
$y =$ Consumo de cloruro de amonio $x =$ Consumo privado / hab.	$y = 7'976,575 - 2,919'101,200 x$	0.59
<u>3er. Modelo</u>		
$y =$ Consumo de cloruro de amonio = $x =$ Tiempo	$\log y = 6.15 + 0.41 \log x$	0.67

A pesar de no ser una ecuación satisfactoria, el tercer modelo fue utilizado para realizar la proyección, que se presenta en el Cuadro N° 2.12. Además se ha

CUADRO N° 2-12

DEMANDA PROYECTADA DEL GRAN

(Kg. Br.)

<u>Año</u>	<u>Demanda Proyectada con euac. de reg. *</u>	<u>Demanda Proyectada Química del Pacífico</u>	<u>Demanda Proyectada</u>
1980	3'986,425	7'177,000	5'582,000
1981	4'108,764	8'478,000	6'294,000
1982	4'226,031	10'030,000	7'128,000
1983	4'338,754	10'979,000	7'659,000
1984	4'447,380	12'018,000	8'233,000
1985	4'552,284	13'157,000	8'855,000
1986	4'653,791	14'405,000	9'530,000
1987	4'752,182	15'544,000	10'148,000
1988	4'847,700	16'474,000	10'661,000
1989	4'940,552	17'404,000	11'173,000

* Proyección utilizando la ecuación $\log y = 6.15 + 0.41 \log x$

y = consumo de cloruro de amonio

x = tiempo

tomado la proyección de la demanda realizada por Química del Pacífico (15), debido a la inconsistencia de la información que existe en los diferentes organismos, sobre el consumo de cloruro de amonio, debemos recurrir a diversas fuentes de manera de contar con una apreciación completa de toda la realidad. Por ello hemos optado por tomar un promedio de ambas proyecciones para obtener la demanda total proyectada para la subregión.

2.3. ANALISIS DE LA OFERTA

2.3.1. ANALISIS DE LA COMPETENCIA

Para realizar el análisis de la competencia debemos, considerar primeramente a nivel mundial, quienes son los principales productores y en especial los países que abastecen el mercado en cuestión, luego los productores a nivel regional y por último a nivel nacional.

En el Cuadro N° 2.13., se presentan los principales países proveedores del cloruro de amonio para el país, siendo el Japón el mayor de todos ellos. Esto no es un hecho casual, ya que este país es el primer productor del mundo con una capacidad instalada de más de un millón de toneladas anuales (16). La utilización a plenitud de la sal común importada

(15) Pezo A., Urraca W... Perspectivas de la Industria del Cloro en el Perú .- QUIMPAC, Lima, Dic. 1980 .- p. 35

(16) Shozaburo, Seki... Op. cit. p. 2

CUADRO N° 2-13

PERU : IMPORTACION DE CLORURO DE AMONIO (28.30.01.01) POR PAIS DE PROCEDENCIA

País / Año	1973		1974		1975		1976		1977		1978	
	KB	FOB \$	KB	FOB \$	KB	FOB \$	KB	FOB \$	KB	FOB \$	KB	FOB \$
Alemania Oc												
cidental	13,610	5,630	21,099	9,408	5,774	6,684	4,274	3,147	13,119	7,799	22,175	9,274
Estados Unidos	2,603	2,152	23,945	14,776	42,679	30,998	44,920	14,462	83,230	25,945	118,662	37,031
Francia	595	1,026	569	930	161	502	163	562	-	-	-	-
Italia	507	462	124	199	689	904	128	341	261	234	261	434
Japón	193,328	17,460	396,691	44,968	513,239	92,337	268,705	50,801	357,666	56,439	515,680	88,278
Reino Unido	367,960	34,092	212,216	23,825	23,825	30,950	164,890	27,981	434,537	75,307	206,451	34,423
Bélgica -												
Luxemburgo	3,158	685	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Checoslovaquia	5,010	795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
China	432	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
México	32,164	16,311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Países Bajos	1,870	311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suiza	402	588	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polonia	-	-	15,180	3,128	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,140	3,675

FUENTE : MICTI Oficina de Estadísticas

para la fabricación de carbonato de sodio, obligó al Japón a investigar el procedimiento de las 2 sales para la fabricación de ambos productos y simultaneamente a incentivar el consumo de la sal de amonio, que actualmente alcanza la mitad de su producción. Las principales empresas productoras en el Japón son las siguientes :

- Asahi Glass Co. Ltd.
- Central Glass Co. Ltd.
- Tokuyama Soda Co. Ltd.
- Toyo Soda Manufacturing Co. Ltd.

En los EE.UU. de Norteamérica la producción del cloruro de amonio no es tan grande. Pero a pesar de ello existen muchas empresas que lo ofrecen al mercado mundial (35 en total).

En Latinoamérica de acuerdo al anuario de la ALALC, se tiene la siguiente lista de fabricantes.

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| - La Galvanoplástica S.A. | - Argentina, Bs. As. |
| - Química Farmacéutica Platense S.A. | - Argentina, Bs. As. |
| - Química MAPECA IND y COMSCA | - Argentina |
| - Comexpo SA de CV | - Mexico |
| - Lab. Ind. Perú SCRL | - Perú |

De ninguno de ellos se cuenta con la capacidad que poseen, pero del único fabricante que se puede considerar competidor

es COMEXPO S.A., que en 1972 exportó hacia el país.

De otras referencias (17), se sabe de la existencia de una planta de cloruro de amonio de 15 TM/día en Brasil, la Engector Industria Química, pero abastece solo el mercado local, no realizando exportaciones.

Según María Chávez (18), en Colombia existe una planta de 12 TM anuales, pero sin otra mayor referencia.

En el país según el MICTI existe una empresa productora denominada Productos Sintéticos S.R. Ltda., que en 1978 reportó una producción de 14,713 Kg. y en 1979 de 15,015 Kg. De conversaciones con directivos de la industria de la pila seca, se sabe que existen lo menos 5 em-presas que en forma casi artesanal producen el cloruro de amonio por el método de doble desplazamiento, pero siempre en pequeñas cantidades.

En resumen, la competencia en la actualidad está representa da por países altamente desarrollados como el Japón, para los cuales perder un mercado de cinco mil o seis mil toneladas anuales frente a una producción de un millón de toneladas, no significa ni siquiera una variación del 1.0 %. En el caso de los países latinoamericanos, su capacidad instalada es poco notoria en el mercado internacional, siendo insuficientes para las necesidades propias de cada uno de

(17) Gutierrez, Andes... Anuario ALALC-GRAM SIECA .- Buenos Aires, ETLASA, 1979 .- p. 852

(18) Chávez, María... Op. cit. p. 245

ellos. En la subregión, como en el país, la oferta es realizada por intermedio de pequeñas empresas productoras que no representan una competencia significativa.

2.3.2. PERSPECTIVAS

El cloruro de amonio es por lo que se ha podido apreciar, un producto con una demanda insatisfecha a nivel regional, pudiendo despertar el interés de muchos promotores de inversiones de la subregión, pero en esta ocasión el país se encuentra en ventaja con respecto a los otros dos países productores de cloro. Colombia y Venezuela han de retrasar sus planes para la instalación de plantas de cloruro de amonio, debido a que lamentables accidentes sufridos en sus plantas de cloro-soda los han conducido a la importación de cloro (19).

El mercado nacional reporta una capacidad instalada que en el mayor de los casos alcanza 30 toneladas anuales, es decir el 2.5% de la demanda actual del producto.

Química del Pacífico a través de su departamento de investigación y desarrollo industrial, iniciaría para abril de 1981, una planta piloto de cloruro de amonio, que le permita escalar de allí a un año, a una planta de 6000 toneladas anuales, pero aún no se han concretado las ideas al respecto.

(19) Pezo, A... Op. cit. p. 17

2.4. DEMANDA DEL PROYECTO

2.4.1. DEMANDA INSATISFECHA

Tanto a nivel país como a nivel subregional, hablar de demanda insatisfecha es igual que hablar de demanda proyectada total, por el mencionado hecho de una casi total inexistencia de oferta.

Considerando el primer año de producción 1982, para dicho momento, la demanda nacional y subregional alcanzarían 1,768 toneladas anuales y 7,128 toneladas anuales respectivamente.

Si a esta última cantidad le sumamos las mil toneladas anuales que requeriría Chile, tendríamos para 1982 una demanda de 8,128 toneladas anuales insatisfechas en el área de estudio, es decir en el GRAN y Chile; sin contar con el resto de países latinoamericanos por carecer de información.

2.4.2. DEMANDA DEL PROYECTO

Considerando que la producción del proyecto, será el cloruro de amonio tipo pila, la demanda a cubrir por el proyecto va a ser básicamente aquella de la industria de la pila seca y adicionalmente la de refinación de zinc. En el Perú esto puede ser calculado con buena aproximación, con los datos que disponemos. Para el resto de la subregión, se considera un 80% de la demanda total requerida,

los resultados pueden ser apreciados en el Cuadro N° 2.14.

2.5. ANALISIS DE PRECIOS

Según F. Lowenheim y M. Morán (20), el cloruro de amonio es el típico caso de un producto de poca consideración en el mercado, tomado muchas veces como subproducto de una línea de producción. El desinterés de grandes inversionistas a nivel mundial denota poca variación con el tiempo, de la producción, por lo que la oferta se mantiene estacionaria, salvo escalonados incrementos ocasionados por la puesta en marcha de pequeñas plantas del producto o de otro en el que el cloruro de amonio sea considerado subproducto. Por otro lado la demanda presenta un incremento constante pero pequeño, debido a que las principales industrias consumidoras son muy estables en su producción. Teniendo en cuenta la poca variación de la oferta y de la demanda con el tiempo, el equilibrio alcanzado en la actualidad es estable, por lo cual, no se esperan mayores variaciones de los precios a nivel mundial. Este hecho es comprobado al graficar (Ver Gráfico N° 2.1.) los precios del cloruro de amonio en los últimos 10 años según el Chemical Marketing Reporter.

En el país, como en la subregión, "la variación de precios" es causada principalmente por la política monetaria de cada país, y adicionalmente por el aumento progresivo de los fletes.

Con ayuda de los listados de la Oficina de Estadística del MICTI, se puede calcular el precio CIF Callao en dólares del cloruro de

(20) Lowenheim F. y Moran M.... Industrial Chemicals .- New York John Wiley & Sons, 1975 .- p. 183

CUADRO N° 2-14

DEMANDA DEL PROYECTO

<u>AÑO</u>	<u>PERU</u> <u>TM</u>	<u>RESTO DEL</u> <u>GRAN</u> <u>TM</u>	<u>DEMANDA TOTAL</u> <u>DEL PROYECTO</u> <u>TM</u>
1981	1,647	4,230	5,877
1982	1,705	4,857	6,562
1983	1,762	5,240	7,002
1984	1,820	5,660	7,480
1985	1,878	6,116	7,994
1986	1,936	6,616	8,552
1987	1,993	7,070	9,063
1988	2,052	7,440	9,492
1989	2,110	7,808	9,918
1990	2,166	8,120	10,286

PRECIO (\$ US/Kg)

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

\$ 0.51/Kg

\$ US 0.21/19

\$ US 0.254/Kg Cloruro de Amonio
Témbico

GRAFICO No. 21

SERIE HISTORICA DE PRECIOS DEL
CLORURO DE AMONIO

Fuente: Chemical Marketing Reporter

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

AÑO

amonio de acuerdo a las empresas productoras de pilas secas.

	<u>Precio (CIF Callao)</u>
Compañía de Pilas y Linternas S.A.	\$ 0.22/Kg.
National Peruana S.A.	\$ 0.23/Kg.
Industrias Electroquímicas S.A.	\$ 0.25/Kg.

A este precio habría que añadirle los gastos de aduana y de transporte hacia la planta para encontrar el costo total del insumo para estas empresas; que sería alrededor de \$ 0.4 /Kg. de producto.

2.5.2. PRECIOS PROYECTADOS

Desde que hemos hablado de inexistencia de variaciones en el precio en los últimos diez años, debemos remontarnos varios años atrás. Lowenheim (21), muestra una serie histórica de precios de 1954 a 1974, que podría ser tomado como base para una proyección, ya que no es posible considerar el período 1954 - 1980 debido al brusco aumento en los precios experimentados en los años 1973 - 1974.

Utilizando dicha serie histórica, se obtiene que el precio del cloruro de amonio experimenta un crecimiento anual del 1.2 %, por ello el precio de \$ 0.55/Kg. al inicio del Proyecto, alcanzaría para 1990, \$ 0.62/Kg.

(21) Lowenheim F.... Op. cit. p. 185

Posibilidades de variación de precios podrían esperarse, si aparecieran nuevos usos para el cloruro de amonio que originen una mayor demanda de consideración, mientras tanto, el precio del producto no debe tener mayores cambios.

2.6. COMERCIALIZACION

2.6.1. CANALES DE DISTRIBUCION

Cuando se analizó la demanda, se pudo observar que las "grandes" empresas consumidoras, se abastecían del producto por importación directa, mientras que las pequeñas lo hacían por intermedio de un distribuidor de productos químicos. Esta figura se repite en forma análoga en el Grupo Andino. La introducción de nuestra oferta en el mercado no tiene porque variar la estructura de comercialización, en ese caso, las ventas a las grandes empresas se harán por canales directos, mientras que para las pequeñas serán abastecidas a través de un intermediario minorista, es decir el canal en este caso sería productor-minorista-consumidor.

Hay que considerar que la cercanía del productor al consumidor va dar origen a una variación en la política de compras de las industrias consumidoras, debido a que no requieren de un stock de la proporción actual. Por ello sus compras serán continuas con un espaciamento menor al observado en el análisis de la demanda. Con la finalidad de

no asumir los costos de almacenamiento y de descapitalización, la empresa debe introducir dentro de su política de ventas, una cantidad mínima por vez.

2.6.2. PRESENTACION DEL PRODUCTO

Este acápite requeriría un estudio detallado si el producto producido fuera un bien de consumo, pero tratándose de un bien intermedio, las exigencias del envase, vienen dadas por las especificaciones técnicas del producto, que deben ser alcanzadas, a pesar de períodos de almacenamiento largos. Además debe considerarse la naturaleza corrosiva del producto para ciertos materiales.

Teniendo en cuenta el carácter higroscópico del cloruro de amonio, el envase debe ser hermético e impermeable y por sus características corrosivas deben eliminarse los materiales metálicos. Por ello el envase más adecuado es un plástico poco absorbente como el polietileno usado para el envasado de urea.

2.6.3. PROMOCION

Cuando se presenta un nuevo producto al mercado, la promoción debe ser bastante agresiva, de manera de hacerse conocido en un lapso corto y alcanzar un mercado estable.

En el caso del cloruro de amonio, la promoción inicial ha de ser fuerte. Tomando contacto directo con las empresas consumidoras, enviándoles muestras y certificados de calidad del producto de diferentes laboratorios de manera de obtener su confianza. Luego el mantenimiento de las especificaciones a través del tiempo o intercambiando ideas sobre el producto, se puede conseguir una continuidad en las ventas.

Debe tenerse en cuenta que las más grandes empresas consumidoras son subsidiarias de empresas extranjeras, por tanto además de una promoción comercial, se debe también realizar una promoción política del producto, de manera de llegar a acuerdos satisfactorios.

CAPITULO III

LOCALIZACION Y TAMAÑO DE PLANTA

3.1 LOCALIZACION DE PLANTA

El problema de la localización de planta puede definirse como la determinación de aquel lugar que, considerados todos los factores, ocasionaría el costo mínimo, entregado al cliente, del producto por fabricarse. Según Merims (22), la selección del lugar para la erección de una planta es fundamentalmente una cuestión de economía; esta consideración ha llevado a un desarrollo de los criterios de localización de planta paralelo al avance de la teoría económica.

Inicialmente se optó por el lugar que ocasionaba el menor costo de producción, posteriormente, se tomó la cercanía de los mercados como factor esencial, luego apareció el criterio de maximización de utilidades como el más importante en la selección del lugar hasta llegar a la teoría actual del menor costo al cliente.

Pero una teoría general de localización puede ser de poco valor cuando se trata de resolver un problema concreto y específico en el mundo real, cada tipo de planta posee diferentes factores y cada uno con distinto peso en el costo de producción, en el costo de venta y en el costo del producto para el cliente.

El cloruro de amonio es un bien intermedio que encuentra en la industria bá-

(22) MERIMS, Robert... Consideraciones sobre la localización y el lugar de la planta. México, Comp. Ed. Continental, S.A., 1970 - p.115

sica al proveedor de materia prima y en la industria manufacturera al consumidor del producto. Estas características tienden a situar una planta de cloruro de amonio en zonas industrializadas que ofrezcan facilidades para abastecerse de materia prima y donde estén ubicadas las industrias consumidoras.

En el presente proyecto se ha considerado un proceso de fabricación en el cual el costo de materia prima tiene una fuerte incidencia en el costo del producto, siendo adicionalmente altos los costos de transporte de las sustancias iniciales por las dificultades que encierra su manipulación. El producto, en cambio, es un sólido cristalino de densidad 1.5 gr / cm^3 , que salvo la necesidad de no estar expuesto al medio ambiente, no soporta exigencias para su transporte.

Partiendo de los hechos anteriores, se han seleccionado tres localidades alternativas, que presentan como común característica la cercanía a alguna de las materias primas (amoníaco y cloruro de hidrógeno).

Los lugares alternativos considerados con los siguientes :

Talara por su cercanía a la planta de fertilizantes de Petroperú donde se produce amoníaco y urea.

Paramonga por encontrarse en esta localidad la planta de cloro-soda de la Sociedad Paramonga, Ltda., que tiene como productos, entre otros, cloro gaseoso y ácido clorhídrico al 34 %.

Callao-Ventanilla, donde están localizadas la planta de Fertilizantes Sintéticos, S.A. (FERTISA), productora de amoníaco, y la planta de cloro-soda de Química del Pacífico, S.A.

La metodología utilizada para la selección de la alternativa será aquella basada en el método de factores ponderados. Para ello se han considerado ocho factores, los cuales serán analizados a continuación, teniendo en

cuenta las características peculiares de la planta.

3.1.1 DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

El proceso de fabricación requiere de dos sustancias químicas como materia prima : el amoníaco y el cloruro de hidrógeno o el ácido clorhídrico.

a. Amoníaco

El amoníaco requerido para la planta debe ser gaseoso y de alta pureza. En el mercado el amoníaco posee dos formas de venta. Una, como amoníaco licuado de alta pureza y envasado a presión de 150 psia y, otra, como solución acuosa de amoníaco; es decir, disuelto en agua en un 30 % en peso.

En el país existen tres plantas productoras de amoníaco, como puede verse en el cuadro N°3.1. La capacidad instalada total es de 401 toneladas anuales, las cuales son utilizadas parcialmente por dichas empresas para la obtención de abonos nitrogenados (sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea).

CUADRO N° 3.1

PLANTAS PRODUCTORAS DE AMONIACO EN EL PERU

<u>Empresa</u>	<u>Localidad</u>	<u>Capacidad</u>
Fertilizantes Sintéticos, S.A	Callao	80 TM/día
Petróleos del Perú	Talara	300 TM/día
Fertilizantes Nitrogenados Cachi mayo	Cuzco	21 TM/día
Total		401 TM/día

Fuente : Ministerio de Industria, Turismo e Integración

En la actualidad ninguna de ellas está utilizando a plenitud el amoníaco que producen, pero todas tienen planes de expansión futura con las cuales demandarían el uso de toda su capacidad.

Fertilizantes Sintéticos, S.A. (FERTISA), posee líneas de producción de sulfato de amonio (46 TM/día) y nitrato de amonio técnico (20 TM/día) y fertilizante (140 TM/día), para las cuales requiere teóricamente 51 TM/día de amoníaco, restándole un excedente vendible. En estos momentos la planta tiene problemas de ubicación por la proyectada ampliación del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" (1982-83), que exige el traslado de la empresa a otra zona. Los directivos de la firma ya han estudiado el problema, teniendo planeado reubicarse en un terreno a 15 km más al norte de su situación actual, donde piensan montar instalaciones nuevas, con tamaños mayores y en el cual se considera la posibilidad de importar amoníaco licuado en una primera etapa, habiendo determinado una capacidad de almacenamiento de 50,000 TM.

Petróleos del Perú tiene en Talara su planta de fertilizantes donde obtiene como producto final la urea. El amoníaco es un producto intermedio, que según los cálculos iniciales debería ser consumido íntegramente por la planta de urea. La crisis que afecta a la economía nacional incluye también al sector agrícola y hoy en día el consumo de fertilizantes es muy por debajo de los niveles requeridos por el suelo. El bajo consumo de urea origina que actualmente la planta tenga un excedente de 10,000 toneladas anuales de amoníaco, ocasionándole un verdadero problema, toda vez que su capacidad de almacenamiento es de 1,500 TM solamente. Es por ello que Petroperú está exportando amoníaco y propone precios promocionales para incrementar la compra. Según conversaciones con los directi-

vos de la empresa, se espera que ésta sea una situación transitoria y que para el bienio 1983-1984 se reestablezcan los normales niveles de consumo.

La última empresa productora de amoníaco, Fertilizantes Nitrogenados Cachimayo, ha estado detenida por problemas económicos que está a punto de superar, y tiene en proyecto la instalación de una planta de nitrato de amonio técnico. Por el momento no constituye una fuente de aprovisionamiento de amoníaco.

Dentro del Proyecto Majes de Arequipa también existe el estudio de factibilidad para la instalación de una planta de nitrato de amonio técnico que incluye la obtención de amoníaco. Lamentablemente el nivel de avance del estudio es poco significativo como para ser considerado como posible proveedor a corto plazo.

Apreciando el contexto, se puede determinar que la disponibilidad del amoníaco estaría asegurada en los dos primeros años por FERTISA y por PETROPERU con sus respectivas plantas y, luego, por la primera solamente con el amoníaco que importaría inicialmente y posteriormente con su propia producción.

El amoníaco licuado demandado es almacenado por lo general en esferas metálicas tipo Horton. El transporte es realizado en cilindros de acero de 68 kg. o en camiones-tanque de 28 toneladas a presión. Esto conlleva a altos costos de flete y almacenamiento, tomándose en uno de los factores prioritarios de determinación de la localización.

La selección de Callao o Talara tiene muy buenas posibilidades de aprovisionamiento de amoníaco sin elevar los costos por fletes y almacenamiento, en cambio en Paramonga la planta se

vería obligada a trasladar el amoníaco desde Lima.

b. Acido Clorhídrico

En realidad la materia prima original para el proceso seleccionado es el cloruro de hidrógeno gaseoso, pero bajo esta forma no se expende en el país. Adicionalmente, la adaptación de las instalaciones actuales para obtener como producto el cloruro de hidrógeno, no es factible debido a las características explosivas de la reacción que le da origen y, por otro lado, la poca maniobrabilidad de los materiales que conforman las instalaciones.

El ácido clorhídrico es obtenido al 33.8 % de composición en peso, por absorción con agua del cloruro de hidrógeno producido de la reacción del cloro con el hidrógeno en hornos de carbate.

La producción está centralizada en las plantas de cloro-alcali del país. En el Cuadro N° 3.2 figuran las dos empresas productoras de ácido clorhídrico en el país.

CUADRO N° 3.2

PLANTAS PRODUCTORAS DE ACIDO CLORHIDRICO
EN EL PERU

<u>Empresa</u>	<u>Localidad</u>	<u>Capacidad de Producción de Cloro</u>
Química del Pacífico, S.A.	Callao	21,700 TM / año
Sociedad Paramonga, Ltda.	Paramonga	<u>38,800</u> TM / año
Total		60,500 TM / año

Fuente : Ministerio de Industria, Turismo e Integración

Los excedentes de cloro en el país constituyen un problema de contaminación sin solución desde hace varios años, debido al poco desarrollo de la industria de los derivados del cloro, que obliga a echar al mar 36,000 toneladas anuales de cloro, luego de ser diluido. El incremento de consumo de cloro y de ácido clorhídrico, su primer derivado, se irán incrementando poco a poco, pero por el momento no existe en construcción ninguna planta que pueda utilizarlo en cantidades significativas. Por ende, no existe dificultad para obtener el ácido clorhídrico en el país para los próximos años.

El ácido clorhídrico es transportado en carros-tanque de fierro, revestidos con jebe y el costo del flete no es tan alto como en el caso del amoníaco licuado; por tanto, el peso que tiene en la selección de la localización es inferior, pero no por ello poco determinante.

Callao y Paramonga tienen una mayor disposición con respecto al ácido clorhídrico por contar en sus inmediaciones con empresas productoras, en cambio en Talara la planta se vería obligada a llevar el ácido desde Paramonga.

3.1.2 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS INDUSTRIALES

a. Agua

En la zona de Paramonga existe solamente agua de pozo, pero el suministro no es todo el año. La disponibilidad está garantizada sólo para 7 meses del año. Si se pensara en otra posibilidad de suministro tal como el río Fortaleza, no es tan cierta, ya que su caudal es bajo.

En Callao, en la zona de Ventanilla, no se cuenta con servicio

público de agua. Todas las fábricas existentes en dicha ubicación poseen pozos para abastecerse de agua subterránea, pero el nivel de la napa freática no es mayor de 10 metros.

Talara adolece de agua, encontrándose en una zona desértica. Existe necesidad de instalar pozos de agua, pero en este caso el nivel de la napa de agua alcanza de 100 a 200 metros de profundidad.

b. Energía Eléctrica

En estos momentos en la zona de Paramonga se puede decir que no existe disponibilidad de energía eléctrica. Como una planta integrada a la Sociedad Paramonga Ltda. se podría tener disponibilidad, ya que esta empresa cuenta con un suministro promedio de 45,000 kw.

El río Pativilca a su paso por la zona de Cohua permite contar con 40,000 kw. de allí una conexión (138,000 volt) hasta la subestación de Paramonga donde se halla una disponibilidad de 23,000 kw.

Para la zona de Ventanilla con la interconexión de la energía producida por la Hidroeléctrica de Mantaro, las necesidades de fluido eléctrico estarían cubiertas hasta el año 1985. En la autopista Callao-Ventanilla existe una línea de alta tensión de 10 kv y existe al lado de la planta de Química del Pacífico un centro de transformación de 60 kv que atiende los requerimientos de las fábricas de la zona.

Talara enfrenta problemas de abastecimiento de energía eléctrica, por lo que no se puede considerar disponible.

c. Combustible

En Ventanilla, Paramonga y Talara existe disponibilidad de combustible; la única diferencia estaría en el precio, ya que en Talara el petróleo posee un menor costo.

3.1.3 DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

En cuanto a mano de obra no calificada, las tres localidades ofrecen similar disponibilidad, pero no así en mano de obra calificada y altamente calificada, ya que en la zona de Ventanilla por la cercanía a Lima ofrece mayor posibilidades de obtenerla, a diferencia de Paramonga y Talara que es muy escasa.

En lo que refiere a salario, Talara y Paramonga poseen salarios mínimos inferiores a aquellos de Lima, pero por política salarial de la firma se consideraría igualdad de salarios para cualquier localidad.

3.1.4 DISTANCIA A LOS CENTROS DE CONSUMO

Se apreció en el capítulo sobre el estudio de mercado que las principales empresas consumidoras se ubican en Lima, salvo Centromín que se encuentra en La Oroya.

Por la cercanía a los centros de consumo, Ventanilla es óptima como localización; Paramonga se colocaría en segundo lugar y, luego, Talara por ser la más alejada.

3.1.5 MEDIOS DE TRANSPORTE

En este rubro los tres lugares se encuentran en análogas condiciones, ya que poseen vías de comunicación de acceso, tanto hacia los luga-

res de consumo, como hacia los lugares de producción de materia prima. Si en algún momento se requiera importar alguna de las materias primas, las tres localidades poseen instalaciones portuarias que facilitarían el manipuleo de las sustancias.

3.1.6 AREA Y DISPONIBILIDAD DE TERRENO

En la zona de Paramonga no existe disponibilidad de terreno, ya que toda el área existente está cooperativizada y la Ley de Reforma Agraria impide la venta de tierras de la cooperativa.

En Ventanilla existen terrenos disponibles en las cercanías de Química del Pacífico (QUIMPAC). Debe considerarse también que el Banco Industrial del Perú posee en estudio la implementación de un parque industrial en la zona de Oquendo; es decir, frente a la planta de QUIMPAC.

En Talara existen terrenos disponibles cercanos a la planta de urea de Petroperú que podrían ser utilizados para la localización.

3.1.7 CONDICIONES CLIMATICAS Y AMBIENTALES

Paramonga posee un clima cálido y húmedo, a diferencia de Talara que tiene un clima tropical y seco. En Ventanilla existe una temperatura fresca durante todo el año, bajando en el invierno, alcanzando una humedad de 84 %.

En cuanto a la contaminación ambiental, la zona de Ventanilla es la más delicada, debido en primer lugar a la neblina que cubre la localidad en invierno, que no permite una disolución total de los gases efluentes y, por otro lado, el lugar constituye una zona industrial que concentra varias plantas químicas que eliminan sus desechos

líquidos al mar que se viene contaminando más año a año.

3.1.8 POLITICA DE DESARROLLO

Con la finalidad de incentivar el desarrollo industrial fuera de Lima, se ha puesto en marcha un plan de incentivación a través del Reglamento de la Ley de Industrias (D.L. 001-77 IC/DS, del 25/01/71), en el que se define como empresas industriales ubicadas fuera de Lima y Callao aquellas que se encuentran a más de 100 km. al sur o al norte y a más de 76 km al este, teniendo como punto de partida la Plaza de Armas de Lima.

En este caso Paramonga y Talara se verían beneficiadas por los incentivos de esta ley, en cambio Ventanilla no.

La planta de cloruro de amonio constituye una industria de segunda prioridad, por ser una industria de apoyo, productora de insumos para otras actividades productivas. En ese caso por descentralización adquiriría como privilegios la deducción del 6.5 % de la venta neta libre del impuesto a la renta; además de recibir un certificado de reintegro tributario (CERTEX) compensatorio, de poseer facilidades para la reinversión sin pago de impuesto a la renta y de acogerse a préstamos del Banco Industrial con tasas de interés inferiores a las normales en el mercado financiero.

3.1.9 CONCLUSIONES

Luego de realizar el análisis de todos los factores que inciden en la localización, se procedió a ponderar cada uno de ellos y, además, a calificarlo en cada alternativa. En el Cuadro N°3.3 se puede apreciar los resultados obtenidos.

La zona de Ventanilla es la más adecuada para la instalación de la

CUADRO N° 3.3

EVALUACION DE LA LOCALIZACION

<u>FACTOR</u>	<u>PESO RELATIVO</u>	<u>TALARA</u>		<u>PARAMONGA</u>		<u>CALLAO</u>	
		<u>Puntos</u>	<u>Ponderado</u>	<u>Puntos</u>	<u>Ponderado</u>	<u>Puntos</u>	<u>Ponderado</u>
DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA							
- Amoniaco	15	10	150	7	105	10	150
- Acido Clorhídrico	10	7	70	10	70	10	100
DISPONIBILIDAD DE SERV.INDUST.							
- Agua	10	7	70	7	70	9	90
- Energía Eléctrica	10	8	80	7	70	9	90
- Combustible	10	9	90	8	80	8	80
DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA	5	7	35	7	35	9	45
DISTANCIA A CENTRO DE CONSUMO	10	7	70	8	80	10	100
DISPONIBILIDAD DE TERRENO	7	8	56	4	28	8	56
CONDICIONES CLIMATICAS	5	8	40	8	40	7	35
POLITICA DE DESARROLLO	8	9	72	9	72	1	8
MEDIOS DE TRANSPORTE	10	8	80	8	80	8	80
Total	100		813		730		834

CALIFICATIVO

PUNTOS

Muy Bueno
Bueno
Regular
Malo

9-10
6-8
3-6
0-3

planta. Para realizar la microlocalización existen dos posibilidades una frente a Química del Pacífico en el proyectado Parque Industrial Oquendo y otro adyacente a la citada planta, como se puede ver en el Gráfico N°3.1

El precio del terreno en dicha zona es alrededor de S/. 5,000/m² existiendo varios terrenos en venta a lo largo de la carretera Lima-Ventanilla.

Datos históricos de las principales variables climáticas como temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial, como también velocidad y dirección de los vientos, nivel de la napa freática, curvas de isoconductividad del suelo, así como red de desagüe en la zona e infraestructura vial y eléctrica de la microzona pueden ser apreciados en el Anexo 3.

3.2 TAMAÑO DE PLANTA

3.2.1 TAMAÑO DE PLANTA VS. MERCADO

En el capítulo correspondiente al estudio de mercado, se obtuvo una demanda del proyecto en la Sub-región Andina, que en 1982 alcanza 4,800 TM/año hasta llegar a 8,420 TM/año en 1991. Si se considera la cantidad demandada al proyecto por el mercado nacional es en el primer año de 1,600 toneladas anuales y en el décimo año superaría las 2,100 TM/año.

El Grupo Andino como herramienta de integración se encuentra aún en sus inicios y posiciones políticas diferentes de sus países miembros no permite el crecimiento esperado en el intercambio comercial, más aún hoy en día que el pacto de integración atraviesa por un momento crítico. A pesar que las exportaciones del país a la Sub-

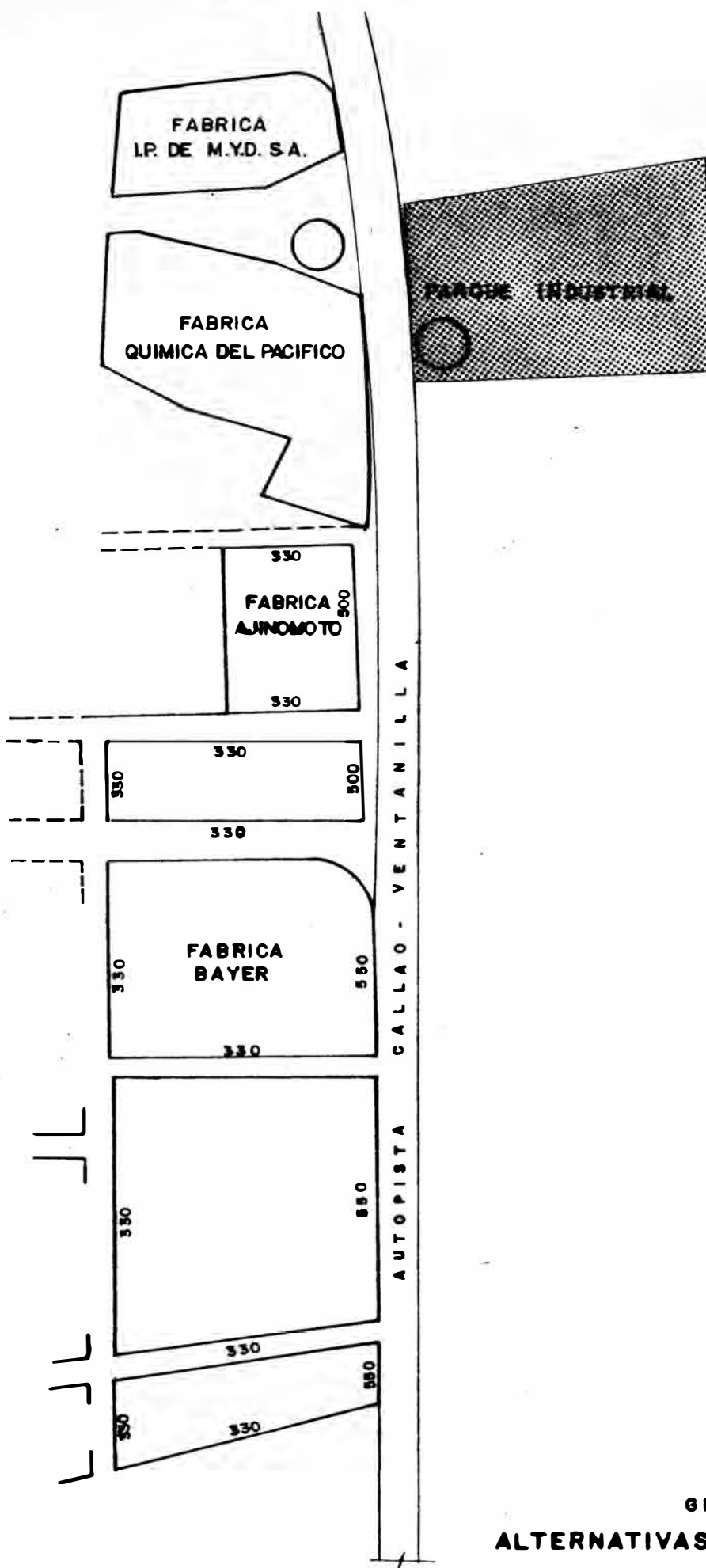


GRAFICO Nº 3.1
ALTERNATIVAS DE MICROLOCALIZACION
SELECCIONADAS

LEYENDA

○ ALTERNATIVA DE LOCALIZACION

■ EN PROYECTO

ESC. 1/10,000

región han aumentado en los últimos años (20% anual)(23), siendo los productos peruanos valorizados realmente, el mercado andino reporta inseguridades, debido a las cambiantes políticas de desarrollo que adoptan los países miembros. Los analistas de proyectos, ante esta incertidumbre del mercado, optan porque el porcentaje de venta de producto fuera del mercado nacional no sea mayoritario

El Japón, principal productor de cloruro de amonio, posee una política de ventas dinámica, con la cual consigue exportar igual cantidad de producto a la vendida en el propio país (24).

Tomando en cuenta estos criterios, consideramos que el tamaño de planta más adecuado, de acuerdo con el mercado, es aquel que cubre con un 50 % de su producción el mercado nacional. Siendo la demanda nacional para el quinto año de vida de la planta (1986) de algo más de 1,800 toneladas anuales; el tamaño recomendable de acuerdo con las condiciones del mercado es de 3,600 toneladas anuales o 12 TM/día.

3.2.2 TAMAÑO DE PLANTA VS. TECNOLOGIA

Todo proceso tecnológico impone un tamaño mínimo a partir del cual son económicamente convenientes. Normalmente algunos equipos como compresoras y bombas tienen en el mercado tamaños estandarizados que no permiten obtener tamaños arbitrarios de plantas industriales.

El proceso de neutralización directa seleccionada para la obtención

(23) JUNAC... Evaluación del Proceso de Integración 1969-1979 - Lima, JUNAC Marzo 1979 - p. 72

(24) SHOZABURO, Seki... Op. Cit. p.2

de cloruro de amonio es usado en el mundo en varias plantas. Según referencias obtenidas de la empresa hindú Fertilisero and Chemicals Travancore Ltd. (FACT), ella ha instalado en el mundo tres plantas y posee otra en etapa de construcción, como puede ser apreciado en el Cuadro N°3.4. De ellas la planta del Brasil fue inicialmente construida con una capacidad de 10 TM/día.

CUADRO N° 3.4.

PLANTAS DE CLORURO DE AMONIO CON TECNOLOGIA FACT

<u>Empresa</u>	<u>Lugar</u>	<u>Capacidad (TM/día)</u>
Fertilizers and Chemicals Travancore	Udyogamandal - India	50
Engelclor Industria Química, S.A	Río de Janeiro - Brasil	15
Kotmari, Ltd.	Madras - India	65
Bihar Caustic Chemicals, Ltd.	Palamau - India	80 *

* En construcción

En cuanto a la relación tamaño de la planta con el costo de los equipos, de acuerdo con dos cotizaciones para diferentes tamaños se tiene la siguiente información :

- Planta de 80 TM/día de capacidad reporta un costo de 1'800,000 \$ US
- Planta de 10 TM/día de capacidad reporta un costo de 550,000 \$ US

Si calculamos el exponente que relaciona la razón de ambos tamaños con la razón de ambos costos, se obtiene un valor de 0.54, inferior

al valor de 0.6 universalmente usado, que indica que el costo se reduce aún más conforme se incrementa la capacidad de la planta.

3.2.3 TAMAÑO DE PLANTA VS. RECURSOS PRODUCTIVOS

En la mayoría de los casos, el incremento del tamaño del equipo permite una utilización más racional de los recursos productivos. En el caso del proceso de neutralización directa los requerimientos de recursos no varían con el aumento o la disminución del tamaño, debido a la naturaleza de la reacción que posee alta eficiencia, de acuerdo al mantenimiento de una relación de ingreso de materias primas constante.

Las necesidades de servicios industriales como vapor, agua y corriente eléctrica varían casi linealmente con el tamaño de la planta, por lo que no inciden mayormente en el cálculo de la capacidad más apropiada.

3.2.4 CONCLUSIONES

Resumiendo lo hasta ahora expuesto, se tiene que el tamaño de planta mínimo de acuerdo a la tecnología por utilizar es de 10 TM/día, el aumento del tamaño permite una disminución en la inversión debido a un factor exponencial de 0.54. Es decir que la tecnología propone un tamaño de 10 TM/día o más, y mientras mayor mejor. Pero por otro lado el mercado restringe el límite a un tamaño de 12 TM/día como máximo.

Para el cumplimiento de estas dos condiciones, el tamaño recomendado sería de 12 TM/día o de 3,600 toneladas anuales.

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. PRODUCTO

El cloruro de amonio de uso en la industria de la pila seca es una sal cristalina, de color blanco, higroscópica con una gravedad específica de 1.526 a 20°C, altamente soluble en agua y muy poco en solventes orgánicos como el alcohol etílico y el isopropanol.

El proceso que se ha de seleccionar, producirá el cloruro de amonio de alto contenido (99.5%) y con pequeñas impurezas de metales. El tamaño medio de partícula del producto será de 0.246 mm (malla 60 Tyler).

Este cloruro de amonio seco, de baja humedad (máximo 0.5%), tiende a absorber agua, que disuelve las capas externas del cristal. La solución formada separa los iones, cloruro y amonio, siendo este último que en forma de amoniaco pasa a estado vapor; quedando así el ión cloruro en exceso. La elevada reactividad de éste hace que el cloruro de amonio interactue bastante con metales, produciendo en la mayoría de casos corrosión en los equipos metálicos. De allí que el cloruro de amonio debe estar en un almacenamiento hermético, de manera de no absorber agua y evitar la vaporización del amoniaco y en recipientes de caucho, plomo, aleaciones de níquel (hastelloy, durimet, clorhimet), ladrillos químico-resistentes o piedra.

El cloruro de amonio es un electrolito fuerte y como tal origina elevación del punto de ebullición y disminución del punto de fusión de los solventes en que ingresa en solución. Así para el agua a presión atmosférica, eleva en 15.6°C el punto de ebullición. Comparado con los otros electrolitos, posee menor densidad, así mientras el cloruro de amonio reporta un valor de 1.526 para su gravedad específica para el cloruro de potasio es 1.988, para el cloruro de litio es 2.068, para el cloruro de sodio es 2.163 y para el cloruro de zinc es 2.91. Con respecto al punto de fusión conjuntamente con el cloruro de zinc poseen los valores más bajos, 283°C para éste mientras que el cloruro de amonio es 350°C . De allí que es común encontrarlos juntos, como fundentes en procesos de fundición y recuperación electrolítica en caliente.

Entre los haluros de amonio, el cloruro es el que posee mayor presión de vapor a condiciones normales. El cloruro de amonio sublima a 338°C , en cambio el bromuro de amonio lo hace a 395°C y el yoduro de amonio a 405°C . Esto hace que la obtención del cloruro de amonio de pureza 99.99% sea conseguida por sublimación.

Su aspecto externo es variable dependiendo de la forma en que se lleva a cabo su cristalización, pudiéndosele apreciar en forma de cristales puntiagudos, dentríticos y algunas veces con un aspecto granular.

4.2. PROGRAMA DE PRODUCCION

El programa de producción de cualquier planta viene normado por requerimientos o limitaciones de orden técnico y de orden económico-comercial.

En lo que refiere a las limitaciones de orden técnico, cada proceso de producción reporta una capacidad máxima que no siempre es cumplida en la práctica, por ineficiencia en los equipos o en la manipulación de éstos. Además al inicio de la producción no se alcanza las especificaciones buscadas y en los primeros años (el número depende de la complejidad del proceso) no es posible producir a plena capacidad.

Para el caso del proyecto se ha planteado una capacidad de producción de 12 TM/día y para considerar las ineficiencias propias de la planta se ha tomado el año como formado por 300 días, así se considera una producción de 3,600 TM/año. Siendo la operación de la planta de una dificultad relativamente medida, salvo en el caso del reactor, los procesos y operaciones son comunes, se espera que tan solo en el primer año se alcance una producción inferior a aquella de 3,600 TM/año en un 80%, es decir de 2,880 TM/año.

Las exigencias o limitaciones de orden económico-comercial, vienen dadas por el tamaño del mercado y el programa de ventas por un lado y por otro la disponibilidad de recursos financieros que permitan lograr las metas propuestas.

Se ha podido comprobar en el estudio de mercado que la demanda insatisfecha de la zona en estudio supera ampliamente la producción

oferta que ofrecerá la planta. Se espera por ello, que no existan limitaciones en la producción, ya que la producción será totalmente vendida.

Adicionalmente se debe considerar que en el primer año, de acuerdo a la política de inventarios de la empresa, parte de la producción, se utilizará para cubrir el inventario de productos terminados, que será de un mes de producción, es decir, 300 TM (3,600/12).

De acuerdo al cronograma de inversiones y programa de financiamiento, por otro lado, se espera que no exista ninguna limitación a causa de falta de recursos económico-financieros, por tanto el programa de producción no se debe ver afectada.

En el Cuadro N° 4.1. se muestra el programa de producción propuesto para la planta.

CUADRO N° 4.1.

PROGRAMA DE PRODUCCION

<u>Año</u>	<u>Producción TM</u>	<u>Inventario de Productos Terminados TM</u>
1	2880	360
2	3600	360
3	3600	360
4	3600	360

5	3600	360
6	3600	360
7	3600	360
8	3600	360
9	3600	360
10	3600	-

4.3. PROCESO DE PRODUCCION

4.3.1. PROCESOS ALTERNATIVOS

Existen tres procesos tecnológicos para la producción de cloruro de amonio, conocidos comercialmente, y con los cuales se encuentran trabajando varias plantas en el mundo.

Los procesos tecnológicos para la fabricación de cloruro de amonio son los siguientes :

- El Proceso de doble descomposición
- El Proceso de las dos sales
- El Proceso de neutralización directa

4.3.1.1 Proceso de Doble Descomposición

También llamado de doble desplazamiento, es quizás el método más antiguo conocido para la obtención del cloruro de amonio y es también el proceso que utilizan las plantas productoras del país.

La base del proceso, es la reacción de una sal de amonio con un cloruro, de manera de dar el cloruro de amonio y otra sal como subproducto. Los reactantes más comunes en este proceso son el sulfato de amonio ($\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$) y la sal común (ClNa), originando la siguiente reacción :



El método consiste de la adición de sulfato de amonio y sal común, está con un exceso del 5% a una solución de sulfato de amonio, seguido por un calentamiento hasta 110°C con agitación por varias horas según algunos autores (25) y según otros por espacio de una hora (26). Luego el barro resultante es inmediatamente filtrado o centrifugado para separar el sulfato de sodio, con una pureza de alrededor del 96%, como cristales mientras que en solución se mantiene el cloruro de amonio. Esta solución que contiene también algo de sulfato de sodio y cloruro de sodio es enfriado hasta 40°C en tanques revestidos de plomo por contacto con aire frío o sino ingresa a cristalizadores continuos de vacío recubiertos con caucho sintético. Por último los cristales son conducidos a secadores " flash ", obteniéndose un producto normalmente de pequeño tamaño de partícula. En la Figura N° 4.1., puede observarse el diagrama de flujo del proceso.

(25) New Unido... Fertilizer Manual .- New York, Unido, 1969 .- p. 121

(26) Bamforth, A.... Op. cit. p. 72

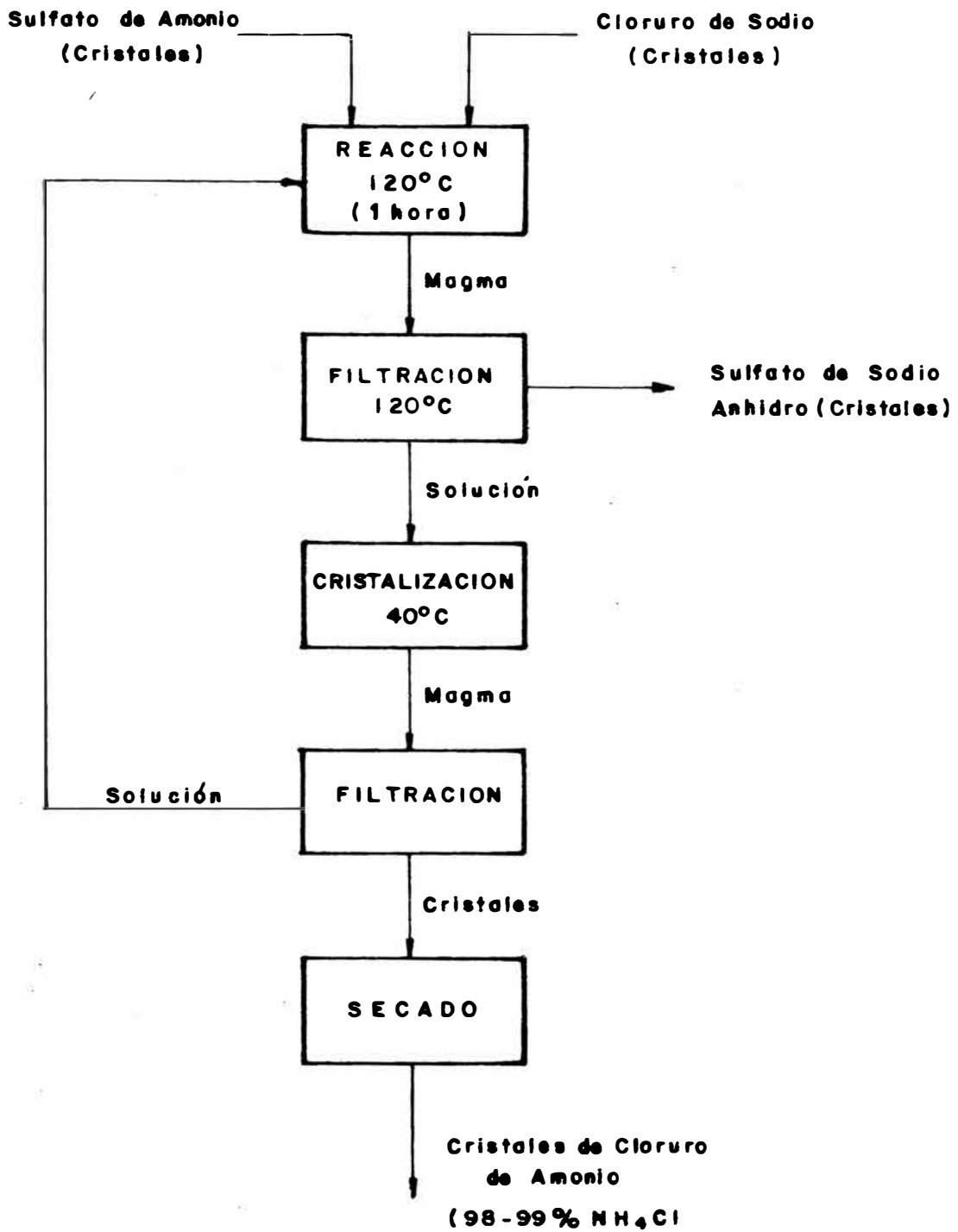
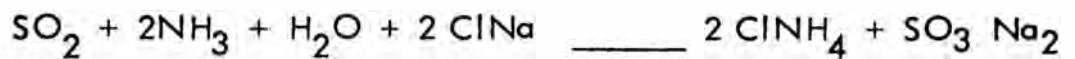


FIGURA Nº 4.1
 PROCESO DE DOBLE DESCOMPOSICION
 DIAGRAMA DE FLUJO

Existe un método similar al anterior, con cierta divergencia que consiste en la reacción de gas sulfuroso con amoniaco y salmuera, que es la siguiente :



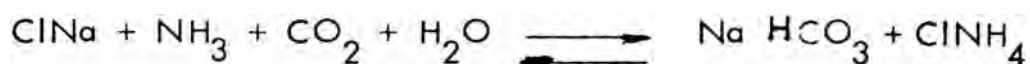
En este caso el amoniaco y el anhídrido sulfuroso son añadidos a una solución de sal común, con un exceso del gas sulfuroso en un 2%, el cual es reducido a un 1% cuando la reacción alcanza el equilibrio. Cuando la temperatura alcanza 60°C, el sulfato de sodio precipita, siendo centrifugado a dicha temperatura, luego lavado y secado. El licor madre con cloruro de amonio es concentrado, cristalizado y centrifugado para obtener un producto de alta pureza después del lavado y secado de los cristales.

4.3.1.2 Proceso de las Dos Sales

También denominado proceso Solvay modificado, es usado principalmente en los países, como Japón donde la sal común es importada y debe ser aprovechada al máximo en el proceso Solvay de fabricación del carbonato de sodio.

Este proceso patentado por la empresa japonesa Asahi Glass Company Ltd., a partir de la modificación del proceso de obtención de carbonato de sodio. En el proceso Solvay una solución amoniacal con cerca de 30% de cloruro de sodio es tratada con dióxido de carbono en grandes torres de absorción

para dar bicarbonato de amonio. La adición de sal común o cloruro de sodio produce bicarbonato de sodio (Na HCO_3) y cloruro de amonio, según la reacción :



El bicarbonato de sodio es separado por centrifugación y es luego calcinado para dar carbonato de sodio y dióxido de carbono, el cual es reciclado. El licor madre, después de la separación de bicarbonato de sodio, es reaccionado con lechada de cal para recuperar amoniaco que es usado nueva mente en el proceso. Por tanto el amoniaco no es una materia prima para el procedimiento, sino que solo es añadido en pequeñas cantidades como reposición de las pérdidas.

En el proceso Asahi Glass, el amoniaco es disuelto en la solución de bicarbonato de amonio obtenido de la separación del bicarbonato de sodio proveniente del barro que se produce en las torres de bicarbonatación, las cuales son totalmente similares a aquellas usadas en el convencional proceso Solvay.

La cantidad total de amoniaco necesaria para el proceso global es añadido en esta etapa; que es la principal modifica-ción del proceso, desde que ésta previene la co-deposición de bicarbonato de sodio en la subsecuente etapa de precipitación de cloruro de amonio.

La solución amoniacal obtenida por la adición de amoníaco a la solución de bicarbonato de amonio es enfriada de 0° a 25°C , y la sal común es añadida en forma sólida. La sal disuelta, y el cloruro de amonio que precipita es filtrado y secado. El líquido obtenido de la filtración (Ver Figura N° 4.2.) es calentado por intercambio de calor con la solución sólida de las torres de absorción de amoníaco y enviada luego a las torres de carbonatación, donde el dióxido de carbono (CO_2) es añadido.

La filtración separa bicarbonato de sodio, el cual es calcinado a carbonato de sodio, siendo el CO_2 obtenido reciclado.

A diferencia del proceso Solvay, éste requiere equipo para lavar la sal sólida y para la producción de cloruro de amonio, cristalizadores, filtros, secadores y equipo de enfriamiento.

Además, el amoníaco debe ser proporcionado, quizás por la misma fuente que proporciona el dióxido de carbono para la bicarbonatación.

Ya que el licor madre es circulado, es necesario dar especial atención al balance de agua sobre todo el sistema. Un control exigente es realizado en el agua de lavado proveniente de la purificación del cloruro de amonio y bicarbonato de sodio.

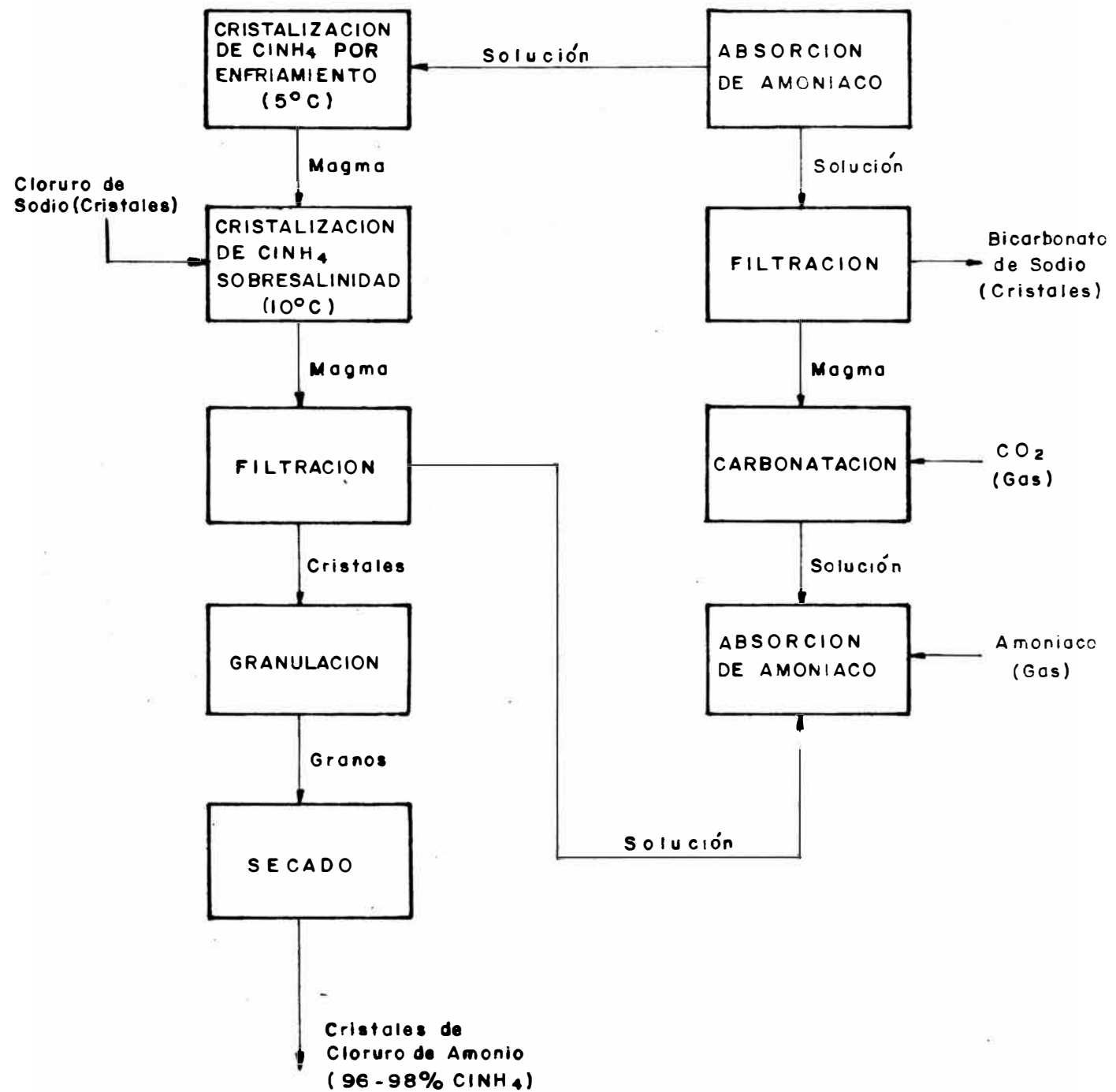


FIGURA N° 4.2
 PROCESO DE LAS DOS SALES
 DIAGRAMA DE FLUJO

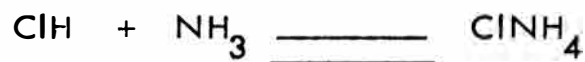
Considerando que el cloruro de amonio es corrosivo, el material de construcción para el equipo de proceso sería de acero recubierto de caucho o de plásticos especiales.

El producto obtenido contiene de 96 a 98% de cloruro de amonio y 0.7 a 1.5% de cloruro de sodio, más pequeñas impurezas de calcio, magnesio, hierro y aluminio.

4.3.1.3 Proceso de Neutralización Directa

Conocido además como el proceso de reacción directa, es un método mayormente empleado por países con excedentes de cloro, debido al requerimiento de usar ácido clorhídrico en el proceso.

Como puede apreciarse en el diagrama de flujo de la Figura N° 4.3., el proceso se inicia con la reacción de cloruro de hidrógeno gaseoso disuelto en aire (20% en volumen), con amoníaco también en estado gaseoso, que son absorbidos y reaccionados en un licor madre formado por solución saturada de cloruro de amonio, en un reactor de acero recubierto por caucho sintético, de acuerdo a la reacción.



La reacción transcurre a 80°C de temperatura y a una presión de 400 mm de Hg., el cloruro de amonio formado sobresaatura la solución, precipitando en el mismo reactor.

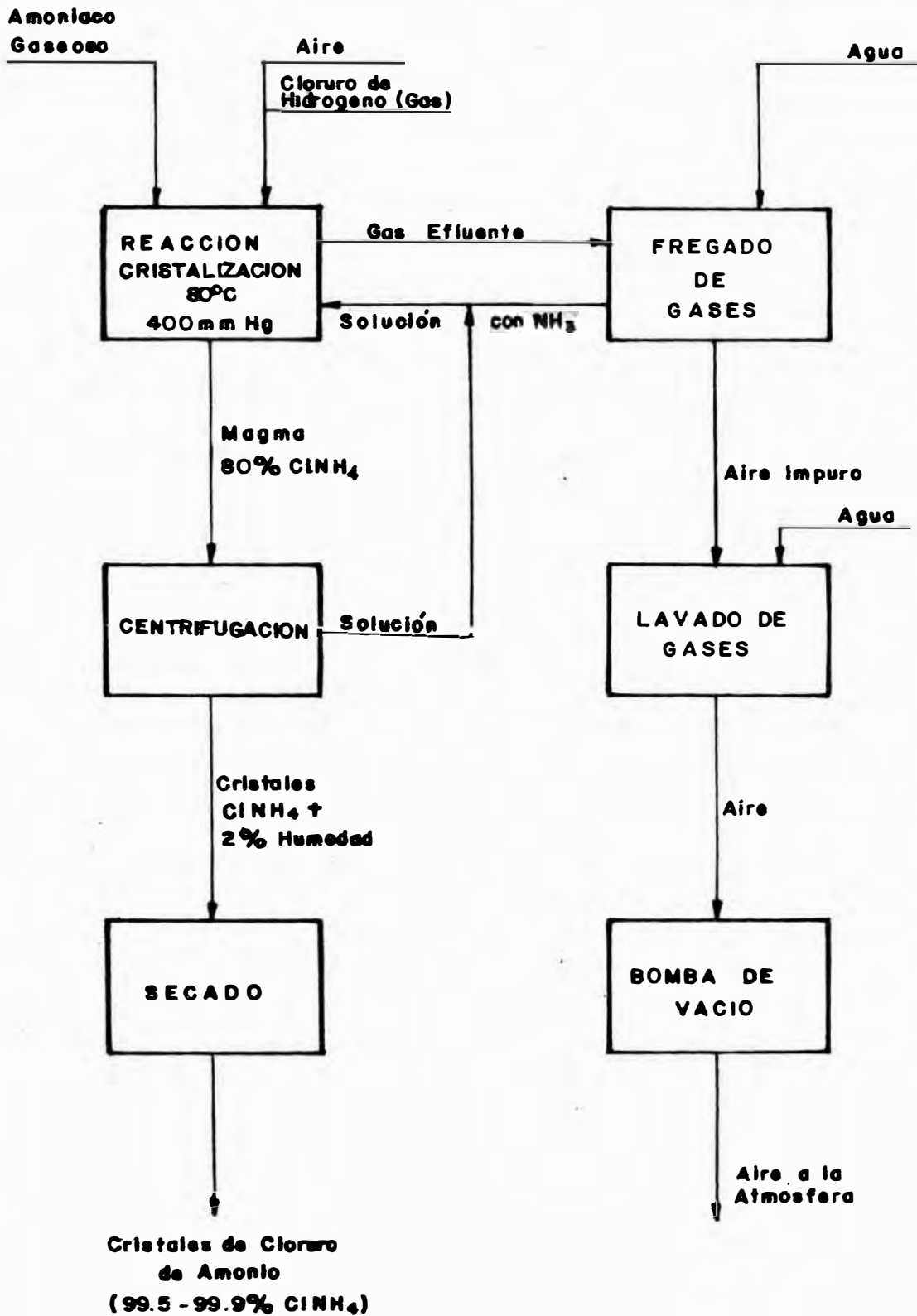


FIGURA Nº 4.3

PROCESO DE NEUTRALIZACION DIRECTA
DIAGRAMA DE FLUJO

El barro formado por cristales del producto en un 80% en agua, es alimentado a una centrífuga de donde resulta un cloruro de amonio con 2% de agua, que luego es llevado a un secador "flash," obteniéndose un producto con una humedad inferior al 01%. La solución separada de la centrífuga es reciclada hacia el reactor, via un tanque de licor madre que lo alimenta continuamente.

Los gases emergentes del reactor atraviezan un lavador de gases, en el cual son absorbidos con agua, en especial el amoniaco excedente. La solución obtenida es alimentada al tanque de licor madre, mientras que los gases libres de amoniaco son pasados por una nueva torre lavadora antes de ser enviados a la atmósfera por una bomba de vacio.

El cloruro de amonio producido es de extraordinaria pureza, habiendo superado las especificaciones de la industria farmacéutica británica.

4.3.2. SELECCION DEL PROCESO

En la selección del proceso, es común apreciar la factibilidad global de cada proceso de acuerdo a las forzantes del mercado, a las exigencias técnicas y a la condición económico financiera que envuelve el proceso.

Considerando el tamaño determinado, de 12 TM/día, las cantidades de material y los montos de inversión quedan es tablecidos y permiten visualizar las ventajas y desventajas de cada proceso.

Pero en algunos casos una alternativa puede ser eliminada por no cumplir con algún requerimiento que la torna poco factible.

El mercado, como se ha podido comprobar, se encuentra claramente definido, conociéndose ya la cantidad, el precio y las especificaciones que debe cumplir la producción, para que sea vendida. Se necesita una producción de 3,600 toneladas anuales, que sean ofertadas a US\$ 400/tonelada y con las especificaciones del producto exigidas para la fabricación de la pila seca (apreciadas en el Capítulo II.).

Técnicamente se debe comprobar que las operaciones y los procesos unitarios propuestos cumplan con la transformación necesitada y además posean un tiempo de vida aceptable, comercialmente hablando. En la fabricación del cloruro de amonio en cada uno de los procesos se repiten operaciones similares como son reacción, cristalización, filtración o centrifugación, lavado y secado, con diferencias en las condiciones de temperatura, presión y concentración que determinan materiales de construcción y dimensiones de los equipos distintos.

El monto de la inversión en activos fijos y capital de trabajo se verán afectados por estas condiciones del equipo y del proceso, y estas determinarán rentabilidades diferentes, que definirían el proceso más adecuado.

El proceso de doble descomposición por reacción de sulfato de amonio y cloruro de sodio, es actualmente utilizado por las plantas de cloruro de amonio en funcionamiento en el país. El método aparentemente es sencillo, pero el hecho de trabajar con cuatro sales diferentes cada una, con un sistema de cristalización propio, envuelve problemas en la operación de cristalización. La separación del sulfato de sodio por filtración en caliente (120°C) no es completa y la solución de cloruro de amonio procedente del filtrado contiene sulfato y cloruro de sodio. Además el sulfato de amonio como el cloruro de sodio de venta en el mercado, posee como impurezas óxidos y cloruros de hierro y metales pesados, que difícilmente son eliminados en el proceso, terminando el producto con pequeñas cantidades de ellos.

El cloruro de amonio obtenido en esta forma no es aceptado por la industria de la pila seca, precisamente por el contenido de metales, que tampoco pueden ser eliminados por sucesivas cristalizaciones.

El proceso de las dos sales o Solvay modificado es factible siempre que el mercado requiera también carbonato de sodio, el otro producto. En el país existe una demanda insatisfecha de carbonato de sodio de 100,000 toneladas anuales, que piensan ser cubiertas por una planta a instalarse en Huacho. La implementación del proceso Solvay modificado llevaría a producir similar cantidad de cloruro de amonio (101,000 TM/año), que sobraría en mucho la

demanda subregional (6,000 TM/año). Por otro lado, el proceso demandaría 320,000 toneladas anuales (1,070 TM/día) de amoníaco, cantidad que no se encontraría en el país.

Reducido el problema de evaluación del proceso, a consideraciones del mercado, el método se vuelve impracticable en el país.

El proceso de neutralización directa de acuerdo a informaciones recibidas (27) de una de las compañías poseedoras de la tecnología y datos de una referencia independiente (28) permiten apreciar en el Cuadro N° 4.1., que las especificaciones del producto cumplen con las normas exigidas para la fabricación de la pila seca.

-
- (27) FEDO... Project Profile Ammonium Chloride Plant.- India, FEDO-FACT, 1980.- Anexo I p.3
- (28) ONUDI... Process Technologies for Nitrogen Fertilizers.- New York, ONUDI, 1975.- p. 30

CUADRO N° 4.2.PROCESO DE NEUTRALIZACION DIRECTAESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Cloruro de amonio	(NH ₄ Cl)	min	99.5	%
Agua	(H ₂ O)	max	0.5	%
Hierro	(Fe)	max	0.01	%
Materia insoluble en agua		max	0.1	%
Metales pesados (como Pb) ppm		max	Nulo	
Arsénico (como As ₂ O ₃) ppm			Nulo	

La pureza del producto es el resultado de la utilización de las materias primas en estado gaseoso, tanto el amoníaco gas, como el cloruro de hidrógeno ingresan con impurezas que son inertes para el proceso.

El hecho de ingresar como gases, también, permite que las cantidades requeridas de amoníaco y cloruro de hidrógeno no introduzcan agua innecesaria al proceso como ocurriría si ingresaran en solución. Así las dimensiones de los equipos son minimizadas, pero a costa de una mayor dificultad al manipular gases y no tratar con soluciones.

Técnicamente las operaciones del proceso en general, son conocidas, salvo el reactor-cristalizador, que por la simultaneidad de ocurrencia de distintos fenómenos, pone en tela de juicio los resultados enunciados y hacen difícil un análisis técnico de la operación.

El ambiente corrosivo que originan los gases envueltos así como las soluciones participantes, motivan la utilización de materiales especiales para la construcción del equipo. Los activos fijos, entonces son bastante altos, frente a costos de operación bajos (bajo precio de las materias primas), se debe por tanto realizar, como veremos más adelante, un análisis más exhaustivo para determinar la rentabilidad.

De este análisis somero se desprende que el único proceso que sería apropiado para la planta en cuestión, es el método de neutralización directa y por tanto queda seleccionado como proceso del proyecto.

4.3.3. DESCRIPCION DEL PROCESO

Con la finalidad de otorgar mayor claridad a la descripción del proceso, se ha dividido en cuatro secciones, las cuales se explican a continuación :

4.3.3.1 Tratamiento de Materia Prima

En este proceso de neutralización directa, las materias primas son el amoniaco y el cloruro de hidrógeno ambos

en estado gaseoso.

El amoniaco se encuentra en el mercado, como gas licuado, en recipientes a presión (150 psi) y a temperatura ambiente.

Recepcionado el carro-tanque, el amoniaco es trasvosado a un tanque cilíndrico de almacenamiento, con la ayuda de un compresor, que proporciona la diferencia de presión, entre el carro-tanque y el tanque de almacenamiento, tal como es explicado por Kirk-Othmer (29).

El amoniaco entra al proceso de reacción como gas, por ello debe ser vaporizado previamente. Para lo cual el amoniaco licuado es bombeado hacia un vaporizador, tipo 1 - 2, donde cambia de fase por intercambio de calor con agua de proceso y más aún es calentado.

Este vaporizador no opera con plena eficiencia por lo que el flujo de salida está compuesto por líquido y vapor en equilibrio.

Para obtener el gas amoniaco, esta línea pasa a un tanque separador horizontal, que retiene el líquido para reciclarlo al vaporizador, mientras el vapor sale hacia el reactor.

(29) Kirk, R... Op. cit. Tomo II pp. 247 - 250

Siendo la presión de la línea de amoniaco de 150 psi., y la presión en el reactor de 7.7 psi (400 mm Hg), el gas es expandido por intermedio de una válvula isoentálpica hasta alcanzar la presión del reactor, disminuyendo su temperatura hasta un valor de -5°C , con la que ingresa al reactor.

El cloruro de hidrógeno sería obtenido directamente por una línea de PVC, desde la planta de Química del Pacífico, que se encuentra vecina a la localización propuesta. En la actualidad la citada planta no produce cloruro de hidrógeno, sino ácido clorhídrico al 33.8%. Para producirlo será necesario entrar en negociaciones con dicha empresa, de modo que instalen el equipo necesario, para lo lograrlo, esto es, un denominado "stripper" y un secador de gases, como las conexiones imprescindibles para obtener la línea. Considerando la falta de demanda de cloro, se hace factible que dicha empresa asuma ese gasto con la finalidad de vender 2,700 toneladas anuales (el requerimiento de la planta), que en estos momentos los elimina al mar.

El cloruro de hidrógeno es dispersado en aire, que ingresa en proporción de 4 a 1 (20% cloruro de hidrógeno y 80% de aire), a través de un filtro. Esta corriente con una temperatura de 20°C ingresa al reactor para continuar el proceso.

El empleo de aire, en la alimentación, además de dispensar el cloruro de hidrógeno, permite eliminar calor, como calor sensible, con el aire que al no participar en la reacción, sale sin cambio alguno. De esta forma el aire actúa como un medio de enfriamiento y control de temperatura.

4.3.3.2 Reacción - Cristalización

El amoníaco y el cloruro de hidrógeno con el aire ingresan al reactor, que posee un volumen estacionario de licor madre, formado por una solución saturada de cloruro de amonio. El amoníaco ingresa tangencialmente por la base del cono, a través de dos toberas, mientras que el cloruro de hidrógeno es dispersado, por intermedio de un rociador (" sparger "). Ambos forman burbujas que agitan considerablemente la solución, dándole un alto grado de mezcla. Siendo las sustancias presentes sumamente corrosivas a materiales ferrosos, el reactor es revestido con caucho sintético (neopreno) o hypalon (marca comercial de la Dupont), que resisten temperaturas de 80 a 100°C.

La reacción del cloruro de hidrógeno con el amoníaco, es altamente exotérmica (42,000 cal/mol), si se desea por tanto mantener una temperatura inferior a 80°C, el sistema debe perder calor en alguna forma, una de ellas es con el aire que ingresa y otra es por la evaporación de agua, para lo cual se disminuye la presión total a un valor de 400 mm de Hg., por intermedio de una bomba de vacío.

Superado el problema de corrosión y temperatura del proceso, debemos apreciar el mecanismo como se desenvuelve el proceso en sí. Existen dos alternativas posibles :

En un primer caso se puede pensar en las siguientes etapas:

- a. Difusión de los gases, tanto amoniaco como cloruro de hidrógeno hacia la interfase líquido-gas, desde el centro de la burbuja.
- b. Absorción del cloruro de hidrógeno y del amoniaco, entrando en solución, disociándose en sus respectivos iones.
- c. Reacción iónica entre el catión amonio (NH_4^+) y el anión (Cl^-) produciendo el cloruro de amonio.
- d. Ordenamiento regular de los iones, ocurriendo la nucleación y el crecimiento del cristal.
- e. Sedimentación de la partícula, cuando el tamaño alcanzado durante el crecimiento, desbalancea las fuerzas hidrodinámicas del sistema.

Un segundo mecanismo, no variaría el número de las etapas pero si el orden. En el caso de que dos burbujas, una de cloruro de hidrógeno y otra de amoniaco chocarán, la reacción ocurriría en fase gaseosa, es decir que luego de la difusión vendría la reacción. Luego de producido el cloruro de amonio entraría en solución, de allí se difundiría en éste,

nucleando luego, creciendo el cristal, sedimentando al final.

Los dos mecanismos se deben presentar dependiendo de la trayectoria de las burbujas, estando cada mecanismo y cada etapa regido por determinados forzantes.

La difusión, en fase gaseosa y en fase líquida, viene condicionada por el grado de agitación y de la diferencia de concentraciones en el seno del gas y del líquido. La agitación es conseguida por intermedio del burbujeo de los gases, que ocasiona una alta homogeneidad del líquido.

La reacción en estado líquido o gaseoso, ocurre rápidamente siendo sustancias inorgánicas, como gases o en la solución como iones, los componentes tienen una alta velocidad de desplazamiento y siendo la reacción a través de dos centros, la cinética por tanto es casi instantánea.

La nucleación y el crecimiento del cristal, dependen del grado de sobresaturación de la solución, ya sea por una concentración superior a aquella de saturación, o por gradiente de temperatura en toda la altura del reactor. La sobresaturación por concentración, se consigue conforme la reacción se desarrolla y el producto entra en solución. Ocurriendo el crecimiento del cristal lentamente, cuando alcanza el tamaño requerido para sedimentar.

Debido al ingreso del amoniaco por la parte inferior en menor temperatura (-5°C) y expandirse de 760 a 400 mm Hg., origina un gradiente de temperatura entre la base del cono del reactor (-5°C) y el nivel del líquido (80°C). Este gradiente ocasiona una aceleración en el crecimiento de cristalización, llegando a un máximo en la base del cono, donde puede ocurrir una nucleación secundaria.

La sedimentación de la partícula es función del tamaño de la partícula y de la velocidad relativa del fluido, siendo regulable por tanto, con la velocidad de ingreso de los gases.

Por lo apreciado, la etapa limitante es la nucleación, ya que la sobresaturación es restringida, siendo necesario además un lapso para el ordenamiento de los iones en la red cristalina.

Es necesario anotar que los requerimientos de corrosividad exigen un pH mínimo de 8, para evitar el ataque a las superficies metálicas de acero inoxidable de las bombas y de salida del producto. Conociendo que el cloruro de amonio en solución da un pH de 5.1., el aumento a un valor de 8 es logrado inyectando amoniaco en exceso al estequiométricamente requerido (17/36.5 veces el cloruro de hidrógeno). Así el amoniaco permanece en solución y elimina la presencia de iones cloruros libres.

El producto es extraído por la parte inferior como un lodo con 80% de sólidos, que es bombeado hacia un tanque alimentador de una centrífuga; mientras los gases efluentes (amoníaco y cloruro de hidrógeno no absorbidos como el agua evaporada y el aire) salen por la parte superior hacia un absorbedor para recuperar el amoníaco.

Además el agua evaporada es compensada por una alimentación de licor madre, que mantiene el nivel del líquido a la altura adecuada.

El licor madre es una solución saturada de cloruro de amonio, con amoníaco disuelto que mantiene el pH en 8, es formada por el flujo de líquido emergentes del absorbedor y por la solución saturada con cloruro de amonio procedente de la centrífuga. Estas dos corrientes deben ser mezcladas en forma tal que la solución formada responda al requerimiento del pH.

4.3.3.3 Tratamiento de Producto

El lodo producido en el reactor-cristalizador, está conformado por un 20% de solución acuosa, con la finalidad de eliminar la humedad, el lodo es alimentado por intermedio de un tanque pulmón a una centrífuga, tipo "puscher" con tinua, donde el cloruro de amonio sale con una humedad del 2% siendo llevado hacia un secador con aire por un ducto transportador ("flash drying"). De la centrífuga se obtiene una solución que es conducida al tanque de licor madre.

El producto con una humedad de 2%, ingresa al "flash drying" donde es secado y transportado por una corriente de aire caliente (150°F), hacia la tolva de almacenamiento, a la que llega con 0.1% de humedad.

De la tolva el producto es envasado en bolsas de polietileno herméticamente, siendo luego llevado al almacén de productos terminados.

4.3.3.4 Tratamiento de Gases Efluentes

Los gases que salen del reactor, a 80°F, deben ser enfriados antes de ingresar al absorbedor, con el propósito de realizar las dos operaciones simultáneamente se dispone de absorbedores-condensadores, que en la parte inferior cuentan con rociadores de agua condensada, que es continuamente reciclada. Los gases atraviesan el rociador, ingresando frío a la zona de absorción, permitiendo una mayor eficiencia en el proceso y una menor reposición ("make-up") de agua. Esto es necesario por el hecho de que el balance obliga a alimentar solo una cantidad determinada, que compense la salida de agua con el producto y no supere la cantidad de agua requerida para obtener una composición determinada del licor madre.

Los gases que salen de este absorbedor-condensador, pasan a una nueva torre absorbidora, donde se elimina todo el amoníaco posible, de forma que no ingresen a la bomba

de vacío gases corrosivos.

De la torre absorbadora los gases son eliminados a la atmósfera por intermedio de una bomba de vacío, que proporciona la presión de 400 mm Hg. en el reactor.

4.3.4. CAPACIDAD Y BALANCES

En el Capítulo III sobre localización y tamaño de planta se recomendaba un tamaño de 12 TM/día. Para lograr esta producción se requieren determinadas cantidades de materia prima (amoníaco y cloruro de hidrógeno), así como también se formarán ciertas cantidades de gases. Para obtener estas cifras se hacen necesarios los balances de materia y energía.

El diagrama de flujo, mostrado en el Plano N° 1, se puede apreciar la secuencia de las operaciones y el direccionamiento de cada corriente.

Para el balance de materias y energía se han tomado ciertas asunciones, de acuerdo a recomendaciones bibliográficas y a criterios de diseño. El cálculo detallado se puede apreciar en el Anexo - 4. Las consideraciones principales tomadas en cuenta son las siguientes :

- Capacidad de producción	3,600	TM/año
- Días de producción	300	
- Producción horaria	500	Kg

Del balance se obtiene que para alcanzar una producción de 500 Kg/hr. de cloruro de amonio, se requiere :

175 Kg/hr. de amoniaco
364.8 Kg/hr. de cloruro de hidrógeno

4.3.5. SELECCION Y ESPECIFICACION DE EQUIPO

4.3.5.1 Requerimiento de Equipo

De forma de tener, mayor claridad en la exposición, se han considerado, la planta dividida en cuatro áreas, las cuales muestran los siguientes requerimientos de equipo.

i. Area de Tratamiento de Materia Prima

En esta sección se requieren los siguientes equipos :

- Tanque de almacenamiento de amoniaco líquido (TA-1)
- Vaporizador de amoniaco líquido (V-1)
- Acumulador-separador líquido-gas de amoniaco (D-1)
- Bomba de amoniaco (B-3)

Estos equipos serían utilizados para almacenar el amoniaco líquido, evaporarlo luego, para alimentar al reactor amoniaco gaseoso.

ii. Area de Reacción

En esta área, se requieren los siguientes equipos :

- Reactor-cristalizador, en número de 2 (R-1, R-2)
- Bomba de lados (B-1)
- Tanque de licor madre (T-2)
- Bomba de licor madre (B-2)

Con estos equipos se llevaría a cabo la reacción, se alimentaría con licor madre al reactor, de manera de mantener el nivel y se bombearía el lodo producido en el reactor.

iii. Area de Tratamiento de Gases Efluentes

En esta sección se necesitan los siguientes equipos :

- Absorbedor para recuperación de amoníaco y cloruro de hidrógeno (A-1)
- Condensador-Spray (CS-1)
- Absorbedor para limpieza de gases procedentes de A-1 (A-2)
- Bomba de vacío (VP-1)

Este equipo permitiría la recuperación de amoníaco y cloruro de hidrógeno que no han reaccionado, por una absorción, para lo cual son previamente enfriados.

Luego estos gases deben ser limpiados antes de ser arrojados a la atmósfera. La bomba de vacío proporcionaría la presión subatmosférica requerida por el sistema.

iv. Area de Tratamiento de Producto

Se necesitan para esta sección lo siguiente :

- Tanque de alimentación a las centrífugas (T-1)
- Centrífuga-separadora de sólidos (2) (C-1, C-2)
- Soplante de aire caliente (S-1)
- Secador "flash" (SF-1)
- Ciclón separador de sólidos (C-3)
- Silo de producto (SI-1)
- Máquina empacadora (P-1)

Con estos equipos se secará el lodo procedente del reactor, primero centrifugándolo y luego transportándolo con una corriente de aire caliente, para luego ser envasado en bolsas herméticas.

4.3.5.2 Diseño de Equipo

Hablar de diseño de equipo, en este caso, es considerar el diseño básico, es decir, obtener las dimensiones características del equipo.

En algunos casos como la centrífuga y algunos tanques, las especificaciones vienen recomendadas por el fabricante, de acuerdo a las necesidades del cliente, por tanto no era necesario realizar los cálculos de las dimensiones.

Los demás equipos han sido diseñados, de acuerdo a recomendaciones bibliográficas y ejemplos de cálculo aparecidos en revistas. El diseño de estos equipos se encuentran detallados en el Anexo - 5.

4.3.5.3 Especificación de Equipo

En esta ocasión, también se tomarán las cuatro áreas consideradas anteriormente.

i. Tratamiento de Materia Prima

- Tanque de Almacenamiento de Amoniaco .- (TA-1)

Descripción	:	Tanque horizontal cilíndrico para amoniaco líquido de alta presión
Presión	:	150 psi
Capacidad	:	15,000 galones
Material	:	Acero

- Vaporizador de Amoniaco .- (V-1)

Descripción	:	Vaporizador de carcaza y tubos tipo 1-2 con circulación natural,
-------------	---	--

para evaporar el amoníaco líquido.

Calor removido	:	196,860 BTU/hr.
Area de Transferencia	:	39 pie ²
LMTD	:	13°F
Flujo de Amoníaco	:	0.6 GPM
Flujo de Agua	:	26.2 GPM
Material	:	Acero

- Acumulador Separador .- (D-1)

Descripción	:	Acumulador horizontal para permitir la separación del vapor y del condensado de amoníaco
Capacidad	:	250 galones
Diámetro	:	0.7 metros
Longitud	:	2.5 metros
Material	:	Acero

- Bomba de Amoníaco .- (B-3)

Descripción	:	Bomba centrífuga para retirar el amoníaco del tanque de almacenamiento y llevarlo hacia el vaporizador
Potencia	:	1/3 HP
Flujo	:	8 GPM
Material	:	Acero

ii. Area de Reacción

- Reactor-cristalizador .- (R-1, R-2)

Descripción	:	Reactor-cristalizador con alimentación por toberas en la base del cono y por "sparger" (rociador) con agitación con aire.
Capacidad	:	1,300 galones
Dimensiones	:	Diámetro : 1.5 m Altura total : 3.6 m Base de cono : De 60°
Material	:	Acero revestido con ladrillo inerte y "hypalon"

- Bomba de lodos .- (B-1)

Descripción	:	Bomba centrífuga para bombear lodo de cloruro de amonio con 80% de sólidos en suspensión.
Capacidad	:	8 GPM
Potencia	:	
Material	:	Acero inoxidable revestido con caucho sintético.

- Tanque de Licor Madre .- (T-2)

Descripción : Tanque mezclador cilíndrico con fondo esferoidal estandar de las lineras que proceden del absorbedor-condensador y de la centrífuga, para alimentar un líquido homogéneo al reactor.

Capacidad : 900 galones

Dimensiones : Diámetro : 1.6 m
 Altura : 1.5 m

Potencia del agitador : 2.5 HP

Material : Acero revestido con caucho sintético

- Bomba de Licor Madre .- (B-2)

Descripción : Bomba centrífuga para alimentar al reactor-cristalizador manteniéndolo a un nivel determinado.

Potencia : 1/3 HP

Flujo : 8 GPM

Material : Acero revestido de caucho sintético

iii. Area de Gases Efluentes

- Absorbedor de Amoniac .- (A-1)

Descripción : Torre de absorción empacada para absorción de amoniac y cloruro de hidrógeno
 Caída de presión: 18 mm Hg
 Dimensiones : Diámetro : 2.5 pies
 Altura total : 14.6 pies
 Altura de relleno : 12.6 pies
 Altura de relleno irrigado: 10.6 pies
 Tipo de relleno : Silla de montar (berl saddles) cerámica de 1 1/2 pulgadas
 Material : Acero revestido de caucho sintético

- Condensador - Spray .- (CS-1)

Descripción : Condensador y enfriador para los gases que ingresaron al absorbedor, constando de una cámara de atomización, con recirculación de agua y purga de ésta, condensada.

Dimensiones : Diámetro : 30 pulgadas
 Altura : 12.8 pies
 Flujo de agua
 recirculada : 6 GPM
 Material : Acero revestido de caucho sinté-
 tico

- Absorbedor-Lavador de Gases .- (A-2)

Descripción : Torre empacada para limpieza de
 gases que proceden del absorbedor-
 condensador, antes de ser elimina-
 dos a la atmósfera por la bomba de
 vacío.
 Dimensiones : Diámetro : 28 pulgadas
 Altura : 19 pies
 Altura de re-
 lleno : 17 pies
 Altura de re-
 lleno irrigado: 15 pies
 Tipo de relleno : "berl saddles" cerámica de 1 1/2
 pulgadas
 Flujo de agua : 11 GPM
 Caída de pre-
 sión : 25 mm Hg
 Material : Acero revestido con caucho sinté-
 tico

- Bomba de Vacío .- (VP-1)

Descripción	:	Bomba de vacío de sello de agua, para alcanzar una presión en el reactor de 400 mm Hg.
Presión de succión	:	330 mm Hg
Presión de descarga	:	760 mm Hg
Flujo de gas	:	1154 acfm
Potencia	:	75 HP
Material	:	Acero

iv. Area de Tratamiento de Producto

- Tanque pulmón para centrífuga .- (T-1)

Descripción	:	Tanque con mezclador que permita cierta flexibilidad con la alimentación a la centrífuga, que requiere una limpieza diaria que dura 2 horas.
Capacidad	:	500 galones
Dimensiones	:	Diámetro : 1.5 m Altura total : 2 m Base cónica : de 60°
Potencia de Agitador	:	2.0 HP

- Secador "Flash" .- (SF-1)

Descripción : Secador flash, por transporte neumático a través de un ducto, con aire caliente.

Velocidad superficial

: 150 pies/seg

Dimensiones : Diámetro : 3 pulgadas

Altura : 5.4 m

Dos codos de : 90°

Material : Acero

- Ciclón Separador .- (C-3)

Descripción : Ciclón separador de alta eficiencia tipo Stairmand para separar las partículas sólidas de forma que precipiten hacia el fondo. El ciclón estará proveído de mangas colectoras de polvo fino.

Velocidad superficial

: 50 pie/seg.

Dimensiones : Diámetro exterior

: 15 pulgadas

Diámetro interior

: 7.5 pulgadas

Altura total : 60 pulgadas

- Centrífuga .- (C-1, C-2)

Descripción	:	Separador centrífuga tipo "PUSCHER" SB 160 equipado con una canasta horizontal y un reciprocante PUSCHER movido por motor eléctrico separado.
Capacidad	:	800 Kg/hr.
Velocidad	:	1700 RPM
Fuerza centrífuga	:	260 g
Potencia	:	2.2 Kwatt : 2.7 HP
Dimensiones	:	595 mm x 1120 mm x 900 mm
Material	:	Acero inoxidable 316L

- Soplante de aire caliente .-

Descripción	:	Ventilador soplante con resistencia eléctrica de calentamiento, para proporcionar aire a 150°F al secador "flash".
Capacidad	:	6625.5 lb aire/hr.
Potencia del motor	:	4 HP
Resistencia eléctrica	:	66 HP

Ducto de entrada : 7.5 x 3 pulgadas
 Altura de sección cilíndrica : 22.5 pulgadas
 Material : Acero

- Silo de Producto .- (SI-1, SI-2)

Descripción : Silo con fondo cónico que permite almacenar provisionalmente el producto, antes de ser envasado en bolsas.
 Almacenamiento : 8 hrs.
 Capacidad : 4 TM
 Dimensiones : Diámetro : 1.7 m
 Altura : 4 m
 : Base cónica : de 60°
 Material : Acero revestido con caucho sintético

- Máquina Empacadora .-

Descripción : Máquina empacadora en bolsas de polietileno con cierre hermético al vacío. Trabaja solamente en 1 turno.
 Capacidad : 3500 lb/hr.
 35 bolsas/hr.
 Bolsas de 100 lb. de cloruro de amonio

4.3.6. REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

La planta, que se recomienda en este proyecto, es continua. La mayoría de los equipos están diseñados para funcionamiento las 24 horas del día. Por tanto se requiere personal de planta para 3 turnos.

Para cada turno, se requiere una persona por cada sección o área de la planta que se encargará de supervisar el funcionamiento de los equipos y darles el mantenimiento necesario.

Este personal no necesita ser calificado, sino más que nada recibir una capacitación sobre : el proceso de producción, la función que cumple cada equipo, los posibles desperfectos y peligros en que se puede ver envuelto el proceso en cada sección, el tipo de mantenimiento que debe realizar y por último sobre las tareas que debe realizar mientras el equipo se encuentra en funcionamiento.

En el Cuadro N° 4.3., se enlistan los requerimientos de mano de obra, debiéndose anotar que la máquina empaquetadora por tener una alta capacidad comparada con los otros equipos, solo requiere ser operada en un solo turno. Las centrífugas por necesitar un mantenimiento diario, se le asigna una persona en el día que se encargue de realizarlo.

CUADRO N° 4.3.REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRAMANO DE OBRA DIRECTA

<u>Sección</u>	<u>Número de Personas</u>	<u>Número de Turnos</u>	<u>Total</u>
Trat. Mat. Prima	1	3	3
Reacción	1	3	3
Centrífuga	1	1	1
Máquina Empacadora	1	1	1
Gases Efluentes	1	3	3
Almacén prod. terminados	3	1	3
Mecánico	1	3	3
Jefe de Turno	1	3	3
Limpieza - ayudantía	3	1	3
Guardiana	1	3	3
<hr/>			<hr/>
Total M. O. Directa			26

MANO DE OBRA INDIRECTA

<u>Cargo</u>	<u>Número de Personas</u>	<u>Total</u>
Gerente General	1	1
Gerente Ventas	1	1
Gerente Producción	1	1
Asesor Legal	1	1
Asesor Contable	1	1
Auxiliares Contabilidad	2	2
Vendedor	1	1
Secretaria	2	2
Jefe Laboratorio	1	1
Ayudante Laboratorio	1	1
<hr/>		<hr/>
Total M. O. Indirecta		12
		<hr/> <hr/>
TOTAL MANO DE OBRA		38
		<hr/> <hr/>

4.3.7. REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

4.3.7.1 Requerimientos de Calidad

i. Amoniaco

Los requerimientos de amoniaco para la planta propuesta son, en principio, son como amoniaco de alta pureza y en estado gaseoso. La necesidad de almacenamiento adecuado y la forma de venta en el mercado origina que el amoniaco se encuentre licuado.

Como amoniaco licuado anhidro existen dos tipos el grado comercial con 99.5% de amoniaco y el grado para refrigeración que contiene no menos de 99.95%.

En el caso en estudio, se empleará el amoniaco tipo comercial, acorde con las normas de ITINTEC N° 311.004, en la que se estipula que el contenido de humedad y de aceites no debe exceder el 0.5%, con un máximo contenido de gases inertes de 0.2 ml/gr.

ii. Cloruro de Hidrógeno

El cloruro de hidrógeno requerido es como gas, con un alto contenido del producto.

En el mercado nacional no se encuentra a la venta como gas, sino disuelto en agua con un contenido del 33.8%.

La localización de la planta colindante con Química del Pacífico permite considerar, la negociación con la citada empresa, de forma, que ella implemente en sus instalaciones, un "stripper"-evaporador con un secador de gases y líneas de aprovisionamiento de PVC de forma tal de obtener el producto en la forma deseada.

En conversaciones con los ingenieros de la empresa, mencionan la factibilidad de este proyecto, toda vez que actualmente poseen excedentes inutilizados de cloro.

En una planta de cloruro de amonio (30) en Brasil, obtiene el cloruro de hidrógeno, en forma similar a la propuesta. Ella se halla instalada vecina a una planta de cloro-soda. Engeclor Industria Química S.A., que le proporciona el cloruro de hidrógeno, de acuerdo a las especificaciones del Cuadro N° 4.4.

(30) Bamforth, A.W..... Op. cit. p.73

CUADRO N° 4.4.ESPECIFICACIONES PARA EL CLORURO DEHIDROGENO

Cloruro de hidrógeno (HCl)		96.2 %
Hidrógeno (H ₂)	max.	2.0 %
Dióxido de carbono (CO ₂)	max.	0.4 %
Nitrógeno (N ₂)	max.	0.4 %
Agua (H ₂ O)		1.0 %
Cloro libre		despreciable

Fuente : Bamforth, A.W.

Es importante anotar, que el cloro libre en la corriente de cloruro de hidrógeno debe ser completamente eliminado, ya que con la humedad forma los ácidos hipocloroso y hiperclorico que son altamente corrosivos y aumentan las impurezas de hierro (Fe) en el cloruro de hidrógeno. Además el exceso de cloro puede también reaccionar con el amoníaco en solución ácida, para formar el tricoloruro de nitrógeno, el cual es altamente explosivo.

4.3.7.2 Requerimientos de Cantidad

En el balance de materia realizado, como se puede apreciar en el Anexo - 4, se obtuvo las cantidades necesarias de cada uno de los componentes iniciales, de acuerdo al establecimiento de una eficiencia global del proceso (0.935) (31).

Los valores calculados para ser utilizados en la producción de cloruro de amonio, son los siguientes :

Amoniaco anhidro comercial	0.3516 Kg/Kg producto
Cloruro de hidrógeno	0.7294 Kg/Kg producto

4.3.8. REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

4.3.8.1 Requerimientos de Servicios Industriales

En el Anexo - 5, sobre el diseño de equipo figura calculada la necesidad de cada equipo, de los servicios industriales. A continuación resumiremos los resultados, de acuerdo a cada servicio.

(31) FEDO... Op. cit. p.4

i. Agua de Proceso

Para el vaporizador de amoniaco (V-1)	26.2 GPM
Para el absorbedor-condensador (A-1)	2.5 GPM
Para el absorbedor (A-2)	11.0 GPM

Hay que considerar que el agua que sale del vaporizador, parte de ella alimentará a los absorbedores, por tanto la necesidad total de agua proceso será :

Agua de Proceso 26.2 GPM

3.144 galones/Kg producto

0.012 m³/Kg producto

ii. Electricidad

Para las bombas (B-1, B-2, B-3)	1 HP
Para la bomba de vacio (VP-1)	75 HP
Para el flash drying (SF-1)	70 HP
Para el agitador del tanque (T-1)	2 HP
Para el agitador del tanque (T-2)	2.5 HP
Para las centrifugas (C-1, C-2)	2.7 HP
Para la empacadora	10.0 HP

Total de Potencia Requerida 163.2 HP

Siendo por tanto la cantidad de electricidad requerida la siguiente :

Electricidad : 0.202 Kw-h/Kg.producto

4.3.7.2 Requerimientos de Mantenimiento

Para el cálculo de costos se ha considerado, que serán 300 días de operación. Si se tiene en cuenta que 45 días son por ineficiencia en el proceso, se disponen de 15 días para realizar la parada de la planta, una vez cada año, de forma de darle un mantenimiento adecuado al equipo.

Se ha considerado dentro de los requerimientos de personal, la necesidad de un mecánico por turno, que se encargará, de acuerdo a un programa de trabajo definido, de supervisar y revisar cada uno de los equipos en su turno de trabajo.

Para la centrífuga, es necesario darle un mantenimiento diario de limpieza de la canasta, para lo cual se ha considerado un operario, que lo realizará en un período de 2 horas.

Los demás equipos serán regulados por los operarios de cada sección que estarán adiestrados en el mantenimiento de los equipos bajo su responsabilidad.

4.3.7.3 Requerimientos de Control de Calidad

Para el control de calidad del proceso, se harán verificaciones y pruebas de muestras en las diferentes etapas de éste, comenzando por el análisis de las materias primas.

El amoniaco será controlado por el contenido de humedad en el momento de la recepción de forma de no exceder el 0.5% especificado.

El cloruro de hidrógeno será muestreado en planta para comprobar el contenido de humedad y de cloro libre de forma de no superar en el primer caso el 1% y en el segundo las 100 ppm.

La reacción será controlada, de acuerdo al lodo de salida que posea un pH de 8, un contenido de humedad del 20% y una composición granulométrica de 100% pase malla 10 y 90% pase malla 35.

La centrífuga es controlada de forma que el producto saliendo de ella no contenga más de 2% de humedad y una malla 65 para el 60%.

El secador y el ciclón serán analizados, de acuerdo a la humedad no mayor de 0.1% a la salida y por una recuperación total en el ciclón al observar las mangas del colector de polvos.

El producto será cuidadosamente analizado, con pruebas diarias del contenido total de cloruro de amonio, de humedad (max. 0.5%) y principalmente de contenido de metales como hierro (max. 5 ppm). Se comprobará además su peso específico y la granulometría de la partícula.

4.3.9. CARACTERISTICAS FISICAS DEL PROYECTO

4.3.9.1 Disposición de Planta

El arreglo de los equipos y facilidades especificadas por consideraciones del diagrama de flujo del proceso, es un requerimiento necesario para la estimación de costos, en forma aproximadamente exacta, de construcción de la planta. Debe tenerse, por ello, siempre presente la necesidad de disponer los equipos previamente.

En el Plano N° 2, se puede apreciar la disposición de planta preliminar seleccionada. Para determinar esta disposición se han considerado los siguientes factores :

- Requerimiento por parte de la planta, de áreas para oficina, laboratorio, taller con almacén de repuestos, almacén de productos terminados, servicios industriales y planta propiamente dicha.
- Distribución económica de servicios para los equipos.

Los requerimientos totales de terreno se han resumido en el Cuadro N° 4.4. y figuran en el Plano N° 2, de acuerdo a su posición en el área real.

CUADRO N° 4.4.

REQUERIMIENTOS DE TERRENO

<u>Sección</u>	<u>Dimensiones m</u>	<u>Area m²</u>
Area de proceso	16 x 15	400
Area de servicios	9 x 12	108
Almacén Prod. Terminados	9 x 20	180
Area de Oficinas	6 x 22	132
Laboratorio	5 x 9	45
Taller mecánico	7 x 12	84
<hr/>		
AREA NETA REQUERIDA		949
Pistas	8 x 50	400
Espacio Muerto		251
<hr/>		
AREA TOTAL REQUERIDA	47 x 34	1,600 m ²
<hr/>		

En el Cuadro N° 4.5. se han resumidos esas áreas y además se han considerado los espacios necesarios para la instrumentación.

CUADRO N° 4.5.

AREA PARA EQUIPOS

<u>Equipo</u>	<u>Area para Equipo m²</u>	<u>Area para Equipo e instrumen- tación m²</u>
Reactores (R-1, R-2)	6.0	8.0
Absorbedores (A-1, A-2)	2.0	4.0
Centrífugas (C-1, C-2)	2.0	3.0
Tanques (T-1, T-2, T-3)	8.0	12.0
Tanque Amoniaco (TA-3)	30.0	30.0
Vaporizador (V-1)	3.0	4.0
Acumulador (D-1)	3.0	4.0
Flash-Drying (SF-1)	10.0	10.0
Silo-Empacadora (SI-1, P-1)	8.0	10.0
AREA TOTAL		85.0 m ²

Considerando las especies para tubería y el paso de los operarios y además la posibilidad de ampliar la planta al doble de la capacidad se han tomado 400 m² para el área de la planta.

- Almacenamiento adecuado de materia prima y productos terminados, con acceso que permite buena maniobrabilidad en el cargue y el descargue.

- Consideraciones de seguridad, para que la disposición seleccionada no ofrezca riesgos para las personas ajenas a la planta.

- Consideraciones de terreno para expansión futura, tomando en cuenta que la planta puede ser ampliada de acuerdo a módulos de producción. Toda vez que se encuentran en la planta actual equipos con sobredimensionamiento.

- Consideraciones de reserva de secretos de la tecnología por lo que la planta no debe ser colocada al acceso de personas extrañas, como pueden ser los clientes.

4.3.8.2 Area de Terreno

Anteriormente se han visto las especificaciones de los equipos en las cuales se muestran las dimensiones solicitadas. Con estas cantidades se han calculado las necesidades de área por parte de la planta en su área de proceso.

4.3.8.2 Obras Civiles

Dentro de este rubro figura los siguientes considerandos :

- Construcción de oficinas, taller y laboratorio
- Construcción de almacén de productos terminados con estructura de tijerales
- Estructuras y cimentación de zona de proceso
- Preparación de terreno
- Pavimentación de pistas y veredas para circulación por la planta

Para las construcciones se ha considerado material noble de primera calidad y en las estructuras se toman en cuenta los requerimientos de fijación que deben tener los equipos.

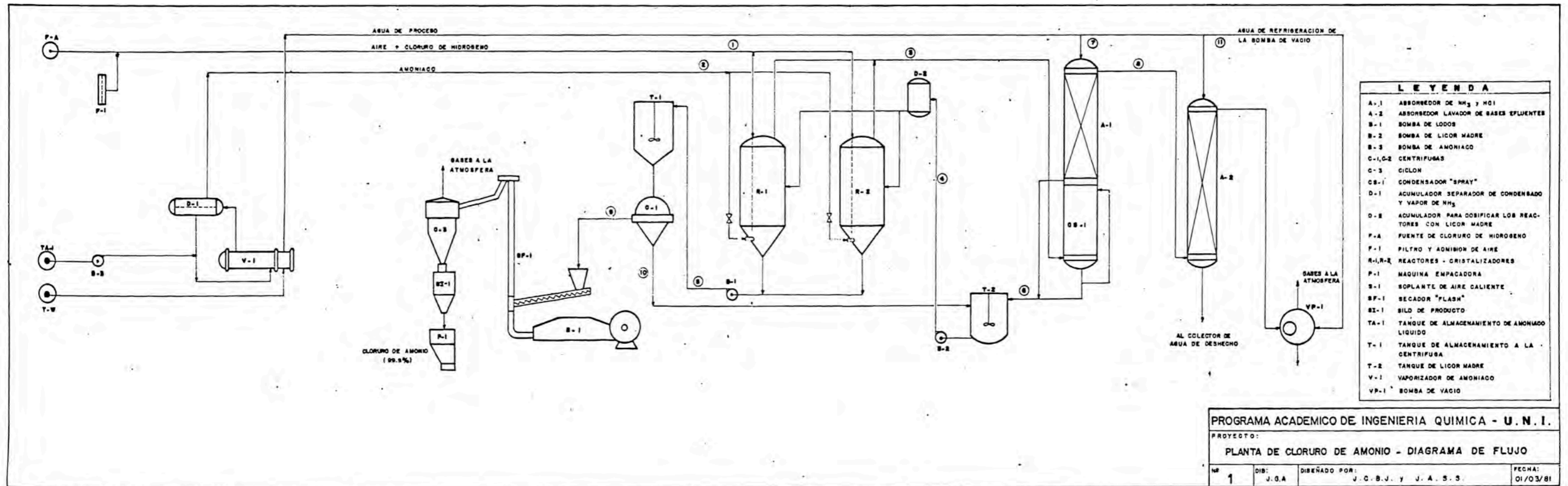
En el Anexo - 6 figura el cálculo detallado de las necesidades de construcción y los costos en que se incidiera.

4.3.8.3 Erección de la Planta, Pruebas y Puesta en Marcha

La erección de la planta se calcula que puede ser realizada en 10 meses calendario, a los que habría que adicionar le 3 meses para el proceso de importación y embarque de

los equipos hacia la localidad.

Para pruebas y puesta en marcha de la planta se ha estimado un período de 2 meses, tomando en cuenta las pruebas de presión de la línea y el funcionamiento individual de los equipos. En este lapso se realizaría la capacitación del personal de planta de forma de iniciar las operaciones normales con los trabajadores con conocimiento de la planta.



LEYENDA	
A-1	ABSORBEDOR DE NH ₃ Y HCl
A-2	ABSORBEDOR LAVADOR DE BASES EFLUENTES
B-1	BOMBA DE LODOS
B-2	BOMBA DE LICOR MADRE
B-3	BOMBA DE AMONIACO
C-1, C-2	CENTRIFUGAS
C-3	CICLON
CS-1	CONDENSADOR "SPRAY"
D-1	ACUMULADOR SEPARADOR DE CONDENSADO Y VAPOR DE NH ₃
D-2	ACUMULADOR PARA DOSIFICAR LOS REACTORES CON LICOR MADRE
F-A	FUENTE DE CLORURO DE HIDROGENO
F-1	FILTRO Y ADMISION DE AIRE
R-1, R-2	REACTORES - CRISTALIZADORES
P-1	MAQUINA EMPACADORA
S-1	SOPLANTE DE AIRE CALIENTE
BF-1	SECADOR "FLASH"
EX-1	SILDO DE PRODUCTO
TA-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO LIQUIDO
T-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LA CENTRIFUGA
T-2	TANQUE DE LICOR MADRE
V-1	VAPORIZADOR DE AMONIACO
VP-1	BOMBA DE VACIO

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA QUIMICA - U.N.I.

PROYECTO:
PLANTA DE CLORURO DE AMONIO - DIAGRAMA DE FLUJO

Nº	DIB:	DISEÑADO POR:	FECHA:
1	J.G.A	J.C.B.J. y J.A.S.S.	01/03/81

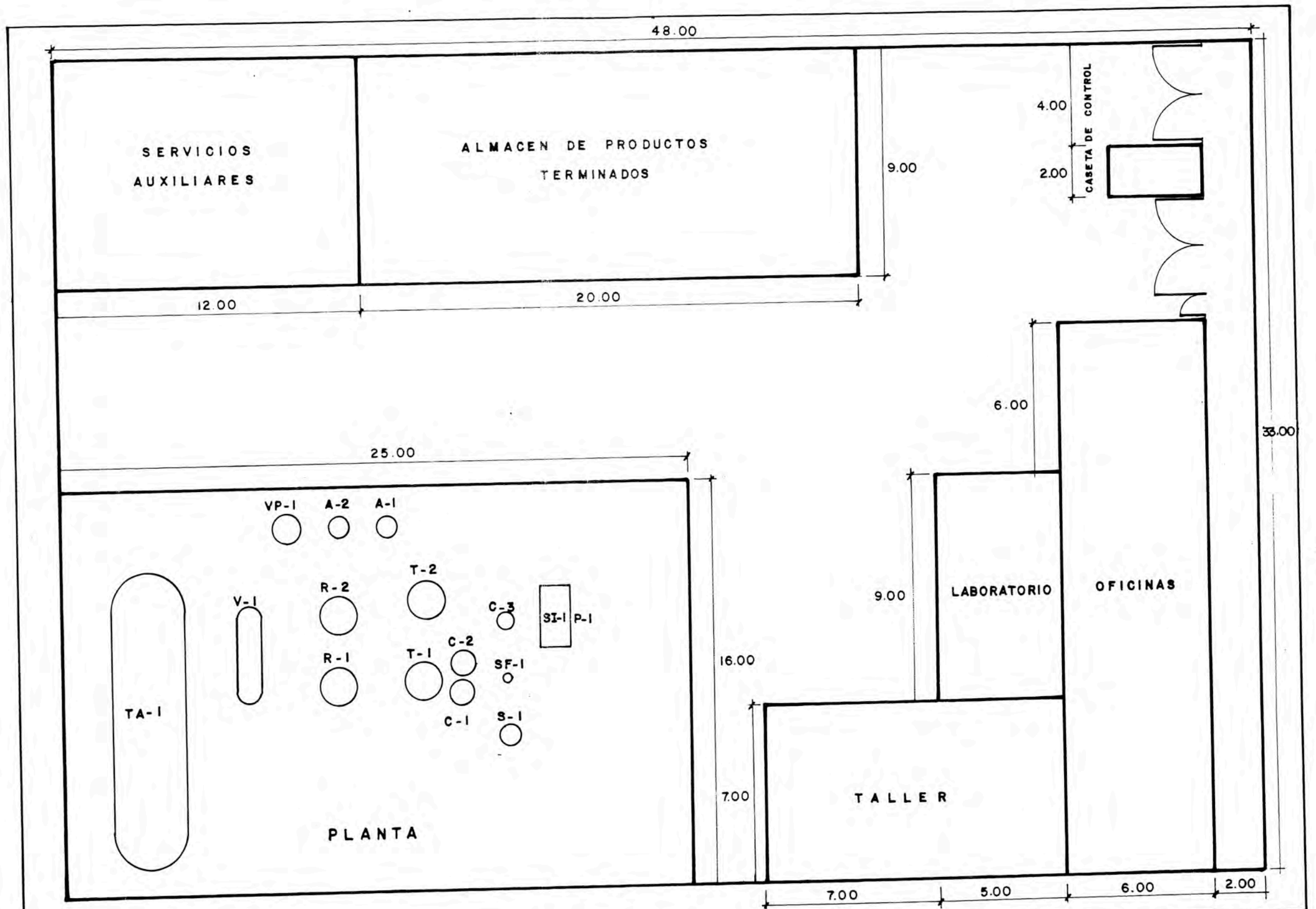
LEYENDA PLANO Nº 1

BALANCE DE MATERIAS EN LAS LINEAS PRINCIPALES
(Kg/hr)

Nº	LINEA	HCl	NH ₃	NH ₄ Cl	H ₂ O
1*	Cloruro de hidrógeno y Aire	365.0	—	—	—
2	Amoniaco (Gas)	—	175.0	—	—
3*	Gases efluentes de los reactores	42.7	29.0	—	251.0
4	Licor madre	—	10.8	70.0	330.0
5	Lodo de salida de los reactores	—	6.8	50.0(**) 42.1	86.1
6	Solución de salida de la torre de absorción A-1	—	4.55	31.3	300
7	Reposición de agua	—	—	—	250
8*	Gases efluentes del absorbador A-1	21.3	14.5	—	200
9	Sólidos egresados de la centrífuga	—	0.55	50.0(**) 3.4	50
10	Licor efluente de la centrífuga	—	6.2	38.7	30

* Las líneas de gases consideran también 1160 Kgs/hr. de aire.

** El cloruro de amonio es contabilizado solo cuando se encuentra en estado sólido.



PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA QUIMICA - U.N.I.

PROYECTO:
PLANTA DE CLORURO DE AMONIO - DISPOSICION DE PLANTA

Nº 2	DIB.: J. G. A.	DISEÑADO POR: J. C. B. J. y J. A. S. S.	FECHA: 01/03/81
-------------	-------------------	--	--------------------

CAPITULO V

POLITICA, ADMINISTRACION Y ORGANIZACION DE LA EMPRESA

5.1. MARCO LEGAL DE PROYECTO

El proyecto se encuentra encuadrado, dentro de la Ley General de Industrias (DL 18350 y sus modificatorias), de acuerdo al numeral 2, del Artículo 4º del Título I, como industria de segunda prioridad de finida como industria de apoyo, productora de bienes e insumos para las actividades productivas.

Dentro del Decreto Ley de promoción de exportaciones no tradicionales (DL 22342), el proyecto es definido por el Artículo 7º del Título I, como industria de exportación no tradicional, ya que se ha considerado que la empresa exportará más del 40% de su producción anual efectivamente vendida.

5.1.1. LEGISLACION INDUSTRIAL

La Ley General de Industrias 18350 y el D.L. 18977 (22.09.71) fueron modificados en algunos artículos por los decretos D.L. 22172, D.L. 22401 del 22.02.78 y el decreto D.L. 21171 del 09.05.78.

El proyecto se encuentra bajo el Reglamento General de Industrias y sus modificaciones.

De acuerdo al decreto D.L. 22401, la participación líquida de los trabajadores y de la comunidad laboral, así como los aportes para la investigación científica y tecnológica, se calcula sobre el saldo de la renta neta, después de la aplicación del impuesto a la renta.

Según el decreto D.L. 22229 del 11.08.78, se debe asignar el 13.5% de la renta neta libre del impuesto a la renta para la cuenta participación patrimonial de trabajo.

5.1.2. LEGISLACION TRIBUTARIA

5.1.2.1 Impuesto a los Bienes y Servicios

Importación de bienes de capital

De acuerdo al decreto D.L. 22342 en el Artículo 16, menciona que las empresas industriales de exportación no tradicional que se constituyan para exportar un mínimo del 40% de su producción anual gozarán de la suspensión del pago de los derechos arancelarios que afectan la importación de bienes de capital, por un plazo máximo de cinco años. Al término de dicho plazo o antes, gozarán de la exoneración total del pago de los mencionados derechos siempre que hubieren generado un ingreso neto de moneda extranjera equivalente al 100% del valor de los bienes importados.

5.1.2.2 Impuesto a la Renta

a) Mercado Interno

La venta de los productos está gravado por un impuesto a los bienes y servicios (D.L. 22163 y 22185), con una tasa general del 22% sobre la base imponible.

La base imponible en este caso está constituido por el valor de venta facturado.

La compra de insumos nacionales e importaciones está gravada por un impuesto a los bienes y servicios (D.L. 22163 y 22185), con una tasa general del 22% sobre una base imponible, que es el valor de venta para insumos nacionales.

b) Mercado Externo

La exportación de productos no tradicionales está exceptuado del impuesto a la venta de productos al exterior, de los derechos aduaneros y a los bienes y servicios.

5.1.2.3 Impuesto al Patrimonio de la Empresa (D.L. 22045)

Reajuste de la escala de tasas del impuesto al patrimonio empresarial.

<u>Base Imponible</u>	<u>Tasa</u>
Hasta S/. 3'000,000	1.2 %
De 3'000,000 hasta S/. 10'000,000	1.5 %
Más de S/. 10'000,000	2.0 %

5.1.2.4 Impuesto a la Renta (D.L. 22400)

Sujeto a la siguiente escala :

<u>Renta Imponible</u>	<u>Tasa</u>
Hasta S/. 1'000,000	20 %
De S/. 1'000,001 a 50'000,000	30 %
De S/. 50'000,001 a 500'000,000	40 %
De S/. 500'000,000 a 1,000'000,000	50%
Más de 1,000'000,000	55 %

5.1.2.4 Dividendos (D.L. 22401)

Solo podrán pagarse dividendos sobre utilidades realmente obtenidas o de reserva en efectivo de libre disposición, siempre que el valor del activo no sea inferior al capital social.

5.1.2.5 Incentivos a la Exportación

Adicionalmente a la exoneración de impuestos anotados anteriormente, se ha creado el certificado de reintegro tributario a la exportación (CERTEX).

De acuerdo al decreto legislativo N° 26 del 15.12.80, el reintegro tributario compensatorio básico será en un porcentaje sobre el valor FOB del 22% para productos de alto valor agregado y del 15 al 20% respectivamente, para productos de menor o mediano valor agregado.

En el caso del cloruro de amonio la tasa y valor será de 20% .

Existe también el reintegro tributario adicional del 2% cuando el producto es nuevo para la exportación.

En este último decreto legislativo se establece una deducción del 10% sobre el valor de los Certificados de Reintegro Tributario Básico y Adicional en favor del Concejo Municipal Provincial de donde procede el artículo.

Anteriormente en el decreto D.L. 22342 se mencionaba un descuento adicional sobre el mismo monto con una tasa del 2% para el Fondo de Promoción de Exportaciones (FOPEX).

5.2. ORGANIZACION DE LA IMPLEMENTACION

La organización de la implementación va a ser de un tipo flexible con un Ingeniero Jefe de Proyecto a la cabeza, que controlará el avance de diferentes comisiones encargadas de una de las actividades que se determinarán en el cronograma del programa de implementación.

Estas comisiones tendrán un carácter eventual mientras dure el encargo; pudiendo los miembros de alguna de ellas integrar otros. Cada comisión tendrá un responsable que reportará al Jefe del Proyecto, y realizará un seguimiento permanente de la programación planteada.

El programa de implementación del proyecto se encuentra encuadrado dentro de un cronograma propuesto que se muestra en el Cuadro N° 5.1. Este programa consta de las siguientes actividades :

- Ingeniería Básica

En esta fase se complementan los cálculos de ingeniería química, para determinar con exactitud las dimensiones principales de los equipos.

- Ingeniería de Detalle

En este período se realizarán los cálculos de ingeniería mecánica, eléctrica y civil, con la elaboración de los planos definitivos para la construcción y el montaje de la planta.

- Trámites de Financiamiento

Comprende la realización de los trámites para la obtención del efectivo requerido de acuerdo al cronograma de inversiones.

- Constitución de la Empresa

Aprobado el financiamiento se considera un plazo para la constitución y la instalación de la empresa.

- Compra del Terreno y Construcción de Obras Civiles

Consiste en la adquisición y la preparación del terreno y la construcción de los cimientos estructuras y edificios del proyecto.

- Compra del Equipo

Comprende la selección de los proveedores de cada equipo, la compra del equipo y el traslado de ellos, hasta la planta.

- Instalación y Montaje

En este lapso se instalan todos los equipos, se tienden las tube-
rías, se colocan las conexiones, se instalan los instrumentos y
las redes eléctricas.

- Licencia y Know-How

En este período se adquiere la tecnología necesaria para el proceso y la licencia del proveedor.

- Supervisión

Abarca los trabajos de supervisión durante la instalación y el montaje de los equipos.

- Prueba y Puesta en Marcha

En este período se verifica el funcionamiento de cada uno de los equipos y se realizan las corridas de prueba.

5.3. ORGANIZACION DEL FUNCIONAMIENTO

El proyecto que se viene proponiendo, comprende una planta con una producción de 3,600 TM anuales.

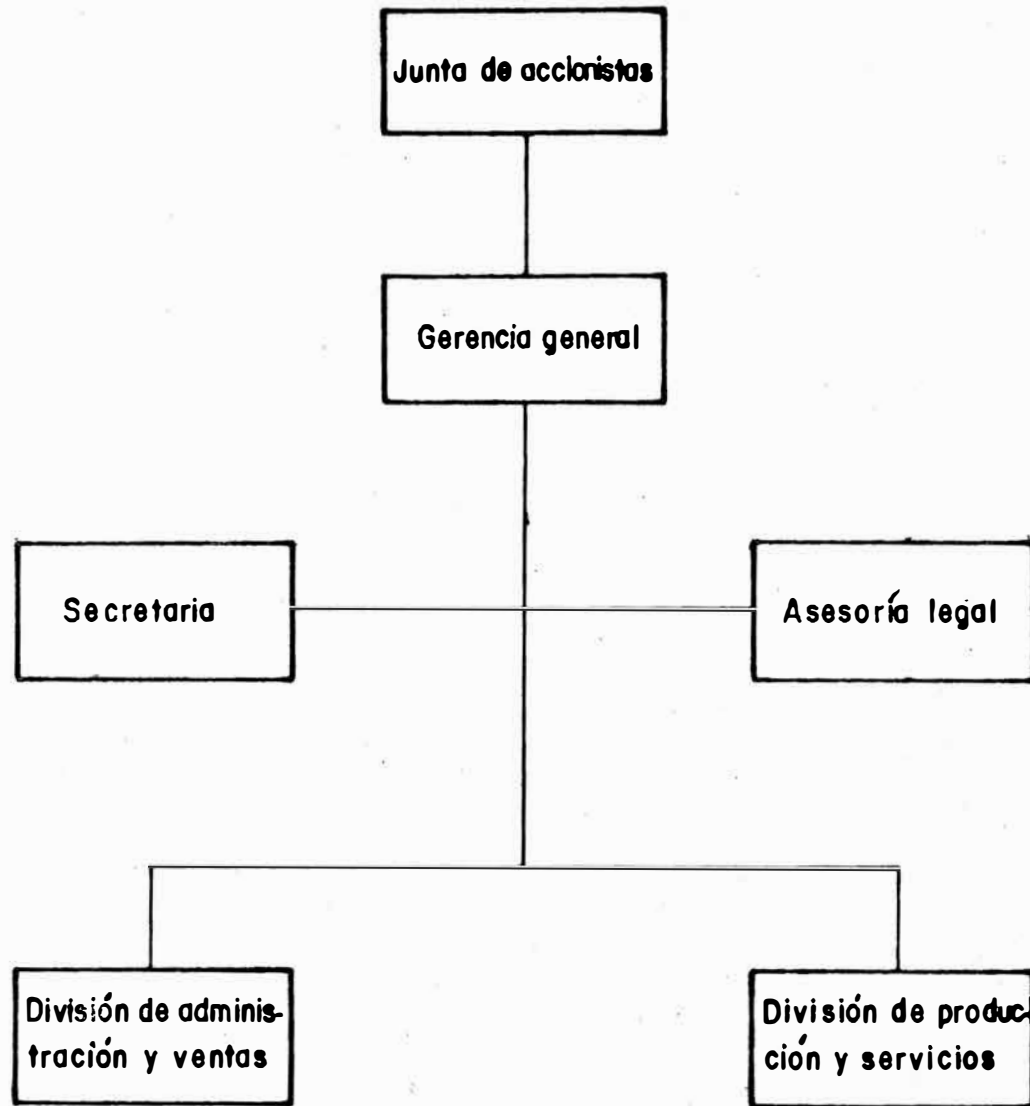
La planta por tanto no puede ser catalizada como una gran industria. El hecho de que las empresas consumidoras nacionales no exceda de un número de seis, indica que el esfuerzo de comercialización no es considerable.

Las acciones de administración y ventas deben estar encaminadas a la exportación de las cantidades previstas, por ende el personal administrativo debe tener conocimiento de los trámites relacionados con la exportación de productos no tradicionales.

La empresa estará legalmente constituida como sociedad anónima, por tanto contará con los organismos de dirección y control que plantea la ley de sociedades mercantiles (Ley 16123), con las atribuciones que en ella se estipulan.

La empresa se encontrará organizada de acuerdo al organigrama propuesto en el Cuadro N° 5.2. Como se puede apreciar la cabeza está constituida por un Gerente General que delegará responsabilidades en los Gerentes de Producción y de Ventas y Administración.

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA



Cada uno de ellos tendrá a su cargo la División correspondiente.

La División de Administración y Ventas se encargará de la labor administrativa y de las acciones de comercialización de la empresa, tendrá una organización de acuerdo a la recomendada en el Cuadro N° 5.3. La Gerencia tendrá a su cargo a un vendedor y a un grupo de contadores que proveerán a la empresa de una administración eficiente, con bastante flexibilidad para realizar labores de conducción de la documentación y de los libros de la empresa y por otro de comercialización del producto. (Ver Cuadro N° 5.4.).

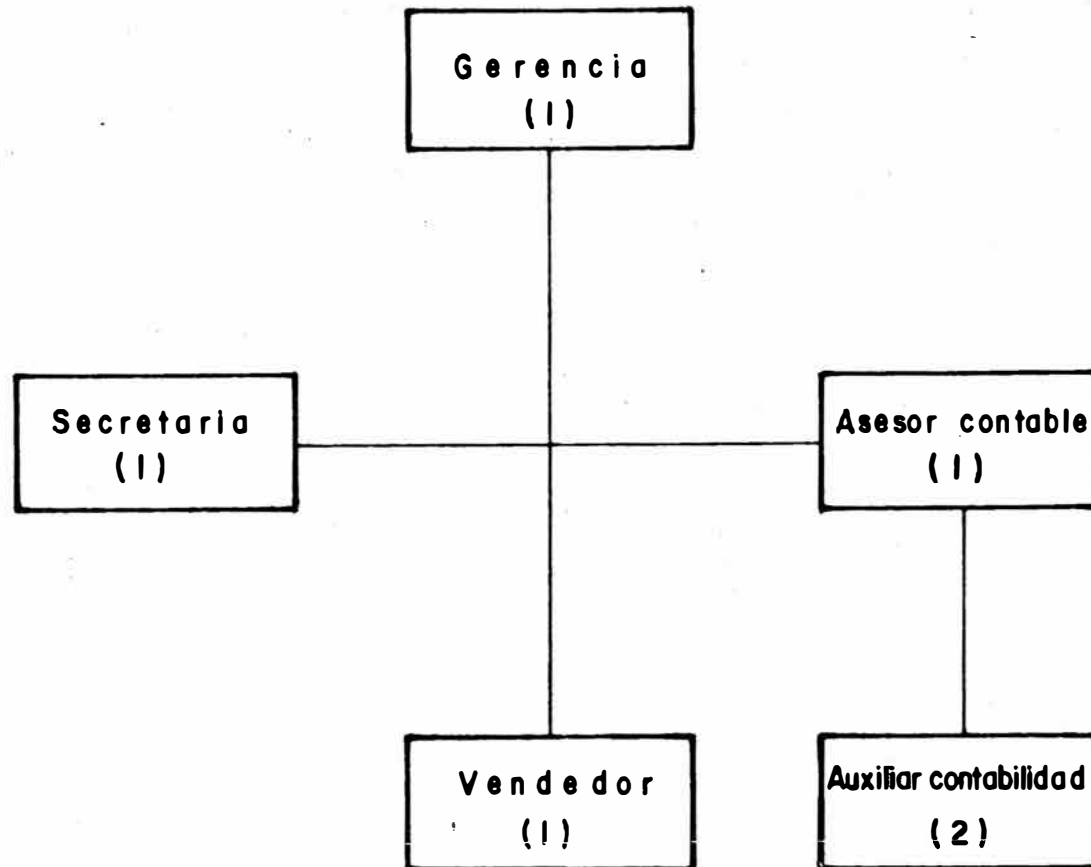
La División de Producción y Servicios conducirá la planta propiamente dicha. El Gerente contará con un Ingeniero Jefe de Turno, que será el responsable de la marcha del proceso.

Este a su vez supervigilará y obligará responsabilidades en cada uno de los operarios a cargo de cada sección de la planta.

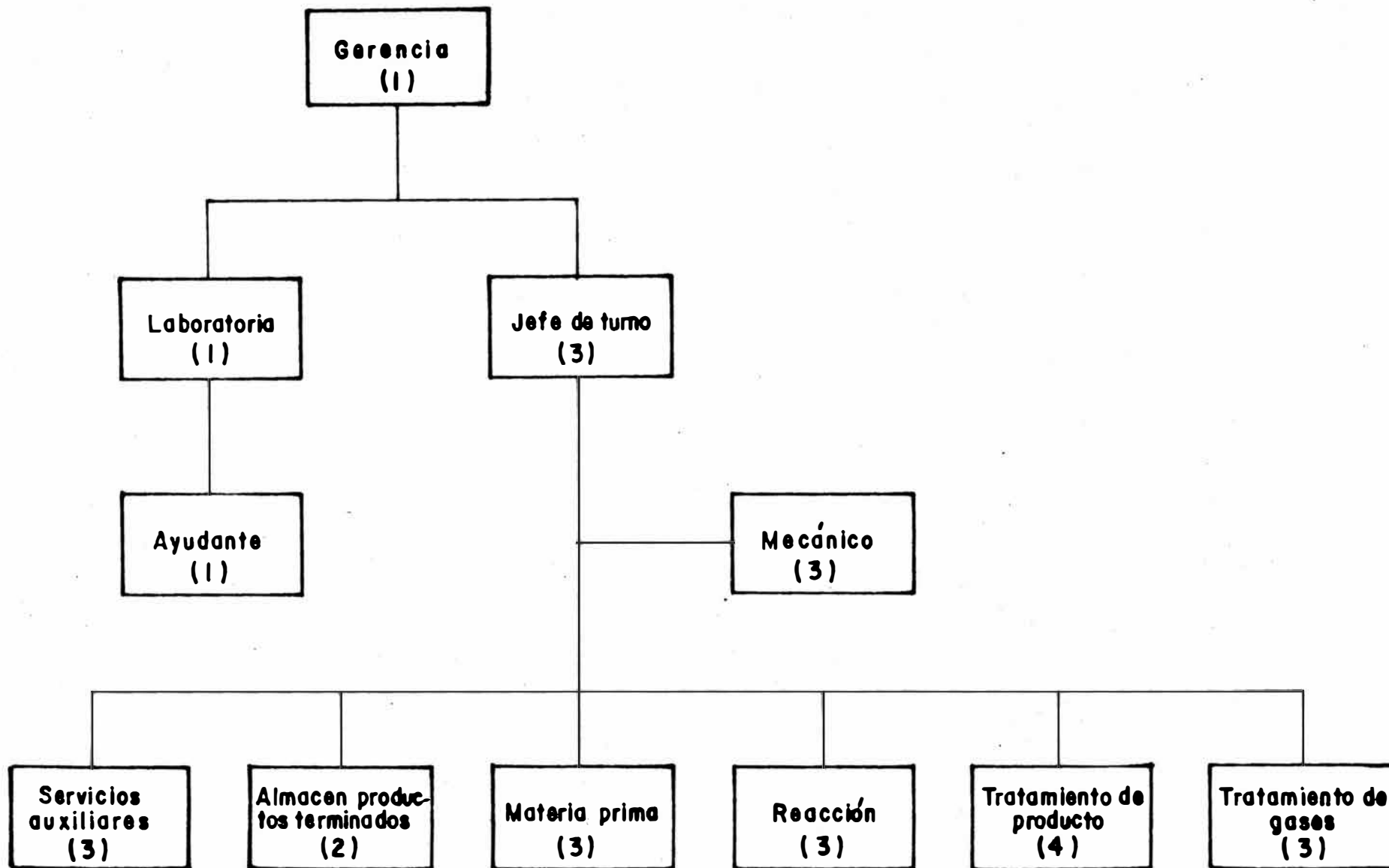
Adicionalmente, el Gerente contará con el apoyo de los datos de control de calidad del proceso que fijarán los patrones de eficiencia de la planta y de sus operadores.

CUADRO Nº 5.3

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA DIVISION DE ADMINISTRACION Y VENTAS



ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA DIVISION DE PRODUCCION Y SERVICIOS



CAPITULO VI

INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

6.1. INVERSIONES

Son los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto que se han dividido en dos grandes grupos:

- Inversión fija, que incluye los recursos requeridos para el diseño, construcción, instalación y montaje de la planta.
- Capital de trabajo, que considera los recursos demandados para la operación de la planta.

6.1.1. INVERSION FIJA

La inversión fija, comprende el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa y que suelen clasificarse en Inversión fija tangible e Inversión fija intangible.

6.1.1.1 Inversión Fija Tangible

Es la cantidad de recursos utilizados para la adquisición de bienes con existencia fija.

a. Terreno y Obras Civiles

- El área de terreno requerido, según la disposición de planta preliminar propuesta (plano N° 2), es de --
1,600 m².

En la zona de Ventanilla, lugar donde se localizaría la planta, el precio del terreno (teniendo en cuenta terrenos en venta actualmente) cercado y con el terreno preparado es de S/. 6,000/m². Por lo tanto, se requiere un monto de 9'600,000 soles (26,700) Dólares.

- La construcción civil que comprende: construcción de edificios, para oficina, laboratorio, taller, almacenes, cimentación y estructura de equipos, entre otros. De acuerdo a los cálculos de Anexo N° 6, el costo asciende a 163,200 dólares.

b. Equipos y Maquinarias

De acuerdo al Anexo N° 6, se tienen los siguientes costos:

-	Equipo y maquinaria puesta en planta	457,300
-	Instrumentación	22,900
-	Tuberías, accesorios y materiales	<u>137,200</u>
	Total equipo y materiales	617,400 Dls.

c. Instalación y Montaje

En este rubro van incluido los gastos de alimentación de máquinas, estructuras, ensamblaje, conexiones. Se ha estimado de acuerdo a recomendaciones de Peters (32) un valor igual al 39% del costo del equipo puesto en planta, lo cual asciende a 240,800 Dls.

d. Supervisión durante la erección

Según el proveedor de tecnología (FACT), el costo de

supervisión e ingeniería sería equivalente al pago de 50 hombres-meses de profesionales en condiciones de pago de 1,000 Dls./mes.

Por lo tanto, el monto asciende a 50,000 Dls.

e. Contingencias

En este acápite se incluyen la inversión fija tangible no prevista, que es igual al 5% del total, es decir: 84,500 Dls.

6.1.1.2 Inversión Fija Intangible

Comprende los recursos económicos que no tienen existencia física en sí misma, sino que representan derechos para la empresa.

a. Gastos de Organización

Son los egresos relacionados con la constitución de la empresa y su organización hasta la puesta en marcha de la planta.

Se han considerado 6 meses en los gastos administrativos aproximadamente 22,300 Dls.

b. Licencia y "Know-How"

De acuerdo a los datos proporcionados por el proveedor de tecnología el monto estimado es de 100,000 Dls.

c. Gastos de Entrenamiento

Son aquellos gastos relacionados con la capacitación y entrenamiento del personal.

- Capacitación de 4 profesionales por parte de ingeniero extranjero por 1 mes	4,500 Dls.
- Entrenamiento del personal por 1 mes	<u>3,500 Dls.</u>
Total	8,000 Dls.

d. Repuestos y Herramientas

En este rubro es considerada la compra de repuestos y herramientas para el mantenimiento de la planta. Se recomienda un 5% del costo del equipo puesto en planta: 30,800 Dls.

e. Otros Gastos

Comprende los siguientes sub-títulos:

- Muebles y enseres.- Es el mobiliario necesario para las actividades administrativas. Se ha calculado en 8,000 Dls.
- Equipo de laboratorio.- Comprende equipo e instrumental para el control de calidad y análisis de la - laboratorio. Se ha calculado en 10,000 Dls.

f. Puesta en Marcha

De acuerdo al cronograma planteado para la implementación del proyecto, se han considerado 2 meses para las corridas y puesta en marcha de la planta.

Tomando en cuenta ello, se tienen los siguientes gastos:

Materiales y productos químicos	67,000
Mano de Obra	9,500
Servicios Industriales	5,700
Gastos de Operación	<u>7,500</u>
	89,700 Dls.

Asumiendo que un 50% de los productos obtenidos se venden en el mercado a precio de costo, Este rubro asciende a 44,900 Dls.

g. Imprevistos

Se considera un 10% del total de inversión fija intangible, de donde el monto por imprevistos es de: ----
22,400 Dls.

h. Intereses durante la construcción

Del Cuadro N° 6.5, se tiene el siguiente resumen:

Intereses	MN	ME	Total
Primer año	-	-	-
Segundo año	-	71,300	71,300
Total	-	71,300	71,300

6.1.2. CAPITAL DE TRABAJO

En este acápite se incluyen las inversiones necesarias para que la empresa tenga liquidez suficiente y pueda de esta forma, realizar sus operaciones corrientes.

6.1.2.1. Caja

Se ha estimado que la empresa, al entrar en operaciones, posea una caja mínima de, aproximadamente, un mes de sueldos y salarios y de servicios industriales. Esto es, para el primer año un valor de 11,400 Dls.

6.1.2.2. Cuentas por Cobrar

Comprende las ventas a plazo realizadas por la planta y corresponde a 30 días de las ventas anuales y equivalen a 90,000 Dls.

6.1.2.3 Cuentas por Pagar

Comprende los créditos de los proveedores de materia prima y corresponde a 1 mes de las compras anuales y asciende a un monto de 51,600 Dls.

6.1.2.4 Inventarios

Se debe considerar tanto inventario de materias como de productos terminados.

a. Materias Primas

Siendo las materias primas nacionales la planta posee una capacidad de almacenamiento de amoniaco de 90 Tm y obtiene la otra materia, el cloruro de hidrógeno por línea directa. Por tanto se necesita un monto de 21,600 Dls.

b. Productos Finales

Considerando una capacidad de almacenamiento existente de 1 mes de operaciones, el monto asciende a un valor de 90,000 Dls.

En el Cuadro N° 6.1, se muestra el resumen de la inversión total en forma desagregada.

6.1.3. CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El calendario de inversiones fijas previsto, se detalla en el Cuadro N° 6.2. Este calendario está basado en el Cronograma de implementación de la planta.

CUADRO N° 6.1

RESUMEN DE LA INVERSION TOTAL

(en US \$)

Concepto	Moneda Nacional	Moneda Extranjera	T o t a l
II: INVERSION FIJA			
A. Inversión Fija Tangible			
Terreno y ob. civiles	190,900	-	190,900
Equipo y maquinaria	54,500	562,900	617,400
Instalación y montaje	240,800	-	240,800
Supervisión	-	50,000	50,000
Contingencia	24,300	30,600	54,900
SUBTOTAL A	510,500	643,500	1'154,000
B. Inversión Fija Intangible			
Gastos de organización	22,300	-	22,300
Licencia	-	100,000	100,000
Gastos de entrenamiento	5,000	3,000	8,000
Repuestos	-	30,800	30,800
Otros gastos	8,000	10,000	18,000
Puesta en marcha	44,900	-	44,900
Imprevistos	8,000	14,400	22,400
Intereses durante construc.	-	71,300	71,300
SUBTOTAL B	88,200	229,500	317,700
SUBTOTAL I	598,700	873,400	1'471,700
II: CAPITAL DE TRABAJO			
Caja	11,400	-	11,400
Invent. mat. primas	21,600	-	21,600
Invent. p. terminados	90,000	-	90,000
Cuentas por cobrar	90,000	-	90,000
Cuentas por pagar	(51,600)	-	(51,600)
SUBTOTAL II	161,400	-	161,400
TOTAL	760,100	873,400	1'633,100

CUADRO N° 6.2

CALENDARIO DE INVERSION FIJA

(Miles US \$)

CONCEPTO	TOTAL		A Ñ O S			
	MN	ME	MN 1	ME	MN 2	ME
<u>INVERSION FIJA</u>	<u>598.7</u>	<u>873.0</u>	<u>215.4</u>	-	<u>310.1</u>	<u>873.0</u>
<u>INV. FIJA TANGIBLE</u>	<u>510.5</u>	<u>643.5</u>	<u>190.9</u>	-	<u>310.1</u>	<u>643.5</u>
Terreno y ob. civiles	190.9	-	190.9	-	-	-
Equipo y maquinaria	54.5	562.9	-	-	54.5	562.9
Instalación y montaje	240.8	-	-	-	240.8	-
Supervisión	-	50.0	-	-	-	50.0
Contingencias	24.3	30.6	9.5	-	14.8	30.6
<u>INV. FIJA INTANGIBLE</u>	<u>88.2</u>	<u>229.5</u>	<u>24.5</u>	-	<u>63.7</u>	<u>229.5</u>
G. Organización	22.3	-	22.3	-	-	-
Licencia	-	100.0	-	-	-	100.0
G. Entrenamiento	5.0	3.0	-	-	5.0	3.0
Repuestos	-	30.8	-	-	-	30.8
Otros gastos	8.0	10.0	-	-	8.0	10.0
Puesta en marcha	44.9	-	-	-	44.9	-
Imprevistos	8.0	14.4	2.2	-	5.8	14.4
Intereses de const.	-	71.3	-	-	-	71.3

6.2. FINANCIAMIENTO

En este subtítulo se indican las fuentes de recursos financieros necesarios para la ejecución y financiamiento del proyecto y describe los mecanismos a través de los cuales fluirán esos recursos hacia los usos específicos del mismo.

6.2.1. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los recursos para el financiamiento provienen de dos fuentes generales:

La deuda de la empresa con terceros, que constituyen las llamadas fuentes externas.

Aportes de capital por suscripción pública.

Para elaborar la estructura financiera se ha buscado una relación deuda-capital de 55% por fuentes externas y 45% de aporte accionario.

Este tipo de estructura permite, en los primeros años de operación, disponer de un margen suficiente para cubrir los servicios de la deuda.

La gestión de crédito en moneda extranjera son canalizados por intermedio de COFIDE, que recepciona los créditos principalmente en cuatro formas:

Crédito de proveedores.

Crédito bancario.

Crédito por protocolo de gobierno a gobierno.

Instituciones financieras de desarrollo

6.2.2. FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

6.2.2.1 Financiamiento de la Inversión Fija

a. Préstamos en moneda extranjera

Los préstamos en moneda extranjera necesarios para financiar la inversión fija son proporcionados por los proveedores de equipo y maquinaria y la Corporación Andina de Fomento, por intermedio de COFIDE.

- Proveedores de maquinaria y equipo.-

Las condiciones de los préstamos del proveedor de maquinaria y equipo son las siguientes:

Préstamos a 10 años .- Incluyendo 2 años de gracia, amortizable anualmente en cuotas fijas, que devengan un interés anual del 8.6%.

- Corporación Andina de Fomento.-

Las condiciones del préstamo de la Corporación Andina de Fomento (33) son las siguientes:

Préstamo a 11 años .- Incluyendo también 2 años de período de gracia, amortizable en cuotas fijas anuales, con intereses del 10% anual.

b. Financiamiento en moneda nacional

Los requerimientos en moneda nacional se han estimado que han de ser cubiertos por los aportes de capital.

En el Cuadro N° 6.3, se aprecia la financiación de la inversión fija, tangible e intangible.

(33) COFIDE ... Fuentes de Crédito para la Actividad Productiva.- Lima, COFIDE, Julio 1980, p. 9.

CUADRO N° 6.3.

FINANCIACION DE LA INVERSION FIJA

Concepto	Total		Año	
	US \$	%	1 US \$	2 US \$
INVERSION				
Fija Tangible	1'154,000	78.4	190,900	963,100
Fija Intangible	317,700	21.6	24,500	293,200
TOTAL	1'471,700	100.0	215,400	1'256,300
FINANCIAMIENTO				
Aporte de capital	679,300	46.1	215,400	463,900
Préstamo provee.	562,900	38.2	-	562,900
Préstamo CAF	229,500	15.7	-	229,500
TOTAL	1'471,700	100.0	215,400	1'256,300

6.2.2.2 Financiamiento del Capital de Trabajo

El capital de trabajo como se ha apreciado , está constituido exclusivamente por moneda nacional.

La Corporación Andina de Fomento , a través, de COFIDE, ofrece préstamos que permiten financiar el capital de trabajo en un 70%. Las condiciones del préstamo serían por un período de 3 años, incluyendo 1 año de gracia, amortizable en cuotas fijas anuales, con un interés de 10% anual al rebatir.

En el Cuadro N° 6.4, se encuentra resumida la financiación del capital de trabajo.

6.2.2.3 Plan de Amortizaciones e Intereses

En el Cuadro N° 6.5, es mostrado el plan de amortizaciones e intereses propuesto para el proyecto, de acuerdo a los préstamos anteriormente considerados como más apropiados.

Los cálculos han sido previamente realizados considerando las condiciones ya apreciadas, de cada uno de los préstamos (Proveedor de equipo y Corporación Andina de Fomento).

En este plan de amortizaciones e intereses, como en los siguientes capítulos del proyecto, se ha considerado que el período de vida de la planta será de 10 años, que sumados a los dos primeros años tomados para la implementación del proyecto, hacen los 12 años que figuran en este Cuadro.

CUADRO N° 6.4

FINANCIACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

(en US \$)

<u>Concepto</u>	<u>Moneda Nacional</u>	<u>Moneda Extranjera</u>
CAPITAL DE TRABAJO	161,400	-
FINANCIAMIENTO	161,400	-
Aporte de capital	48,400	-
Corp. Andina Fomento (CAF)	113,000	-

CUADRO N° 6.5

PLAN DE AMORTIZACIONES E INTERESES

(en US \$)

Año	Saldo	Pago Principal	Interés	Servicio de Deuda
1	-	-	-	-
2	792,400	-	71,300	71,300
3	905,400	-	82,600	82,600
4	696,600	152,300	74,000	226,300
5	600,000	152,300	59,700	212,000
6	505,000	95,800	45,600	141,400
7	409,200	95,800	36,900	132,700
8	313,300	95,900	28,400	124,300
9	217,400	95,900	20,400	116,300
10	121,400	96,000	11,100	107,100
11	25,500	95,900	2,500	98,400
12	-	25,200	-	25,200

CAPITULO VII

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

Con la finalidad de evaluar posteriormente el proyecto, se calcularán en este capítulo, los ingresos y los gastos anuales empleando para ello las informaciones y los resultados obtenidos en los capítulos precedentes.

7.1. PRESUPUESTO DE INGRESOS

Los ingresos que obtendría la planta procederían principalmente de la venta del producto.

En el Cuadro N° 7.1 se ha resumido el presupuesto de ingresos, que consta de una entrada de recursos por venta del producto y de un incremento adicional conformado por los certificados de reintegros tributario a la exportación (CERTEX).

7.1.1. PROGRAMA DE VENTAS

El programa de ventas de la empresa está íntimamente ligado, de acuerdo al supuesto de venta total, con el programa de producción propuesto en el Cuadro N° 4.1.

Considerando este programa, hay que hacer notar que la cantidad asignada a inventario de productos terminados no será vendido hasta el término del proyecto.

Las ventas, como se aprecia en el capítulo sobre el estudio de mercado, van a estar dirigidas al mercado nacional y al mercado subregional. En el Cuadro N° 7.2, se ha planteado el programa de ventas con el que podría contar la empresa durante su funcionamiento. Considerando la producción total vendible, se han calculado las ventas

CUADRO N° 7.1

PRESUPUESTO DE INGRESOS

	Ventas al Mercado Nacional		Ventas al Mercado Extranjero		Ingreso por CERTEX	Ingreso Neto
	T.M.	US \$	T.M.	US \$	US \$	
3	1368	547,200	1152	414,720	80,290	1'042,210
4	1820	728,000	1780	640,800	124,059	1'492,859
5	1878	751,200	1722	619,920	120,017	1'491,137
6	1936	774,400	1664	599,040	115,974	1'489,414
7	1993	797,200	1607	578,520	112,001	1'487,721
8	2052	820,800	1548	557,280	107,889	1'485,969
9	2110	844,000	1490	536,400	-	1'380,400
10	2166	866,400	1434	516,240	-	1'382,640
11	2222	888,800	1378	496,080	-	1'384,880
12	2638	1'055,200	1322	475,920	-	1'531,120

CUADRO N° 7.2.

PROGRAMA DE VENTAS

Año	Mercado Nacional TM	Mercado Andino TM	Total TM
3	1,368	1,152	2,520
4	1,820	1,780	3,600
5	1,878	1,722	3,600
6	1,936	1,664	3,600
7	1,993	1,607	3,600
8	2,052	1,548	3,600
9	2,110	1,490	3,600
10	2,166	1,434	3,600
11	2,222	1,378	3,600
12	2,638	1,322	3,960

Precio de Venta:

- Mercado Nacional US\$ 400/TM
- Mercado Andino US\$ 360/TM

al mercado subregional tomando en cuenta que en primer lugar se cubrirá el mercado nacional, por diferencia de estas cantidades. En el caso del primer año, se ha estimado que la venta en el mercado nacional no serán del todo satisfactorias tomándose por ello un porcentaje (80%) del total.

7.1.2. PRECIO DE VENTA

El precio de venta del producto se ha determinado teniendo en cuenta el precio promedio actual de compra del cloruro de amonio, puesto en planta para los clientes potenciales. Este valor fue estimado en el capítulo II, en un valor de \$0.4/kg., fuera de impuesto a la venta (6%). En el caso del precio para el grupo subregional, considerando que el precio de compra de los futuros demandantes es similar al dado en el párrafo precedente, se debe optar un precio menor que sumado a los costos de fletes para que alcance el precio propuesto. Este valor se ha estimado en \$0.36/kg.

7.2. PRESUPUESTO DE GASTOS

Los gastos de la empresa, están integrados por los costos directos del producto y los costos indirectos del período presupuestado. El costo del producto está conformado por los costos de fabricación del mismo, es decir, los que inciden directamente, como es el caso de las materias primas, servicios industriales, pago de mano de obra, mantenimiento y otros.

El costo indirecto del período comprende los gastos incurridos en la administración de la empresa, en la venta del producto entre otros.

7.2.1. Presupuesto de Costo de Producción

En este presupuesto se considera los costos incurridos durante el año de producción para elaborar los productos finales que serán vendidos, como aquellos que se han estimado para cubrir los inventarios.

7.2.1.1 Materias Primas y Servicios

Las materias primas directas son aquellas que ingresan a formar parte del producto en este caso el cloruro de hidrógeno y el amoníaco.

Los servicios que se utilizan en el proceso y que son contabilizados como costo de producción, son: el agua de proceso y la fuerza eléctrica.

En el Cuadro N° 7.3, se detalla los requerimientos de cada uno de estos rubros.

7.2.1.2 Mano de Obra Directa

La mano de obra directa comprende los sueldos y salarios incluidos los beneficios sociales del personal que está ligado directamente con la producción.

En el Cuadro N° 7.4, es mostrado el presupuesto de mano de obra directa.

7.2.1.3 Gastos de Fabricación

En estos gastos se han agrupado la mano de obra indirecta

CUADRO N° 7.3.

PRESUPUESTO DE MATERIAS PRIMA Y SERVICIOS

Material o servicio	Año			
	3	4	5	6 - 12
<u>Amoniaco</u>				
Requerimiento (TM)	1,012	1,266	1,266	1,266
Precio (US\$/TM)	240	240	240	240
Costo (US \$) I	242,900	242,900	242,900	242,900
<u>Cloruro de Hidrógeno</u>				
Requerimiento	2,100	2,626	2,626	2,626
Precio (US\$/TM) !	60	60	60	60
Costo (US\$)	126,000	157,560	157,560	157,560
Costo de materiales (US\$)	368,900	400,460	400,460	400,460
<u>Agua de Proceso</u>				
Requerimiento (m ³)	34,560	43,200	43,200	43,200
Precio (US\$/m ³)	0.22	0.22	0.22	0.22
Costo (US\$)	7,600	9,500	9,500	9,500
<u>Fuerza</u>				
Requerimiento (kw-hr)	581,760	727,200	727,200	727,200
Precio (US\$/kw-hr)	0.034	0.034	0.034	0.034
Costo (US\$)	19,800	24,700	24,700	24,700
Costo de servicio (US\$)	27,400	34,200	34,200	34,200

CUADRO N° 7.4

MANO DE OBRA DIRECTA

PERSONAL	NUMERO	SUELDO US \$/mes	TOTAL US \$
Operarios de sección	16	180	2,880
Operarios de apoyo	3	150	450
Jefe de Turno	3	250	750
Total Parcial	22		4,080
Beneficios Sociales (50%)			<u>2,040</u>
TOTAL			6,120

ta, materiales de mantenimiento , depreciación y seguro de planta.

a. Mano de Obra Indirecta

La mano de obra indirecta comprende los sueldos y salarios , así como los beneficios sociales del personal que trabajando en la empresa no actúa directamente en la elaboración del producto.

En el Cuadro N° 7.5, se encuentra detallado este monto.

b. Materiales de mantenimiento

En este rubro vienen comprendidos los gastos en materiales que se usan regularmente para el mantenimiento del equipo y de la maquinaria.

Se ha estimado el monto en este acápite de un valor de US\$ 11,000.

c. Depreciación

Las depreciaciones se han calculado asumiendo un período depreciable para los equipos y maquinarias de 10 años y para las obras civiles de 33 años.

d. Seguro de Planta

El seguro de planta comprende los desembolsos que permitan asegurar el equipo y la maquinaria, las edificaciones, las instalaciones , los repuestos. El monto presupuestado es igual al 1% del costo de estos bienes. En el Cuadro N° 7.6., muestra el presupuesto de gastos de fabricación calculados de acuerdo a las anteriores asunciones.

CUADRO N° 7.5.

MANO DE OBRA INDIRECTA

Personal	Número	Sueldo		Total	
		US	\$	US	\$
Gerente General	1	600		600	
Gerente Producción	1	500		500	
Gerente Adm. y Ventas	1	400		400	
Asesor Legal	1	400		400	
Asesor Contable	1	400		400	
Auxiliar Contabilidad	2	180		360	
Vendedor	1	180		180	
Secretaria	2	200		400	
Jefe de Laboratorio	1	300		300	
Ayudante de Laboratorio	1	180		180	
Jefe Almacén prod.term.	1	200		200	
Guardañá	3	150		450	
<hr/>					
Total Parcial	16			4,370	
Beneficios Sociales (50%)				2,185	
<hr/>					
TOTAL				6,555	

CUADRO N° 7.6.

PRESUPUESTO DE GASTOS DE FABRICACION

<u>Concepto/Año</u>	<u>3 - 12</u>
Mano de obra Indirecta	79,200
Materiales de mantenimiento	11,000
Depreciación	67,000
Seguro de Planta	10,200
Total gastos de fabricación	167,400

CUADRO N° 7.7.

PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCION

<u>Rubro / Año</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6-12</u>
Materias primas y serv.	295,500	363,200	363,200	363,200
Mano de obra directa	73,400	73,400	73,400	73,400
Gastos de fabricación	167,400	167,400	167,400	167,400
	536,300	604,000	604,000	604,000

7.2.2 PRESUPUESTO DE GASTOS PROPIAMENTE DICHS

Este presupuesto se ha elaborado considerando los gastos de administración y ventas, impuesto al patrimonio, amortización de los gastos pre-operativos y gastos financieros.

7.2.2.1 Gastos Administrativos y Ventas

Se han estimado estos costos en un valor igual al 10% del valor total de las ventas, ya que son de naturaleza variables y comprende útiles de escritorio, seguros y equipo. En cuanto a los gastos de venta, se ha considerado que el valor asumido es satisfactorio toda vez que el esfuerzo de comercialización no es grande, debido al pequeño número de clientes.

7.2.2.2 Impuesto al Patrimonio

Se ha calculado de acuerdo a los dispositivos legales vigentes, considerados en el capítulo V.

7.2.2.3 Amortización de Gastos Pre-Operativos

Corresponde esencialmente a la amortización de los activos fijos intangibles y se ha considerado un período de amortización de 10 años. Este presupuesto aparece calculado en el Cuadro N° 7.8..

7.2.2.4 Gastos Financieros

Los gastos financieros comprenden los intereses que se pagan por los préstamos nacionales y extranjeros. En el Cuadro N° 7.9 , figura el presupuesto de gastos financieros

CUADRO N° 7.8.

PRESUPUESTO DE AMORTIZACION DE G. PRE-OPERATIVOS

Total	Vida Util	Amortización Anual
US \$	Años	US \$
317,700	10	31,800

CUADRO N° 7.9.

PRESUPUESTO DE GASTOS FINANCIEROS

<u>Año</u>	<u>Interés a Pagar</u>
2	71,300
3	82,600
4	74,000
5	59,700
6	45,600
7	36,900
8	28,400
9	20,400
10	11,100
11	2,500
12	-

CUADRO N° 7.10.

PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTA

(en miles US\$)

Rubro	Año									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo de materiales direct.	368.9	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4
Costo de servicios	27.4	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2
Costo mano obra directa	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4
Gastos de fabricación	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4	167.4
Costo de Producción	637.1	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4
(+) I.I.P.T. *	-	79.6	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
(-) I.F.P.T. **	79.6	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	-
Costo de Venta	557.5	687.5	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	742.9

(*) El número de unidades inventariadas está definido en el Programa de Producción.

(**) El valor del I.F.P.T., se determina calculando el costo unitario de lo producido en el año (costo producción / Producción programada) y multiplicándolo por el número de unidades fijadas como inventario final.

CAPITULO VIII

ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

En este capítulo se plantean los estados financieros proyectados, que permiten analizar coherentemente los aspectos económicos-financieros del proyecto.

Mediante ellos se pretende conocer la situación financiera de la empresa, determinando la utilidad neta proyectada anual, los dividendos originados, la liquidez y otros montos adicionales que serán obtenidos en los 10 años de vida.

8.1. ESTADOS DE GANANCIAS Y PERDIDAS PROYECTADOS

Los Estados de Ganancias y Pérdidas proyectados que se presentan en el Cuadro N° 8.1., no son sino el resumen ordenado de las sumas presupuestadas en el capítulo anterior. Se encuentran divididos en varios subtítulos que a continuación se pasará a explicar.

8.1.1. UTILIDAD BRUTA

La utilidad bruta se obtiene sustrayendo, del ingreso neto por ventas, el costo de venta de los productos.

El ingreso neto de ventas, es calculado con la ayuda del Cuadro N° 7.1. Es la suma de las entradas por ventas al mercado nacional, por exportación al mercado andino y por los Certificados de Reintegro Tributario (CERTEX), descontando los impuestos por ventas. Desde el momento que el cálculo realizado para obtener estas cantidades, fue utilizando precios de venta que no incluían el citado impuesto, no es necesario hacer la sustracción.

El CERTEX fue calculado multiplicando los montos de ventas al mercado subregional, por el factor 0.22 (0.2 por ser producto no tradicional + 0.02 por ser un producto nuevo) y luego por el coeficiente 0.88 (1.0 - 0.1 para municipalidad - 0.02 para FOPEX).

El costo de venta es proporcionado por el Cuadro N° 7.10, en él están comprendidos los costos directos e indirectos, así como la diferencia de los inventarios iniciales y finales de productos terminados, de acuerdo a la política de inventarios planteada anteriormente.

8.1.2. UTILIDAD DE OPERACION

La utilidad de operación es obtenida de restar de la utilidad bruta, los gastos de operación y la amortización de gastos pre-operativos.

Los gastos de operación son calculados de acuerdo a lo propuesto en el acápite 7.2.2.1., que viene a ser un porcentaje de las ventas totales.

La amortización de gastos pre-operativos, aparece calculada en el Cuadro N° 7.8., siendo una cantidad constante para todos los años de vida.

8.1.3. RENTA IMPONIBLE

La renta imponible es el monto sobre el cual se realiza el cálculo del impuesto a la renta. Es el resultado de disminuir a la utilidad de operación los gastos financieros.

Los gastos financieros son proporcionados por el Cuadro N° 7.9. y constituyen los intereses generados por los préstamos solicitados.

8.1.4. UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO

La utilidad después de impuesto es obtenida al sustraer el impuesto a la renta, a la renta imponible.

El monto del impuesto a la renta ha sido calculado, de acuerdo a la escala mostrada en el acápite 5.1.2.4. Para el caso

de las rentas imponibles del proyecto, todas ellas están sujeta a una tasa del 40%.

8.1.5. UTILIDAD ANTES DE RESERVA LEGAL

La utilidad antes de reserva legal es aquel monto que se obtiene de la sustracción de las deducciones de ley, a la utilidad después de impuesto.

Las deducciones de ley están constituidas por los siguientes rubros :

- La participación de los trabajadores (10%) (D.L. 22401)
- La participación patrimonial de los trabajadores (13.5%) (D.L. 22402)
- La participación patrimonial de la Comunidad Industrial (1.5%) (D.L. 22401)
- Investigación Tecnológica y Científica (2%) (D.L. 22401)

Por lo tanto el monto es obtenido al multiplicar la utilidad después de impuesto por el factor 0.27.

8.1.6. UTILIDAD NETA

La utilidad neta es el resultado de sustraer de la utilidad antes de reserva, el monto correspondiente a la reserva legal.

ESTADOS DE GANANCIAS Y PERDIDAS PROYECTADOS

(en miles US\$)

Rubro	Año									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso Neto	1042.2	1492.8	1491.1	1489.4	1487.7	1485.9	1380.4	1382.6	1384.9	1531.1
(-) Costo de Venta	557.5	687.5	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.9
Utilidad Bruta	484.7	805.3	815.7	814.0	812.3	810.5	705.0	707.2	709.5	788.2
(-) Gastos de Operación	9.6	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	15.3
(-) Amort. de g. pre-oper.	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Utilidad de Operación	443.4	760.0	770.3	768.6	766.9	765.1	659.5	661.7	664.0	741.2
(-) Gastos Financieros	82.6	74.0	59.7	45.6	36.9	28.4	20.4	11.1	2.5	-
Renta Imponible	360.8	686.0	710.6	723.0	730.0	736.7	639.1	650.6	661.5	741.2
(-) Impuesto a la Renta	144.3	274.4	284.2	289.2	292.0	294.7	255.6	260.2	264.6	296.4
Utilidad después Impuesto	216.5	412.6	426.4	433.8	438.0	442.0	383.5	390.4	396.9	444.8
(-) Deducciones de Ley	58.4	111.4	115.1	117.1	118.3	119.3	103.5	103.4	107.2	120.1
Utilidad antes de Reserva	158.1	301.2	211.3	316.7	319.7	322.7	280.0	285.0	289.7	324.7
(-) Reserva Legal	15.8	30.1	31.1	31.6	31.9	15.8	-	-	-	-
Utilidad Neta	142.3	271.1	280.2	285.1	287.8	306.9	280.0	285.0	289.7	324.7

La reserva legal es calculada, de acuerdo a lo estipulado por la Ley 16123 de Sociedades Mercantiles. En ella se obliga a las empresas que obtienen una utilidad antes de reserva superior mayor al 7% del capital pagado, a deducir como mínimo un 10% de esa utilidad, para constituir un fondo de reserva hasta alcanzar el 20% del capital.

8.2. ESTADOS DE UTILIDADES RETENIDAS PROYECTADOS

Los estados de utilidades retenidas proyectadas son aquellos estados financieros obtenidos luego de repartir los dividendos correspondientes a los accionistas. Estos dividendos son calculados de manera de disponer en el flujo de caja final, un monto (caja mínima) que cubra el pago de un mes de sueldos y salarios y de servicios industriales.

En el Cuadro N° 8.2. son mostrados estos estados financieros para los 10 años del proyecto.

8.3. FLUJOS DE CAJA PROYECTADOS

Los flujos de caja proyectados están constituidos por la tabulación de los planes del proyecto, en términos de su impacto sobre los ingresos y egresos de caja en los períodos futuros. En resumen se intenta predecir cuándo y en qué cantidad el efectivo entrará en la empresa; y cuándo y en qué cantidad ocurrirán las salidas de efectivo.

La reserva legal es calculada, de acuerdo a lo estipulado por la Ley 16123 de Sociedades Mercantiles. En ella se obliga a las empresas que obtienen una utilidad antes de reserva superior mayor al 7% del capital pagado, a deducir como mínimo un 10% de esa utilidad, para constituir un fondo de reserva hasta alcanzar el 20% del capital.

8.2. ESTADOS DE UTILIDADES RETENIDAS PROYECTADOS

Los estados de utilidades retenidas proyectadas son aquellos estados financieros obtenidos luego de repartir los dividendos correspondientes a los accionistas. Estos dividendos son calculados de manera de disponer en el flujo de caja final, un monto (caja mínima) que cubra el pago de un mes de sueldos y salarios y de servicios industriales.

En el Cuadro N° 8.2. son mostrados estos estados financieros para los 10 años del proyecto.

8.3. FLUJOS DE CAJA PROYECTADOS

Los flujos de caja proyectados están constituidos por la tabulación de los planes del proyecto, en términos de su impacto sobre los ingresos y egresos de caja en los períodos futuros. En resumen se intenta predecir cuándo y en qué cantidad el efectivo entrará en la empresa; y cuándo y en qué cantidad ocurrirán las salidas de efectivo.

En el Cuadro N° 8.3. son presentados los flujos de caja proyectados de la empresa, con las subdivisiones que permitan una mayor comprensión y que a continuación se detallarán.

8.3.1. INGRESOS EFECTIVOS

Los ingresos efectivos vienen conformados, en el flujo de caja económico por la recaudación por ventas y el CERTEX, mientras en el flujo de caja financiero, también son consideradas las entradas por aporte de capital y préstamos.

La recaudación por ventas, no es otra cosa que el ingreso por ventas netas desfasadas un mes por año, considerando el plazo otorgado a los clientes para realizar los pagos (Ver Cuadro N° 8.5.)

El aporte de capital y los préstamos fueron calculados en el Capítulo VI y se encuentran explicados en los Cuadros N° 6.4. y 6.5.

8.3.2. EGRESOS EFECTIVOS

Los egresos efectivos están constituidos por los siguientes rubros :

a) Egresos de Operación

Son aquellos egresos realizados para la compra de materiales, para el pago de la mano de obra incluyendo los beneficios sociales y para los gastos generales de planta, incluyendo los servicios industriales y el seguro de planta.

El pago por compra de materiales se ha calculado, considerando el plazo de 30 días que se recibe de parte de las empresas proveedoras. Los resultados pueden ser apreciados en el Cuadro N° 8.6.

El cálculo y la tabulación de los egresos de operación son mostrados en el Cuadro N° 8.3.

b) Egresos por Gastos de Operación

Comprende las salidas de efectivo a causa de los gastos administrativos y de ventas señalados en el Punto 7.2.2.1.

c) Egresos por Inversiones

Corresponde a los egresos realizados para cubrir las inversiones en activo fijo (Ver Cuadro N° 6.1.) y los gastos pre-operativos (Ver Punto 7.2.2.3.)

d) Egresos por Deducciones de Ley

Son las salidas de efectivo ocasionadas por las deducciones de Ley, calculadas anteriormente en el Punto 8.1.5.

e) Egresos Financieros

Estos egresos están formados por los intereses a pagar por los préstamos solicitados (Ver Cuadro N° 7.9.) y por las amortizaciones de dichas deudas (Apreciar Cuadro N° 6.5.)

f) Egresos por Dividendos

Comprende el pago por dividendos a los accionistas. Estas cotizaciones se reparten a partir del segundo año de operación y son pagadas al año siguiente al ejercicio económico que generó esta utilidad.

g) Caja Mínima

Está constituida por una cantidad tal, que permita cubrir los gastos ocasionados por un mes de sueldos y salarios, un mes de servicios industriales y un mes de gastos administrativos.

CUADRO N° 8.4

FLUJO DE CAJA PROYECTADOS
(Miles US\$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS EFECTIVOS												
Recaudación por ventas	-	-	881.7	1402.7	1371.3	1373.5	1375.9	1378.3	1380.6	1382.8	1385.1	1543.2
Certex	-	-	80.2	124.1	120.0	116.0	112.0	107.9	-	-	-	-
INGRESO TOTAL			962.0	1526.8	1491.3	1489.5	1487.9	1486.2	1380.6	1382.8	1385.1	1543.3
EGRESOS EFECTIVOS												
Egresos de Operación			606.4	672.7	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4	675.4
Gastos de Operación			9.6	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	15.3
Inversiones	215.4	1256.3	161.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deducciones de Ley			58.4	111.4	115.1	117.1	118.3	119.3	103.5	105.4	107.2	120.1
Impuestos			144.3	274.4	284.2	289.2	292.0	294.7	255.6	260.2	264.6	296.4
EGRESO TOTAL			980.1	1072.1	1088.4	1095.4	1099.4	1103.1	1048.3	1054.8	1061.0	1107.2
FLUJO DE CAJA ECONOMICO												
	-215.4	-1256.3	-18.1	454.7	402.9	394.1	388.5	383.1	332.3	328.0	324.1	346.1
(+) Aporte de Capital	215.4	463.9	48.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Préstamos	-	792.4	113.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortiz. de deuda	-	-	-	152.3	152.3	95.8	95.8	95.9	95.9	96.0	95.9	25.2
(-) Intereses	-	-	71.3	82.6	74.0	59.7	45.6	36.9	28.4	20.4	11.1	2.5
FLUJO DE CAJA FINANCIERO												
	-	-	72.0	219.8	176.6	238.6	247.1	250.3	208.0	211.6	217.1	408.4
(-) Pago por dividendo				-	113.9	244.0	266.2	285.1	241.3	211.6	217.1	408.4
(+) Caja Inicial				-	219.8	282.5	277.1	258.1	223.3	190.0	190.0	190.0
CAJA FINAL			72.0	219.8	282.8	277.1	258.1	223.3	190.0	190.0	190.0	190.0

CUADRO N° 8.5

PRESUPUESTO DE RECAUDACION POR VENTAS

(miles US \$)

RUBRO \ AÑO	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso por Ventas Netas	961.9	1,368.8	1,371.1	1,373.4	1,375.7	1,378.1	1,380.4	1,382.6	1,384.9	1,531.1
(+) Cuentas por cobrar inicial	--	80.2	114.1	114.3	114.4	114.6	114.8	115.0	115.2	115.4
(-) Cuentas por cobrar final	80.2	114.1	114.3	114.4	114.6	114.8	115.0	115.2	115.4	127.6
Recaudacion por Ventas	881.7	1,402.7	1,371.3	1,373.5	1,375.9	1,378.3	1,380.6	1,382.8	1,385.1	1,543.3

CUADRO N° 8.7

INVENTARIO DE MATERIALES

<u>RUBRO</u> \ <u>AÑO</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5-11</u>	<u>12</u>
Inv. Inic. Mater.	--	12.6	12.6	12.6
(+) Compras	368.9	400.4	400.4	387.8
(-) Requerimiento	356.3	400.4	400.4	400.4
Inv. Fin. Mater.	12.6	12.6	12.6	--

8.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio, es aquel nivel mínimo de ventas, en el que podría operar la planta, de manera de cubrir los costos totales. En este punto la empresa no obtiene, ni ganancias, ni pérdidas.

En el Cuadro N° 8.8., se muestran los puntos de equilibrio, correspondientes a cada uno de los 10 años de vida de la planta. El punto de equilibrio promedio es de 1,105 TM anuales, que representa un 30.7% de la capacidad total de la planta (3,600 TM/año).

Como se ha dicho, en el punto de equilibrio, la cantidad producida o más bien vendida permite que los ingresos por ventas, iguale a los costos totales, como se muestra en la ecuación siguiente :

$$\text{Precio} \times \text{Pe} = \text{Costo variable unitario} \times \text{Pe} + \text{Costo Fijo}$$

Siendo Pe , la cantidad de unidades vendidas que permiten alcanzar el punto de equilibrio. Por lo tanto, el punto de equilibrio será igual a :

$$\text{Pe} = \frac{\text{Costo Fijo}}{\text{Precio} - \text{Costo variable unitario}}$$

El precio es obtenido por la división del ingreso neto por ventas entre las unidades producidas.

El costo variable unitario, en igual forma, es la razón entre los costos variables totales y la producción anual. Los costos variables totales son mostrados en el Cuadro N° 8.9. y son la suma de los egresos, por pago de materiales directos, servicios industriales y gastos de venta.

El costo fijo es igual a la sumatoria de todos aquellos gastos que no obstante variar en el tiempo, su monto total no depende de la cantidad producida. También en el Cuadro N° 8.9. se puede apreciar la conformación que posee el costo fijo de la planta.

CUADRO N° 8.8

DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

RUBRO \ AÑO	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso Neto (miles US \$)	1,042.2	1,492.8	1,491.1	1,489.4	1,487.7	1,485.9	1,380.4	1,382.6	1,384.9	1,531.1
Unidades Pro ducidas (TM)	2,880	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Precio Prome dio (US\$/TM)	361.9	414.7	414.2	413.7	413.3	412.7	383.4	384.0	384.7	425.3
Costo Fijo (miles US \$)	355.1	346.5	332.3	318.2	309.5	301.0	293.0	283.7	275.1	272.6
Costo Variable Unitario (US\$/ TM)	140.0	124.5	124.5	124.5	124.5	124.5	124.5	124.5	124.5	124.5
Punto de Equili brio (TM)	1,606.8	1,194.0	1,147.0	1,100.3	1,071.7	1,044.4	1,131.5	1,093.2	1,060.1	904.6
% Capacidad de Planta	44.6	33.2	31.9	30.6	29.8	29.0	31.4	30.4	29.4	25.1

CUADRO N° 8.9

COSTOS DE OPERACION

<u>AÑO</u> RUBRO	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>COSTOS VARIABLES</u>										
Materiales Directos	368.9	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4	400.4
Servicios Industriales	27.4	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2
Gastos de Venta	9.6	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	15.3
SUB- TOTAL	405.9	448.2	448.3	448.3	448.3	448.3	448.4	448.4	448.4	449.9
<u>COSTOS FIJOS</u>										
Mano de Obra Direc- ta.	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4
Mano de Obra Indirec- ta.	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2	79.2
Depreciación	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0
Amortización de G. pre- oper.	31.7	31.7	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8
Mantenimiento	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Seguro de Planta	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
Gastos Financieros	82.6	74.0	59.7	45.6	36.9	28.4	20.4	11.1	2.5	--
SUB- TOTAL	355.1	346.5	332.3	318.2	309.5	301.0	293.0	283.7	275.1	272.6
COSTO TOTAL	761.0	794.7	780.6	766.5	757.8	749.3	741.4	732.1	723.5	722.5

CAPITULO IX

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Los criterios más importantes que se han utilizado para la evaluación del proyecto son: aquel proporcionado por la rentabilidad comercial o privada y aquel dado por la rentabilidad social.

9.1 EVALUACION PRIVADA

La evaluación privada del proyecto se ha realizado considerando la rentabilidad económica, la rentabilidad financiera y la rentabilidad para el accionista.

9.1.1. RENTABILIDAD ECONOMICA

La rentabilidad económica ha sido estimada de acuerdo a los siguientes índices:

- Tasa Interna de Retorno
- Valor Actual Neto
- Relación Beneficio Costo actualizado
- Período de Reembolso

Para todos ellos, los flujos de caja económicos proyectados, mostrados en el cuadro N° 8.4, constituyen las cantidades que permiten su cálculo.

a. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno económica es aquel índice de descuento, que aplicado los flujos de caja neto económicos proyectados de la empresa, da un valor cero para la

sumatoria total, es decir:

$$\sum_{i=1}^n \frac{FNE_i}{1 + (TIR)} = 0$$

FNE_i = Flujo de caja neto
 económico del año i
 Tasa
 TIR = interna de retorno

Este índice, por tanto, permite igualar, el valor actual de la sumas de los flujos de caja con la inversión inicial.

Este valor (TIR), es obtenido por sucesivos tanteos, En el cuadro N° 9.1, se muestran alguno de ellos, así como la cifra más aproximada, que es de 16.6%.

Por lo tanto:

$$\text{Tasa Interna de Retorno Económica} = 16.6\%$$

b. Valor Actual Neto

El valor actual neto es la sumatoria de los flujos de caja económicos actualizados, aplicando como tasa de descuento el costo de capital de la empresa.

La empresa estatal INDUPERU, en el cálculo de los proyectos de la industria química, asume un costo de capital del 15%.

En el cuadro N° 9.1 se han calculado en la última columna estos valores, permitiendo obtener un valor actual neto de 91,400 dólares.

Esta cantidad representa el flujo neto total actual que se obtendrá al cabo de los 10 años de vida del proyecto.

c. Relación Beneficio - Costo Actualizado

La relación beneficio - costo actualizado permite relacionar el flujo de caja económico actualizado para el horizonte de planeamiento y las inversiones totales actualizados.

Utilizando la última columna de flujos de caja actualizados dividiendo actual neto del proyecto, entre la sumatoria entre las cantidades negativas de dicha columna, que determina las inversiones, se obtiene la relación beneficio - costo actualizado económico del proyecto.

Realizando las operaciones mencionadas resulta:

$$\text{Relación Beneficio Costo Actualizado} = 0.0691$$

d. Período de Reembolso

Es aquel lapso, para el cual los flujos de caja actualizados con el costo de capital de la empresa, suman cero. Es decir que en este período, los beneficios actualizados igualan a las inversiones realizadas.

El cálculo para el presente proyecto, se ha llevado a cabo utilizando la última columna del cuadro N° 9.1, realizando la sumatoria, hasta el año en que, ésta sea cero.

La operación fue realizada dando por resultado:

Período de Reembolso de 9 años 1 mes.

CUADRO N° 9.1.

RENTABILIDAD ECONOMICA

(miles de US \$)

AÑO	FLUJO DE CAJA ECONOMICO	FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO			
		25%	18%	16.6%	15%
1	- 215.4	- 215.4	- 215.4	- 215.4	- 215.4
2	-1256.3	-1046.9	-1064.6	-1077.4	-1092.4
3	- 18.1	- 12.5	- 12.9	- 15.5	- 13.7
4	454.7	263.1	276.7	286.8	299.0
5	402.9	194.3	207.8	218.0	230.4
6	394.1	158.3	172.3	182.9	195.9
7	388.5	130.1	143.9	154.6	168.0
8	383.1	106.9	120.3	130.7	144.0
9	332.3	77.3	88.4	97.3	108.6
10	328.0	63.5	73.9	82.3	93.2
11	324.1	52.3	61.9	69.8	80.1
12	436.1	58.7	70.6	80.5	93.7
	TOTAL	- 170.3	- 77.1	5.5	91.4

TIR - Rentabilidad Económica = 16.6%

VAN 15% = 91,400 Dls.

B/C = $91.4 / 1321.5 = 0.0691$ - 6.91%

Periodo de Reembolso = 9 años 1 mes

9.1.2. RENTABILIDAD FINANCIERA

La rentabilidad financiera del proyecto será realizada de acuerdo a criterios similares a los empleados para la evaluación económica, por tanto se considerará el cálculo de la tasa interna de retorno, el valor actual neto, la relación beneficio-coste actualizado y el período de reembolso.

A diferencia de la evaluación económica, en la evaluación financiera se toman los valores de los factores en el momento en que se realizan los pozos en efectivo, ya sea para las operaciones.

Tal como en la evaluación económica, para este caso serán utilizados los flujos de caja financiero proyectados que aparecen en el cuadro N° 8.4.

a. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno financiera, es como en el caso de aquella económica, un índice de descuento, solo que en esta ocasión es aplicado a los flujos de caja financiero.

Utilizando la ecuación planteada en el punto 9.1.1.a., por sucesivos tanteos se obtiene el resultado, como se muestra en el cuadro N° 9.2.

La tasa Interna de Retorno Financiera = 23.5%

b. Valor Actual Neto

El valor actual neto financiero es en forma análoga al econó-

mico, igual a la suma de los flujos de caja financiero proyectados, actualizados, aplicando una tasa de descuento igual al costo de capital de la empresa.

Este costo de capital ha sido asumido igual a un 15 % y con este valor se han calculado los flujos actualizados, cuyos resultados son enlistados en la última columna del cuadro N° 9.2.

El valor actual neto financiero de la empresa es de 270,200 dólares.

c. Relación Beneficio - Costo Actualizado

La relación beneficio - costo actualizado financiero, es también la razón entre los ingresos netos, considerando la sustracción de los servicios de la deuda, y los egresos determinados por los aportes de capital.

El proyecto presenta una relación beneficio- costo actualizado igual a 0.436 y es calculado utilizando la última columna del cuadro N° 9.2. Es la división entre la sumatoria total, valor actual neto, entre la suma de los egresos del flujo de caja actualizado.

d. Período de Reembolso

El período de reembolso financiero, es calculado también el plazo, para el cual, los aportes de capital son recuperados.

Para ello los flujos de caja deben estar actualizados.

Realizando estos cálculos se obtiene un período de reembolso igual a 5 años. 11 mes.

CUADRO N° 9.2

RENTABILIDAD FINANCIERA

(Miles US \$)

Año	Flujo de Caja Financiero	Flujos de Caja Actualizado		
		25 %	23.5 %	15 %
1	- 215.4	- 215.4	- 215.4	- 215.4
2	- 463.9	- 371.1	- 375.6	- 403.4
3	72.0	46.1	47.2	54.4
4	219.8	112.5	116.7	144.5
5	176.6	72.3	75.9	101.0
6	238.6	78.2	83.0	118.6
7	247.1	64.8	69.6	106.8
8	250.3	52.5	57.1	94.1
9	208.0	34.9	38.4	68.0
10	211.6	28.4	31.7	60.1
11	217.1	23.3	26.3	53.7
12	408.4	35.1	40.1	87.8
TOTAL		- 48.4	- 5.0	270.2

TIR - Rentabilidad Financiera = 23.5 %

VAN 15% = 270,200 Dls.

B/C = 270,2/618.8 = 0.436 - 43.6 %

Período de reembolso = 5 años 11 meses.

9.1.3. RENTABILIDAD PARA EL ACCIONISTA

La rentabilidad para el accionista es también evaluada por intermedio de los cuatro índices anteriores.

En este caso, los flujos de caja del accionista están constituidos por los aportes de capital y por los dividendos repartidos. En el cuadro N° 9.3 se observa el flujo neto del accionista para los 12 años de existencia de la empresa y el cálculo de la tasa interna de retorno para el accionista.

Calculados todos los índices en forma similar como fueron obtenidos en los acápites anteriores, se tienen los siguientes resultados:

- Tasa interna de Retorno = 20.5%
- Valor Actual Neto (15%) = 222,400 dólares
- Relación Beneficio - Costo Actualizado = 0.339
- Período de Reembolso = 6 años 1 mes

9.2 EVALUACION SOCIAL

La evaluación social del proyecto, es el análisis de la incidencia de su futura implementación, con el uso de indicadores macroeconómicos, en la economía nacional.

Los indicadores macroeconómicos utilizados para el proyecto han sido: el valor agregado, el balance de divisas y el coeficiente capital- empleo.

9.2.1 VALOR AGREGADO

El valor agregado es el beneficio marginal que recibe la economía

CUADRO N° 9.3.

TASA INTERNA DE RETORNO RENTABILIDAD DEL ACCIONISTA

(miles US\$)

Año	Flujo Neto del Accionista	Flujos del Accionista Actualizados			
		20.0%	22.0%	21.1%	20.5%
1	- 215.4	- 215.4	- 215.4	- 215.4	- 215.4
2	- 463.2	- 386.0	- 379.6	- 382.5	- 384.4
3	- 48.4	- 33.6	- 32.5	- 33.0	- 33.3
4	113.9	65.9	62.7	64.1	65.1
5	244.0	117.7	110.1	173.4	115.7
6	266.2	107.0	98.5	102.2	104.8
7	285.1	95.5	86.5	90.4	93.1
8	241.3	67.3	60.0	63.2	65.4
9	211.6	49.2	43.1	45.7	47.6
10	217.1	42.1	36.3	38.8	40.5
11	408.4	66.0	55.9	60.2	63.3
12	289.7	37.0	32.5	35.3	37.2
TOTAL		46.3	- 41.9	- 17.6	- 0.4

TIR - Rentabilidad del Accionista = 20.5 %.

CUADRO N° 9.4.

VALOR AGREGADO

(en miles US.\$)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Valor Agregado											
Sueldos y salarios	-	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6	152.6
Depreciación	-	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0
Amortiz. de G pre-oper.	-	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
Seguros	-	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
Mantenimiento	-	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Gastos financieros	71.3	82.6	74.0	59.7	45.6	36.9	28.4	20.4	11.1	2.5	-
Renta imponible	-	360.8	686.0	710.6	723.0	730.0	736.7	639.1	650.6	661.5	741.2
Total	71.3	715.9	1032.5	1042.9	1041.2	1039.5	1031.4	894.7	910.8	926.1	1037.6
Insumos	-	396.3	434.6	434.6	434.6	434.6	434.6	434.6	434.6	434.6	434.6
Valor bruto producción	71.3	1112.2	1467.5	1477.5	1475.8	1474.1	1466.0	1329.3	1344.6	1360.7	1472.2
% V.A./VBP	100.0	64.4	70.4	70.6	70.6	70.5	70.4	67.3	67.7	68.1	70.5

CUADRO N° 9.5.

BALANCE NETO DE DIVISAS

(en miles US\$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso de divisas												
Préstamos	-	792.4	113.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sustitución de imp.	-	-	547.2	728.0	751.2	774.4	797.2	820.8	844.0	866.4	888.8	1055.2
Exportación	-	-	414.7	640.8	619.9	599.0	578.5	557.3	536.4	516.2	496.0	475.9
Ingreso Total Divisas	-	792.4	1074.9	1368.8	1371.1	1373.4	1375.7	1377.1	1380.4	1382.6	1384.8	1531.1
Egreso de Divisas												
Inversiones	-	792.4	113.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos financieros	-	-	-	152.3	152.3	95.8	95.8	95.9	95.9	96.0	95.9	25.2
Amort. de préstamo	-	71.3	82.6	74.0	59.7	45.6	36.9	28.4	20.4	11.1	1.5	-
Mantenimiento	-	-	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Egreso total de divisas	-	863.7	206.6	237.3	223.0	152.4	143.7	135.3	127.3	118.1	109.4	36.2
Saldo período	-	(71.3)	868.3	1131.5	1148.1	1221.0	1232.0	1241.8	1253.1	1264.5	1275.4	1494.9
Saldo acumulado	-	(71.3)	797.0	1928.5	3076.6	4297.6	5529.6	6771.4	8024.5	9289.0	10564.4	12059.3

debido al proyecto, es decir, es la contribución marginal neta al crecimiento del producto bruto interno.

En el cuadro N° 9.4, figura el cálculo del valor agregado para el proyecto, que viene a ser la suma del pago a la mano de obra y al capital.

Para el proyecto la razón valor agregado a valor bruto de la producción supera siempre el 64.4%.

9.2.2 BALANCE DE DIVISAS

El balance neto de divisas permite cuantificar el ahorro de divisas que resulta de la diferencia entre el ingreso y el egreso de moneda extranjera.

El ingreso de divisas está conformado por los préstamos y por la sustitución de importación y la exportación de productos terminados.

El egreso de divisas es la suma de las compras en el mercado exterior y el pago de la deuda en moneda extranjera.

En el cuadro N° 9.5 es mostrado el balance neto de divisas del proyecto que para el término del mismo habrá acumulado un total de 12'059, 300 dólares.

9.2.3 COEFICIENTE EMPLEO - CAPITAL

Este índice permite apreciar el costo o la inversión necesaria para la generación de un puesto de trabajo, y es calculado por la división de la inversión fija total entre el número de empleo originado.

La inversión fija total de la empresa mostrada en el cuadro N° 6.3 es de 1'471,700 dólares.

El empleo generado, según es mostrado en los cuadros N° 7.4 y 7.5 es de 38.

Por lo tanto el coeficiente empleo- capital es igual a 38,710.5 dólares por puesto de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. AKITA, Kiyomi Yoshida, Fumitake; Gas hold up and volumetric mass transfer coefficient in bubble columns, en Ind. X Eng. Chem.: Process Des. Develop., vol 12, No 1, 1973
2. BAMFORTH, A.W.; Amonium Chloride processes, en Chemical and Process Engineering. Febrero 1972
3. BOYLER, Haward; Metals Handbook. Ohio. American Society for Metals, 1976 8a Edición. Once tomos
4. DEBRAND, Stanley; Heat transfer during a Flash Drying Process, en Ind. & Eng. Chem. Process Des. Develop., vol 13, No 4, 1974.
5. DIMOPLON, William; What Process Engineers need to know about compressors. en Hydrocarbon Procesing, May 1978
6. FAIR, James R.; Designing Gas - Sparged Reactors, en Chem. Eng. 3 de julio 1967, pp 67-74
7. FAIR, James R.; Designing Gas - Sparged Reactors II, en Chem. Eng., 17 de julio 1967, pp. 207-214
8. FAITH, Keyes and Clark; Industrial Chemicals, New York, J. Wiley & Sons, 1975. 904 pp. 4a edición
9. FOUST, Alan S.; Wenzel, Leonard A., Clump, Curtis W.; Principios de Operaciones Unitarias. México, Co. Editorial Continental S.A., 1975, 1a Edición, 7º impresión.
10. GREGSON VAUX, Walter; Calculating Flow trough gas rotameters, en Chem. Eng. Vol 87, No 24, Dic.1, 1980. pp 119-120
11. GUTIERREZ, Andas; Anuario ALALC-GRAN-SIECA, Buenos Aires; Imprenta ETLA S.A.; 1979 1036 pp 13 edición
12. HOUGEN, O.A.; Watson, K.W.; RAGATZ, R.A.; Principios de los Procesos Químicos, Parte I Balances de Materias y Energía. Barcelona Editorial Revesté S.A., 1972
13. KENNETH, M. Guthrie; Capital and Operating Costs for 54 Chemical Processes. en Chem. Eng., Jun 15, 1970

14. KERN, D.Q.; Process Heat Transfer. Tokyo, Mc Graw Hill Kigaicusha International Student Edition, 1950
15. KIRK, Raymond E.; Othmes, Donald F.; Enciclopedia of Chemical Technology. New York, John Wiley & Sons, 1978, Vol 2, pp 520 - 536
16. KIRK, Raymond E.; Othmes, Donald F.; Enciclopedia de Tecnología Química. México, imprenda Daniel Bolado, 1961, 16 tomos, Editorial UTEHA, 1a. Edición en español.
17. KOCH, Wolfgang H.; LICHT, William; New Design Approach boosts Cyclone efficiency. en Chem. Engin. Nov. 7, 1977
18. LARSON, Maurice A.; Guidelines for selecting a crystallizer. en Chem. Eng., Feb. 13, 1978
19. LAFORGE, Robert M., Boruff, Billy K.; Profiling flow of Particles through hoppers openings. en Ind. & Eng. Chem. Feb. 1964
20. LEHRER, Isaac H.; Gas hold-up and Interfacial area in Sparged Vessels en Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop., Vol 10, Nov. 1, 1971
21. LUDWIG, Ernest E.; Applied process design for Chemical and Petrochemical plants. Houston, Gulf Publishing Co., 1974
22. LUDWIG, W. Koch.; Solids-Carrying pipelines - What to consider in their preliminary design. en E. & M.J. vol 163, No. 10, Oct. 1962
23. Mc Cabe, W.L., SMITH, J.C.; Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Barcelona, Edit. Reverte S.A. edición en español 1975.
24. NECATI O.M.; Transferencia de Calor. Bogotá, Mc Graw Hill Latinoamericana, 1979
25. PERRY, Robert M., CHILTON, Cecil H.; Chemical Engineer's Handbook Kogakusha, Mc Graw Hill, 1973 25 secciones, International Student Edition. 5a. edición.
26. PETERS, Max S., TIMMERHAUS, Klaus D., Plant Design and Economics for Chemical Engineering. Tokyo, Mc Graw Hill Book Co. Kogakusha, 2a. edición, 1968.

27. REID, Robert C., Sherwood, Thomas F.; Propiedades de los Gases y Líquidos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1968
28. SHERWOOD, Thomas K.; Pigford, Robert L.; Absorption and Extraction New York, Mc Graw, Hill Book Co., Inc. 2a. edición, 1952
29. SHINOHARA, Kunio; Mechanism of Gravit flow of partides from a hoppers. en Ind. & Eng. Chem. Jul 1968, vol 7, Process Design and Development.
30. SHOZABURO SEKI; El procedimiento de las dos sales para la fabricación de Cloruro de Amonio y Carbonato de Sodio empleado en el Japón. ONUDI, New York 1969, 33 pp
31. SIDEMAN, S.; Hortcsv, O.; FULTON, J.W.; Mass Transfer in gas - liquid contacting systems. en Ind. & Eng. Chem. Vol 58, No. 7 Jul. 1966
32. SMITH, J.M.; VAN NESS, H.C.: Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. Tokyo, Mc Graw-Hill Kogakusha, LT.D. International Student. edition, 30 edition, 1975
33. STAMFORD RESEARCH INSTITUTE; Chemical Origins and Markets, California, imprenta Chemical Series Information, 1967 99 pp 4a edición.
34. THOMPSON, H.L.; MILLER, P.; JOHNSON. R.M. Diamonium Phosphate. en Ind. & Eng. Chem. Vol 42, No. 10, Oct. 1950
35. TRAMBOUZE, Pierre; Reactor Scaleup philosophy en Chemical Engineering, New York, Vol 86, No. 49, St. 10 de 1979 pp 122-130
36. TREYBAL, Robert E.; Mass-Transfer Operations. New York, Mc Graw Hill Book Co.; 2a edición 1968
37. TREYBAL, R.E.; Adiabatic Gas Absorption and Stripping in Packed Towers. en Ind. & Eng. Chem. Vol 61, No. 7, Jul 1969.
38. URRACA B. W.; PEZO, A.I.; Perspectivas de la Industria del Cloro en el Perú; III Congreso Peruano de Ing. Química.

39. VILBRANDT, Frank C.; Chemical Engineering Plant Design, New York; Mc Graw Hill Co., 1959, 534 pp 4a. edition
40. WUITHIER, Pierre; El Petroleo, Refino y Tratamiento Químico. Madrid, Ediciones CEPESA S.A. 1973, 2t. 1979 pp.
41. ZANKER, Adan; Nomographs determine settling velocities for solid liquid systems. en Chem. Eng. Mayo 19, 1980, No. 10

* * *

ANEXO -1

PROPIEDADES FISICAS DEL CLORURO DE AMONIO

Color	:	Blanco
Estructura Cristalina	:	Alfa ($T > 184.5^{\circ}\text{C}$) Cúbica cara centrada Beta ($T < 184.5^{\circ}\text{C}$) Cúbica cuerpo centrado
		Color de transformación alotrópica : 970 cal/gr.
		Separación entre caras : 3.8756 \AA
		Índice de Refracción : 1.641
Densidad	:	$d_4^{20} = 1.5256$ (Estructura beta)
Temperatura de sublimación	:	338°C

PRESIONES DE VAPOR DEL CLORURO DE AMONIO

<u>Temperatura</u> <u>°C</u>	<u>Presión de Vapor</u> <u>mm Hg</u>
250	48.8
280	134.3
300	251.3
320	456.8
338	760.0
427	4560.0
459	8360.0
490	15200.0
520	26220.0

$$\log p = - \frac{1920.537}{T} + 9.778609 \times \lg T - 21.21708$$

$$p = \text{mm Hg}$$

$$T = \text{°K}$$

SOLUBILIDAD DEL CLORURO DE AMONIO

Temperatura	<u>Solubilidad del ClNH_4 gr.</u>	
	<u>En 100 gr. agua</u>	<u>En 100 gr. solución</u>
0	29.4	22.7
20	37.2	27.1
40	45.8	31.4
60	55.3	35.6
80	65.6	39.6
100	77.3	43.6
115.6 (p.eb)	87.3	46.6

En solución acuosa a 25°C pH = 5.1

DENSIDAD DE SOLUCIONES ACUOSAS DE CLO-
RURO DE AMONIO

<u>% Peso</u>	<u>Temperatura</u>	
	<u>20°C</u>	<u>80°C</u>
1	1.0013	0.9749
2	1.0045	0.9780
4	1.0107	0.9842
8	1.0227	0.9963
12	1.0344	1.0081
16	1.0457	1.0198
20	1.0567	1.0312
24	1.0674	1.0426

SOLUBILIDAD DEL SISTEMA $H_2O - HCl - NH_4Cl$ (gr/ 100 gr. H_2O)

T = 0°C

<u>HCl</u>	<u>NH_4Cl</u>
0.0	29.84
0.9116	28.643
1.8233	27.123
3.6468	24.535

T = 25°C

<u>HCl</u>	<u>NH_4Cl</u>
0.0	39.51
0.9116	38.085
1.8233	36.600
3.6465	33.905

PRESIONES DE VAPOR DEL SISTEMA $H_2O-NH_3-NH_4Cl$

<u>Temperatura</u> °C	<u>Presión</u> mm Hg	<u>Temperatura</u> °C	<u>Presión</u> mm Hg
19.0	182.1	23.1	158.5
26.0	251.1	30.9	230.5
32.9	343	38.3	319
39.2	449	45.4	429
49.3	667	51.2	543
57.8	913	58.1	708

NH_3 18.65 % peso

NH_3 12.90 % peso

NH_4Cl 5.27 % peso

NH_4Cl 10.26% peso

VISCOCIDAD DE SOLUCIONES ACUOSAS DE CLORURODE AMONIO

<u>Concentración</u> <u>(moles/lit)</u>	<u>Viscocidad</u> <u>T = 18°C</u>	(cpoise) <u>T = 60°C</u>
0.25	1.1916	-
0.5	1.1844	-
1	1.1736	1.133
2	1.1580	1.166
3	1.1532	1.199
4	1.1556	1.243
5	1.1640	-
6	1.1796	1.320

TENSION SUPERFICIAL DE SOLUCIONES ACUOSAS

DE CLORURO DE AMONIO

<u>Concentración</u> (moles/lit)	<u>Tensión Superficial</u> (dinas / cm)
2.0	2.6
3.0	3.7
4.0	4.8
5.0	5.8
6.0	6.9
6.7	7.6

Temperatura de 10° a 30°C

Capacidad calorífica de soluciones acuosas se calculan de acuerdo a :

$$C_p = 4.189 - 43.63 \times 10^{-3} p + 429.9 \times 10^{-6} p^2$$

p = porcentaje en peso

cp en joules/gr

SOLUBILIDAD DEL CLORURO DE AMONIO EN SOLVENTESORGANICOS

(T = 25°C)

<u>Solvente</u>	<u>Solubilidad</u> <u>(grs / lt)</u>
Alcohol Etílico	0.579
Alcohol n-propílico	0.252
Glicerol	15.44

ANEXO - 2

PROGRAMAS DE REGRESION LINEAL

REGRESION LINEAL SIMPLE

La regresión lineal por el método de mínimos cuadrados consiste en encontrar la ecuación de la curva que más fielmente siga el movimiento de los puntos experimentales tomados.

Una forma de determinar numéricamente, cuanto se aproxima la ecuación de la curva propuesta a los datos tomados es por la sumatoria de las desviaciones elevadas al cuadrado.

Tomando la ecuación de la forma :

$$Y = a_0 + a_1 X$$

Para cada valor X_i experimental se obtendrá un Y_i calculado, que es comparado con el Y_i experimental, por la sumatoria siguiente :

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_i) ^ 2$$

Siendo $Y_i = a_0 + a_1 X_i$

$$S = \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 X_i - Y_i)^2$$

Como se desea minimizar esta sumatoria considerando los mejores valores para A_0 y A_1 , las ecuaciones que deben cumplir son :

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0$$

de tal manera de minimizar la sumatoria de las derivaciones al cuadrado.

Obteniéndose las ecuaciones siguientes :

$$\sum Y_i = n a_0 + a_1 \sum X_i$$

$$\sum X_i Y_i = a_0 \sum X_i + a_1 \sum X_i^2$$

Resolviendo estas ecuaciones se obtiene :

$$a_0 = \frac{\sum X_i Y_i \sum X_i - \sum Y_i \sum X_i^2}{(\sum X_i)^2 - n \sum X_i}$$

$$a_1 = \frac{\sum X_i \sum Y_i - n \sum X_i Y_i}{(\sum X_i)^2 - n \sum X_i^2}$$

en esta forma se consiguen los coeficientes de la ecuación.

Para comprobar que grado de afinidad tiene la ecuación calculada con los datos, existe el coeficiente de determinación R^2 , cuya fórmula es :

$$R^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{y})^2}{\sum (Y_i - \bar{y})^2}$$

donde \bar{y} es el valor promedio de los y_i

Si $R^2 > 0.8$, la ecuación es considerada satisfactoria.

El programa utilizado se encuentra en lenguaje BASIC - II, apto para ser corrido en una computadora WANG - 2200, halla la ecuación de regresión con el uso de estas igualdades, para lo cual previamente realiza las sumatorias necesarias.

Se puede apreciar que X e Y pueden tomar diferentes formas, de manera de obtener ecuaciones de curvas del tipo exponencial logarítmico y semilogarítmico entre otras. Para ello el programa calcula los nuevos valores que tomarían X o Y, así :

Para la ecuación semilogarítmica :

Y toma el valor de Y, y X toma el valor de Log X

Para la ecuación logarítmica :

Y toma el valor de Log Y, y X el valor de Log X

Para la ecuación inversa positiva :

Y toma el valor de Y, y X toma el valor de $1/X$

Para la ecuación inversa negativa :

Con X como $-1/X$

Para la ecuación inversa logarítmica :

Y toma el valor de $\log Y$, y X el de $1/X$

Para la ecuación exponencial :

Y toma la forma de $\log Y$, y X queda como X

En todos los casos se habla de logaritmos naturales.

Luego de obtener los coeficientes de las ecuaciones se evalúan los coeficientes de determinación para cada una de ellas, determinando cual es el mayor de todos, dando como ecuación solución, aquella que lo posee.

El listado del programa puede ser apreciado a continuación de esta explicación.

Regresión Lineal Múltiple

En este caso la forma de la ecuación propuesta es la siguiente:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

En igual forma se busca minimizar la sumatoria de las dimensiones elevadas al cuadrado, es decir :

$$S = \sum (Y_i - y_i)^2$$

En este caso para minimizar la sumatoria debe cumplir que :

$$\frac{\partial s}{\partial a_0} = 0 \quad \frac{\partial s}{\partial a_1} = 0 \quad \frac{\partial s}{\partial a_2} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial s}{\partial a_n} = 0$$

Obteniéndose en esta ecuación n ecuaciones con n incógnitas ($a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$), o una matriz de $n \times n$.

Resolviendo esta matriz se pueden obtener los valores de los coeficientes.

Para comprobar los resultados, se utiliza también el coeficiente de determinación (R^2).

El programa utilizado, evalúa las sumatorias necesarias, para la forma de completar la matriz, que luego es invertida por el método de Gauss-Jordan dando por resultados los coeficientes de la ecuación.

Una vez hallados los coeficientes de la ecuación, el programa evalúa el coeficiente de determinación terminando con ello.

El listado del programa de regresión múltiple puede ser apreciado a continuación.

PROGRAMA DE REGRESION SIMPLE

```

0010 REM PROGRAMA QUE CALCULA 7 ALTERNATIVAS DE REGRESION SIMPLE
0020 REM UNA REGRESION SIMPLE ES DE LA FORMA Y=A+BX
0030 REM Y ES LA VARIABLE DEPENDIENTE, X ES LA VARIABLE INDEPENDIENTE.
0040 SELECT PRINT 005(64)
      : PRINT HEX(03)
0050 PRINT "PROGRAMA QUE CALCULA 7 ALTERNATIVAS DE REGRESION SIMPLE"
0060 PRINT
0070 DIM A$25
      : RESTORE 1
0080 FOR I=1 TO 7
0090 PRINT "ALTERNATIVA #";I;" = REGRESION ";
0100 READ A$
0110 PRINT A$
0120 NEXT I
0130 PRINT
0140 STOP "PARA CONTINUAR EL PROGRAMA PRESIONE CONTINUE Y EXEC"
0150 DIM X(255),Y(255),X1(255),Y2(255),X3(255),X4(255),A0(255),A1(255)
0160 DIM A(7),B(7),C(7),D(7),T0(7),T1(7),V(7)
0170 REM ENTRADA DE DATOS POR INPUT
0180 PRINT HEX(03)
      : SELECT INPUT 001
0190 PRINT "DIGITE EL # N DE PUNTOS (PARES ORDENADOS X,Y) (N<256)";
0200 INPUT N
      : S6,S7,S8,S9=0
0210 PRINT
0220 FOR I=1 TO N
0230 PRINT "DIGITE LAS COORDENADAS X,Y DEL PUNTO #";I:
0240 INPUT X(I),Y(I)
0250 X1(I)=LOG(X(I))/LOG(10)
0260 Y2(I)=LOG(Y(I))/LOG(10)
0270 X3(I)=1/X(I)
0280 X4(I)=-1/X(I)
0290 S6=S6+X(I)/N
0300 S7=S7+Y(I)/N
0310 NEXT I
0320 REM S6 = PROMEDIO DE LOS X . S8 = DESVIACION STANDARD DE LOS X
0330 REM S7 = PROMEDIO DE LOS Y . S9 = DESVIACION STANDARD DE LOS Y
0340 REM CALCULO DE LAS DESVIACIONES STANDARD DE LOS "X" Y DE LOS "Y"
0350 FOR I=1 TO N
0360 S8=S8+(X(I)-S6)^2
0370 S9=S9+(Y(I)-S7)^2
0380 NEXT I
0390 S8=SQR(S8/(N-1))
0400 S9=SQR(S9/(N-1))
0410 REM PROGRAMA PRINCIPAL
0420 FOR J=1 TO 7
0430 ON J GOSUB 1140,1150,1160,1170,1180,1190,1200
0440 GOSUB '01(N,J)
0450 NEXT J
0460 REM IMPRESION DE DATOS
: 0470 SELECT PRINT 215(132)
0480 PRINT HEX(0C0E);"I N D U P E R U"
0490 PRINT "DPTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS"
0500 PRINT HEX(0B)
0510 PRINT HEX(02);"REGRESION SIMPLE Y=f(X)          *** 7 ALTERNATIVAS ***"
      : PRINT HEX(0A0A)
0520 PRINT HEX(0E);"DATOS RECIBIDOS"
      PRINT HEX(0A)

```

```

0530 DIM Z$33
      : INIT("*")Z$
0540 PRINT Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0B)
0550 PRINT TAB(21);HEX(0E);"X";TAB(43);"Y"
      : PRINT HEX(0A0A)
0560 FOR I=1 TO N
0570 PRINT TAB(33);
      : PRINT USING 580, X(I);
      : PRINT TAB(77);
      : PRINT USING 580, Y(I)
0580 Z-#.,###,###.####
0590 NEXT I
0600 PRINT HEX(0A0A0A)
0610 PRINT "NUMERO DE PUNTOS = ";N
      : PRINT
0620 PRINT Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0A0A)
0630 PRINT HEX(0E);"ALTERNATIVAS"
      : PRINT HEX(0A)
0640 FOR I=1 TO 7
0650 RESTORE I
      : READ A$
0660 PRINT "ALTERNATIVA #";I;"= REGRESION ";A$
0670 NEXT I
0680 PRINT HEX(0B);Z$;Z$;Z$;Z$
0690 REM IMPRESION DE RESULTADOS
0700 PRINT HEX(0C0E);"RESULTADOS OBTENIDOS"
0710 PRINT HEX(0B);Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0A)
0720 PRINT "ALTERNATIVA";TAB(14);"COEF. DE DETERM.";TAB(44);"ALFA";TAB(62);"BETA";
      B(123);"TB"
0730 PRINT HEX(0A);Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0A0A)
0740 FOR I=1 TO 7
0750 PRINT USING 760, I;C(I);A(I);R(I);D(I);V(I);T0(I);T1(I)
0760 Z      #      #.##### -###,###,###,###.### -###,###,###,###.###
      ##
0770 NEXT I
0780 PRINT HEX(0A);Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0B)
0790 REM IMPRESION DE LAS DESVIACIONES STANDARD
0800 PRINT USING 820,"X (SX)";S8
0810 PRINT USING 820,"Y (SY)";S9
0820 Z DESVIACION STANDARD DE ##### = -###,###.####
0830 PRINT HEX(0A0A);Z$;Z$;Z$;Z$
      : PRINT HEX(0B)
0840 REM CALCULO DEL MAYOR COEFICIENTE DE DETERMINACION
0850 W=0
0860 FOR I=1 TO 7
0870 IF W>=C(I) THEN 880
      : W=C(I)
      : K=I
0880 NEXT I
0890 REM IMPRESION DEL MAYOR COEFICIENTE DE DETERMINACION
0900 RESTORE K
      : READ A$
0910 PRINT USING 920, W
      : PRINT
      : PRINT
0920 Z EL MAYOR COEFICIENTE DE DETERMINACION ES ##.### ##
0930 PRINT USING 940, K;A$
      : PRINT HEX(0B);Z$;Z$;Z$;Z$
0940 Z CORRESPONDE A LA ALTERNATIVA # = REGRESION #####
0950 REM IMPRESION DE LA ECUACION-SOLUCION

```

```

0960 PRINT HEX(0B0E);"LA ECUACION-SOLUCION ES ==>"
      : PRINT HEX(0A0A)
0970 PRINT HEX(0E);
0980 Z-###,###,###,###.##### +###,###,###.###.#####
0990 GOSUB 1040
1000 GOSUB '02
1010 SELECT PRINT 005(64)
1020 STOP "SI QUIERE CORRERLO CON NUEVOS DATOS PRESIONE CONTINUE Y EXEC"
1030 GOTO 10

1040 ON K GOTO 1050,1060,1070,1080,1090,1100,1110
1050 PRINT "Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT " X"
      : GOTO 1120

1060 PRINT "Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT " LOG X"
      : GOTO 1120

1070 PRINT "LOG Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT " LOG X"
      : GOTO 1120

~1080 PRINT "Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT "/X"
      : GOTO 1120

1090 PRINT "Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT "/X"
      : GOTO 1120

1100 PRINT "LOG Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);-B(K);
      : PRINT "/X"
      : GOTO 1120

1110 PRINT "LOG Y =";
      : PRINTUSING 980,A(K);B(K);
      : PRINT " X"
      : GOTO 1120

1120 PRINT HEX(0A);Z#;Z#;Z#;Z#
      : RETURN

1130 DATA "LINEAL SIMPLE","SEMILOGARITMICA","DOBLEMENTE LOGARITMICA","INVERSA P(
      PONENCIAL"
1140 FOR I=1 TO N
      : A0(I)=X(I)
      : A1(I)=Y(I)
      : NEXT I
      : RETURN

1150 FOR I=1 TO N
      : A0(I)=X1(I)
      : A1(I)=Y(I)

```

```

: NEXT I
: RETURN

1160 FOR I=1 TO N
: A0(I)=X1(I)
: A1(I)=Y2(I)
: NEXT I
: RETURN

1170 FOR I=1 TO N
: A0(I)=X3(I)
: A1(I)=Y(I)
: NEXT I
: RETURN

1180 FOR I=1 TO N
: A0(I)=X4(I)
: A1(I)=Y(I)
: NEXT I
: RETURN

1190 FOR I=1 TO N
: A0(I)=X4(I)
: A1(I)=Y2(I)
: NEXT I
: RETURN

1200 FOR I=1 TO N
: A0(I)=X(I)
: A1(I)=Y2(I)
: NEXT I
: RETURN

1210 DEFFN '01(N,J)
1220 DIM U(255),Y1(255)
1230 S1,S2,S3,S4,S5=0
1240 FOR I=1 TO N
1250 S1=S1+A0(I)*A1(I)
1260 S2=S2+A0(I)
1270 S3=S3+A1(I)
1280 S4=S4+A0(I)^2
1290 S5=S5+A1(I)^2
1300 NEXT I
1310 A1=(N*S1-S2*S3)^2
1320 B1=(N*S4-S2^2)*(N*S5-S3^2)
1330 C(J)=A1/B1
1340 B(J)=(N*S1-S2*S3)/(N*S4-S2^2)
1350 A(J)=S3/N-B(J)*(S2/N)
1360 REM A(J) ES ALFA(J). B(J) ES BETA(J). C(J) ES EL COEFICIENTE DE DETERMINACION (J).
1370 REM S1 = SUMATORIA DE X*Y      S4 = SUMATORIA DE X*X
1380 REM S2 = SUMATORIA DE X      S5 = SUMATORIA DE Y*Y
1390 REM S3 = SUMATORIA DE Y      N = # DE PUNTOS (limite de las sumatorias) .
1400 REM CALCULO DEL COEFICIENTE DE DURBIN WATSON D(J) Y V. NEUMAN V(J)
1410 Z1,Z2,Z3,Z4,Z5=0
1420 FOR I=1 TO N
1430 Y1(I)=A(J)+B(J)*A0(I)
1440 U(I)=Y1(I)-A1(I)
1450 Z1=Z1+U(I)^2
1460 NEXT I
1470 FOR I=2 TO N

```

```

1480 Z2=Z2+(U(I)-U(I-1))2
1490 NEXT I
1500 D(J)=Z2/Z1
1510 V(J)=D(J)*(N-2)/(N-3)
1520 Z3=Z1/(N-2)
1530 Z4=SQR(Z3*S4/(N*S4-S22))
1540 Z5=SQR(N*Z3/(N*S4-S22))
1550 REM CALCULO DE TA (T0(J)) Y DE TB (T1(J))
1560 T0(J)=A(J)/Z4
1570 T1(J)=B(J)/Z5
1580 REM FIN DE LA SUBROUTINA MARCADA '01
1590 RETURN

1600 DEFFN'02
1610 PRINT HEX(0C0E);TAB(25);"* ALTERNATIVAS *"
1620 PRINT
      : PRINT Z$;Z$;Z$;Z$;HEX(0B)
1630 FOR J=1 TO 7
1640 IF J<>5 THEN 1650
      : PRINT HEX(0C);" "
1650 PRINT " ALTERNATIVA #";J
      : PRINT "*****"
      : PRINT HEX(0A0A)
1660 PRINT " SU ECUACION CORRESPONDIENTE ES ==>"
      : PRINT
1670 PRINT TAB(20);
1680 K=J
1690 GOSUB 1040
1700 PRINT HEX(0A0A0A)
1710 NEXT J
1720 RETURN

```


PROGRAMA DE REGRESION MULTIPLE

```
0010 REM PROGRAMA DE REGRESION LINEAL MULTIPLE
0020 SELECT PRINT 005(64)
    : PRINT HEX(03)
0030 PRINT "PROGRAMA QUE CALCULA LA ECUACION LINEAL DE UNA"
0040 PRINT "REGRESION MULTIPLE"
    : PRINT
0050 PRINT "Y=f(X1,X2,X3,.....,Xn)"
0060 PRINT
0070 PRINT "Y = VARIABLE DEPENDIENTE"
0080 PRINT "X1,X2,X3,.....,Xn = VARIABLES INDEPENDIENTES"
0090 PRINT HEX(0A0A0A0A);"PRESIONE CONTINUE Y EXEC PARA CONTINUAR EL PROGRAMA"
    : STOP
0100 PRINT HEX(03)
0110 PRINT "DIGITE EL # N DE VARIABLES INDEPENDIENTES (N<11) ";
    : INPUT N
0120 PRINT "DIGITE EL # M DE DATOS POR VARIABLE (M<256) ";
    : INPUT M
0130 PRINT HEX(0A0A0A)
0140 DIM R(10),S(10,10),S1(10,10),A(10),A1(10),T(10)
0150 DIM X(255,11),Y(255),Y1(255),Y2(255),D(11),V(11),V1(11)
0160 FOR I=1 TO 10
    : S(1,1)=1
    : NEXT I
0170 PRINT "DIGITE LOS";M;"VALORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE Y"
0180 PRINT "UNO POR UNO CADA VEZ QUE APAREZCA LA SENAL ?"
0190 FOR I=1 TO M
    : INPUT Y(I)
    : NEXT I
0200 FOR I=1 TO N
0210 PRINT HEX(03)
0220 PRINT "DIGITE LOS";M;"VALORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE X";I
0230 PRINT "UNO POR UNO CADA VEZ QUE APAREZCA LA SENAL ?"
0240 FOR J=1 TO M
    : INPUT X(I,J)
    : NEXT J
0250 NEXT I
0260 REM IMPRESION DE DATOS
0270 SELECT PRINT 215(132)
0280 DIM A$44
    : INIT(" ")A$
0290 %-###,###,###,#### PUNTO ###
0300 PRINT HEX(0C0E);"I N D U P E R U"
0310 PRINT
    : PRINT "DPTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS"
0320 PRINT HEX(0B)
0330 PRINT HEX(0E);"VARIABLE DEPENDIENTE Y"
0340 PRINT HEX(0A0A);A$;A$;A$;HEX(0B)
0350 FOR I=1 TO INT((M-1)/2)
0360 PRINT TAB(30);
    : PRINTUSING 290,Y(2*I-1);2*I-1;
0370 PRINT TAB(80);
    : PRINTUSING 290,Y(2*I);2*I
0380 NEXT I
0390 IF INT(M/2)=M/2 THEN 400
    : PRINT TAB(30);
    : PRINTUSING 290,Y(M);M
    GOTO 420
```

```

0400 PRINT TAB(30);
      : PRINTUSING 290,Y(M-1);M-1;
0410 PRINT TAB(80);
      : PRINTUSING 290,Y(M);M
0420 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0C)
0430 FOR J=1 TO N
0440 PRINT HEX(0E);"VARIABLE INDEPENDIENTE X":J
0450 PRINT HEX(0A0A);A$;A$;A$;HEX(0B)
0460 FOR I=1 TO INT((M-1)/2)
0470 PRINT TAB(30);
      : PRINTUSING 290,X(J,2*I-1);2*I-1;
0480 PRINT TAB(80);
      : PRINTUSING 290,X(J,2*I);2*I
0490 NEXT I
0500 IF INT(M/2)=M/2 THEN 520
0510 PRINT TAB(30);
      : PRINTUSING 290,X(J,M);M
      : GOTO 540

0520 PRINT TAB(30);
      : PRINTUSING 290,X(J,M-1);M-1;
0530 PRINT TAB(80);
      : PRINTUSING 290,X(J,M);M
0540 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0B)
0550 NEXT J
0560 PRINT HEX(0C)
0570 REM CALCULO DE MEDIAS Y DESVIACIONES DE CADA VARIABLE
0580 FOR I=1 TO M
      : V(1)=V(1)+Y(I)/M
      : NEXT I
0590 FOR I=1 TO M
      : V1(1)=V1(1)+(Y(I)-V(1))^2
      : NEXT I
0600 D(1)=SQR(V1(1)/(M-1))
0610 FOR I=1 TO N
0620 FOR J=1 TO M
      : V(I+1)=V(I+1)+X(I,J)/M
      : NEXT J
0630 FOR J=1 TO M
      : V1(I+1)=V1(I+1)+(X(I,J)-V(I+1))^2
      : NEXT J
0640 D(I+1)=SQR(V1(I+1)/(M-1))
0650 NEXT I
0660 REM CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION A(I)
0670 FOR I=1 TO N
0680 FOR J=1 TO M
      : R(I)=R(I)+X(I,J)*(Y(J)-V(1))
      : NEXT J
0690 FOR J=1 TO N
0700 FOR K=1 TO M
      : S(I,J),S(J,I)=S(I,J)+X(J,K)*(X(I,K)-V(I+1))
      : NEXT K
0710 NEXT J
0720 NEXT I
0730 MAT S1=INV(S)
      : MAT A=S1*R
0740 REM CALCULO DEL PUNTO DE INTERSECCION P9
0750 FOR I=1 TO N
      : P9=P9+A(I)*V(I+1)
      : NEXT I

```

```

: PRINT USING 1180,A(C0);C0;
1170 C0=C0+1
: GOTO 1140

1180 Z+###,###.#### (X##)
1190 PRINT
: PRINT HEX(0A0A0A);A$;A$;A$
1200 PRINT HEX(0C0E);"VARIABLES INDEPENDIENTES Xi"
1210 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0A)
1220 PRINT TAB(11);"i";TAB(31);"MEDIA DESVIACION";TAB(62);"COEFICIENTE DE";
E T"
1230 PRINT TAB(44);"STANDARD";TAB(67);"REGRESION";TAB(81);"COEF. DE REGRESION"
1240 PRINT HEX(0A);A$;A$;A$
: PRINT HEX(0B)
1250 FOR I=1 TO N
1260 PRINT USING 1280,I;V(I+1);D(I+1);A(I);A1(I);T(I)
1270 NEXT I
1280 Z ## -###,###.#### ##,###.#### -###,###.###
1290 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0A0A0A)
1300 PRINT USING 1310,P9
: PRINT HEX(0A0A);A$;A$;A$
1310 Z PUNTO DE INTERSECCION = -###,###.####
1320 PRINT HEX(0C0E);"VARIABLE DEPENDIENTE Y"
: PRINT HEX(0B)
1330 PRINT A$;A$;A$;HEX(0A)
1340 PRINT TAB(19);"Y";TAB(40);"Y estimado";TAB(60);"RESIDUO=Y-Yestimado";TAB(87)
1350 PRINT HEX(0A);A$;A$;A$
: PRINT HEX(0B)
1360 FOR I=1 TO M
: PRINT USING 1370,Y(I);Y1(I);Y2(I);I
: NEXT I
1370 Z -###,###.#### -###.###.#### -###,###
1380 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0B)
1390 PRINT USING 1420,V(1)
: PRINT
1400 PRINT USING 1430,D(1)
: PRINT
1410 PRINT USING 1440,S2
: PRINT HEX(0B);A$;A$;A$
1420 Z MEDIA DE LOS "Y" = -###,###.####
1430 Z DESVIACION STANDARD DE LOS "Y" = -###,###.####
1440 Z ERROR STANDARD DE LOS "Yestimados" = -###,###.####
1450 SELECT PRINT 005(64)
: PRINT HEX(03)
1460 STOP "FIN DE PROG. SI DESEA CORRERLO CON OTROS DATOS"
1470 MAT R=ZER
: MAT S=ZER
: MAT S1=ZER
: MAT A=ZER
: MAT A1=ZER
: MAT T=ZER
1480 MAT X=ZER
: MAT Y=ZER
: MAT Y1=ZER
: MAT Y2=ZER
: MAT D=ZER
: MAT V=ZER
: MAT V1=ZER
1490 P9,S0,S1,S2,S3,C9,V9,D9=0
1500 GOTO 20

```

```

0760 P9=V(1)-P9
0770 REM CALCULO DE LOS Y ESTIMADOS Y1() Y RESIDUALES Y2()
0780 FOR I=1 TO M
0790 FOR J=1 TO N
      : Y1(I)=Y1(I)+A(J)*X(J,I)
      : NEXT J
0800 Y1(I)=P9+Y1(I)
0810 Y2(I)=Y(I)-Y1(I)
0820 S0=S0+Y2(I)^2
0830 IF I=1 THEN 840
      : S1=S1+(Y2(I)-Y2(I-1))^2
0840 NEXT I
0850 REM CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DURBIN WATSON D9 Y V. NEUMAN V9
0860 D9=S1/S0
      : V9=D9*(M-2)/(M-3)
0870 REM CALCULO DE ERROR STANDARD DEL Y ESTIMADO
0880 S2=SQR(S0/(M-N-1))
0890 REM CALCULO DEL ERROR STANDARD DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION
0900 FOR I=1 TO N
0910 A1(I)=S2*SQR(ABS(S1(I,I)))
0920 NEXT I
0930 REM CALCULO DEL VALOR COMPUTADO DE T
0940 FOR I=1 TO N
      : T(I)=A(I)/A1(I)
      : NEXT I
0950 REM CALCULO DEL COEFICIENTE DE DETERMINACION C9
0960 FOR I=1 TO M
      : S3=S3+Y(I)^2-V(1)*Y(I)
      : NEXT I
0970 C9=1-(S2^2/S3)*(M-1)
      : SELECT PRINT 215(132)
0980 REM IMPRESION DE LOS RESULTADOS
0990 PRINT HEX(0E);TAB(20);"REGRESION LINEAL MULTIPLE"
1000 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0B)
1010 PRINTUSING 1020,N
      : PRINT
1020 % NUMERO DE VARIABLES INDEPENDIENTES = ###
1030 PRINTUSING 1040,M
      : PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0B)
1040 % NUMERO DE DATOS POR VARIABLE = ###
1050 PRINTUSING 1080,"DETERMINACION";C9
1060 PRINTUSING 1080,"DURBIN WATSON";D9
1070 PRINTUSING 1080,"V. NEUMAN";V9
1080 % COEFICIENTE DE ##### = -##.#####
1090 PRINT HEX(0B);A$;A$;A$;HEX(0B)
1100 PRINT HEX(0E);" LA ECUACION-SOLUCION ES ==>"
      : PRINT HEX(0A0A)
1110 PRINT HEX(0E);
      : PRINTUSING 1120,P9;
1120 % Y = -###,###.####
1130 C0=1
1140 IF C0<=N THEN 1150
      : GOTO 1190

1150 IF C0/3<>INT(C0/3) THEN 1160
      : PRINT
      : PRINT TAB(4);
1160 PRINT HEX(0E);

```

ANEXO - 3

CARACTERISTICAS DE LA LOCALIZACION

SELECCIONADA

En el capítulo sobre localización de planta se determinó que la ubicación más propicia para la planta era en la provincia del Callao, en el distrito de Ventanilla en la zona denominada Fundo Oquendo.

A continuación adjuntamos información sobre diferentes características de la zona, que permiten observar las facilidades o dificultades que se encontraran en la implementación de la planta, así como el medio ambiente existente, que fijará datos principales de la ingeniería de detalle.

DATOS CLIMATOLOGICOS DE OQUENDO

TEMPERATURA

1,961 - 1,975

Promedio mensual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Máxima	30.8	30.2	29.2	28.5	27.1	25.0	25.4	24.5	22.2	25.0	27.0	27.8	26.8
Mínima	15.0	15.0	10.0	11.4	9.7	8.0	9.0	9.7	11.8	12.5	10.0	12.5	11.2
Promedio Alto	25.7	26.5	25.7	24.1	21.7	19.5	18.5	18.4	18.7	19.8	21.7	23.7	22.0
Promedio Bajo	18.7	19.1	18.8	17.2	14.7	15.0	14.6	14.4	14.5	15.1	16.1	17.5	16.3
Promedio Día	21.6	22.2	21.7	20.1	18.4	16.9	16.2	16.0	16.1	16.9	18.3	20.0	8.7

PRECIPITACION PLUVIAL

1,960 - 1975

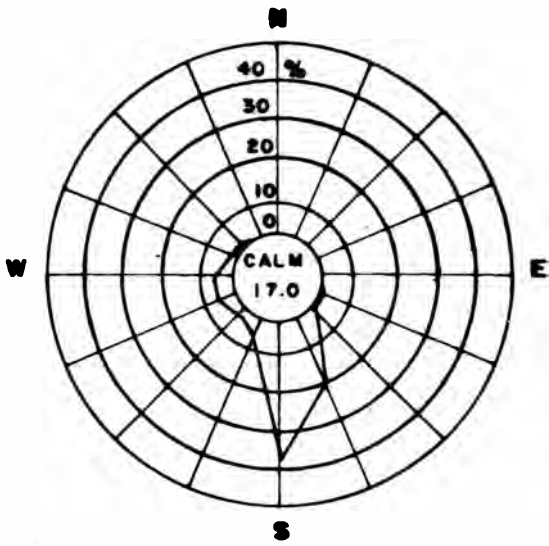
Promedio mensual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Día lluvioso	16	10	12	2	19	44	55	82	67	24	8	9	348
Más lluvioso	8.2	1.2	1.9	0.5	0.9	2.3	5.0	3.5	0.7	0.9	0.1	1.5	
Menos lluvioso	0.85	0.23	0.29	0.04	0.22	0.40	0.72	0.86	0.27	0.18	0.05	0.27	
Promedio Total	16.9	4.70	6.90	0.60	4.90	14.4	20.5	29.3	14.9	4.30	1.00	4.30	122.7
Promedio anual	1.13	0.31	0.46	0.04	0.35	1.03	1.46	2.09	1.06	0.31	0.07	0.29	8.20

HUMEDAD Y PRESION ATMOSFERICA

1,968 - 1974

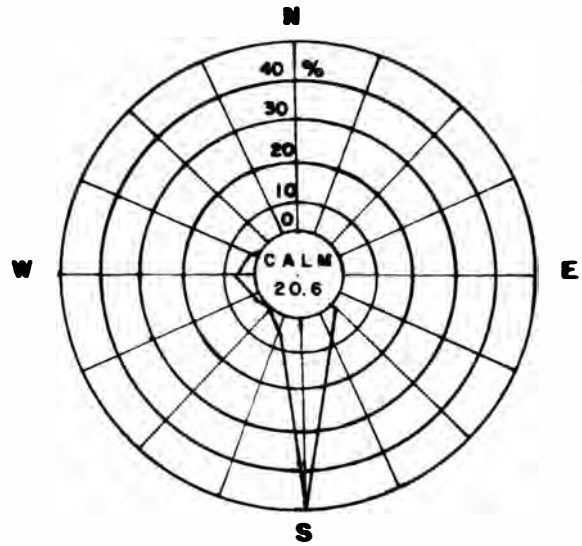
Promedio mensual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
% de Humedad	83.4	82.0	83.1	85.3	84.0	84.7	84.3	84.9	85.3	83.4	82.3	82.0	83.7
Presión Atmosf (mb)	985.6	984.6	986.2	987.2	987.1	988.4	987.8	988.4	985.4	988.7	988.5	987.0	987.3

PRIMAVERA



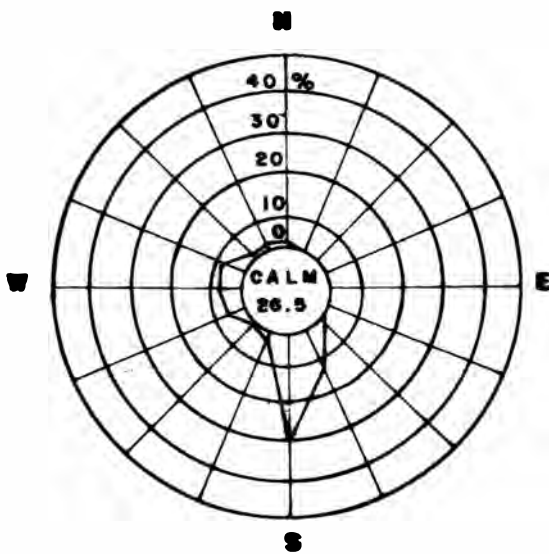
OCTUBRE - DICIEMBRE

VERANO



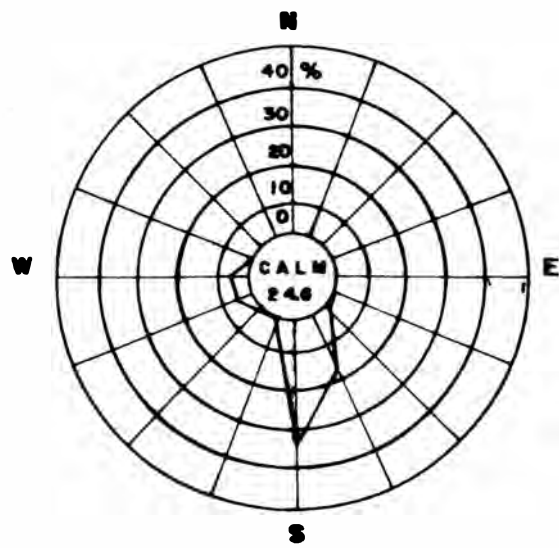
ENERO - MARZO

OTOÑO



ABRIL - JUNIO

INVIERNO



JULIO - SEPTIEMBRE

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE VIENTOS

AEROPUERTO INTERNACIONAL DEL PERU

ANO 1960 - 1975

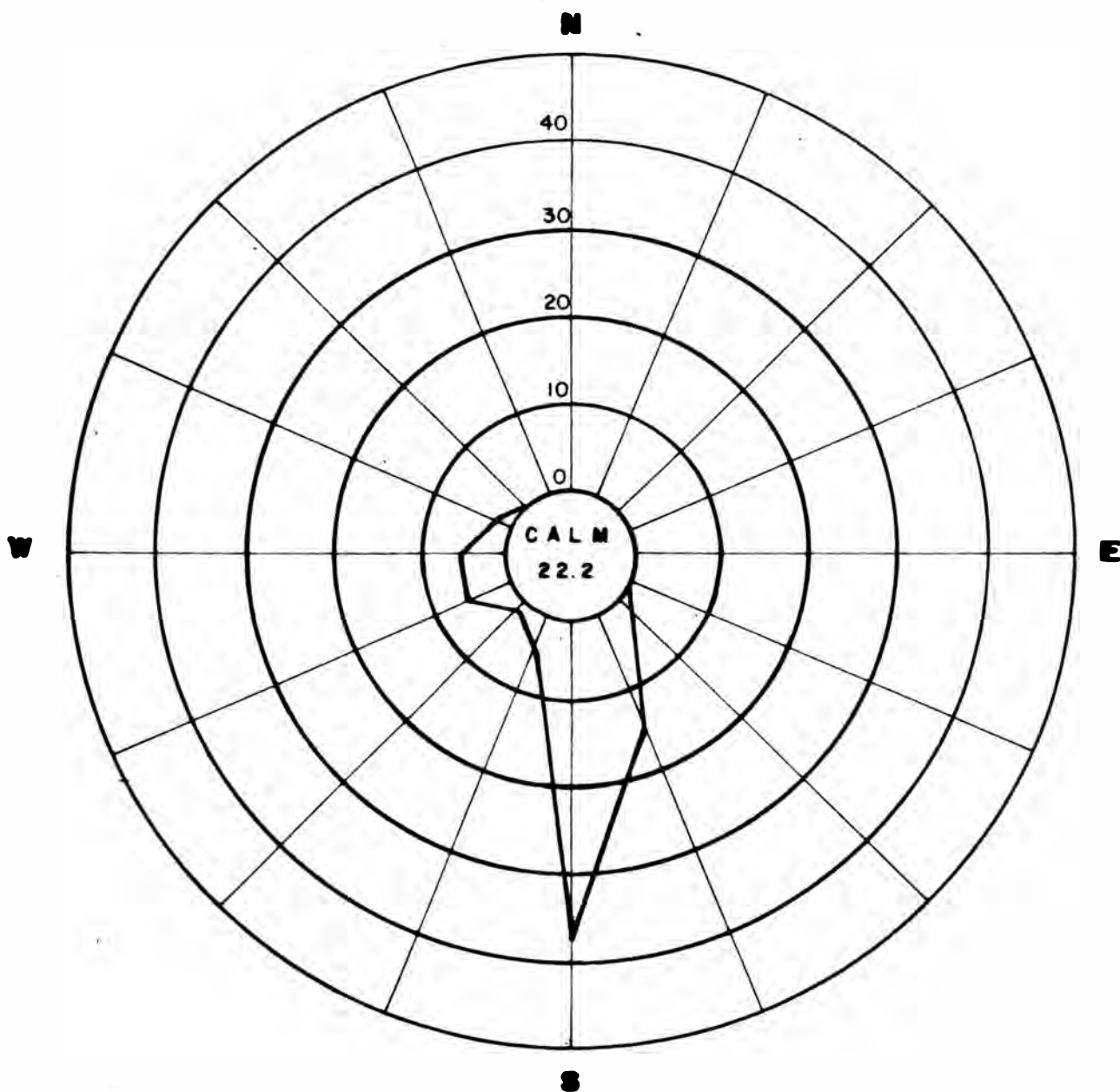


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
DE VIENTOS

AEROPUERTO INTERNACIONAL DEL CALLAO



Dist. CARABAYLLO

Dist. PUENTE PIEDRA

Dist. VENTANILLAS

RIO CHILLON

Dist. SAN MARTIN DE PORRES

Dist. COMAS

Dist. CALLAO

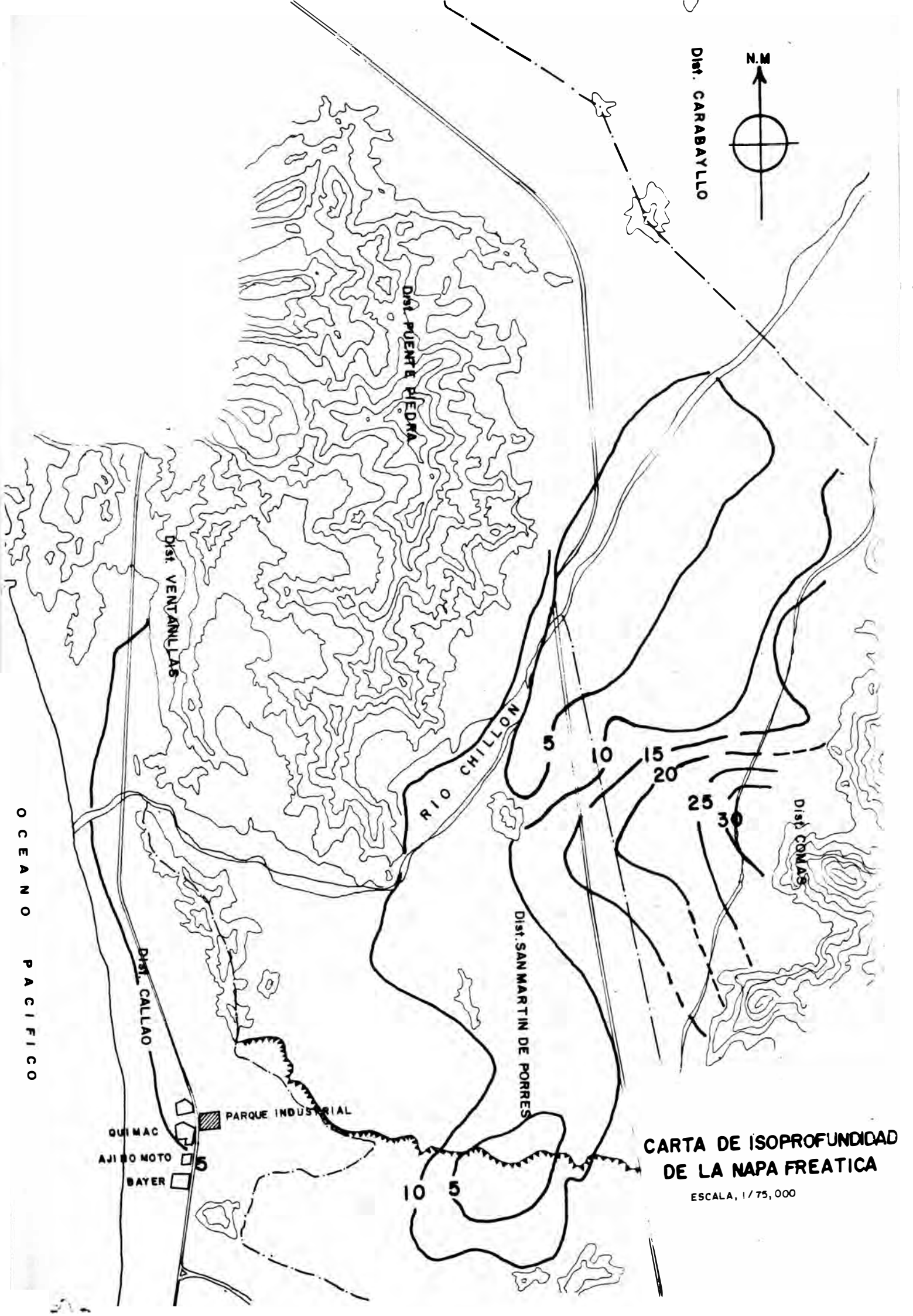
OCEANO PACIFICO

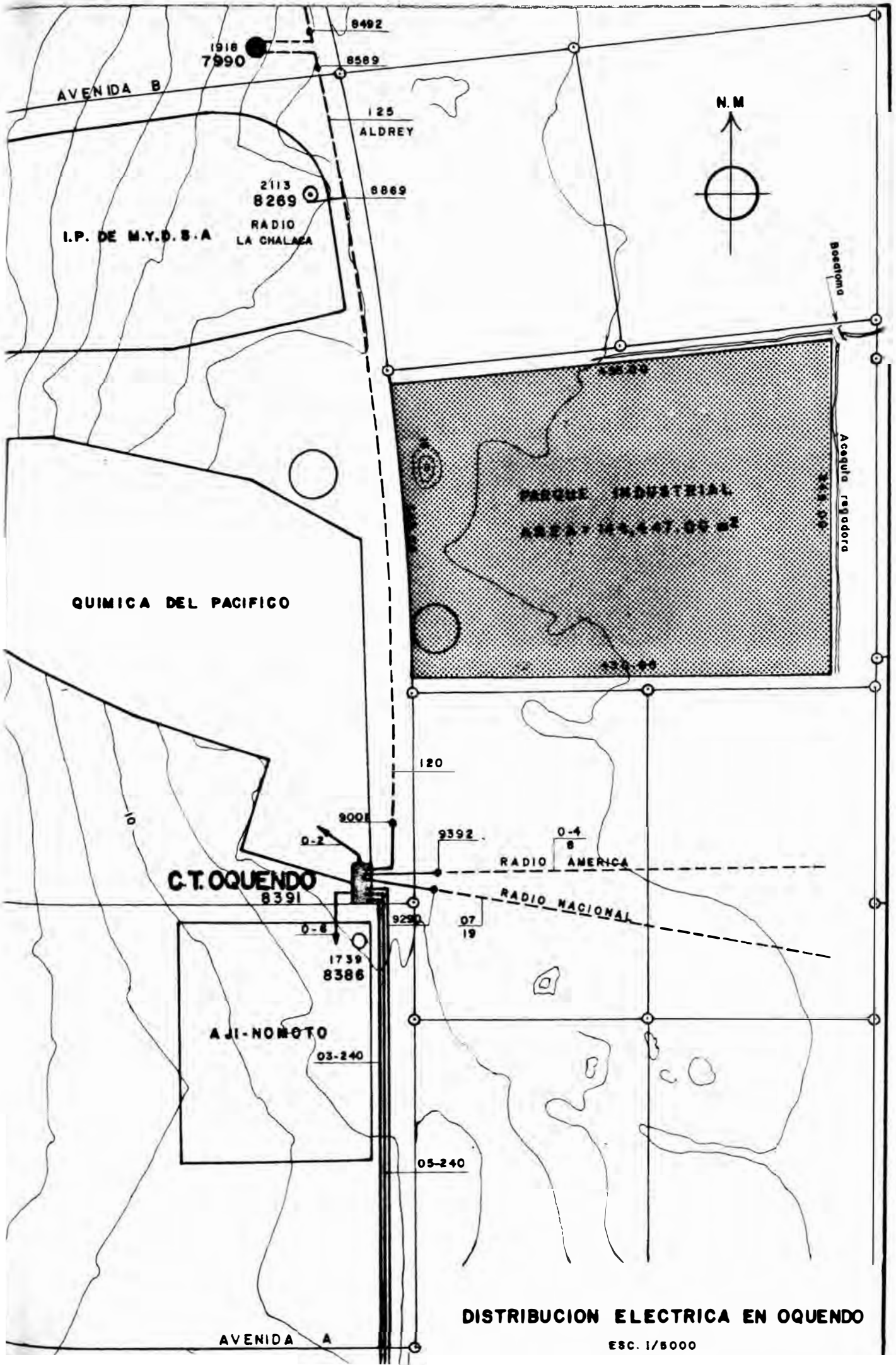
QUIMAC
AJIBO MOTO
BAYER
5

PARQUE INDUSTRIAL

CARTA DE ISOPROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA

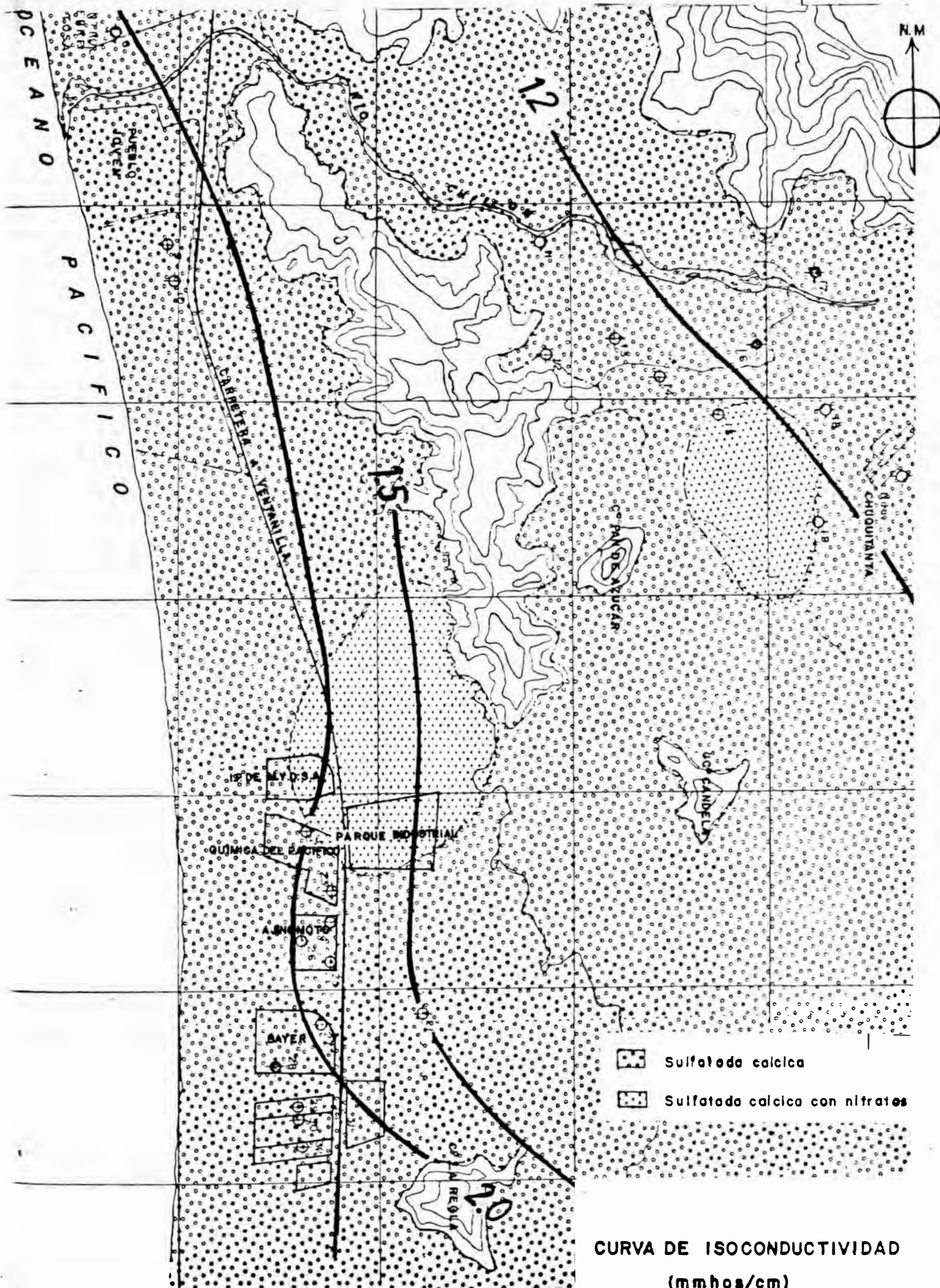
ESCALA, 1/75,000





DISTRIBUCION ELECTRICA EN OQUENDO

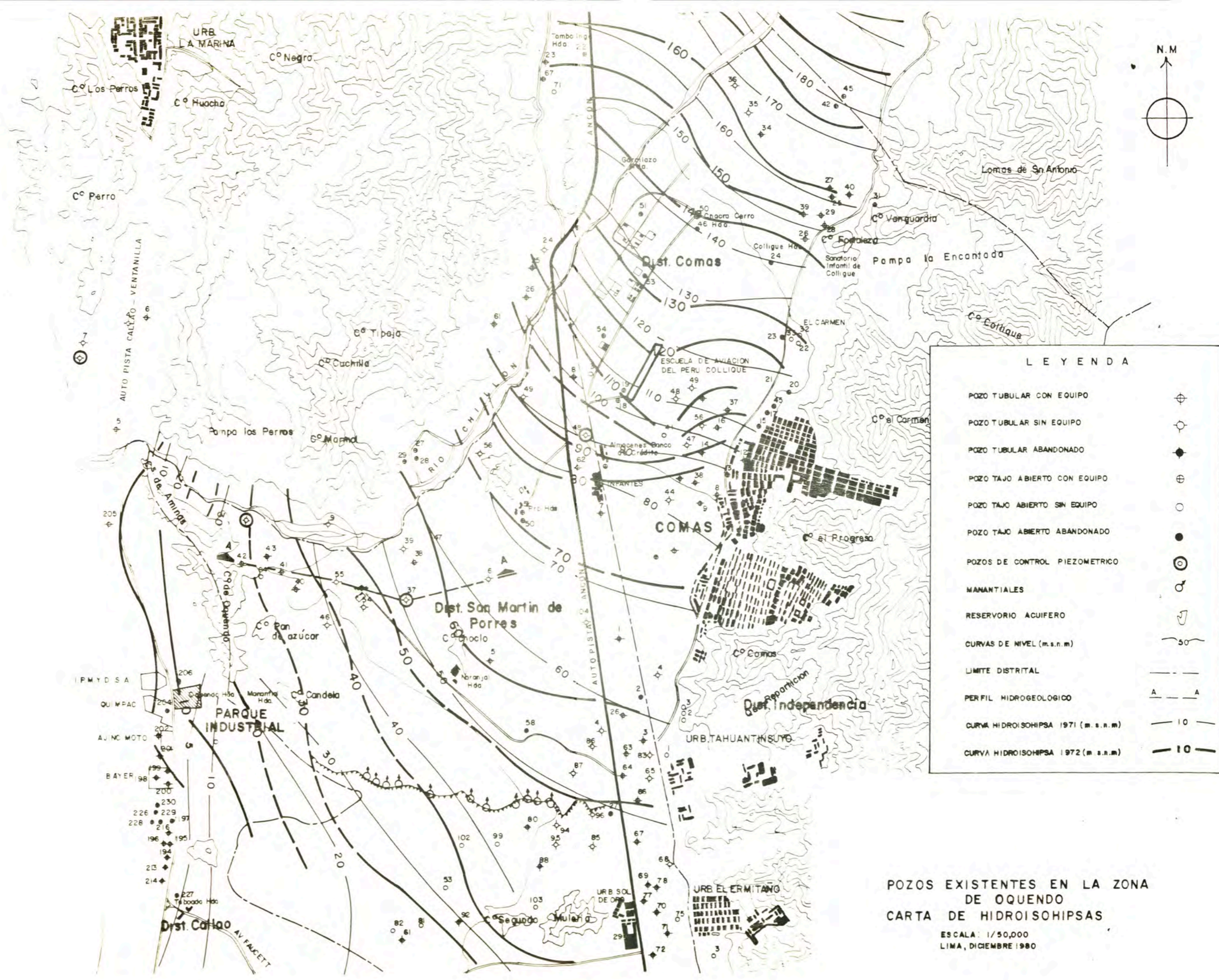
ESC. 1/5000



**CURVA DE ISOCONDUCTIVIDAD
(mmhos/cm)**

ESC. 1/25,000

OCEANO
PACIFICO



LEYENDA

- POZO TUBULAR CON EQUIPO
- POZO TUBULAR SIN EQUIPO
- POZO TUBULAR ABANDONADO
- POZO TAJO ABIERTO CON EQUIPO
- POZO TAJO ABIERTO SIN EQUIPO
- POZO TAJO ABIERTO ABANDONADO
- POZOS DE CONTROL PIEZOMETRICO
- MANANTIALES
- RESERVORIO ACUIFERO
- CURVAS DE NIVEL (m.s.n.m)
- LIMITE DISTRITAL
- PERFIL HIDROGEOLOGICO
- CURVA HIDROISOHIPSA 1971 (m.s.n.m)
- CURVA HIDROISOHIPSA 1972 (m.s.n.m)

POZOS EXISTENTES EN LA ZONA DE OCUENDO
CARTA DE HIDROISOHIPSAS

ESCALA: 1/50,000
LIMA, DICIEMBRE 1980

ANEXO - 4

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Para realizar el balance de materia y energía se ha contado con una serie de informaciones, que nos han permitido determinar las condiciones de los procesos principales y que en alguna forma limitaban a las otras variables a un rango pequeño de variación.

CONDICIONES DEL PROCESO

- Reactor - Cristalizador

Presión	400 mm. Hg
Temperatura	80°C
PH	Entre 7.5 y 8

De acuerdo a datos recogidos por Bamforh (1)

- Líneas de Entrada y Salida al Reactor

• Relación volumétrica Aire/HCl	4
• Producto saliendo del reactor con una humedad de	20 %
• Lodo de salida del reactor pH	8
• Producto saliendo de la centrífuga	
Humedad	2 %

(1) Bamforth A.W. Ammonium Chloride Processes .- on Chemical and Process Engineering, New York, Feb. 1972, p. 73

Relación molar, amoniaco alimentado a cloruro de hidrógeno	1.03
Temperatura de la línea de HCl	20°C
Temperatura de la línea de NH ₃	-5°C
Temperatura del lodo	60°C
Temperatura del licor madre entrada	20°C
Temperatura de los gases efluentes	80°C
Calor de la reacción	42,000 cal/mol

- Eficiencia Global del Proceso

Según datos del proveedor de tecnología (FACT) la eficiencia global del proceso es 0.935.

BALANCE DE MATERIA

Para realizar el balance de materia, debemos observar el lazo formado por el reactor, el absorbedor, el tanque de licor madre y la centrífuga, que se puede apreciar en la Figura A-4.1.

En esta figura se puede ver las diez corrientes que conforman este sistema, cada una posee una numeración que permitirá identificar las incógnitas en las ecuaciones.

Se ha utilizado la siguiente nomenclatura :

F : Cloruro de hidrógeno HCL (moles)
 A : Amoniaco NH₃ (moles)

- W : Agua H_2O (moles)
 N : Aire (moles)
 R_c : Rendimiento global 0.935
 R_a : Rendimiento del absorbedor
 Q : Flujo global volumétrico

Siendo cuatro los equipos, permiten realizar cuatro balances de materia, uno de ellos, o sino en la envolvente global y en tres de ellos. Se ha optado por este método, por ello se tienen los siguientes balances.

Base de Balance : 100 gr. de $CLNH_4$ saliendo de la centrífuga

Temperatura : $20^\circ C$

Un dato adicional con el que contamos; es la composición en peso de la solución de salida del reactor, que debe estar a un $pH = 8$ y $60^\circ C$ (máxima temperatura a la cual existe solución de amoniaco con $pH = 8$).

Conociendo el K_b y K_w a dicha temperatura se tiene :

$$\frac{C_b}{C_s} = \frac{K_b}{K_w} \times 10^{pH}$$

Obteniéndose por solución :

Cl NH_4	33.68%
NH_3	5.42%
H_2O	60.90%

BALANCE GLOBAL

Balance de cloro

$$F_1 = \frac{100}{53.5} + F_4 + 100 \times \frac{0.02}{0.98} \times \frac{0.3368}{53.5}$$

Balance de nitrógeno

$$A_2 = A_4 + \frac{100}{53.5} + \frac{100 \times 0.02}{0.98} \frac{0.0542}{17} + \frac{0.3368}{53.5}$$

Balance de agua

$$W_3 = W_4 + 100 \times \frac{0.02}{0.98} \times \frac{0.609}{18}$$

$$\text{Resolviendo : } F_4 = F_1 - 1.8820065 \quad (1)$$

$$A_4 = A_2 - 1.888513 \quad (2)$$

$$W_3 = W_4 + 1.242857/18 \quad (3)$$

BALANCE EN LA CENTRIFUGA

$$Q_6 \times 0.8 = 100 \quad Q_6 = 125 \text{ gr.}$$

$$0.02 \times 100 + Q_7 = 0.2 Q_6 \quad Q_7 = 22.96 \text{ gr.}$$

BALANCE EN EL TANQUE DE LICOR MADRE

Balance de cloro

$$F_8 = F_{10} + \frac{0.3368 \times Q_7}{53.5}$$

Balance de nitrógeno

$$A_8 = A_{10} + \frac{0.0542 \times Q_7}{17} - F_{10}$$

Balance de agua

$$W_8 = W_{10} + \frac{0.6090 \times Q_7}{18}$$

$$\text{Resolviendo : } F_8 = F_{10} + 0.1445356 \quad (4)$$

$$A_8 = A_{10} + 0.0731993 - F_{10} \quad (5)$$

$$W_8 = 0.7767857 + W_{10} \quad (6)$$

BALANCE EN EL ABSORBEDOR

Balance de cloro

$$F_9 = F_4 + F_{10} \quad (7)$$

Balance de nitrógeno

$$A_9 = A_4 = A_{10} \quad (8)$$

Balance de Agua

$$W_3 + W_9 = W_4 + W_{10} \quad (9)$$

Considerando el rendimiento global 0.935

$$F_1 = \frac{100}{53.5 \times R_c} = \frac{100}{53.5 \times 0.935} = 1.999 \text{ mol.}$$

Además por consideraciones de rendimiento del absorbedor, se tiene :

$$F_9 = \frac{F_4}{1 - R_a} \quad (10)$$

$$A_9 = \frac{A_4}{1 - R_a} \quad (11)$$

Por consideraciones de saturación del aire de salida :

$$W_4 = f(T_4) \times N \quad (12)$$

BALANCE DE ENERGIA EN EL REACTOR

$$- \frac{211.14 A_2 + F_1 - F_9}{F_1} 42,000 + 0.77 (A_8 + F_8 + W_8) (T_8 - 20) +$$

$$+ 400 \times 6.97 (T_1 - 20) = 11.006 W_9 + 0.4553 \times Q_6 \times 40 + 525.3 A_9$$

$$+ 6.953 F_9 \times 60 + 4 F_1 \times 6.969 \times 60$$

(13)

Para realizar este balance se han tomado los calores específicos de la International Critical Tables.

Adicionalmente siendo el exceso de ingreso de amoniaco de 3%

$$A_2 = 1.03 F_1 \quad (14)$$

Por tanto se tiene 14 ecuaciones y 16 incognitas ($F_4, F_8, F_9, F_{10}, A_2, A_4, A_8, A_9, A_{10}, W_3, W_4, W_8, W_9, W_{10}, Ra, f(T_4)$)

Siendo así es necesario fijar o asumir dos de ellos. Luego de sucesivos tanteos, se alcanzó un valor satisfactorio con :

$$T_4 = 20^\circ\text{C} \quad \text{y} \quad R_4 = 0.5$$

Obteniéndose en moles :

$F_4 = 0.117$	$A_2 = 2.059$	$W_3 = 2.736$
$F_8 = 0.262$	$A_4 = 0.171$	$W_4 = 2.667$
$F_9 = 0.234$	$A_8 = 1.3032$	$W_8 = 3.640$
$F_{10} = 0.117$	$A_9 = 0.341$	$W_9 = 2.794$
	$A_{10} = 0.524$	$W_{10} = 2.863$

Con la finalidad de obtener el balance global, para una producción de 500 kg/hr de cloruro de amonio, es necesario multiplicar estos valores por el peso molecular del compuesto y por 5000 (500 kg/0.1 kg de base).

Los valores calculados están colocados en las líneas correspondientes en el Plano N° 1.

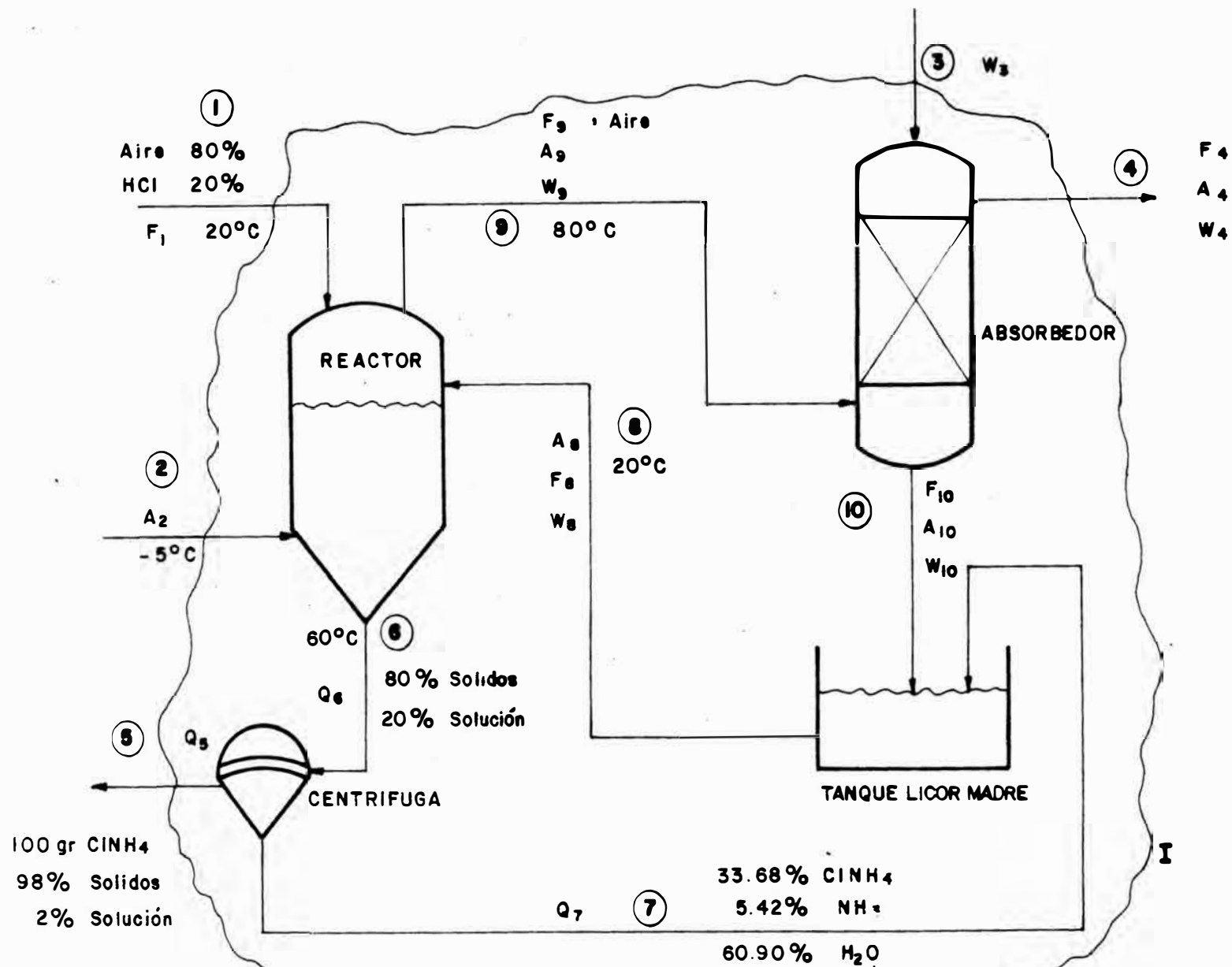


FIGURA Nº 4.1
BALANCE DE MATERIA

ANEXO - 5

DISEÑO DE EQUIPO

AREA DE REACCION

Diseño de reactor : (R - 1, R - 2)

Bases de Diseño

Presión : 400 mm. de Hg

Entrada de Amoniaco

Temperatura : -5°C

Flujo : 175 kgs/hr
7170 lts/min

Entrada de Aire y Cloruro de Hidrógeno

Temperatura : 20°C

Flujo : 1525 kgs/hr
46,875 lts/hr

Composición volumétrica : 80 % de aire
20 % de HCl

Entrada de Licor Madre

Temperatura : 20°C

Flujo : 409 kgs/hr

Composición en peso : 17.1% de NH_4Cl
2.7% de NH_3
80.2% de H_2O

PH de la solución es : 9.2

Salida de Gases

Temperatura : 80°C
Flujo : 1482 kgs/hr
Composición volumétrica : 2.1 % de HCl
3.0 de NH_3
24.5 de H_2O
70.4 de aire

Salida de Productos

Temperatura : 60°C
Flujo : 625 kgs/hr
Composición en peso : 80 % de NH_4Cl sólido
20 de solución saturada
33.6 % de NH_4Cl
5.6 de NH_3
60.8 de H_2O

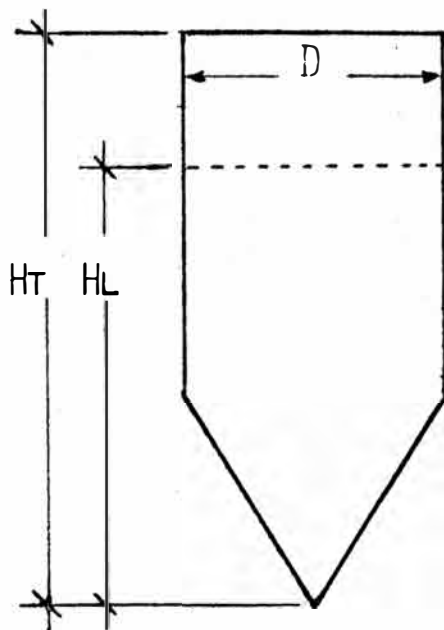
PH de la solución es de 7.9

CONDICIONES DE FLUJO DEL REACTOR

De acuerdo con Fair, James R. (1), para las condiciones del presente proceso, la velocidad superficial para el gas dentro del reactor debe ser mayor que 0.25 pies/seg., correspondiente a un régimen turbulento en este tipo de reactores. En este régimen se obtiene alto grado de retromezclado contribuyendo a uniformizar la temperatura de operación, y además permite la suspensión de los sólidos dentro del reactor.

GEOMETRIA DEL REACTOR

La geometría recomendada según Thompson (2), es como se muestra en la figura :



-
- (1) Fair, James R... Designing Gas-Sparged Reactors in Chemical Engineering, New York, 3 de Julio 1967, p. 67-74
 - (2) Thompson, H. L.... Diammonium Phosphate, Pilot Plant en Industrial and Engineering Chemistry, New York, Octubre 1950, p. 2176-2182

con las siguientes proporciones :

$$H_t \geq 2 * D$$

$$H_1 = 1.8 * D$$

con un ángulo para el cono de 60°.

Cálculo del volumen y dimensiones del reactor considerando dos reactores

Velocidad superficial : 0.85 pies/seg

Flujo total volumétrico : 7170 + 46875 = 54,045 lts/min

Area del Reactor

$$\frac{F}{V} = \frac{54045}{0.85} \times \frac{1}{28.32} \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{2}$$

$$= 18.7 \text{ pie}^3$$

Diámetro del Reactor

$$D = (18.7 \times 4 / \pi)^{0.5} \times 0.3048$$

$$D = 1.5 \text{ mts.}$$

Con lo cual :

$$H_1 = 1.8 \times 1.5 = 2.7 \text{ mts.}$$

$$H_t = 2.4 \times 1.5 = 3.6 \text{ mts.}$$

Volumen del Reactor será :

$$V = (1.5)^2 \times (\pi / 4) \times (3.6 - 1.3 + 1.3/3)$$

$$V = 4.83 \text{ m}^3 \quad \text{ó} \quad 1280 \text{ galones}$$

DISEÑO DEL TANQUE DEL LICOR MADRE

(T - 2)

Bases de Diseño

Considerando un tiempo de residencia de 8 horas :

Flujo	:	W	=	409 kgs/hr
		P_1	=	1.05
		L/D	=	1
		V	=	3120 lts = 3.12 m^3
		D	=	1.6 mts para un tanque cilíndrico
		Volumen	=	900 galones

DISEÑO DE BOMBA PARA LICOR MADREBases de Diseño

Flujo	:	400 lts/hr
		1.76 GPM
Head	:	6 mts
Densidad	:	1.5 kgs/lit

La potencia requerida en base a estos datos es bajo, por lo que, de acuerdo a limitaciones de mercado en el país, especificamos ésta y las bombas restantes del proceso, que tienen similares requerimientos, como de 1/3 de hp.

BHP	=	0.33 hp
GPM	=	2

AREA DE TRATAMIENTO DE GASES EFLUENTESDISEÑO DEL ABSORBEDOR - CONDENSADOR (A-1), (CS-1)Bases del DiseñoEntrada de Gases :

Presión	:	400 mm. de Hg
Temperatura	:	170 °F
Flujo	:	3267 lbs/hr

Composición Volumétrica :

		2.1 % de HCl
		3.0 de NH ₃
		24.5 de H ₂ O
		70.4 de aire
Peso Molecular	:	26.1
Temperatura de bulbo húmedo	:	115 °F
Porcentaje de absorción deseado	:	50 %

Debido a la falta de datos acerca del equilibrio para el sistema HCl - NH₃ - H₂O y ante la necesidad de estimar un costo para conseguir el objetivo del presente estudio, se ha considerado lo siguiente :

Estudiar el problema como si el sistema estuviera formado únicamente por el amoniaco y el agua, utilizando como solvente agua pura. Es necesario hacer notar que esto nos llevará a obtener una torre de absorción de mayor tamaño y eficiencia que las necesarias, si considerásemos ácido clorhídrico como solvente. Esto último es debido al efecto conocido sobre la influencia de la reacción química en procesos de absorción, en otras palabras el hecho aceptado de que la absorción química es más eficiente que la absorción física.

Las condiciones de operación, 170°F y 400 mm. de Hg hacen prácticamente imposible el proceso de absorción por lo que es necesario considerar un enfriamiento de los gases de entrada. Este enfriamiento sería igualmente necesario en el caso de usar ácido clorhídrico como solvente debido a que los calores de solución y de reacción son considerables.

Para conseguir el enfriamiento se ha pensado utilizar un rociador o una torre de atomización de agua para conseguir enfriar el aire hasta una temperatura dada, por medio del contacto íntimo con partículas de agua fría. Esta unidad a su vez necesitaría una unidad de refrigeración para remover el calor de condensación del agua presente en los gases.

A continuación se ataca el diseño de la zona de atomización de la torre:

Las condiciones de diseño son :

Gas de Entrada :

T_1	:	170°F
G_s	:	2557 lbs de aire/hr
Y_1	:	0.2043 lbs de H ₂ O /lb de aire seco

Gas de Salida :

T_2	:	100°F
Y_2	:	0.0867 lbs de H ₂ O /lb de aire seco

Ecuaciones de Diseño :

Las ecuaciones a utilizar son las recomendadas por Fair (3) :

N_g	:	N° de unidades de transferencia en fase gaseosa
$T_{g,out}$:	Temperatura de salida del gas
$T_{g,in}$:	Temperatura de entrada del gas
T_i	:	Temperatura en la interfase
H_{og}	:	Altura de una unidad de transferencia
h_{ga}	:	Coficiente volumétrico de transferencia de calor: Btu/hr pie ³ °F
G_g	:	lbs de aire seco / hr pie ²
G_l	:	lbs de agua / hr pie ²

$$N_g = (T_{g,out} - T_{g,in}) / (T_g - T_i)_{av}$$

$$H_{og} = G_g * C_p / h_{ga}$$

$$h_{ga} = 0.043 (G_g)^{0.8} \times (G_l)^{0.4} / (Z)^{0.5}$$

$$Z = \text{altura} = N_g * H_{og}$$

(3) Perry, P... Chemical Engineers Handbook .- Kogakusha Mc Graw-Hill, 1973, 5ta. edición, p. 18.49 - 18.52

Para nuestro sistema puede obtenerse valores de H_{og} de la figura N° 18-100 (b) de la referencia citada.

Escogiendo un diámetro de 30" :

$$G_g = 521 \text{ lbm de aire/pie}^2 \text{ hr}$$

tomando un : $G_1 = 600 \text{ lbm de agua/pie} \text{ hr}$

$$H_{og} = 4.8 \text{ pies}$$

Considerando que se desprecia la resistencia de la fase líquida (4), se obtiene una buena aproximación para :

$$(T_g - T_i)_{av} = \frac{(T_{g,in} - T_i) - (T_{g,out} - T_i)}{\ln \left[(T_{g,in} - T_i) / (T_{g,out} - T_i) \right]}$$

con $T_i \approx T_w + 5^\circ\text{F}$

tomando $T_i = 75^\circ\text{F}$

$$N_g = \ln \left[\frac{(T_{g_1} - T_i)}{(T_{g_2} - T_i)} \right]$$

$$N_g = \ln \left[\frac{(170 - 75)}{(100 - 75)} \right]$$

$$N_g = 1.335$$

(4) Treybal, R... Mass Transfer Operations - New York, Mc Graw Hill, 1968, 2da. edición, p. 197 - 210

luego $Z = 4.8 \times 1.335$
 $Z = 6.4$ pies

DISEÑO DE LA ZONA DE ABSORCIÓN

Temperatura	:	100 °F
Entrada de Gas	:	
G_s	:	88.2 lbs de aire/hr
Y_1	:	0.051 lbmol de NH_3 / lbmol de gas
Y_1	:	0.072 lbmol de NH_3 / lbmol de aire
Porcentaje de absorción	:	50 %
Salida de Gas	:	$Y_2 = 0.5 * Y_1 = 0.036$ lbmol de NH_3 / lbmol de aire

Procedimiento de Diseño

El procedimiento a seguir es el dado por Sherwood (5); con las consideraciones siguientes :

- Tanto la curva de equilibrio como la de operación son rectas en la región de concentraciones del proceso

(5) Sherwood, T... Absorption and Extraction - New York, Mc. Graw Hill, 1952, 2da. edición, p. 115-135

$$N_{og} = \frac{\ln \left[\frac{(1-mG/L)(y_1 - mx_2)}{(y_2 - mx_2) + mG/L} \right]}{(1 - mG/L)}$$

- m : la pendiente de la curva de equilibrio
 G : lbs de aire/pie² hr
 L : lbs de H₂O / pie² hr
 y_1, y_2 : concentración de NH₃ en el gas
 x_2 : concentración de NH₃ en el líquido que entra

- Para las condiciones actuales la curva de equilibrio viene dada por:

$$y_e = 4.1 * x$$

$$\text{Tomando para } A = mG/L = 2.51$$

$$N_{og} = 3.4$$

$$L/G = 1.57$$

$$\text{luego } L = 1.57 * G_s = 2500 \text{ lbm/hr}$$

Cálculo del Diámetro (6)

$$\rho_g = 0.01126 \text{ lbs/pie}^3$$

$$\rho_l = 62.3 \text{ "}$$

$$(L/G) * (\rho_g / \rho_l) 0.5 = 0.01$$

(6) Treybal, R... Op. cit. - p. 160 - 164

la ordenada para inundación será : 0.22

$$G' = \left(\frac{0.22 \times 4.18 \times 10^8 \times 0.01126 \times 62.3}{65 \times (1)^{0.2}} \right)^{0.5}$$

$$G' = 996.5 \text{ lbs/pie}^2 \text{ hr}$$

para obtener este valor se ha considerado relleno tipo Berdl-saddles de 1 1/2" con un valor para $C_f = 65$

además la viscosidad del líquido 1 cp; y la densidad del líquido esencialmente igual a la del agua.

Trabajando a 67% del flujo de inundación :

$$G' = 668 \text{ lbs/pie}^2 \text{ hr}$$

$$L' = 512 \text{ "}$$

El diámetro será :

$$G = 88.2 \times 26.1 / 0.704 = 3300 \text{ lbs/hr}$$

$$D = \left(\frac{4}{\pi} \times \frac{3300}{668} \right)^{0.5} = 2.5 \text{ pies}$$

$$D = 30''$$

Cálculo de la altura y de la caída de presión

Tomando :

$$H_{og} = 2.5 \text{ pies} \dots (7)$$

$$Z = N_{og} * H_{og} = 3.4 * 2.5$$

$$Z = 8.5 \text{ pies}$$

para la caída de presión tomando 2 pies de relleno no irrigado para permitir la separación del líquido del gas de salida (8)

$$\begin{aligned} (\Delta P/Z) &= \frac{1.75 * 110 * 668^2}{6 * 4.18 * 10^8 * 0.01126} \\ &= 2.95 \end{aligned}$$

donde se ha considerado $C'_f = 2 * C_f$

(7) Sherwood, T... Op. cit., p. 123 - 283

(8) Treybal, R... Op. cit., p. 160 - 164

$$\Delta P = 2 \times 2.95 = 5.9 \text{ lbf/pie}^2$$

para el relleno irrigado :

el cálculo de la ordenada da : 0.1

de la figura de la referencia citada se tiene :

$$(\Delta P/Z) = 1.0 \text{ pulg. de H}_2\text{O/pie}$$

$$\Delta P = 5.2 \times 1 \times 8.5 = 44.2 \text{ lbf/pie}^2$$

$$\Delta P_t = (44.2 - 5.9) \times (1/144) \times (760/14.696)$$

$$\Delta P_t = 18 \text{ mm. Hg}$$

Cálculo del calor ha remover en el condensador :

Entalpía del gas de entrada 320 btu/lb de aire seco

Entalpía del gas de salida 100.3 "

ambas con respecto a agua líquida y aire gas a 68°F

$$Q = G_s \times (H_1 - H_2) = 2557 \times (320 - 100.3)$$

$$Q = 562,000 \text{ btu/hr}$$

Altura de la torre (total)

considerando una eficiencia de 50% y 80%

$$\text{Zona de condensación} \quad 6.4/0.5 = 12.8 \text{ pies}$$

$$\text{Zona de absorción} \quad 4 + 8.5/0.8 = \underline{14.6 \text{ pies}}$$

$$\text{Total} \quad \underline{\underline{27.4 \text{ pies}}}$$

DISEÑO DEL ABSORBEDOR

(A - 2)

Bases de Diseño :Gas de Entrada :

T_1	80°F	
y_1	0.03225	lbmol de NH_3 / lbmol de gas
Y_1	0.036	lbmol de NH_3 / lbmol de aire

porcentaje de absorción : 98%

Gas de Salida :

y_2	0.0006705
Y_2	0.00072

curva de equilibrio :

$$y_e = 2.1 x$$

análogamente al diseño del primer absorbedor los resultados son :

N_{og}	7.48
L	5500 lbs de agua/hr
G	2611 lbs de aire /hr
D	28"
H_{og}	1.6 pies

Z	12 pies
P_t	25 mm. de Hg
Z total	19 pies

DISEÑO DE LA BOMBA DE VACIO

Utilizando el método dado por Dimoplou (9), sabiendo que la presión de succión es 330 mm Hg (400 mmHg menos la caída de presión en absorbedores y tubería), y la presión de descarga igual a la de la atmósfera.

Adicionalmente el flujo de aire que ingresa a 80°F es :

$$Q = 1154 \text{ acfm} = 607.3 \text{ scfm}$$

con este flujo en la Figura N° 2 del artículo citado se obtiene :

$$E_p = 0.66$$

siendo para el aire $k = 1.3964$

$$\begin{aligned} m &= (k - 1) / (k * E_p) \\ &= 0.43 \end{aligned}$$

Temperatura de descarga T_o

$$T_o = 540 (P_d / P_s)^m = 773 \text{ }^\circ\text{R} = 313 \text{ }^\circ\text{F}$$

(9) Dimoplou, Willioun... What process engineers need to know about compressors, en Hydrocarbon Processing, New York, Mayo 1978, p. 221 - 227

$$F = \frac{6.42}{m} \left[\left(\frac{P_d}{P_s} \right)^m - 1 \right]$$

$$F = 6.42$$

$$H_p = \frac{607.3}{100} \times \frac{540}{520} \times \frac{1}{0.66} \times 6.42 = 61$$

$$\text{BHP} = H_p / 0.8 = 75$$

AREA DE TRATAMIENTO DE MATERIA PRIMA

(TA - 1)

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

Siendo las necesidades de materia prima en este caso amoniaco de 4,200 kg/día.

Considerando que es materia prima nacional se han tomado 15 días de almacenamiento.

$$\text{Capacidad} = 4,200 \times 15 = 63,000 \text{ kg.}$$

Siendo la densidad del amoniaco $82.99 \text{ pie}^3 / \text{lbm}$

$$\text{Volumen} = \frac{63,000}{82.99 \times 0.438} = 1672.8 \text{ pie}^3$$

$$\text{Volumen} = 12.518 \text{ galones}$$

Comercialmente se encuentra de 15,000 galones de forma cilíndrica.

DISEÑO DEL VAPORIZADOR DE AMONIACO

(V - 1)

Bases del Diseño

Entrada de amoniaco líquido	
Presión	150
Temperatura	70°F
Flujo	175 kgs/hr
	386 lbs/hr
Temperatura saturación	78.8°F
Cp	= 1.14 BTU/lb °F
ΔH vap	= 500 BTU/lb

El cálculo será efectuado siguiendo las consideraciones de KERN (10)

Considerando que el amoniaco sale como gas saturado, el calor ha remover será :

$$\begin{aligned} \underline{Q} &= 1.14 \times (78.8 - 70) + 500 \\ \underline{Q} &= 510 \text{ BTU/lbm de NH}_3 \end{aligned}$$

Agua disponible a 95°F será utilizado en un vaporizador tipo 1 - 2 de carcaza y tubos.

(10) Kern, D. Q... Process Heat Transfer - New York, Mc Graw Hill, 1950, 1era. edición, p. 453 - 460

Considerando que el agua sale a 80°F y tomando el valor para $U_d = 400$; un valor medio dentro del rango citado por Kern para el sistema $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$.

$$Q = 386 * \underline{Q} = 386 \times 510 = 196860 \text{ btu/hr}$$

$$(Q/A) = U * \text{LMTD}$$

donde :

$$\text{LMTD} = \frac{(95 - 78.8) - (80 - 70)}{(95 - 78.8) / (80 - 70)}$$

$$\text{LMTD} = 12.85 \text{ } ^\circ\text{F}$$

con lo cual :

$$(Q/A) = 12.85 \times 400 = 5140 \text{ btu/hr pie}^2$$

valor que cae dentro de las limitaciones para Q/A en vaporizadores comunes con circulación natural -- $(Q/A)_{\text{max}} = 10000 \text{ btu/hr pie}^2$ --

Por lo tanto :

$$\begin{aligned} A &= 196860/5140 \\ &= 38.3 \text{ pie}^2 \end{aligned}$$

y el flujo de agua :

$$\begin{aligned} W &= 196860 / (95-80) \\ &= 13124 \text{ lbs/hr} \\ \text{GPM} &= 26.2 \end{aligned}$$

AREA DE TRATAMIENTO DE PRODUCTO

(T - 1)

DISEÑO DEL TANQUE DE ALIMENTACION DE LA CENTRIFUGABases de Diseño

De acuerdo con las recomendaciones del constructor de la centrífuga los tiempos de limpieza de estos, deben ser por lo menos de 2 horas.

Considerando 4 horas

$$\text{Flujo} \quad F = 650 \frac{\text{kgs}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ lt}}{1.42 \text{ kg}} = 457.8 \text{ lts/hr}$$

$$\text{Luego} \quad V = 4 \times 457.8 = 1831 \text{ lts.}$$

Tomando en cuenta un tanque con base cónica de $D = 1.5$ mts.
de diámetro :

$$H = 2 \text{ mts.}$$

$$\text{Volumen} = 500 \text{ galones}$$

DISEÑO DEL FLASH DRYING

(SF - 1)

Bases de Diseño

Alimentación	1124.8	lb/hr
Densidad sólida	1.526	kg/lit
Densidad solución	1.18	kg/lit

Consideraciones

De acuerdo a Perry (11) en la tabla 7.13, para la densidad de sólidos con que se cuenta la velocidad del aire de entrada ha de ser $U_g = 150$ pie/seg.

Tomando un diámetro de ducto de 3 pulgadas y el aire que ingresa al calentamiento a 70°F y 90% hr., alcanzando luego una temperatura de 150°F y manteniendo la humedad total de 0.013 lb agua/lb de aire seco (De acuerdo a la tabla psicrométrica). Se tiene lo siguiente :

$$\text{Flujo de Aire} \quad F = U_g \times A = 150 \times \pi \times 0.25^2 = 29.45 \text{ pie}^3/\text{seg.}$$

$$F = 106,028.75 \text{ pie}^3/\text{hr.}$$

(11) Perry, R.... Op. cit. p. 7 - 28

Para los cálculos de transferencia de calor se ha tomado las ecuaciones propuestas por Debrand (12)

$$Re = \frac{V_t \rho_g d}{\mu} = 0.8652 V_t$$

$$C_d = \frac{24}{Re} (1 + 0.15 Re^{0.687})$$

$$V_t = \frac{4}{3} \frac{d}{C_d} \frac{\rho_s - \rho_g}{\rho_g} g = 306547/C_d$$

Resolviendo estas 3 ecuaciones, por tanteos sucesivos, se obtiene :

$V_t = 779.75$ cm/seg	Velocidad terminal de la partícula
$Re = 674.6$	Número de Reynolds
$C_d = 0.50418$	Coefficiente de arrastre

(12) Debrand, Stanley... Heat Transfer During Flash Drying Process en Industrial Engineering Chemistry, New York, Vol. 13 N° 4, 1974, p. 396 - 404

Con este valor de Re y el valor del número de Prandtl (Pr) para el aire a $150^{\circ}F$, se obtiene el número de Nusselt (Nu) con la ecuación siguiente :

$$Nu = 0.16 Re^{1.3} Pr^{0.67}$$

$$Nu = 0.16 \times 674.6^{1.3} \times 0.697^{0.67}$$

$$Nu = 598.2$$

Con el número de Nusselt hallado, se obtiene el coeficiente de transferencia de calor (h) :

$$h = Nu \times k/d_p \quad k = 0.017 \text{ BTU/hr pie } ^{\circ}F \text{ (tablas)}$$

$$d_p = 0.165 \text{ cm} = 0.00542 \text{ pie}$$

$$\text{Reemplazando} \quad h = 1876.3 \text{ BTU/hr} \times \text{pie}^2 \times ^{\circ}F$$

Para determinar la longitud necesaria de tubería debemos calcular la transferencia de calor por pie de longitud. Para ello se tiene :

$$\text{Relación sólido/aire : } 0.000113 \text{ pie}^3/\text{sólido}/\text{pie}^3 \text{ aire}$$

Conociendo el volumen y el área de la partícula, considerándolos esferas, se tiene una área disponible de :

$$\text{Area : } 0.1224 \text{ pie}^2/\text{pie}^3 \text{ aire}$$

Pero siendo el diámetro 3 pulgadas (0.25 pie) se puede determinar cual es el área por pie de longitud :

$$\text{Area} = 0.024 \text{ pie}^2/\text{pie}$$

Por tanto la longitud necesaria será :

Calor a ser saturado (Q)

$$Q = (0.371 \times 500,000 \times 5 + 0.76652 \times 10,200 \times 5) / 252 + 21.4 \times 10478$$

$$Q = 26,258.6 \text{ BTU/hr.}$$

Este cálculo se ha hecho considerando que el sólido aumenta 5°C en su temperatura y que el agua se evapora a 77°F. Por tanto el calor por retirarse será :

$$\frac{Q}{L} = h \times A_l \times \Delta T_m$$

$$T_m = \frac{82 - 53}{\frac{n}{\frac{82}{53}}} = 66.5^\circ\text{F}$$

$$L = \frac{Q}{h \times A_l \times \Delta T_m} = \frac{26,258.62 \text{ BTU/hr}}{1876 \frac{\text{BTU}}{\text{PF} \times \text{hr} \text{ pie}^2} \times 0.024 \frac{\text{pie}^2}{\text{pie}^2} \times 66.4 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$L = 8.7 \text{ pie} = 2.67 \text{ m.}$$

Considerando una eficiencia de 50% en la transferencia de calor se requiere una longitud de :

$$L = \frac{2.67}{0.5} = 5.4 \text{ mt.}$$

Por lo tanto :

Longitud de 6 metros de ducto.

SOPLANTE

(S - 1)

Para el cálculo del soplante, con los datos de flujo de aire, de tamaño de partículas y de diámetro del ducto se ingresa a los monogramas de las páginas 7-20 y 7-21 del Manual del Ingeniero de Perry y se obtiene :

$$\text{Potencia del motor del soplante} = 4 \text{ HP}$$

Adicionalmente el aire debe ser calentado desde 68°F con una entalpía (H1) de 29 BTU/lb aire hasta 150°F con una entalpía (H2) de 48 BTU/lb aire.

Por lo tanto el calor añadido al aire es de :

$$Q = (H_2 - H_1) \times Fa = (48 - 29) \times 6625.5 = 125,884.3 \text{ BTU/hr.}$$

Este calor será suministrado por una resistencia eléctrica, la cantidad necesaria de energía eléctrica será :

$$Kw = 125,884.3 \times 3.93 \times 10^{-4}$$

$$Kw = 50$$

Energía eléctrica 50 Kwatts.

Resumiendo los datos del flash-drying

Diámetro	0.25	pie
Longitud	6.0	m.
Soplante	4	Hp
Resistencia	73	Kwatt

DISEÑO DEL CICLON

De acuerdo a los datos proporcionados por Koch y Licht (13), tomando la velocidad de entrada de 50 pies/seg. (14)

$$D_c = \sqrt{\frac{3 \pi}{4 \times 0.1}} D_1$$

(13) Koch, W. y Licht, W... New Design Approach Boosts Cyclone Efficiency en Chemical Engineering, New York, Nov. 7, 1977, num. 24 p. 80 - 88.

(14) Perry, R... Op. Cit. p. 20 - 85

Siendo $D1 = 3$ pulgadas (Diámetro del ducto del Flash)

$D = 15$ pulg.

D_c	15	pulgadas
a	7.5	pulgadas
b	3.0	pulgadas
s	7.5	pulgadas
D_e	7.5	pulgadas
H	22.5	pulgadas
H	60	pulgadas
B	5.625	pulgadas

ANEXO - 6

ESTIMACION DE COSTOS

6.1 COSTO DE TERRENOS Y OBRAS CIVILES

a. COSTO DE TERRENO

Considerando el área necesaria de $1,600 \text{ m}^2$ y tomando como referencia el precio de venta de un terreno en la zona, el cual se encuentra preparado y cercado, que es de S/. $6,000/\text{m}^2$, se tiene lo siguiente:

$$C_{\text{tl}} \quad C_n = 1,600 \times 6,000 = 9'600,000 \text{ soles (26,700 Dls.)}$$

b. OBRAS CIVILES

Edificios para administración, laboratorio y taller:

- Para Administración:

$$\begin{aligned} \text{Area: } 11 \times 12 &= 132 \text{ m}^2 & \text{Costo: S/. } 90,000/\text{m}^2 \\ C_1 &= 132 \times 90,000 = 11'900,000 \text{ soles (33,000 Dls.)} \end{aligned}$$

- Para laboratorio y taller:

$$\begin{aligned} \text{Area: } 129 \text{ m}^2 & & \text{Costo: S/. } 90,000/\text{m}^2 \\ C_2 &= 129 \times 90,000 = 11'650,000 \text{ soles (32,250 Dls.)} \end{aligned}$$

- Almacén de Productos Terminados:

$$\begin{aligned} \text{Area: } 9 \times 20 &= 180 \text{ m}^2 & \text{Costo: S/. } 40,000/\text{m}^2 \\ C_3 &= 180 \times 40,000 = 7'200,000 \text{ soles (20,000 Dls.)} \end{aligned}$$

- Servicios Auxiliares (amentación)

$$\begin{aligned} \text{Area: } 9 \times 12 &= 108 \text{ m}^2 & \text{Costo: S/. } 30,000/\text{m}^2 \\ C_4 &= 108 \times 30,000 = 3'240,000 \text{ soles (9,000 Dls.)} \end{aligned}$$

- Pavimento asfáltico 2" de espesor
 Area: $8 \times 50 = 400 \text{ m}^2$ Costo: S/. 3,000/m²
 $C_5 = 400 \times 3,000 = 1,200,000$ (3,350 Dls.)

Cimentación para equipos:

Se estima en un 10% del costo de los equipos

$$C_6 = 0.1 \times 656,000 = 65,600 \text{ Dls.}$$

Costo Total de Obras Civiles

$$C_{t2} = 163,200 \text{ Dls.}$$

6.2 COSTO DE LOS EQUIPOS

<u>Equipo</u>	<u>Valor Dls.</u>
- Tanque de almacenamiento de amoníaco (TA-1)	45,200
- Vaporizador de amoníaco (V-1)	35,500
- Acumulador de amoníaco (D-1)	6,400
- Reactores (R-1, R-2)	81,600
- Tanque pulmón a centrífuga (T-1)	9,500
- Centrífugas (C-1, C-2)	70,000
- Flash-Drying (SF-1)	9,700
- Ciclón-separador (C-3)	8,000
- Tolva de producto (SI-1)	9,200
- Máquina envasadora (P-1)	6,500
- Absorvedor-condensador (A-1)	43,400
- Absorbedor (A-2)	25,300
- Bombas (P-1, P-2, P-3)	1,400
- Tanque licor madre (T-2)	6,500
- Agitadores	<u>3,300</u>
Costo total de equipo	361,500 Dls.

De los cuales algunos pueden ser adquiridos en el mercado nacional:

- Mercado Nacional	41,900
- Mercado Extranjero	319,600
Flete y seguro (20%)	63,900
Gastos de Aduana y Contingencias (10%)	<u>31,900</u>
Costo de Equipo puesto en planta	457,300

Para instrumentación se ha considerado un 5% del costo del equipo en planta, es decir $0.05 \times 457,300 = 22,900$ Dls.

Para tuberías y accesorios se ha estimado en un 30% del costo del equipo puesto en planta: $0.3 \times 457,300 = 137,200$ Dls.