

Universidad Nacional de Ingeniería

**Programa Académico de Ingeniería  
Química y Manufacturera**



Instalación de una Planta de  
Cloro - Soda Cáustica en Bayovar

TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL EN:  
**Ingeniería Química y Manufacturera**

Pedro E. Tomatis Chiappe

Rudolf H. Ernst Astorga

Lima - Perú

1978

# I N D I C E

PAG.

RESUMEN

CONCLUSIONES

INTRODUCCION

CAPITULO I : MATERIA PRIMA

10

1.1 UBICACIÓN

1.2 COMPARACIÓN DE LAS SALMUERAS DE RAMÓN CON LAS DE HUACHO

1.3 CONDICIONES REQUERIDAS POR UNA SAL APTA PARA SER PROCESADA ELECTROLÍTICAMENTE

1.4 APTITUD COMPARATIVA DE LAS SALMUERAS DE BAYÓVAR CON LA DE HUACHO

1.5 COSTO DE EXPLOTACIÓN Y DEL TRANSPORTE

CAPITULO II : ESTUDIO DE MERCADO

15

2.1 PRODUCTOS

2.1.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS PRODUCTOS

2.1.1.1 CLORO

2.1.1.2 SODA CÁUSTICA

2.2 AREA DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO

2.3 OFERTA Y DEMANDA

2.3.1 DATOS HISTÓRICOS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

2.3.1.1 CLORO

2.3.1.2 SODA CÁUSTICA

2.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

2.3.2.1 CLORO

2.3.2.1.1 CLORO LÍQUIDO

2.3.2.1.2 ACIDO CLORHIDRICO	
2.3.2.1.3 OTROS DERIVADOS	
2.3.2.2 SODA CÁUSTICA	
2.3.3 PROYECCIÓN DE LA OFERTA	
2.3.4 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INSATISFECHA	
2.4 PRECIOS	
2.4.1 PRECIO DE LOS INSUMOS	
2.4.2 PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS	
CAPITULO III : ESTUDIO DE TAMAÑO Y LOCALIZACION	40
3.1 TAMAÑO DE PLANTA	
3.2 LOCALIZACIÓN DE PLANTA	
CAPITULO IV : INGENIERIA DEL PROCESO	46
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR CELDAS DE DIAFRAGMA	
4.1.1 LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL	
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR CELDAS DE MERCURIO	
4.3 ELECCIÓN DEL PROCESO MÁS ADECUADO	
CAPITULO V : INVERSION Y FINANCIAMIENTO	64
5.1 INVERSIÓN FÍSICA	
5.2 INVERSIÓN EN INTANGIBLES	
5.3 CAPITAL DE TRABAJO	
5.4 PLAN DE INVERSIONES	
5.5 FINANCIAMIENTO	
5.5.1 APORTE PROPIO	
5.5.2 PRÉSTAMOS	
CAPITULO VI: COSTOS DE OPERACION E INGRESOS	69
6.1 COSTO DE OPERACIÓN	

6.1.1 COSTOS DE FABRICACIÓN

6.1.2 GASTOS DE FABRICACIÓN

6.1.3 GASTOS DE VENTA

6.1.4 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN

6.2 INGRESOS

CAPITULO VII: EVALUACION ECONOMICA

83

7.1 CÁLCULO DE LA UTILIDAD NETA

7.2 PAGO DE INTERESES Y AMORTIZACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS

7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DE LA EMPRESA

BIBLIOGRAFIA

## RESUMEN

El objeto de este trabajo es presentar el estudio técnico-económico para la instalación de una planta de obtención de cloro-soda mediante el proceso de Celdas de Diafragma, en el Perú.

En forma general podremos dividir este estudio en cuatro partes.

En la primera se hace una descripción de la materia prima y las condiciones que ésta debe presentar para ser -- procesada electrolíticamente, así también como un análisis comparativo con materias primas similares.

En la segunda parte desarrollamos el estudio de mercado, y en él se analizan los antecedentes históricos de la oferta y la demanda y hacemos la estimación de la demanda, con el objeto de poder determinar el tamaño de planta adecuado; posteriormente se hace el estudio de localización de planta, teniendo siempre en cuenta que el fin principal de esta planta es proveer a la planta de cloruro de vinilo monómero (M.V.C.) para la producción del cloruro de polivinilo (PVC).

En una tercera parte se trata del estudio técnico del proceso de obtención cloro-soda por celdas de diafragma, una breve descripción de un proceso competitivo, descripción

de las ventajas técnicas de ambos procesos y la elección del proceso más adecuado teniendo en cuenta las ventajas desde diferentes puntos de vista.

La cuarta parte de este estudio está formada por la rentabilidad del proyecto, habiendo realizado primero un estudio económico que comprende los costos de producción, valores de venta, capital de trabajo y la inversión total. La rentabilidad es analizada por medio de los métodos del plazo de recuperación y del inversionista (método de la tasa de flujo neto de fondos descontada: DCF).

## CONCLUSIONES

I., El proceso por CELDAS DE DIAFRAGMA es el más adecuado para la producción de cloro y soda. Aparte de las ventajas técnicas y económicas que ofrece, desde el punto de vista ecológico nos sentimos obligados a utilizarlo pues el proceso por celdas de mercurio es altamente contaminante y perjudicial para la salud del hombre.

II., De acuerdo al estudio de mercado se justifica la instalación de una nueva planta de cloro-soda en el Perú, con la cual tendremos posibilidades futuras de poder incursionar en el Mercado Regional Andino con el cloruro de polivinilo, producto con una utilización muy diversificada.

III., La rentabilidad de este proyecto es bastante buena. Aplicando el criterio de la tasa interna de rentabilidad encontramos que la tasa interna de retorno para un flujo neto de fondos financiero es de 29.38% y la tasa interna de retorno para un flujo neto de fondos económico es de 25.8%.

IV, El proyecto de construcción de la refinería de Bayóvar y el Complejo Petroquímico adyacente permitirían la construcción de la planta de cloro-soda en el Complejo (los yacimientos de cloruro de sodio se encuentran en Ramón, en el desierto de Sechura) pues la planta para la obtención de PVC del complejo petroquímico lo justificaría.

V, El desarrollo de proyectos de infraestructura de este tipo en países en vías de desarrollo como el nuestro amplifica y acelera la obtención de una estabilidad económica y una tecnología cada vez más avanzada el en el consenso industrial mundial.



## INTRODUCCION

El presente trabajo, instalación de una planta para la obtención de cloro-soda por las Celdas de Diafragma, ha sido desarrollado con el fin de suministrar a la Planta de PVC del Complejo Petroquímico de Bayóvar, de la materia prima suficiente como para suplir la demanda del Mercado Nacional y un exceso, si existiese, para ser exportado a los países del Grupo Regional Andino.

Es imperativo anotar que en estos momentos el mercado nacional es abastecido en parte con soda cáustica y PVC importados, con el consiguiente gasto de divisas. El cloro, producido en exceso, es eliminado en el mar como ácido clorhídrico.

La llegada a la Costa, en 1977, del petróleo proveniente de la Selva por medio del oleoducto Nor-Peruano y la construcción de una gran refinería en Bayóvar para el procesamiento de este petróleo, nos permiten pensar en la existencia del complejo petroquímico para evitar al máximo importaciones de insumos derivados de este crudo.

Una de las plantas que deberán ser construídas en este complejo es la planta de PVC que utilizará el cloruro de vinilo monómero como materia prima. Este importante producto petroquímico tiene una aplicación muy amplia en el campo industrial.

Actualmente, la única planta productora de PVC en el Perú se encuentra en la Sociedad Paramonga Ltda. sita en Paramonga la cual es insuficiente para suplir la demanda del mercado nacional.

Una de las principales razones para la instalación en el Perú de una planta de cloro-soda de esta magnitud (56,350 TMA de NaOH y la correspondiente cantidad estaquiométrica de cloro) está en que todos los países del GRAN desean -- contar con su propia planta de PVC, lo cual significa que si no la tenemos, nuevamente dependeríamos de las importaciones.

Resumiendo, nuestro proyecto está dedicado en su totalidad a abastecer de los insumos necesarios a la Planta Productora de PVC del Complejo Petroquímico de Bayóvar.

Siendo el capital de inversión bastante grande, la construcción de esta planta recaerá indudablemente en el sector público, más aún si consideramos que toda la industria petroquímica básica ha sido reservada para el estado.

Por todo lo dicho anteriormente es que se justifica la necesidad de un estudio de este tipo, para reevaluar la posibilidad de implantación de esta planta luego de la crisis económica y energética, consecuencia de la revaluación del precio del Petróleo por los países de OPEP.

# CAPITULO I

---

## MATERIA PRIMA (M.P.)

La materia prima a utilizarse en este estudio será el cloruro de sodio refinado obtenido en la explotación - de las salmueras de Ramón en el desierto de Sechura a corta distancia de Bayóvar, lugar donde será instalado el Complejo Petroquímico.

Para llegar a resultados definidos en lo que respecta al cloruro de sodio de Ramón, hemos debido recurrir a los resultados obtenidos en el estudio realizado por MINERO PERU; el cual estima que en la zona hay abundantes recursos de cloruro de sodio los cuales permiten - llegar a una explotación de 1'000,000 de toneladas métricas anuales.

En estudios comparativos se ha determinado que la materia prima proveniente de los yacimientos de Ramón, son aptos para el proceso electrolítico que se utilizará en la obtención de soda cáustica y cloro-gas.

### 1.1 UBICACIÓN.-

Las salmueras de Ramón están ubicadas aproximadamente a 58 Kms. del punto donde se instalará el Complejo Petroquímico de Bayóvar.

Se ha considerado necesario instalar la planta adyacente a la planta de cloruro de polivinilo (PVC) debido a que es más económico y ofrece mayor seguridad el transporte de cloruro de sodio que de cloro en cualquiera de sus estados.

Como parte de la infraestructura del Complejo se tiene proyectado la construcción de una carretera asfaltada, que unirá el mismo con las salmueras de Ramón.

## 1.2 COMPARACIÓN DE LAS SALMUERAS DE RAMÓN CON LAS DE HUACHO.-

El estudio comparativo efectuado por MINERO PERU entre las salmueras de Ramón con las de Huacho (las cuales suplen de materia prima a las plantas de Sociedad Paramonga Ltda. y Química del Pacífico S.A) arrojó los siguientes resultados:

a) Sin lavar

COMPUESTOS	PROCEDENCIA	
	RAMÓN (%)	HUACHO (%)
Insolubles	0.25	0.30
SO <sub>4</sub>	1.23	1.20
Ca	0.44	0.46
Mg	0.16	0.17
NaCl	95.75	95.65
TOTAL	97.83	97.84

La diferencia al 100% se aduce a la presencia de sales de potasio. Este contenido en sales de potasio debe ser semejante al contenido de sales de magnesio.

b) Lavada

COMPUESTO	PROCEDENCIA	
	RAMÓN (%)	HUACHO (%)
Insolubles	0.10	0.12
H <sub>2</sub> O	1.73	0.00
SO <sub>4</sub>	0.93	0.34
Ca	0.44	0.20
Mg	0.10	0.09
NaCl	98.12	99.25

Según este Cuadro, se observa que el contenido de sulfatos del cloruro de sodio lavado de Ramón es alto en comparación con el de Huacho.

c) Datos Comunes Obtenidos en la Planta Piloto de Ramón (Cloruro de Sodio Lavado).

COMPUESTO	%
K	0.10
Mg	0.10
Na	39.20
Ca	0.10
Cl	60.50
SO <sub>4</sub>	0.20
NaCl	99.50

Si lo comparamos los resultados obtenidos en a), b) y c)

en lo que respecta al cloruro de sodio, notamos que c) es el de mayor contenido, debido esto a un mejor lavado.

### 1.3 CONDICIONES REQUERIDAS POR UNA SAL APTA PARA SER PROCESADA ELECTROLÍTICAMENTE.-

Un análisis del cloruro de sodio apto para electrólisis puede ser el siguiente:

COMPUESTO	%
Mg	0.01
Ca	0.30
SO <sub>4</sub>	0.60
ClNa	98.0 - 99.0

La diferencia al 100% se debe a los compuestos insolubles. Este cloruro de sodio, no debe contener metales pesados - como vanadio, cromo y molibdeno, ni aluminio ni fierro.

### 1.4 APTITUD COMPARATIVA DE LAS SALMUERAS DE BAYOVAR CON LAS DE HUACHO.-

Por medio de un análisis comparativo de los resultados obtenidos en (M<sup>1</sup>-P.2) con los requerimientos señalados en (M-P.3) podemos anotar lo siguiente:

a) Las cantidades de metales pesados contenidas en el cloruro de sodio de Ramón son mínimas.

b) Aunque el contenido de sulfatos es alto, este se verá disminuido con lavados más intensivos. Si con esta operaci

ción no se llega a resultados positivos, el uso de celdas electrolíticas con ánodos metálicos optimizaría los resultados.

c) Con los lavados mencionados en el acápite b) se eliminarían el resto de impurezas.

Por todo lo arriba mencionado concluimos que el cloruro de sodio proveniente de las salmueras de Ramón es apto para ser utilizado como materia prima para la obtención de cloro-gas y soda cáustica en el proceso electrolítico.

### 1.5 COSTO DE EXPLOTACIÓN Y DEL TRANSPORTE.-

Según datos obtenidos de MINERO PERU, el costo de explotación asciende a US\$1.20 por tonelada métrica; el de transporte asciende a US\$1.80 por tonelada métrica. El precio de venta del cloruro de sodio vendido a la planta productora de Cloro-gas y soda cáustica será de US\$4 - por tonelada métrica.

## C A P I T U L O II

### ESTUDIO DE MERCADO

#### 2.1 LOS PRODUCTOS.-

Los productos motivo de este estudio son:

Cloro (en su estado gaseoso) y Soda Cáustica (en solución acuosa) debido a que los productos que se obtienen en el proceso, difieren en sus propiedades tanto físicas como químicas, la descripción de ellos se hará en forma separada.

##### 2.1.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS PRODUCTOS.-

2.1.1.1 CLORO.- No existe libre en la naturaleza . Se encuentra combinado especialmente formando sales de cloruro de sodio y de potasio. Se extrae por electrólisis. Es de color ambar claro, más pesado que el agua y el aire; de olor característico penetrante e irritante. A presión atmosférica y temperatura ambiente se evapora. No es explosivo ni combustible. En estado seco no corroe al acero, pero húmedo y/o a altas temperaturas se torna altamente corrosivo.

##### ESPECIFICACIONES:

Cloro(% en volumen)	99.9 (mín.)
Humedad(% en peso )	0.01 (Máx)
Residuos(% en peso)	0.005 (máx)



	E S T A D O	
	LIQUIDO	GAS
Punto de Ebullición(°C)	-34.5	
Punto de fusión (°C)	-100.98	
Densidad (gr/lt)	1.468	3.214
Gravedad Específica		2.49
Gravedad Específica(°C, 3.65 atm.)	1.47	
Densidad Crítica(gr/lt)	573	573
Presión crítica(atm.)	76.1	78.1
Temperatura crítica(°C)	1.44	1.44

2.1.1,2 SODA CÁUSTICA.- La Soda Cáustica es uno de los álcalis de mayor uso en la industria moderna. Se usa principalmente en soluciones acuosas.

En su estado sólido es de color blanco, semitransparente, de estructura cristalina fibrosa. Muy delicuescente. Industrialmente se emplea al 50% y 73% en soluciones acuosas, usándose más la primera. Ambas tienen diferentes puntos de solidificación, haciendo variar los métodos de descarga, manipuleo y transporte.

La soda cáustica se obtiene en forma acuosa y para efectos de transporte a gran distancia es posible eliminar el agua por evaporación.

**ESPECIFICACIONES:****ANHIDRA:**

Fórmula	NaOH
Peso Molecular	40.005
Gravedad específica (20°C)	2.130
Punto de Fusión (°C)	318.4
Punto de Ebullición (°C)	1390.0

**EN SOLUCION ACUOSA (al 50%, 15°C)**

Apariencia	Líquido Incoloro
Gravedad Específica	1.530
Densidad (grs/lt)	764.36
Punto inicial de solidificación (°C)	11.8

**COMPOSICION DE LA SODA CAUSTICA EN SOLUCION ACUOSA AL 50%**

COMPUESTO		% EN PESO
NaOH		50.0
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	menor que	0.1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	"	0.1
Na Cl	"	0.02
SiO <sub>2</sub>	"	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	"	0.01
Fe	"	0.0008
Ni	"	0.0001

## 2.2 AREA DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO.-

El área de estudio de este proyecto está delimitado en cloro, para satisfacer la demanda de la planta productora de cloruro de polivinilo, que es parte integrante del complejo petroquímico de Bayóvar; y en soda cáustica para satisfacer tanto los requerimientos de la refinería (también parte integrante del complejo), así como para satisfacer las necesidades de otros consumidores.

## 2.3 OFERTA Y DEMANDA.-

### 2.3.1 DATOS HISTÓRICOS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.-

2.3.1.1 CLORO.- En la Tabla 2.1 se muestran los datos históricos de la producción y del consumo para cloro en sus formas tradicionales de comercialización. De la observación de la Tabla 2.1 vemos que históricamente la producción de cloro sobrepasó el consumo, siendo el excedente eliminado en forma de ácido clorhídrico en el mar.

2.3.1.2 SODA CÁUSTICA.- En la tabla 2.2 podemos observar los datos históricos de la producción y del consumo para soda cáustica. De esta observación se aprecia que la demanda sobrepasó la oferta, debiéndose importar la diferencia.

I A B L A 2.1

DATOS HISTÓRICOS DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL CLORO

AÑO	PRODUCCIÓN CLORO-GAS(TM)	CONSUMO		OTROS (HIPOCLORITO DE SODIO, CLO- RURO DE CALCIO Y DESMANCHE)
		CLORO LIQUIDO	ACIDO CLORHIDRICO	
1970	29227	2695	1801	900
1971	32664	2815	9217	1360
1972	32909	2524	11452	1320
1973	30385	2836	11320	1846
1974	32408	4803	10697	2007
1975	36918	4844	10322	2202
1976	40211	4952	11445	2318
		<u>TOTAL CONSUMO</u>		
		1970	5396	
		1971	13392	
		1972	15296	
		1973	16002	
		1974	17507	
		1975	17368	
		1976	18715	

## T A B L A 2.2

-----

### DATOS HISTORICOS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE SODA CAUSTICA

AÑO	PRODUCCION	CONSUMO
1970	32932	34877
1971	36782	41000
1972	37076	43379
1973	34236	40892
1974	36516	46223
1975	40808	46132
1976	44647	50998

## 2.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.-

La Demanda se proyectará en base a la tasa de crecimiento de los principales ramos consumidores por producto.

2.3.2.1 CLORO.- De acuerdo al proceso obtenemos cloro en su estado gaseoso, pero debe convertirse a cloro líquido, ácido clorhídrico u otros derivados para facilitar su uso ó eliminación.

Como derivados del cloro se consideran las siguientes:

Hipoclorito de Sodio

Cloruro de Calcio

Desmanche

2.3.2.1.1 CLORO LÍQUIDO.- Industria Papele-  
ra, es la mayor consumidora (aproximadamente 65% del to-  
tal).

Actualmente se encuentra en ejecución el Proyecto TRUPAL y existen otros proyectos los cuales incrementarían el -- consumo en este rubro notablemente; por lo tanto conside- ramos un T.C.A.P. de 21%.

Agua Potable, en este rubro debemos considerar que el con- sumo está relacionado con el crecimiento poblacional del país y a los programas de implementación de nuevas plan-- tas de tratamiento de agua potable en las principales ciu- dades del país.

Consideramos, por lo tanto un T.C.A.P. de 12%.

Cloruro de Polivinilo, consideramos la ya concertada ampliación de la Sociedad Paramonga Ltda. la cual empleará el método de clorinación directa.

Para el año 1978 su consumo será de 2,300 T.M. y en 1979 cuando alcance el total de su producción el consumo será de 11,000 T.M.

Exportación, consideramos a los mercados tradicionales de Ecuador y Bolivia, dependiendo el aumento del consumo de el desarrollo industrial de cada uno. En este rubro debemos considerar a Colombia como fuerte competidor.

Consideramos una T.C.A.P. de 1.2%

Lejía.- En la elaboración de lejía se anticipa una disminución en el consumo de cloro líquido, debido a que los fabricantes están prefiriendo el uso de hipoclorito de sodio como materia de prima.

Consideramos una T.C.A.P. negativa de 16%

Varios.- Consideramos en este rubro algunos consumidores en menor escala, sobre todo aquellos dedicados a la limpieza de planchas metálicas y alambres.

Consideramos una T.C.A.P. de 10%.

T A B L A 2.3

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE CLORO LÍQUIDO

AÑO	PAPEL	AGUA POTABLE	CONSUMIDORES		LEJIA	VARIOS	TOTAL
			P.V.C.	EXPORTACION			
1974	3138	740		700	175	50	4803
1975	3255	854		500	180	55	4844
1976	3163	928		650	150	61	4952
1977	4639	1053		700	120	67	6579
1978	7784	1138	2300	700	100	74	12096
1979	8732	1299	4600	750	70	81	15532
1980	9502	1430	4600	750	60	90	16432
1981	11497	1600	4600	759	50	99	18605
1982	13911	1792	4600	768	42	109	21222
1983	16832	2007	4600	777	35	120	24371
1984	20360	2250	4600	786	29	132	28157
1985	24635	2520	4600	796	25	145	32721



### 2.3.2.1.2 ACIDO CLORHIDRICO.-

Industria Química y Petroquímica, el consumo está supeditado a las refinerías de petróleo, en la elaboración de resinas P.V.C. de la Sociedad Paramonga Ltda. y en ANICO FE la cual lo emplea en la elaboración de sulfato de cobre y otras sales.

La fábrica de resinas P.V.C. es consumidora del 58% del mercado total del ácido, pero con la ampliación prevista a partir del año 1978 se utilizará el método de clorinación directa, con lo cual el consumo de ácido clorhídrico no será incrementado.

Consideramos una T.C.A.P. negativa de 1.5%

Ablandamiento de Agua, los consumidores principales son TRUPAL, BAYER y la refinería de La PAMPILLA.

Consideramos una T.C.A.P. de 8.5%

Industria Alimenticia, el único consumidor es AJI-NO-MOTO esta compañía tiene planeado abastecer el Grupo Andino - desde el Perú.

Consideramos una T.C.A.P. de 13%

Decapado de Planchas, el principal consumidor en este rubro es SIDER PERU; la cual tiene planeada una expansión, lo que incrementaría su consumo.

Consideramos una T.C.A.P. de 8%.

Industria Textil, los consumidores en este rubro son las fábricas textiles que producen telas de celulosa y derivados y la mezcla de estos con fibras sintéticas.

Consideramos una T.C.A.P. de 5%.

Industria Minera/Petrolera, en este rubro se emplea el ácido clorhídrico con fines de exploración y perforación.

Consideramos una T.C.A.P de 8.5%.

Industria Pesquera, el consumo está efectuado por las fluctuaciones de la pesca.

Consideraremos una T.C.A.P. de 7.5%

Varios, los principales consumidores son las industrias que lo emplean como acidulante y como reactivo de laboratorio.

Consideramos una T.C.A.P. de 9%.

Exportación, los principales consumidores son Bolivia y Ecuador, siendo este último el principal debido a sus perforaciones petroleras.

Consideramos una T.C.A.P. de 7%.

T A B L A 2.4

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ACIDO CLORHÍDRICO (AL 100% CLORO)

AÑO	CONSUMIDORES								EXPORTACION	TOTAL
	QUÍM. Y PETRO QUÍMICA	ABAST. DE AGUA	ALIMENTICIA	DECAPADO DE PLANCHAS	TEXTIL	MINERAL PETROL.	PESQUERO	VARIOS		
1974	5976	1305	960	661	138	111	60	335	180	9726
1975	5175	1380	1170	764	146	122	6	395	180	9338
1976	5276	1914	1380	825	154	135	72	428	198	10402
1977	5340	1972	1650	890	162	148	75	465	218	10920
1978	5387	2034	1905	963	171	163	84	505	240	11452
1979	5540	2100	2190	1040	181	179	90	550	265	12135
1980	5498	2311	2250	1123	191	197	98	605	290	12563
1981	5564	2507	2540	1211	200	214	105	658	310	13309
1982	5630	2721	2868	1307	210	232	113	716	332	14129
1983	5700	2952	3238	1411	220	251	121	779	355	15027
1984	5767	3203	3656	1522	230	273	129	848	380	16008
1985	5836	3475	4127	1642	241	296	139	922	407	17085

2.3.2.1.3 OTROS DERIVADOS.- En este punto por tratarse de volúmenes pequeños comparados con los usados en cloro líquido y ácido clorhídrico, consideramos en forma global al hipoclorito de sodio utilizado como agente de blanqueo, el cloruro de calcio como agente desecante y refrigeración y desmanche utilizado en limpieza y tratamiento de agua.

Consideramos una T.C.A.P. de 10%

Los resultados se muestran en la Tabla 2.5

En la Tabla 2.6 mostramos los resultados totales para la proyección de la demanda de cloro hasta el año 1985.

T A B L A 2.5

PROYECCION DE LA DEMANDA  
OTROS DERIVADOS (AL 100% CLORO)

AÑO	HIPOCLORITO DE SODIO	CLORURO CALCIO	DESMANCHE	TOTAL
1974	1865	86	56	2007
1975	2050	92	60	2202
1976	2150	100	68	2318
1977	2365	110	75	2550
1978	2600	121	82	2803
1979	2860	133	90	3083
1980	3146	146	99	3391
1981	3460	161	109	3730
1982	3800	177	120	4097
1983	4187	195	133	4515
1984	4600	214	146	4960
1985	5060	235	160	5455

## T A B L A 2.6

### PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE CLORO

AÑO	CANTIDAD (T.M.)
1974	16536
1975	16384
1976	17672
1977	20049
1978	26351
1979	30750
1980	32386
1981	35644
1982	39448
1983	43913
1984	49125
1985	55261

2.3.2.2 SODA CÁUSTICA.- En esta parte, debido a que existe una importación del producto arriba mencionado, de bemos enfrentarnos al hecho de que los cuadros estadísticos del consumo no serán fieles representantes del consumo anual de soda cáustica, dado que las importaciones de un año pueden consumirse al año siguiente; sin embargo hemos tratado de acercarnos a la realidad en lo máximo posible.

- Industria Papelera, esta es la principal consumidora de soda cáustica en el país. Con la puesta en marcha de la planta de papel periódico de Trupal se prevee un alto incremento. Además existen proyectos como el de la planta de pulpa blanqueada en Chiclayo y nuevas plantas de papel en la región de la Selva.

Consideraremos una T.C.A.P. de 12.5%

- Jabones y Aceites Comestibles, el incremento de consumo está íntimamente relacionado con el crecimiento poblacional del país y los nuevos proyectos de fabricación.

Consideraremos una T.C.A.P. de 7%.

- Petróleo, Alimenticios, Químicos y Minería, respecto al petróleo, el consumo está supeditado al de las refinerías existentes.

Respecto al sector alimentación, el consumidor principal es la planta de AJI-NO-MOTO, que produce el monoglutamato

de sodio, también la consumen las plantas productoras de leche en el lavado de botellas.

En el sector químicos se prevee una ampliación de la planta de fibras acrílicas de Bayer que es el principal consumidor.

En el sector minero, el exclusivo consumidor es CENTRO MIN, no se prevee significantes incrementos en este sector.

Consideraremos una tasa de crecimiento global de 7.5%

Aceite y Harina de Pescado, el consumo es fluctuante debido a las variaciones existentes en la pesca.

Consideraremos una T.C.A.P. de 10.7%.

Industria Textil, el consumo está supeditado a las industrias textiles que utilizan la celulosa, pues el proceso de mercerizado en el cual se utiliza la soda cáustica, otorga suavidad y fijación del tejido.

Consideraremos una T.C.A.P. de 5%.

-Cerveza y Aguas Gaseosas, en este sector la soda cáustica es empleada en el lavado de las botellas.

Existen nuevos proyectos para la construcción de plantas cerveceras y de aguas gaseosas.

Consideraremos una T.C.A.P. de 11%

-Rayon, el consumo seguirá siendo estático debido a que la planta se encuentra trabajando al total de su producción



y no se preveen nuevas ampliaciones hasta después de 1980  
Consideraremos una T.C.A.P. del 1.85%.

- Fertilizantes, no se preveen ampliaciones hasta después  
de 1980.

Consideraremos una T.C.A.P. de 8.3%.

Varios, los consumidores en este rubro son la industria  
azucarera y fabricantes de lejías.

Consideraremos una T.C.A.P. de 7.9%

En la Tabla 2.7 mostramos los resultados para la proyec--  
ción de la demanda de soda cáustica.

T A B L A 2.7

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SODA CÁUSTICA

AÑO	PAPEL	JABON ACEIT. COMEST.	PETROLEO ALIMENTIC. <u>QUÍM. Y MIN.</u>	ACEITE Y HARINA DE PESCADO	TEXTILES	CERVEZA Y GASEOS.	RAYON	FERTILIZAN TES	VARIOS	TOTAL
1974	24543	7414	3887	2711	2608	1328	900	500	2332	46223
1975	22574	8007	4238	3000	2738	1527	900	500	2648	46132
1976	26330	8407	4450	3000	2875	1756	900	500	2780	50998
1977	32347	9548	5195	5000	3019	1844	900	500	3219	61572
1978	43644	10010	5440	5000	3170	2028	900	500	3365	74057
1979	46587	10496	5697	5000	3329	2231	900	500	3518	78258
1980	49585	11006	5967	5000	3495	2454	900	500	3678	82585
1981	55733	11750	6400	5535	3670	2719	945	1000	3970	91722
1982	62645	12560	6880	6127	3853	3012	1000	1000	4300	101377
1983	70410	13400	7390	6780	4050	3340	1000	1000	4620	111990
1984	79150	14320	7939	7500	4248	3695	1000	1000	4985	123837
1985	88960	15300	8526	8312	4460	4100	1000	1000	5400	137058

### 2.3.3 PROYECCIÓN DE LA OFERTA.-

La oferta está limitada por la capacidad de las plantas productoras de cloro y soda cáustica existentes en el país y por los planes de expansión de las mismas. Las dos únicas plantas productoras de cloro y soda cáustica en el país son: Sociedad Paramonga Ltda. y Química del Pacífico.

La primera terminó su nueva ampliación el 15 de Abril - de 1977 aumentando su producción en soda cáustica de 21,647 TMA (19,211 TMA de cloro gaseoso) a 38,000 TMA (34,000 TMA de cloro gaseoso).

La segunda terminó su trabajo de ampliación en Julio de 1976 aumentando su producción en soda cáustica de 18,680 TMA (17,750 de cloro gaseoso) a 28,000 TMA (24,850 TMA - de cloro gaseoso).

Según conversaciones con ambas plantas productoras no se preveen nuevas ampliaciones hasta 1980.

El mercado para esta industria podemos clasificarlo como un mercado de compradores pues los productos cloro y soda cáustica son insumos intermedios, de mandados en proporciones fijas por los consumidores, por lo tanto el incremento en el consumo está íntimamente ligado con el desarrollo industrial del país.

Los datos para la proyección de la oferta de cloro y soda cáustica se encuentran en la Tabla 2.8

### 2.3.4 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INSATISFECHA.-

La demanda insatisfecha se obtiene de la diferencia entre el consumo total proyectado por producto y la proyección de la oferta. En nuestro estudio debemos considerar que la producción de cloro excede al consumo del mismo; por lo tanto no existirá demanda insatisfecha. Como referencia en la Tabla 2.9 mostramos la proyección de la oferta y la demanda de cloro.

Con respecto a la soda cáustica, existe demanda insatisfecha. En la Tabla 2.10 se tiene la demanda insatisfecha proyectada.

Como puede verse en dicha tabla, no existe año donde la demanda sea superada por la oferta. Esta deficiencia en la producción es complementado con importaciones; lo cual deberá hacerse periódicamente a no ser que se implemente nuevas plantas productoras de soda cáustica.

# T A B L A 2.8

## PROYECCIÓN DE LA OFERTA

AÑO	C A N T I D A D E S	
	CLORO	SODA
1974	32408	36516
1975	36918	40808
1976	40211	44647
1977	52450	59000
1978	58850	66000
1979	60350	68000
1980	68500	77000
1981	68500	77000
1982	68500	77000
1983	68500	77000
1984	68500	77000
1985	68500	77000

## T A B L A 2.9

### PROYECCIÓN DEL EXCESO DE PRODUCCIÓN DE CLORO

AÑO	CANTIDAD
1974	15872
1975	20534
1976	22539
1977	32401
1978	32499
1979	29600
1980	36114
1981	32856
1982	29052
1983	24587
1984	19375
1985	12879

T A B L A 2.10.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INSATISFECHA DE SODA CÁUSTICA

AÑO	DEMANDA INSATISFECHA
1974	9717
1975	5324
1976	6351
1977	3779
1978	8057
1979	10258
1980	5585
1981	14722
1982	24377
1983	34990
1984	46837
1985	60058

## 2.4. PRECIOS.-

### 2.4.1 PRECIO DE LOS INSUMOS.-

El precio del cloruro de sodio determinado por el estudio de MINERO PERU es de S/.323.52 por TM.

### 2.4.2 PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS.-

Precio de Venta de Cloro                      S/.15,000 T.M.

Precio de Venta de Soda  
Cáustica    =            16,000 T.M.

(considerando Soda Cáustica al 100%)

NOTA: Los precios arriba indicados están actualizados para Agosto de 1977.



## C A P I T U L O   I I I

### ESTUDIO DE TAMAÑO Y LOCALIZACION

#### 3.1 TAMAÑO DE PLANTA.-

Del estudio de mercado podemos deducir que existe un exceso de oferta de cloro y un déficit de oferta de soda cáustica. Pero esto no puede servirnos de índice de referencia para determinar el tamaño de la planta ya que respecto a cloro, el proyecto de la planta productora -- del cloruro de vinilo monómero sito en Bayóvar utilizará cloro en estado gaseoso, no siendo posible captar el exceso de oferta de cloro de las actuales compañías productoras, debido a problemas de transporte, ya que éste es altamente peligroso debido a los riesgos en su manipuleo. Con respecto a soda cáustica no existe mayor problema debido a que se tiene proyectada una demanda insatisfecha - de 31,000 TMA para el período 1980-85. Además de que en el mismo Bayóvar se tendrían como consumidores potenciales a la refinería y demás industrias petroquímicas con un consumo calculado de 4,500 TMA; así como también el proyecto de aprovechamiento de los superfosfatos existentes en Sechura. Dicho proyecto consumiría entre 30 a 35 mil T.M.A para la obtención del tripolifosfato de sodio.

Con lo mencionado anteriormente, el consumo de soda cáustica estaría completamente asegurado.

De lo expuesto anteriormente podemos concluir que el criterio primordial para definir el tamaño de planta está relacionado con los requerimientos de cloro gaseoso del proyecto de cloruro de vinilo monómero (VCM). El consumo de cloro gaseoso según datos proporcionados por INDUPERU para la planta de VCM son:

AÑO	PRODUCCIÓN VCM(T.M.)	CLORO-GAS REQUERIDO (T.M.)
1980	40,000	25,600
1981	70,000	44,800
1982	80,000	51,200
1983	90,000	57,600
1984 Y EN ADEL.	100,000	64,000

Estos datos han sido calculados con miras a exportación para el grupo andino del cloruro de polivinilo (PVC). Pero en la actualidad no se cuenta con la seguridad de acoger la totalidad del mercado, ya que todos los países del grupo regional andino (GRAN) tienen interés en contar con su propia producción. Basándonos en esto concluimos en que la capacidad instalada

motivo de estudio sea como sigue:

Producción Cloro-Gas - 50,000 TMA.

Producción Soda Cáustica= 56,350 TMA., llegándose a estas cifras gradualmente en las siguientes etapas:

AÑO	CANTIDAD CLORO-GAS(T.M.)
1980	25,500
1981	45,000
1982	50,000

Estas cantidades están acorden con los requerimientos de la planta productora de VCM en sus tres primeros años de producción.

Si hubiese una necesidad de incrementar la producción de cloro gaseoso, esto sería factible incrementándose el número de celdas.

Según el estudio de materia prima en el capítulo (M.P) se considera esta en cantidades suficientes.

### 3.2 LOCALIZACIÓN DE PLANTA.-

Siendo uno de los principales objetivos del Actual Gobierno el lograr la descentralización industrial del País, se tiene proyectado la implementación del Complejo Petroquímico de Bayóvar, siendo parte integrante de éste la Planta productora de Cloruro de Polivinilo(PVC) Dado que en el Perú no existe un Complejo Petroquímico

y según los estudios realizados por el Gobierno indican que Bayóvar localizado en el Departamento de Piura sería el lugar más adecuado para la ubicación del Complejo, a esta decisión se ha llegado por los siguientes motivos:

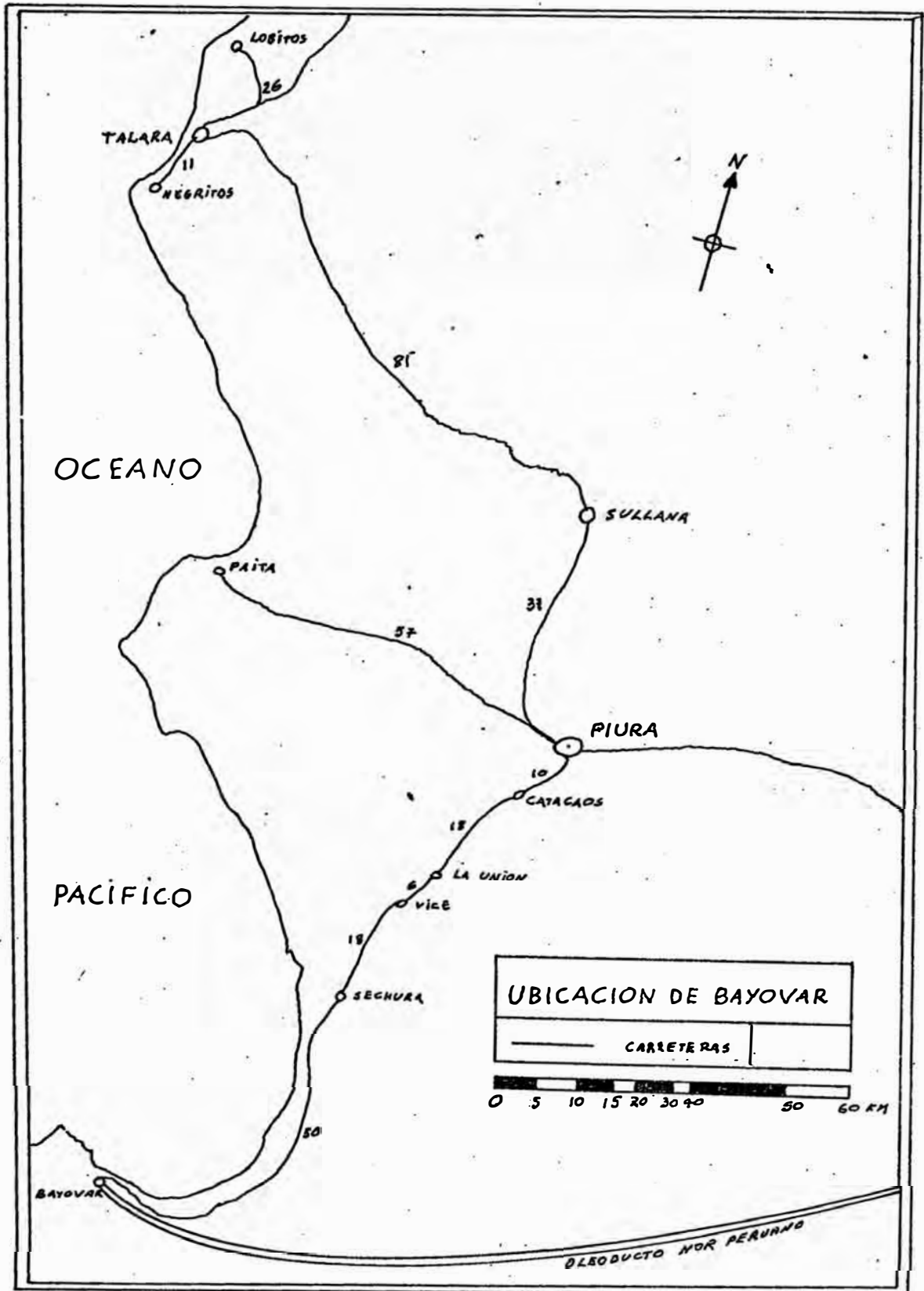
- Bayóvar es el punto final del recorrido del Oleoducto Nor Peruano que está trayendo el crudo proveniente de los campos de la Selva Norte hacia la zona costera, lo cual hace posible la construcción de una refinería de 150,000 MBDO.

- Se cuenta con instalaciones portuarias para facilitar el transporte de los productos terminados provenientes del Complejo.

- Se tiene previsto que Bayóvar cuente con la infraestructura necesaria en cuanto a vías de comunicación, Mano de Obra, fluido eléctrico, agua potable, viviendas y otras necesidades.

Referente a nuestro estudio diremos que Bayóvar ofrece las mejores condiciones para la localización de la planta, en primer lugar debido a que la materia prima se encuentra bastante cerca y en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos necesarios y en segundo lugar porque se aprovecharía las facilidades del Complejo. Para la producción del cloruro de polivinilo (PVC) se de

be. obtener el cloruro de vinilo monómero (VCM) para esto uno de los insumos necesarios es el Cloro-Gas, siendo este su estado de obtención; los costos de transporte serán notablemente disminuidos instalando la planta, motivo de este estudio, vecina a la planta de cloruro de polivinilo (PVC) haciendo los suministros mediante un sistema adecuado de tuberías.



## C A P I T U L O   I V

### INGENIERIA DEL PROCESO

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR CELDAS DE DIAFRAGMA.-

Para una mejor visualización del proceso presentamos a continuación el Diagrama de Bloques.

El proceso se divide en las siguientes etapas:

- Acondicionamiento de Salmuera

  Electrólisis

  Recuperación de Productos; y

- Suministro de Fuerza Eléctrica

#### Etapas de Acondicionamiento de Salmuera.-

1) Disolución y Saturación.- observando el Diagrama de Bloques vemos que parte de la salmuera que ingresa a la celda para el proceso electrolítico en sí, sale con juntamente con soda cáustica en forma de licor. Este licor (ingresa al sistema de purificación y concentración de lo cual trataremos en la Etapa de Recuperación de Productos) que posee un contenido muy bajo de cloro, por lo tanto no es necesario declorinarlo, pasa al disolvedor, punto de partida del proceso. Aquí el cloruro de sodio anhidro es disuelto en agua desmineralizada y saturada - con el licor descrito anteriormente. Lograndose así una salmuera de concentración 300 grs/lt.

# DIAGRAMA DE BLOQUES

Agua

## CELIDAS DE DIAFRAGMA

Sal

Disolucion de  
sal

Planificacion y  
Acondicionamiento  
de Salmuera

Celdas de  
Diafragma

cloro

Hidrogeno

Enfriamiento  
Secado y  
Compresion

Usos

Soda Caustica  
(11.5%)

Sistema de  
Purificacion  
y Concentracion  
de Soda Caustica

Soda  
Caustica  
al 50%

Sistema de  
Rectificacion  
de corriente

Sal



2) Purificación.- en esta operación se eliminan impurezas disueltas en la salmuera proveniente del disolvedor. Las cuales son en su mayoría sales de magnesio, calcio y sulfatos. Para eliminarlas realizamos el tratamiento en tanques en forma separada.

Las reacciones químicas principales producidas son las siguientes:



con este procedimiento la concentración de estos iones - queda reducida a:

ION	CONC. INICIAL	CONC. FINAL
$\text{Ca}^{+2}$	80-120 PPM	30-50 PPM
$\text{Mg}^{+2}$	40-50 PPM	0 PPM
$\text{SO}_4^{-2}$	7-8 grs/lt	5 grs/lt

Luego la salmuera se clarifica en un tanque de sedimentación.

3) Acondicionamiento Final.- consiste en filtrar, regular el PH y la temperatura de la salmuera que ingresará a las Celdas electrolíticas. La filtración se efectúa a presión en lechadas de arena de cuarzo donde se retienen los sólidos

remanentes que no sedimentaron.

El PH se regula adicionando ácido clorhídrico hasta llegar a un PH entre 3 y 4, luego es regulada la temperatura de la salmuera mediante un intercambiador de calor de titanio que es refrigerado con agua. La temperatura que debe llevar la salmuera es de 60°C. De esta manera la salmuera se encuentra acondicionada para su ingreso a las celdas electrolíticas.

#### Etapa de Electrólisis

El paso de la corriente eléctrica sobre dos electrodos origina la ruptura de la molécula del cloruro de sodio, estos electrodos son:

El cátodo formado por el Diafragma, y

Los ánodos que pueden ser planchas de grafito o titanio.

- Descripción de una Celda de Diafragma.- esta posee una forma rectangular cuya base es una bandeja hueca de hierro fundido sobre la cual existe una parrilla de cobre plana que sirve para soportar los anodos.

El cátodo es una caja de acero rectangular cuyo interior está conformado por filas laterales de mallas de metal doble rellenas de fibra de asbesto por lo cual reciben el nombre de Celdas de Diafragma. Estas mallas se fijan entre las planchas de grafito (Anodos) formando así la

la sección de Anditos y Catolitos. Sobre la armazón del cátodo existe una cabeza de concreto en la cual se encuentran las salidas de cloro y entradas de salmuera, en la base se encuentra la salida del licor.

- Características Técnicas de la Celda.- Estas han sido determinadas trabajando la celda con una carga normal de 30 kilo amperes:

- densidad de corriente	0.14 AMP/dm <sup>2</sup>
- voltaje promedio/celda	3-4 Volts
eficiencia de la corriente	96-97 %
- KW/hr. DC/TON. NaOH	3,300-3,400
- Vida de los ánodos de Gráficoito	12 meses
Kg. de gráficoito/TON. NaOH	2-4

La pérdida de eficiencia de corriente en condiciones normales se debe a reacciones secundarias tales como: formación de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, iones hipocloritos, salmuera impura, PH demasiado bajo, temperatura de salmuera inadecuada, baja concentración de la salmuera, tiempo de uso de los ánodos. Como consecuencia de la pérdida de eficiencia de corriente.

La producción por celda se reduce debido principalmente a atoros en el diafragma.

#### Etapa Recuperación de Productos.-

El Cloro gaseoso se extrae de celdas por vacío, este tie

ne una pureza del 97-98%, 0.4-1% de Hidrógeno y el resto formado por otros gases. Antes de que el cloro entre al compresor pasa a través de una corriente de agua helada; esto se hace con el objeto de enfriarlo y reducir su humedad. Luego pasa a través de dos o tres torres rellenas en serie donde el cloro se deseca al ponerse en contacto con ácido sulfurico; reduciendo así su humedad a 50 ppm. el cloro saliente del compresor está a 35 libras de presión y 40°C de temperatura siendo almacenado. El hidrógeno sale de la celda por la parte superior, siendo luego enfriado y posteriormente almacenado. El licor producido contiene NaOH 11.5% y cloruro de sodio 16% este es bombeado a evaporadores de doble o triple efecto para así obtener soda cáustica al 50%, el licor es circulado a través de un intercambiador de casco y tubo, conforme aumenta la concentración de la soda aumenta la concentración de la sal siendo así separada del licor madre por decontación y filtración y luego lavada disuelta y recibida en el sistema de salmueras. Mediante el enfriamiento y sedimentación de la solución de NaOH al 50% se logra un contenido de sal del 1%, existen otros procesos para convertirlo en Grado Rayón.

#### Etapa Suministro de Fuerza Eléctrica

La corriente continua necesaria para el proceso electro-lítico se obtiene por rectificación de la corriente alterna.

#### 4.1.1 LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL.-

El equipo mencionado a continuación tiene una capacidad anual de 50,000 TM de cloro.

##### SECCION SALMUERA

1. Saturador

1. Tanque de flaculación

1. Clarificador

1. Tanque de Salmuera Purificada

5. Filtros de salmuera

1. Tanque de salmuera filtrada

2. tanques de Salmuera Agotada

10. Bombas de Salmuera y sus respectivos motores

Tanques, tuberías y bombas para la preparación y adición de reactivos como carbonato de sodio, soda cáustica y ácido clorhídrico.

Sistema de tuberías y accesorios para el circuito de salmuera.

Este equipo está hecho de acero forrado interiormente con jebe o poliéster.

El equipo auxiliar para esta sección está formado por:

1. Compresora de Aire

2. Transformadores de 2000 KVA cada uno

1. Torre de Enfriamiento de Agua de 3000 GPM

## SECCION CELDAS

20. Celdas electrolíticas con todos sus accesorios

2. Tanques para Soda Cáustica (Recepción)

5. Filtros de Soda Cáustica

1. Enfriador de Soda Cáustica

5. Tanques para Soda Cáustica (almacenamiento)

5. Bombas para Soda Cáustica con sus respectivos motores

Sistema de tuberías y accesorios para circuito de salmuer-  
ra, cloro, hidrógeno y soda cáustica.

Este equipo está hecho de acero inoxidable o níquel y e-  
bonita.

El equipo auxiliar para esta sección está formado por:

Equipo de transformación y rectificación de corriente Eléc-  
trica de 250 KA

Equipo desmineralizador de agua por intercambio iónico de  
500 GPM Instrumentación respectiva.

## SECCION CLORO

1. Enfriador de cloro

1. Eliminador de neblina para cloro húmedo

1. torre de enfriamiento

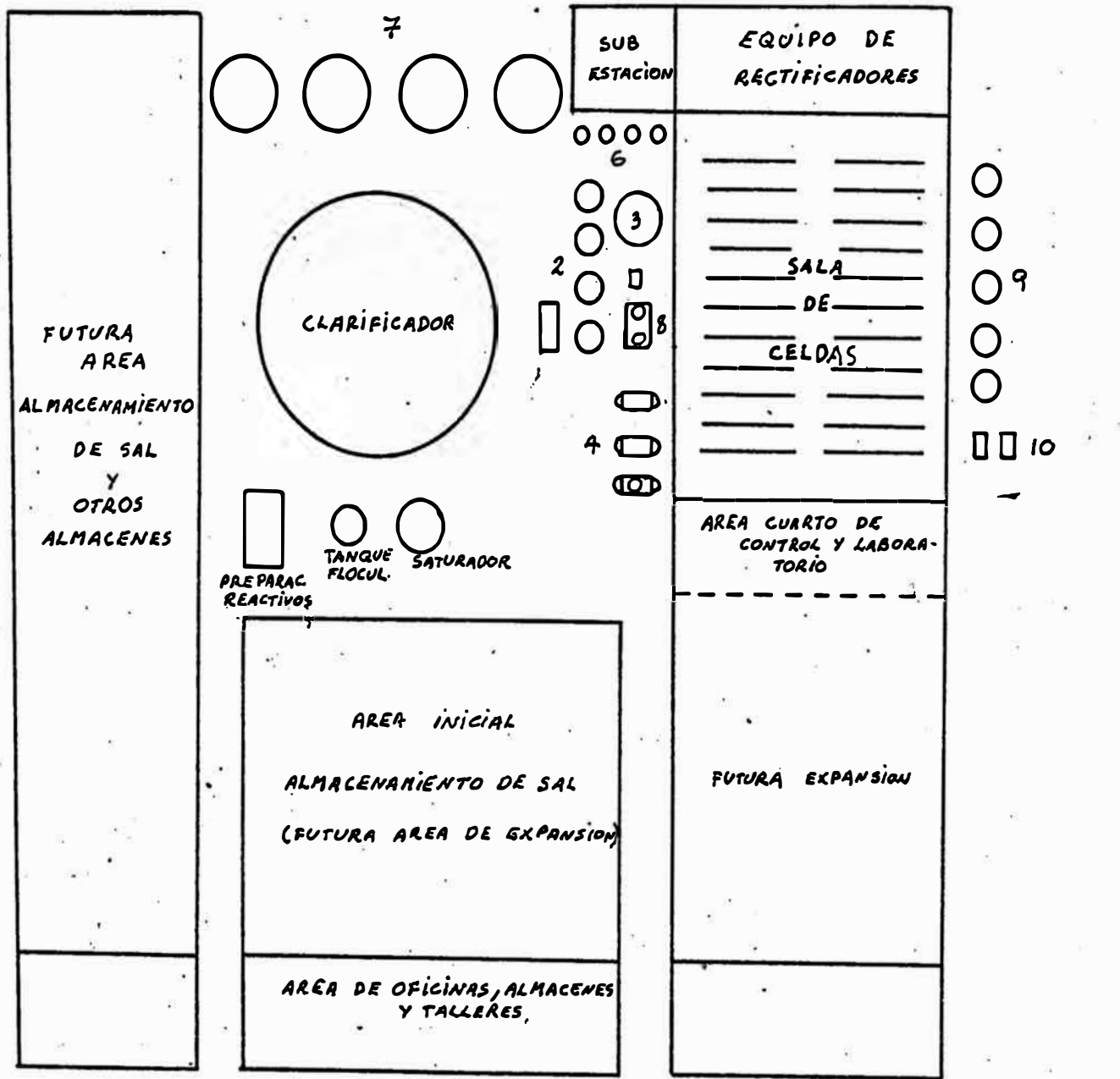
2. Torres de secado de cloro

Como equipo auxiliar en esta sección tenemos:

1. Compresora de cloro

1. Eliminador de neblina de cloro gas seco

1. tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico

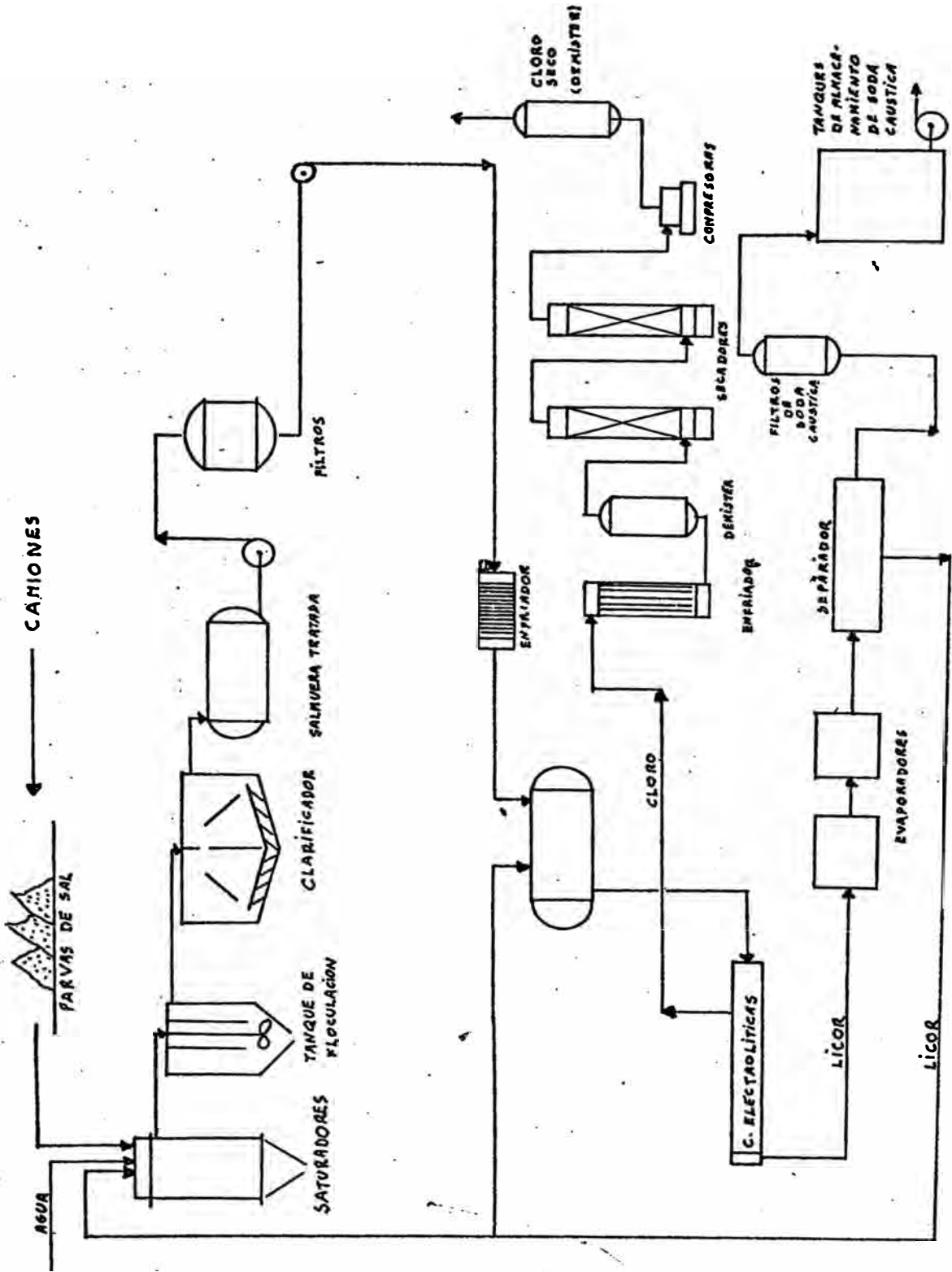


- 1 TANQUE DE SALMUERA CLARIFICADA
- 2 FILTROS DE SALMUERA
- 3 TANQUE DE SALMUERA FILTRADA
- 4 TANQUES DE SALMUERA AGOTADA
- 6 FILTROS DE SODA CAUSTICA
- 7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE SODA CAUSTICA
- 8 TANQUES ELEVADOS DE SODA CAUSTICA Y ACIDO CLORHIDRICO (REACTIVOS)
- 9 TREN DE ENFRIAMIENTO Y SECADO DE CLORO
- 10 COMPRESORAS DE CLORO

ESCALA 1:1000

# DIAGRAMA DE FLUJO DE PLANTA

## CLORO - SODA





1. Productor de agua helada (10°C)

Instrumentación respectiva.

#### 4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR CELDAS DE MERCURIO.-

Para una mejor visualización del proceso presentamos a continuación el diagrama de bloques.

El proceso se divide también en cuatro etapas:

Acondicionamiento de salmueras

Electrólisis

- Recuperación de productos

Suministro de Fuerza Eléctrica.

##### Etapas de Acondicionamiento de Salmueras

Declorinación.- La salmuera agotada proveniente de las celdas tienen las siguientes características:

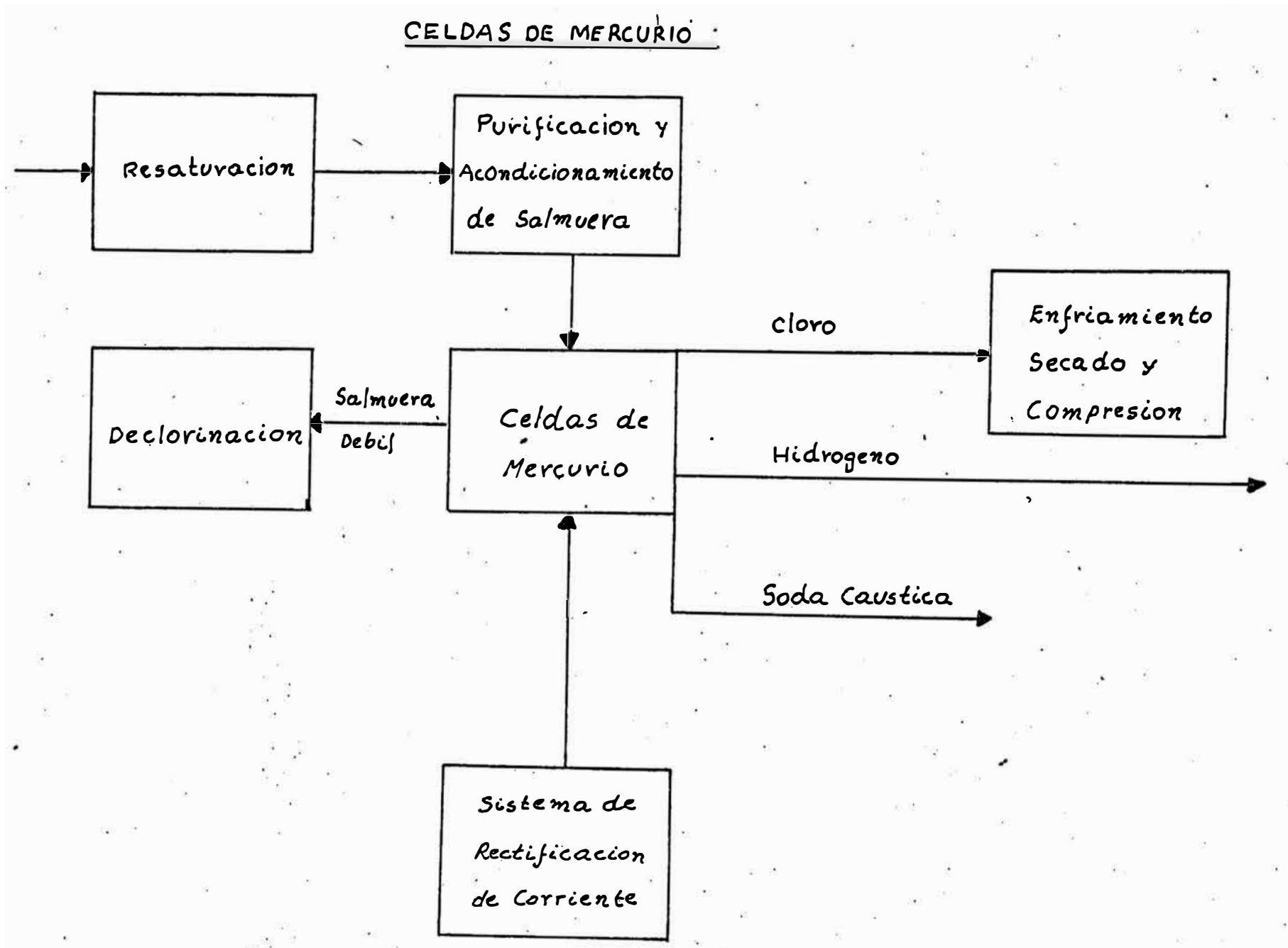
PH = 3.5

Cl - 500-600ppm

ClNa - 270 grs/lt

esta salmuera es acidificada a un PH<sub>2</sub> y se conserva en tanques que operan al vacío de esta manera el contenido de cloro es reducido a 300 ppm, luego se pasa a las de clorinadores donde la salmuera es soplada con aire el cual arrastra al Cloro-Gas presente quedando así la salmuera saliente con un contenido de cloro de 7 a 10 ppm, es neutralizado a un PH de 8 aproximadamente.

DIÁGRAMA DE BLOQUES



Las razones por las que la salmuera debe de ser declorinada son:

- En la operación de purificación debemos de hacer una clarificación de la salmuera, siendo ésta difícil de efectuar si tenemos la presencia de un hipoclorito.

A su vez, la presencia de hipoclorito (Na, Hg y Ca) dificulta la eliminación del hierro presente.

- La formación de cloratos puede afectar el consumo de Grafito, parte integrante de la celda electrolítica - del proceso.

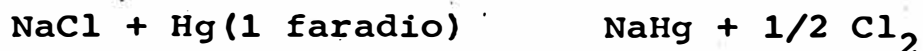
**Resaturación.-** Se realiza con el objeto de elevar la concentración de la salmuera declorinada y neutralizada; haciéndola pasar a través de un lecho de sal contenido en un tanque de concreto, con lo cual logramos una concentración de 310 grs./lt.

**Purificación y Acondicionamiento Final.-** Estas dos operaciones se realizan en forma similar a las descritas - en el proceso por celdas de Diafragma con la única diferencia de que la salmuera antes de ingresar a celdas es regulada en su concentración utilizando salmuera débil declorinada.

#### Etapa de Electrolisis.-

Aquí se originan la siguiente reacción química:

En la Celda:



DESCRIPCION DE UNA CELDA DE MERCURIO.- La celda electro<sub>l</sub>ítica es prácticamente una caja rectangular de pisos de acero y paredes ebonitadas, dentro de la cual se encuentra los ánodos suspendidos de una estructura de acero, pudiéndose regular la altura.

La celda está cubierta por unas planchas de caucho las cuales son ajustadas a los bordes de la caja.

En los extremos de la caja hay dos compartimientos uno de los cuales sirve para permitir el ingreso de mercurio a las celdas a través de un sello y el otro para extraer la amalgama; aquí existe una compuerta que al ser sacada inunda completamente el compartimiento. Luego para al desamalgamador.

La salmuera ingresa a la celda por un distribuidor que está sobre la entrada de Hg y se extrae por una salida que se encuentra sobre la salida de la amalgama.

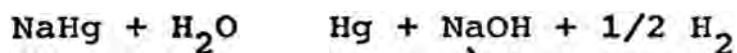
Características Técnicas de la Celda:

- Densidad de corriente	0.41 AMP/dm <sup>2</sup>
- Voltaje por celda	4 - 5 volts.
- Eficiencia de corriente	94 - 96 %
- Kw-h DC/ton. NaOH	3,200
- Vida ánodos de gráfita	15 meses
- Kgs.gráfita/ton.NaOH	2
- Kgs. Hg/ton. NaOH	0.2 - 0.4

La pérdida de eficiencia de corriente en la celda es debido a las mismas razones que en la celda de diafragma, con la diferencia de que aquí se produce hidrógeno que en concentraciones altas resulta tremendamente peligrosas, haciendo éstas peligrosas y requiriendo de un exhaustivo control.

Recuperación de Productos.- La recuperación del cloro se efectúa de la misma manera que en las celdas de diafragma.

El desamalgamador es una torre que contiene una canastilla rellena con pedazos de grafito. Aquí se pasa la amalgama proveniente de celdas, en contracorriente con agua, descomponiéndose de la siguiente manera.



El Hg fluye por el fondo a una batea donde es bombeado a celdas. La soda cáustica sale por la parte superior de la canastilla y el H<sub>2</sub> por la parte superior de la torre. La soda cáustica así obtenida posee una concentración del 50%, es posteriormente almacenada. El H<sub>2</sub> saliente del desamalgamador es enfriado y almacenado, recuperándose aquí el Hg.

Suministro de Fuerza Eléctrica.- Es similar al proceso por celdas de diafragma.

### 4.3 ELECCIÓN DEL PROCESO MÁS ADECUADO.-

De los dos procesos descritos anteriormente haremos la elección de acuerdo a ventajas económicas y tecnológicas, teniendo también en cuenta la tendencia mundial actual.

A continuación mostramos un cuadro que nos relaciona la producción y el porcentaje por métodos en los países industrializados. Estadística correspondiente al año 1976.

País	PRODUC. APROX. (MILES T.M.)	POR MÉTODO HG (%)	POR MÉTODOS DE DIAFRAGMA (%)	POR OTROS MÉTODO (%)
U.S.A.	12,500	18	78	3.4
JAPON	4,122	55.6	44.4	0
ALEM.OCC.	2,500	69	31	0
ITALIA	1,184	90	10	0
CANADA	1,088	55.0	45	0
FRANCIA	1,052	60	38	2
INGLATERRA	1,015	85	15	0

Desde el punto de vista económico y de acuerdo a informaciones proporcionadas por la Diamond Shamrock Co., los costos de inversión en equipo para producir anualmente - 50,000 TM de cloro gaseoso y 56,350 TM de soda cáustica,

son los siguientes:

- MERCURIO           \$44'928,000

  DIAFRAGMA       - \$41'428,400

Desde el punto de vista operacional está probado que las celdas de mercurio cuentan con las siguientes ventajas:

- El consumo de corriente es menor

  La eficiencia de la corriente es constante

  El consumo de gráfico (ánodos) es menor

- La soda cáustica obtenida por este proceso tiene un mayor grado de pureza

En lo que a las celdas de diafragma se refiere debemos -- mencionar como ventaja principal, la que éstas no son consumidoras de mercurio.

Desde el punto de vista de la protección ambiental, debemos de considerar el hecho de que en el método de obtención por celdas de mercurio, gran cantidad de mercurio es arrojado al medio ambiente ya sea por los ductos de ventilación del cuarto de celdas así como también cuando el ácido clorhídrico es arrojado al mar como una forma de eliminar el exceso de cloro gaseoso producido. Es conveniente anotar de que el mercurio entra a formar parte de la cadena alimenticia causando enormes estragos a la salud del ser humano.

Actualmente en los países altamente industrializados, las campañas gubernamentales de protección ambiental, han impuesto una fuerte tendencia para eliminar completamente la utilización del método de obtención por celdas de mercurio, a tal grado de que es dable mencionar el caso Japonés el cual para el año 1978 debe de obtener el 100% de su producción de cloro y soda cáustica por el método de celdas de diafragma, esto le implicará a la industria japonesa, una inversión del orden de los 1,000 millones de dólares.

Por las razones anteriormente expuestas, elegimos el método por celdas de diafragma para la obtención de cloro gaseoso y soda cáustica como el más adecuado para la instalación de la planta en este proyecto.



## CAPITULO V

### INVERSION Y FINANCIAMIENTO

#### 5.1 INVERSIÓN FÍSICA.-

En base a información proporcionada por los actuales productores de cloro y soda cáustica en el país y a proveedores de maquinaria, hemos realizado la estimación de la inversión física necesaria para ejecutar este proyecto.

Debemos aclarar, que las cotizaciones a los proveedores principalmente a los extranjeros, tienen precios relativamente altos; y el tiempo requerido para obtener ellas es en algunos casos de 6 meses como mínimo, razón por la cual hemos recurrido parcialmente a métodos de aproximación y escalamiento.

A continuación detallamos los items que originan la inversión física y los respectivos factores de incidencia en el monto total.

- Equipo y Maquinaria.- Para alcanzar la producción de 56,350 TM de soda cáustica y 50,000 TM de cloro son necesarias 20 celdas de diafragma con una producción diaria de 155 TM. de soda cáustica, considerando la planta a producción completa.

El equipo consta de lo siguiente:

- Rectificador de corriente

- Sistema de Salmuera

Sistema de ablandamiento de agua

- Sección Electrólisis

Sistema de enfriamiento, secado y compresión de cloro

Sistema de refinamiento y manipulación de soda cáustica

- Instrumental

Sistema de enfriamiento para agua

Sistema de clarificación para salmueras

- Repuestos

Factor de incidencia : 82%

- Terrenos.- El proyecto requerira un área de 30,000 m<sup>2</sup>

Factor de incidencia 0.08%

- Construcciones.- Debemos mencionar que la sala de cel--das representa el mayor porcentaje de costo en este item, debido a que debe ser construída bajo especificaciones técnicas del fabricante de celdas.

También se considera la construcción de la base del clari ficador y las bases requeridas por el resto del equipo, - así como también oficinas, laboratorios y la loza para el almacenamiento de la sal.

Factor de incidencia 4.12%

- Equipo de Oficina y Laboratorio.- Aquí consideramos to--do lo necesario para el buen funcionamiento del sector ad ministrativo, así como también el instrumental requerido

en el laboratorio para el control de calidad.

Factor de incidencia 0.3%

- Transportes .- Comprende los vehículos para transportar dentro y fuera de la planta.

Factor de incidencia 0.5%

- Imprevistos .- Aquí consideramos la posible alza de precios en maquinaria y equipo principalmente.

Factor de incidencia 13%

Habiendo obtenido el costo del equipo y maquinaria, así como su porcentaje de incidencia sobre el costo total de la inversión física, ésta asciende a:

$$\begin{aligned} \text{Inversión Física} &= \frac{\text{Costo de Equipo y Maquinaria}}{\text{Factor de Incidencia}} \\ &= \frac{3,470'690,100}{0.82} \\ &= \text{S/. } 4,232'549,000 \end{aligned}$$

## 5.2 INVERSIÓN EN INTANGIBLES.-

La inversión en intangibles está formada por: el estudio de factibilidad final, trámites y viajes, asesoría, supervisión de la ingeniería básica y detallada, y gastos de organización y puesta en marcha. Este proyecto no requiere gastos por concepto de patentes y/o licencias.

Esta inversión se estima en 5% de la inversión física total o sea S/. 211'627,000.

### 5.3 CAPITAL DE TRABAJO.-

Aquí consideramos la disponibilidad de dinero necesario para la operación y puesta en marcha de la planta . El capital de trabajo está conformado por: inventario de materias primas, otros materiales y productos terminados. Dado el caracter de esta industria, no se consideran productos en proceso.

Se estima esta inversión en 5% del costo de operación.

### 5.4 PLAN DE INVERSIONES.-

El plan general de inversión se presenta en la Tabla 5.1.

### 5.5 FINANCIAMIENTO.-

En este estudio se consideran dos tipos de financiamiento:

- Con aporte propio
- Con financiamiento externo o préstamos

#### 5.5.1 APOORTE PROPIO.-

Mediante el aporte propio se financiará:

252.6 millones de soles para	el año	1979
491.0 millones de soles para	el año	1980
252.6 millones de soles para	el año	1981
300.0 millones de soles para	el año	1982

### 5.5.2 PRÉSTAMOS.-

El monto de los préstamos para cubrir el capital restante, necesario para el total financiamiento del proyecto son como siguen:

AÑO	MONTO DEL PRESTAMO ANUAL (Miles de Soles)
1979	1'400,000.00
1980	850,000.00
1981	350,000.00

Los préstamos, se pueden conseguir bajo las siguientes condiciones:

- Intereses : 10% anual al rebatir
- Período de gracia 3 años
- Plazo de pago : 6 años
- Forma de pago del préstamo : cuotas iguales.

En la tabla 7.2 mostramos, basándonos en la anteriormente citado; las amortizaciones anuales por préstamos y los intereses que estos devengan.

## T A B L A 5.1

### CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS (MILES DE SOLES)

AÑO	1979	1980	1981	1982
EQUIPO Y MAQUINARIA	1'388,276 (40%)	1'388,276 (40%)	694,138.0 (20%)	
TERRENOS	3,386			
CONSTRUCCIONES	122,066.7 (70%)	52,314.3 (30%)		
EQUIPO DE OFICINA Y LABORATORIO	-		25,395.3 (20%)	101,581.2 (80%)
TRANSPORTES		63,488.3 (30%)	63,488.3 (30%)	84,651.0 (40%)
IMPREVISTOS		110,046.3 (20%)	110,046.3 (20%)	220,092.5 (40%)
ESTUDIO DE FACTIB.	17,356.0			
ESTUDIO DE ING.	121,491.3 (70%)	52,068.7 (30%)		
GASTOS DE ORGANIZ. Y PUESTA EN MARCHA		1,611.5 (60%)	537.2 (20%)	537.2 (20%)
TOTAL	1'652,576.0	1'667,805.1	893,605.1	406,861.9

## C A P I T U L O V I

### COSTOS DE OPERACION E INGRESOS

#### 6.1 COSTO DE OPERACIÓN.-

Los costos de operación se forman por la congruencia de los siguientes items:

- Costo de Fabricación (Materia Prima, Mano de Obra directa, materiales que van con el producto.
- Gastos de Fabricación (Mano de Obra Indirecta, Depreciación, Combustible, electricidad).
- Gastos de Administración (sueldos, materiales de oficina).
- Gastos de Ventas.

Los costos de operación se estimarán para el año 1977, - para los sucesivos años se proyectarán de acuerdo a tasas de crecimiento basadas en la situación económica actual.

#### 6.1.1 COSTOS DE FABRICACIÓN.-

- Materias Primas: La materia prima por excelencia en este proyecto es la sal, la cual es explotada de los yacimientos de Ramón, en el desierto de Sechura.

El precio por tonelada métrica de la sal puesta en planta apta para el proceso electrolítico es de S/.323.58.

El costo de materia prima será:

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO (S./TM)	NECESIDAD (Ton.Met./AÑO)		
		1980	1981	1982
Sal	323.58	62577	110430	127608
		COSTO (Soles)		
		20'248,665	35'732,939	41'291,396

- Materiales que van con el producto: Entre estos materiales se consideran el envase y el embalaje. En nuestro caso, la soda se vende a granel, y el cloro gaseoso será entregado por tuberías a la planta de PVC; por lo tanto no existirá costo debido a este ítem.

- Mano de Obra Directa: La constituyen los trabajadores que laboran en el área de producción. La mano de obra necesaria para un turno, se muestra a continuación.

AREA DE TRABAJO	N° DE TRABAJADORES			CLASIFICACION
	1980	1981	1982	
Sección Salmuera	4	5	6	Técnicos
Sección Geldas	8	10	12	Técnicos
Sección Servic.	6	10	12	Obreros
Dif. Secciones	6	8	8	Técnicos
Jefe de Turno	2	2	3	Ingenieros



Los pagos mensuales para un turno serán las siguientes:

OBREROS	S/.10,000
TECNICOS	14,000
INGENIEROS	20,000

Entonces por concepto de mano de obra se incurrirá en los siguientes costos, teniendo en cuenta que se trabajará en tres turnos de 8 horas cada uno (se requieren cuatro grupos de trabajo)

Salarios Directos:

	1980	1981	1982
OBREROS	2'880,000	4'800,000	5'760,000
TECNICOS	12'096,000	15'456,000	17'472,000
INGENIEROS	1'920,000	1'920,000	2'880,000
Sub- Total	16'896,000	22'176,000	26'112,000
- Adicionales por turno de noche, Domingos y Fe-- riados (40%)	6'758,700	8'870,400	10'444,800
Beneficios Socia les (10%)	1'689,600	2'217,600	2'611,200
TOTAL	25'344,000	33'264,000	39'168,000

En la Tabla 6.1 se presenta un resumen del Costo de Fabricación.

### 6.1.2 GASTOS DE FABRICACIÓN.-

- Mano de Obra Indirecta .- Como mano de obra indirecta se tiene:

AREA DE TRABAJO	Nº DE 1980	DE TRABAJADORES 1981	1982	CLASIFICACION
	4	4	5	Obreros
Secc.Mantenimien to.	2	2	3	Técnicos
	1	1	2	Ingenieros
	2	3	3	Obreros
Secc.Laboratorio	1	1	2	Técnicos
	1	1	1	Ingenieros

Se aplicarán los mismos salarios que los utilizados para la mano de obra directa.

Entonces, por mano de obra indirecta se gastará:

	1980	1981	1982
OBREROS	2'880,000	3'360,000	3'840,000
TECNICOS	2'016,000	2'016,000	3'360,000
INGENIEROS	1'920,000	1'920,000	2'880,000
Sub-Total	6'816,000	7'286,000	10'080,000
- Adicionales por turno - de noche, Do- mingo y fe- riados(40%)	2'726,400	2'918,400	4'032,000
- Beneficios Sociales	681,600	729,600	1'008,000
TOTAL	10'224,000	10'944,000	15'120,000

Depreciación.- La inversión física se depreciará a lo largo de la vida del proyecto (10 años) con un valor de recuperación del 10% del valor inicial, ya que se contará con buen servicio de mantenimiento.

La inversión física total es S/.4,232'549,000 entonces el monto depreciable es de:

$$4,232'549,000 \times 0.90 = S/.3,809'294,100$$

$$\text{Depreciación} = S/.380'929,410$$

La inversión en intangibles será amortizada en forma lineal en 10 años.

$$\text{Inversión en Intangibles} = S/.211'627,000$$

$$\text{Amortización} \quad - \quad S/.21'162,700/\text{año}$$

$$\text{Depreciación} + \text{Amortización} = 402'092,110$$

Combustible, electricidad, etc.,.- El gasto en combustible, lubricantes, electricidad, agua y otros; está representado por el 8% del costo total de operación.

### 6.1.3 GASTOS DE VENTA.-

- Mano de Obra.- En el área de ventas se tendrá la siguiente mano de obra:

CLASIFICACION	NUMERO DE TRABAJADORES		
	1980	1981	1982
OBREROS	6	8	12
EMPLEADOS	4	4	6

Los salarios serán:

OBREROS	S/. 8,000
EMPLEADOS	12,000

Salarios Directos:

CLASIFICACION	NUMERO DE TRABAJADORES		
	1980	1981	1982
OBREROS	576,000	768,000	1'152,000
EMPLEADOS	576,000	576,000	864,000
Sub- Total	1'152,000	1'344,000	2'016,000
Beneficios Sociales 10%	115,200	134,400	201,600
TOTAL	1'267,200	1'478,400	2'217,600

- Otros: Este rubro está constituido por transporte, propaganda, etc. Está representado por el 2% del costo de operación.

#### 6.1.4 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN.-

Se consideran los siguientes puestos:

CLASIFICACION	NUMERO DE TRABAJADORES		
	1980	1981	1982
Administrativos	6	6	6
Empleados	12	14	16

Los salarios serán:

Administrativos	S/.40,000
Empleados	12,000

Salarios Directos:

CLASIFICACION	NUMERO DE TRABAJADORES		
	1980	1981	1982
Administrativos	2'880,000	2'880,000	2'880,000
Empleados	1'728,000	2'016,000	2'304,000
Sub-Total	4'608,000	4'896,000	5'184,000
Benefic.Social. 10%	460,800	489,600	518,400
TOTAL	5'068,800	5'385,600	5'702,400

En la Tabla 6.1 se presentan el resumen del costo de operación en 1977.

Para la proyección de los costos de operación, aplicaremos las siguientes tasas de crecimiento:

- Materias Primas : 6%
- MAño de Obra en general: 15%
- Combust.,Elect.y otros: 15%
- Otros gastos de venta : 10%

## T A B L A 6.1

### COSTO DE OPERACIÓN EN 1977.

#### COSTO DE FABRICACION:

Materias Primas	41'291,396	
Mano de Obra Directa	39'168,000	80'459,396

#### GASTOS DE FABRICACION :

Mano de Obra Indirecta	15'120,000	
Depreciac.y Amortizac.	402'092,110	
Combut.,electric.y otros	44'941,457	462'153,560

#### GASTOS DE VENTA :

Mano de Obra	2'217,600	
Otros	11'235,364	13'452,964

#### GASTOS DE ADMINISTRACION:

Mano de Obra	5'702,400	5'702,400
--------------	-----------	-----------

---

561'768,210

T A B L A . 6.2

-----  
 COSTOS DE OPERACIÓN PROYECTADOS (MILES DE SOLES)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
MATERIAS PRIMAS	41,291.4	43,768.9	46,395	49,178.7	52,129.4	55,257.2	58,572.6
MANO DE OBRA DIRECTA	39,168	45,043.2	51,799.7	59,569.6	68,505.1	78,780.8	90,597.9
COSTO DE FABRICACION	80,459.4	88,812.1	98,734.7	108,748.3	120,634.1	134,038	149,170.5
MANO DE OBRA INDIRECTA	15,120	17,388	19,996.2	22,995.6	26,444.9	30,411.7	34,973.5
DEPRECIACIÓN MÁS AMORT.	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1
COMBUST. ELECTRC. ETC.	44,941.5	51,682.7	59,435.1	68,350.4	78,602.9	90,393.4	103,952.4
GASTO DE FABRICACIÓN	462,153.6	471,162.8	481,523.4	493,438.1	507,139.9	522,897.2	541,018
MANO DE OBRA	2,217.6	2,550.2	2,932.8	3,372.7	3,878.6	4,460.4	5,129.4
OTROS	11,235.4	12,358.9	13,594.8	14,954.3	16,449.8	18,094.7	19,904.2
GASTO DE VENTA	13,453.0	14,909.1	16,527.6	18,327	20,328.4	22,555.1	25,033.6
MANO DE OBRA	5,702.4	6,557.8	7,213.5	7,934.9	8,728.4	10,037.6	11,543.3
GASTO DE ADMINISTRACIÓN	5,702.4	6,557.8	7,213.5	7,934.9	8,728.4	10,037.6	11,543.3
<u>COSTO DE OPERACION</u>	561,768.4	581,441.8	603,999.2	628,448.3	656,830.8	689,527.6	726,765.4

T A B L A 6.2

COSTOS DE OPERACIÓN PROYECTADOS (MILES DE SOLES)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
MATERIAS PRIMAS	62,087	65,812.2	69,760.9	73,946.6	78,383.4	83,086.4
MANO DE OBRA DIRECTA	104,187.6	119,815.8	137,788.1	158,456.4	182,224.8	209,558.5
COSTO DE FABRICACION	166,274.6	185,627.4	207,549	232,403	260,608.2	292,644.9
MANO DE OBRA INDIRECTA	40,219.5	46,252.4	53,190.3	61,168.8	70,344.2	80,895.8
DEPRECIAC. MAS AMORTIZ.	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1	402,092.1
COMBUST. ELECTRIC. ETC.	119,545.3	137,477	158,098.6	181,813.4	209,085.4	240,448.2
<b>COR</b> COSTO DE FABRICACION	561,856.9	585,821.5	613,381	645,074.3	681,521.7	723,436.1
ANO DE OBRA	5,898.9	6,783.7	7,801.3	8,971.5	10,317.1	11,864.7
OTROS	21,894.6	24,084.1	26,492.5	29,141.7	32,055.9	35,261.5
GASTO DE VENTA	27,793.5	30,867.8	34,293.8	38,113.2	42,373	47,126.2
MANO DE OBRA	13,274.8	15,265.9	17,555.9	20,189.3	23,217.7	26,700.3
GASTO DE ADMINISTRACION	13,274.8	15,265.9	17,555.9	20,189.3	23,217.7	26,700.3
<u>COSTO DE OPERACION</u>	769,199.8	817,582.6	872,779.7	935,779.8	1'007,720.6	1'089,907.5

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 Y ESTADÍSTICAS - IIE-UNSA  
 ANUNCIOS ADMINISTRATIVOS  
 CA. PUNTO A



En la Tabla 6.2 se muestran los costos de operacuon proyectados hasta 1989.

Para la preparacion de gastos (costo de operacion real) se debe tener en cuenta la capacidad a la que operará la planta, para lo que hemos considerado en el primer año de operacion (1980) tendremos un factor de operacion de 0.49 en el segundo año (1981) un factor de 0.865 y a partir del tercer año de operacion (1982), el factor será de 1.0.

Los costos de operacion reales se muestran en la Tabla 6.3.

T A B L A 6.3

AÑO	COSTO DE OPERACION PROYECTADO (MILES DE SOLES)	FACTOR DE OPER.	COSTO DE OPERAC. REAL (M. DE SOLES)
1980	628,448.3	0.49	307,939.7
1981	656,830.8	0.865	568,258.6
1982	689,527.6	1.0	689,527.6
1983	726,765.2	1.0	726,765.2
1984	769,199.8	1.0	769,199.8
1985	817,582.6	1.0	817,582.6
1986	872,779.7	1.0	872,779.7
1987	935,779.8	1.0	935,779.8
1988	1'007,720.6	1.0	1'007,720.6
1989	1'089,907.5	1.0	1'089,907.5

## 6.2. INGRESOS.-

Los ingresos están constituidos básicamente por las ventas de soda cáustica al 50% y de cloro gaseoso.

Los precios actuales de estos productos son:

SODA CAUSTICA - S/.16,000/TM, considerando soda cáustica al 100%.

CLORO GASEOSO - S/.15,000/TM

Se espera un incremento en estos precios del 14% hasta el año 1983 para luego sufrir una disminución al 8% anual. Con los datos arriba indicados es posible preparar la tabla 6.4 que muestra los ingresos proyectados para los 10 primeros años de funcionamiento de la planta. Se ha tenido en cuenta además el factor de operación que influya directamente en el volumen de ventas.

T A B L A 6.4

INGRESOS PROYECTADOS

AÑO DE OPERACION	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
<u>SODA CÁUSTICA</u>							
PRECIO(M/S/.)	16	18.24	20.8	23.7	25.6	27.6	29.9
VOLUM.DE VENTAS(TM)	28,738	50,715	56,350	56,350	56,350	56,350	56,350
VENTAS(MS/.)	459,808	925,042	1'172,080	1'335,495	1'442,560	1'555,260	1'684,865
<u>CLORO GASEOSO</u>							
PRECIO (M S/.)	15	17.1	19.5	22.2	23.9	25.9	27.9
VOLUM.DE VENTA(TM)	25,500	45,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
VENTAS(M S/.)	382,500	769,500	975,500	1'110,000	1'195,000	1'295,000	1'395,000
INGRESOS TOTALES(MS/.)	842,308	1'694,542	2'147,080	2'445,495	2'637,560	2'850,260	3'079,865

T A B L A 6.4

INGRESOS PROYECTADOS

AÑO DE PRODUCCION	1987	1988	1989
<u>SODA CÁUSTICA</u>			
PRECIO(M S/.)	32.2	34.8	37.6
VOLUMEN DE VENTAS(TM)	56,350	56,350	56,350
VENTAS(M S/.)	1'814,470	1'960,980	2'118,760
<u>CLORO GASEOSO</u>			
PRECIO(M S/.)	30.2	32.6	35.2
VOLUMEN DE VENTA(TM)	50,000	50,000	50,000
VENTAS(M S/.)	1'510,000	1'630,000	1'760,000
INGRESOS TOTALES(M S/.)	3'324,470	3'590,980	3'878,760

## C A P I T U L O VII

### EVALUACION ECONOMICA

#### 7.1 CÁLCULO DE LA UTILIDAD NETA.-

En la Tabla 7.1 se estima la utilidad neta que se obtendrá en los 10 primeros años del proyecto.

Para la elaboración de dicha tabla, se ha tenido en cuenta los ingresos proyectados, los costos de operación proyectados, así como también los porcentajes de las utilidades deducidas para investigación tecnológica, participación de los trabajadores, comunidad industrial y los impuestos a la renta.

#### 7.2 PAGO DE INTERESES Y AMORTIZACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS.-

En la tabla 7.2 se determinan los intereses y los pagos de los préstamos de acuerdo a las condiciones de los mismos (ver 5.5.2)

#### 7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DE LA EMPRESA.-

Criterio de la tasa interna de rentabilidad: De acuerdo con el criterio de la tasa interna de rentabilidad (TIR) , debe aceptarse una inversión si su tasa interna de rentabilidad es superior al costo del capital para la empresa.

La tasa interna de rentabilidad de una inversión se define como la tasa de descuento que iguala a cero el valor actual

de toda la 'serie' de flujos de fondos asociados con el proyecto

La TIR del proyecto,  $r^*$ , se define entonces mediante la formula:

$$\sum_{t=0}^n \frac{a_t}{(1 + r^*)^t} = 0$$

De esta manera, en las tablas 7.3 (a) y (b) calculamos las TIR, para los flujos netos de fondos financiero y económico.

T.A.B.L.A. 7.1

UTILIDAD NETA PROYECTADA (MILES DE SOLES)

AÑO DE OPERACION	1980	1981	1982	1983	1984	1985
VENTAS	842,308	1'694,542	2'147,080	2'445,495	2'637,560	2'850,260
COSTO DE OPERACION	307,939.7	568,158.6	689,527.6	726,765.2	769,199.8	817,582.6
UTILIDAD BRUTA	534,368.3	1'126,383.4	1'457,552.4	1'718,729.8	1'868,360.2	2'032,677.4
INVESTIGAC. TECNOL. (2%)	10,687.4	22,527.7	29,151.0	34,374.6	37,367.2	40,653.5
PARTC. DE LOS TRABAJ. (10%)	53,436.8	112,638.3	145,755.2	171,873.0	186,836.0	203,267.7
COMUNIDAD INDUST. (15%)	80,155.2	168,957.5	218,632.9	257,809.5	280,254.0	304,901.6
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	390,088.9	822,259.9	1'064,013.3	1'254,672.7	1'363,903	1'483,854.6
REINVERSION	-----	---	----	-----	----	-----
MONTO IMPONIBLE	390,088.9	822,259.9	1'064,013.3	1'254,672.7	1'363,903	1'483,854.6
IMPUESTOS (45%)	175,540	370,016.9	478,805.9	564,602.7	613,756.3	667,734.6
UTILIDAD NETA	214,548.9	452,243.0	585,207.4	690,070.0	750,146.7	816,120.0

T A B L A 7.1

---

UTILIDAD NETA PROYECTADA (MILES DE SOLES)

AÑO DE OPERACION	1986	1987	1988	1989
VENTA	3'079,865	3'324,470	3'590,980	3'878,760
COSTO DE OPERACION	872,779.7	935,779.8	1'007,720	1'089,907.5
UTILIDAD BRUTA	2'207,085.3	2'388,690.2	2'583,259.4	2'788,852.5
INVEST. TECNOL. (2%)	44,141.7	47,773.8	51,665.2	55,777.0
PARTC. DE LOS TRABAJ. (10%)	220,708.5	238,869.0	258,235.9	278,885.2
COMUNIDAD INDUST. (15%)	331,062.8	358,303.5	387,488.9	418,327.9
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	1'611,172.3	1'743,743.9	1'885,779.4	2'035,862.4
REINVERSION	----	-----	-----	-----
MONTO IMPONIBLE	1'611,172.3	1'743,743.9	1'885,779.4	2'035,862.4
IMPUESTO (45%)	725,027.5	784,684.7	848,600.7	916,138.0
UTILIDAD NETA	886,144.8	959,059.2	1'037,178.7	1'119,724.4



T A B L A 7.2

PAGO DE INTERESES Y AMORTIZACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS (MILES DE SOLES)

AÑO	DEUDA	PAGO TOTAL	INTERESES	MONTO DEL PRÉSTAMO	PAGOS PARCIALES POR C/PRÉSTAMO	
1979	1'400,000			1'400,000		
1980	2'250,000		140,000	850,000		
1981	2'600,000		225,000	350,000		
1982	2'366,700	233,300	260,000		233,300	141,700
1983	1'991,700	375,000	236,670		233,300	141,700 58,300
1984	1'558,400	433,300	199,170		233,300	141,700 58,300
1985	1'125,100	433,300	155,840		233,300	141,700 58,300
1986	691,800	433,300	112,510		233,300	141,700 58,300
1987	258,500	433,300	69,180		233,300	141,700 58,300
1988	58,300	200,000	25,850			141,700 58,300
1989	---	58,300	5,830			58,300

TABLA 7.3 (a)

FLUJO NETO DE FONDO FINANCIERO (MILES DE SOLES)

AÑO	COMUNIDAD INDUSTRIAL	UTILIDAD NETA	DEPRECIACION	AMORTIZACION (Pre-Operativos)	INTERESES	FLUJO NETO
1	80,155.2	214,548.9	402,092.1	21,162.7		717,958.9
2	168,957.5	452,243.0	402,092.1	21,162.7	140,000	1'184,455.3
3	218,632.9	585,207.4	402,092.1	21,162.7	225,000	1'452,095.1
4	257,809.5	690,070.0	402,092.1	21,162.7	260,000	1'631,134.3
5	280,254.0	750,146.7	402,092.1	21,162.7	236,670	1'690,325.5
6	304,901.6	816,120.0	402,092.1	21,162.7	199,170	1'743,446.4
7	331,062.8	886,144.8	402,092.1	21,162.7	155,840	1'796,302.4
8	358,303.5	959,059.2	402,092.1	21,162.7	112,510	1'853,127.5
9	387,488.9	1'037,178.7	402,092.1	21,162.7	69,180	1'917,102.4
10	418,327.9	1'119,724.4	402,092.1	21,162.7	25,850	1'987,157.1

T.I.R = 29.38%

TABLA 7.3 (b)

FLUJO NETO DE FONDO ECONOMICO (MILES DE SOLES)

AÑO	COMUNIDAD INDUSTRIAL	UTILIDAD NETA	DEPRECIACION	AMORTIZACION (PRE-OPERATIVOS)	FLUJO NETO
1	80,155.2	214,548.9	402,092.1	21,162.7	717,958.9
2	168,957.5	452,243.0	402,092.1	21,162.7	1'044,455.3
3	218,632.9	585,207.4	402,092.1	21,162.7	1'227,095.1
4	257,809.5	690,070.0	402,092.1	21,162.7	1'371,134.3
5	280,254.0	750,146.7	402,092.1	21,162.7	1'453,655.5
6	304,901.6	816,120.0	402,092.1	21,162.7	1'544,276.4
7	331,062.8	886,144.8	402,092.1	21,162.7	1'640,462.4
8	358,303.5	959,059.2	402,092.1	21,162.7	1'740,617.5
9	387,488.9	1'037,178.7	402,092.1	21,162.7	1'847,922.4
10	418,327.9	1'119,724.4	402,092.1	21,162.7	1'961,307.1

T.I.R. = 25.8%

## BIBLIOGRAFIA

1. KIRK OTHMER  
- ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY, 2DA. ED.,VOL. 2
2. R.GOLDSTEIN - L. WADDAMS  
- THE PETROLEUM CHEMICALS INDUSTRY, 1967
3. ANUARIOS DE IMPORTACIONES DE PRODUCTOS QUIMICOS - SECCION ESTADÍSTICA DEL MINISTERIO DE COMERCIO
4. T:A: GEISSMAN  
- PRINCIPIOS DE QUÍMICA ORGÁNICA, 1966
5. JAPAN GASOLINE CO., LTD.  
- ESTUDIOS DE MERCADO Y REINVERSIÓN PARA PRODUCTOS PETRO-QUÍMICOS PARA PRODUCIR EN EL PERU
6. O. LEVENSPIEL  
- CHEMICAL REACTION ENGINEERING, 1964
7. CHEMICAL ENGINEERING .....  
- PLANT COSTS ZON ... JUN.29/74 PAG.135-137
8. CHEMICAL MARKETING REPORT ...; MAR 10, MAR 17/1975
9. DIAMOND SHAMROCK CO.  
MÉTODOS DE OBTENCION DEL CLORO Y SODA A TRAVÉS DE LA -  
SALMUERA, 1976
10. UNION CARBIDE INTERAMERICA  
- MÉTODO DE DIAFRAGMA PARA LA OBTENCION DEL CLORO Y SODA  
CÁUSTICA, 1974
11. MINERO PERÚ, 1975  
ESTUDIO DE APTITUD DE LAS SALMUERAS DE RAMÓN.

12. JAMES C.T. MAO

ANALISIS FINANCIERO

EDITORIAL EL ATENEO - BUENOS AIRES, 1974

-----