



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO, PARA LA FABRICACION DEL ACIDO TRICLOROISOCIANURICO EN MEXICO

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO, PARA LA FABRICACION DEL ACIDO TRICLOROISOCIANURICO EN MEXICO

TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N

LUCIO ADAN GALICIA NEGRETE

ALEJANDRO ORNELAS CRAVIOTO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E
=====

CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO II

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
-------------------------------------	----

CAPITULO III

DESINFECTANTES.....	25
3.1 Historia de los desinfectantes.....	25
3.2 Higiene y desinfectantes.....	28
3.3 Usos y aplicación de los desinfectantes.....	34
3.4 Métodos de desinfección.....	38

CAPITULO IV

DESINFECTANTES CLORADOS.....	46
4.1 Propiedades.....	46
4.2 Constitución química.....	49
4.3 Hipocloritos.....	50
4.4 Compuestos N.clorados.....	58
4.5 Compuestos de mezclas de Halógenos.....	62

CAPITULO V.

ACIDO TRICLORISOCIANURICO.....	63
5.1 Historia.....	63
5.2 Propiedades generales de las S.triazinas.....	64
5.3 Propiedades del ácido tricloroisocianúrico.....	69
5.4 Métodos de obtención.....	74
5.5 Usos y aplicaciones.....	78
5.6 Comparación del ácido tricloroisocianúrico con otros desinfectantes clorados.....	80

CAPITULO VI

ANALISIS Y EVALUACION DE LAS PATENTES DE FABRICACION.	85
6.1 Descripción del proceso de fabricación del ácido tricloroisocianúrico, de acuerdo a la patente - otorgada a la Kasei. Kogyo Company en 1969.....	87

CAPITULO VII

ANALISIS DE MERCADO Y PROYECCIONES DE LA DEMANDA....	116
7.1 Análisis de la demanda.....	116
7.2 Descripción del producto.....	118
7.3 Localización del Mercado.....	118
7.4 Proyección de la demanda.....	118
7.5 Principales productores de ácido tricloroisocia- núrico en el mundo.....	120
7.6 Análisis de precios.....	121

CAPITULO VIII

LOCALIZACION DE LA PLANTA.....	124
8.1 Localización de los centros de consumo.....	125
8.2 Localización de las fuentes de materias primas	126
8.3 Análisis económico de las alternativas de loca lización.....	128
8.4 Análisis con respecto a las zonas prioritarias.	138

CAPITULO IX

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION.....	140
9.1 Descripción del proceso seleccionado.....	142

CAPITULO X

DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO.	145
---	-----

CAPITULO XI

BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA.....	151
11.1 Balance de materia.....	151
11.2 Balance de energía.....	159

CAPITULO XII

EVALUACION ECONOMICA	174
12.1 Estimación de la inversión fija	174
12.2 Estimación de los costos de producción	186
12.3 Estados de resultados proforma	200
12.4 Balance general proforma	206
12.5 Estados proforma de origen y aplicación de recursos	212

APENDICE A

ANALISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA PLANTA DE ACIDO TRICLOROISOCIANURICO	216
---	-----

APENDICE B

ACIDO CIANURICO	219
-----------------------	-----

<u>BIBLIOGRAFIA</u>	226
---------------------------	-----

CAPITULO I

INTRODUCCION

Cualquier persona relacionada con la industria química, podrá darse cuenta del importante desarrollo que desde hace algún tiempo ha tenido este ramo en México. Por muchos años el país se había enfocado a un desarrollo eminentemente agrícola, manteniéndose siempre como un país exportador de productos básicos como azúcar, semillas, minerales y un gran importador de bienes de consumo; a partir de 1935 comienza el desarrollo de bienes de producción, se empieza a ver la necesidad de producir más y depender menos del exterior. El desarrollo demográfico trae consigo la creación de un mercado de consumo, lo que propicia el rápido crecimiento de la industria de bienes de producción para satisfacer la gran demanda que se venía formando. Podemos considerar que esta etapa termina en 1955; para ese entonces la economía del país depende en un 74% de la agricultura y 5.1% del sector industrial.

En 1960 el Lic. Antonio Ortiz Mena le da un nuevo enfo-

que a la política económica del país iniciándose de esta forma una nueva etapa: la del desarrollo industrial en México. En esta época surgen las industrias familiares y las empresas transnacionales empiezan a fijarse en México como un buen mercado y no pocas de ellas establecen sus plantas en México.

1970 marca el fin de esta segunda etapa con la promulgación de la ley de inversiones extranjeras, esta ley tiene por objeto reglamentar las inversiones extranjeras en México buscando que el capital de las industrias sea en su mayoría mexicano, también se busca atraer tecnología para la producción de bienes de capital y ya no sólo de producción o consumo como venía sucediendo en los años anteriores.

Este desarrollo industrial se ha visto apoyado aún más con los últimos descubrimientos de grandes reservas de gas y petróleo en el sureste del país, que han colocado a México entre los países con mayores reservas petrolíferas del mundo.

Actualmente se sigue dando apoyo a la industria buscando desarrollar áreas de poco crecimiento industrial y -

dando prioridad a sectores fundamentales como son - los alimentos y vestidos.

Todos los factores antes mencionados han contribuido a que en el país ya no sólo se elaboren los productos básicos, sino que se elaboren productos que requieren complicados procesos de fabricación; inclusive, en -- ciertas áreas se ha dejado de ser exportador de materias primas llegando, en algunos casos a exportar productos elaborados y tecnología que hace pocos años se conseguían solamente del extranjero.

El interés de este estudio se enfoca al área de los - desinfectantes, que ha adquirido relevante importancia dentro de la industria química en general.

La industria de los desinfectantes ha tenido notables avances desde el principio del siglo pasado; se puede decir que el principio de esta industria lo señaló Alcock en 1827 cuando usó por primera vez en Londres, soluciones cloradas para la purificación de agua. A partir de entonces se han llevado a cabo en diferentes - partes del mundo investigaciones tendientes a mejorar cada vez más las propiedades y características germicid

das de los mismos.

Como resultado de estas investigaciones, en la actualidad existe una amplia gama de desinfectantes que van desde las soluciones cloradas como las usadas por -- Alcol, los fenoles y compuestos halogenados, hasta de -- sinfectantes tan sofisticados como las radiaciones - electromagnéticas o rayos ultravioleta, sin embargo, a pesar de estos avances, el cloro y sus derivados -- continúan siendo los más utilizados en el mercado, debido a su alto poder germicida, facilidad de manejo y a su costo comparativamente bajo, otra ventaja del cloro y sus derivados con respecto a otros desinfectantes, es la baja concentración necesaria para alcanzar poder germicida (del orden de ppm).

En México al igual que en el resto del mundo, el uso -- más generalizado del cloro como desinfectante se ha -- dado en la potabilización de aguas municipales.

Para este efecto se usa el cloro gaseoso, el cual se -- suministra directamente al agua a tratar por medio de unos cloradores.

Las precauciones estrictas que se requieren para manejar el cloro gaseoso ha provocado que para desinfecciones de agua de menor volúmen que las municipales, o en lugares donde no se amerite la instalación de cloradores, se utilicen compuestos clorados, los cuales presentan menos riesgo en su manejo, siendo el más común de estos compuestos el hipoclorito de sodio (NaOCl), éste al igual que el cloro y todos los desinfectantes clorados, al entrar en contacto con el agua se hidroliza y forma el ácido hipocloroso (HOCl) que se cree que es la sustancia germicida más activa en la reacción de sinfectante del cloro. Aunque no hay concenso general al respecto, se cree que el ácido hipocloroso destruye la membrana celular de los microorganismos y de esta manera es como los mata, sin embargo se ha comprobado que otras especies, como el Ion OCl^- derivados de la hidrólisis del cloro también presentan acción germicida aunque menos activa que la del ácido hipocloroso. En medios ligeramente ácidos se favorece la especie HOCl y en medios alcalinos se favorece el OCl^- , sin embargo si el medio se encuentra demasiado ácido el HOCl reacciona y libera cloro gaseoso, es por esta razón que las soluciones de hipoclorito que se venden comercialmente, se encuentra en un medio alcalino, evitando con

ello el desprendimiento de cloro gaseoso.

Los hipocloritos han tenido gran éxito en el mercado de los desinfectantes por su fácil manejo y su bajo costo. En busca de mayor efectividad se han desarrollado otros hipocloritos como el de calcio, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, el cuál contiene mayor cantidad de cloro por molécula que el tradicional NaOCl .

La especialización de las actividades industriales, - el incremento de costos y la necesidad de mejorar - - las operaciones han provocado que cada día se busquen productos que sean mas específicos en su aplicación, y que tengan menos efectos colaterales. El caso de los desinfectantes no ha sido una excepción y así en el mercado hay actividades donde la acción de los hipocloritos resulta inadecuada; por ejemplo en ciertos hospitales se reporta que la acción de soluciones alcalinas de hipocloritos sobre los inodoros provoca el ennegrecimiento de éstos debido a que el medio alcalino ataca el esmalte vidriado con el que se encuentran recubiertos; otro problema podría ser la elaboración de detergentes clorados, pues la cantidad necesaria en peso que hay que agregar al detergente para alcanzar la acción

desinfectante es tal que afectaría las propiedades -
detersivas del detergente. Esta clase de problemas
han forzado la evolución de los compuestos clorados
buscando nuevas fórmulas que contengan mayor contenii
do de cloro activo (que puedan liberarlo), que sean
más estables, y que no sean alcalinos.

Se han investigado diversos compuestos inorgánicos y
orgánicos buscando propiedades distintas en cada uno
de ellos. En la actualidad existe una gran variedad
de agentes germicidas que basan su acción en el cloro,
dentro del grupo de los inorgánicos existen además de
los hipocloritos las sustancias como el dióxido de -
cloro ClO_2 , IOH_2O ó el fosfato clorado trisódico ---
 $(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 11\text{H}_2\text{O})_4\text{NaOCl}$ los cuales tienen propiedades sii
milares a los hipocloritos.

Dentro del grupo de los compuestos clorados orgánicos,
existe un gran número de fórmulas registradas; la ca-
racterística común de estos compuestos es que todos -
contienen en su estructura la unión nitrógeno-cloro -
(N-Cl); se ha observado que este grupo en presencia de
agua se hidroliza para formar el grupo imino NH y el -
ácido hipocloroso (HOCl) que como ya se mencionó ante-

ormente es el agente germicida fundamental. Debido a esta formación de ácido hipocloroso, se puede decir que la actividad germicida de este grupo de desinfectantes es parecida a la del hipoclorito de sodio, sin embargo se observan diferencias importantes en lo que se refiere a la velocidad de acción que parece estar relacionada con los cambios de pH que afectan el equilibrio de la reacción de hidrólisis.

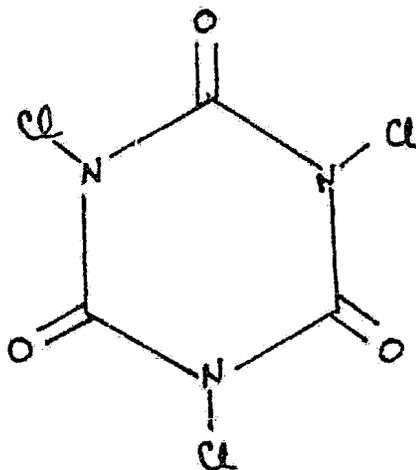
En general los compuestos N-clorados actúan mucho más lentamente que los hipocloritos, pero en ciertos compuestos la actividad puede ser acelerada enormemente si se les pone en condiciones ácidas adecuadas.

El presente estudio versa precisamente sobre uno de estos compuestos N-clorados; el ácido tricloroisocianúrico ($\text{CNO}_3 \cdot \text{Cl}_3$) el cual por su alto contenido de cloro activo (91.5%), su lenta velocidad de hidrólisis y sus propiedades específicas ha adquirido una creciente importancia en el grupo de los desinfectantes comerciales.

El ácido tricloroisocianúrico (que en lo sucesivo se abreviará como ATIC) fué descubierto por Chattaway y

Wadmore en 1902, los cuales le dieron el nombre de ácido tricloroimino cianúrico.

Los investigadores de este producto demostraron mediante análisis que el nuevo producto era diferente del cloruro cianúrico ($C_3 N_3 Cl_3$) y comprobaron que este nuevo compuesto poseía la unión N-Cl la cual no se encuentra en el cloruro cianúrico.



ACIDO TRICLOROISOCIANURICO

El nombre de ácido tricloroisocianúrico se usa normalmente, sin embargo el nombre sistemático para el compuesto es 1,3,5-tricloro-2,4,6-tioxo-hexahidro-5-triazina.

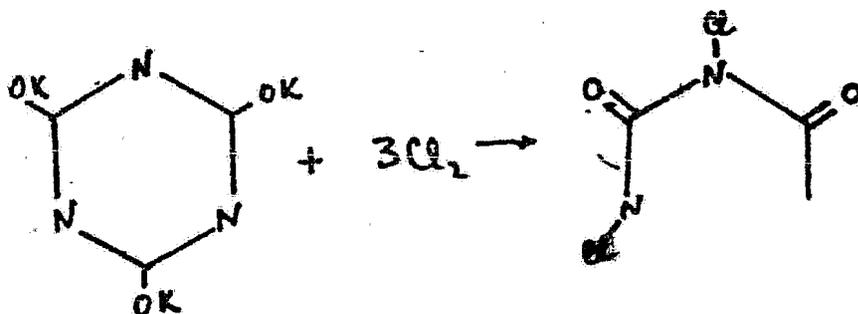
PROPIEDADES FISICAS.

El ácido tricloroisocianúrico (ATIC) tiene el olor característico del ácido hipocloroso. Forma cristales en forma de prismas que funden a 145°C. El cloroforno y el agua lo disuelven ligeramente, no se disuelve en ligroína.

SINTESIS-METODOS DE LABORATORIO

a) A partir del hipoclorito de potasio

El ATIC puede ser preparado en el laboratorio, - tratándolo con una corriente de cloro gaseoso a 0°C a una solución de ácido cianúrico disuelto previamente en una solución de hidróxido de potasio al 5%. Después de lavar varias veces el polvo que - resulta de la reacción, la sustancia se seca obteniendo un rendimiento de 90% de ATIC puro.



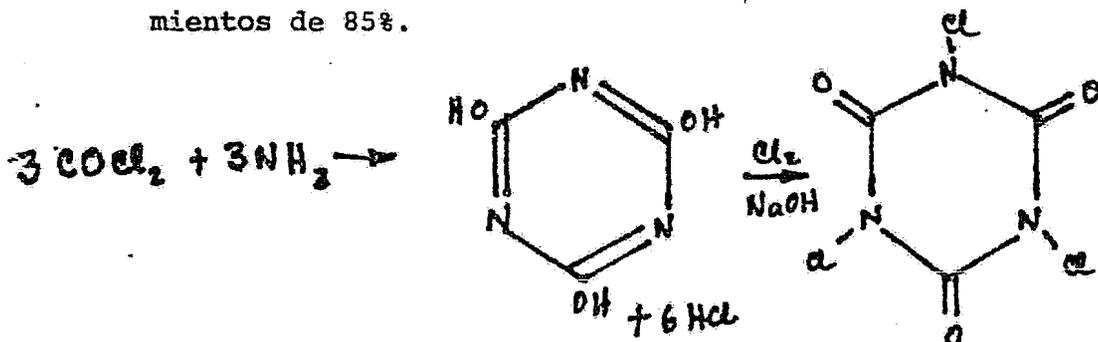
b) Hipoclorito de Sodio y luz ultravioleta

El ATIC también se ha preparado pasando una corriente de cloro activada con luz ultravioleta sobre una solución fría de ácido cianúrico frío disuelto en sosa. Los rendimientos reportados son del 56%.

- Proceso comercial

a) El método de luz ultravioleta con sosa descrito en el párrafo anterior ha servido de base para una planta piloto de una producción de aprox. 70 lb a la semana de ATIC.

b) El ATIC también se puede preparar comercialmente a partir de fósgeno y amoníaco, tratanto el intermediario, ácido cianúrico, con un 15% en exceso de sosa y cloro a 5°C. Se han reportado rendimientos de 85%.



c) Hay otros métodos que parten de la cloración del

ácido cianúrico en distintos medios alcalinos.

En el mercado existen varias patentes, que parten del ácido cianúrico directamente para la -- producción de ATIC. (Estas patentes se describirán más adelante.)

APLICACIONES COMERCIALES

El ATIC es un compuesto clorado que ha adquirido relevante importancia mundial en la fabricación de detergentes, germicidas, desodorizantes, etc. El ATIC es preferido a otro tipo de compuestos clorados principalmente por: 1) su alto contenido de cloro activo (91.5%) en comparación con las soluciones de hipocloritos que llegan a un máximo de 70% de cloro activo; 2) el estado natural del ATIC es sólido por lo que presenta ventajas en el transporte; 3) no deja residuos alcalinos debido a la estabilidad inherente al producto y a su naturaleza ácida que hacen que no sea necesario agregarle al ATIC ningún compuesto estabilizador, a diferencia de los hipocloritos a los cuales se les agrega sosa para estabilizarlos, provocando alcalinidad en las soluciones, lo que crea cierta turbidez en el agua, además de ciertos problemas que resultan al aplicar soluciones de

hipocloritos sobre superficies vidriadas. Otra área en donde se ha utilizado el ATIC con éxito es en la fabricación de detergentes germicidas en polvo y pastillas de jabón germicidas, donde se requiere que el compuesto germicida activo no represente una proporción importante de la composición total del detergente, debido al alto contenido de cloro el ATIC sirve muy bien para este propósito pues con una baja proporción de ATIC en la composición del detergente, se logra una acción germicida adecuada.

El ATIC se ha utilizado con éxito en la desinfección de estanques industriales y albercas en vez de los hipocloritos, en este caso la ventaja del ATIC sobre los hipocloritos es que debido a la baja hidrolización de ATIC, la liberación de cloro activo es mucho más uniforme y la frecuencia con la que se tiene que volver a clorar el estanque es considerablemente menor que con los hipocloritos. Su estado sólido permite una menor área de almacenamiento y mayor facilidad en el transporte y manejo.

Debido a su naturaleza ácida, el ATIC no causa turbidez en el agua como sucede con los hipocloritos ya que

estos necesitan NaOH para estabilizarse.

Una de las desventajas del ATIC frente a los hipocloritos es que el precio por kilo es mucho mayor que el de las soluciones comerciales de hipoclorito de sodio al 10%, sin embargo si se compara en relación al cloro activo de cada kg. la diferencia en precios se reduce considerablemente. Esta diferencia en precio - hace que el ATIC no compita directamente con el hipoclorito en todas las áreas sino sólo en aquellas donde vale la pena pagar el precio superior por evitarse problemas causados por propiedades de los hipocloritos (alcalinidad, baja concentración de cloro activo, estado líquido), o bien en aquellas áreas donde no sea conveniente usarlos, como en la fabricación de de tergentes.

El análisis de mercado que se efectuó en este estudio demuestra una creciente demanda del ATIC en el mercado nacional a partir de 1978 y que se espera siga durante

los años futuros; este incremento continuo hace que el producto adquiriera mayor importancia en el mercado, así, en un estudio de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial de 1981, se señala al ATIC como un producto de importación con operaciones superiores a los 10 millones de pesos anuales y lo propone como un producto deseable para producirse en México.

Considerando el mercado creciente del ATIC en México y sus posibilidades de abarcar otros mercados distintos a los que actualmente se cubren a nivel nacional, se ha pensado en analizar la posible fabricación del ATIC en México. El objetivo fundamental del estudio es el de escoger entre las patentes que existen a nivel mundial, aquella que presente las mejores ventajas y que se adapte mejor a las características y materias primas del mercado nacional. Una vez que se determine la patente más adecuada para la fabricación, se hará un análisis financiero para estimar aproximadamente la rentabilidad del proyecto y si la demanda actual y futura ameritan la instalación de una planta para producir el ATIC en el país.

CAPITULO II

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

México ha evolucionado tecnológicamente desde las décadas pasadas y en la actualidad hay gran demanda por productos más especializados.

El área de los desinfectantes abarca hoy una gama amplia de sustancia con aplicaciones muy específicas; - entre esta gama se encuentran los más evolucionados - como radiaciones electromagnéticas o luz ultravioleta o los tradicionales como el cloro y sus derivados, estos últimos se han utilizado como desinfectantes desde principios del siglo pasado, y desde entonces el cloro se ha mantenido como uno de los desinfectantes más efectivos y baratos.

En la evolución de los compuestos clorados se ha buscado producir compuestos con mayor contenido de cloro y con mayor estabilidad.

El ácido tricloroisocianúrico es un compuesto tricloro-

rado, su estado natural es sólido, contiene un 91.5% de cloro activo (a diferencia de los hipocloritos -- que contienen un 70% en soluciones comerciales).

Sus principales ventajas frente a los hipocloritos son:

- bajo grado de hidrolización
- naturaleza ácida (no causa turbiedad en el agua).
- estado sólido
- alto contenido de cloro disponible (91.5%)

El ácido tricloroisocianúrico puede ser fabricado de distintas formas, partiendo de diversos compuestos, sin embargo el método comercial más común, es el que parte de ácido cianúrico como materia prima inicial, y luego realizando una cloración sobre el mismo para llegar finalmente a la obtención de ácido tricloroisocianúrico.

Las aplicaciones comerciales del ácido tricloroisocianúrico son diversas siendo las más importantes la desinfección de estanques y albercas, la formulación de

detergentes germicidas y jabones desinfectantes, así como el descrudado de telas.

El ácido tricloroisocianúrico no se fabrica en México, sin embargo en los últimos años se ha notado una creciente demanda en la importación de este producto (se espera una demanda de 600 ton. para 1985), por lo que la idea de producirlo nacionalmente ha despertado intereses en México y ya la SEPAFIN lo menciona como un producto deseable para sustituir la importación y producirlo en México.

Un agente desinfectante es aquel capaz de interferir con el proceso de reproducción y proliferación de una bacteria o con las actividades metabólicas de las enzimas bacterianas, causando el decaimiento y aún la muerte de las bacterias.

Los principales métodos de desinfección son el calor y los agentes químicos.

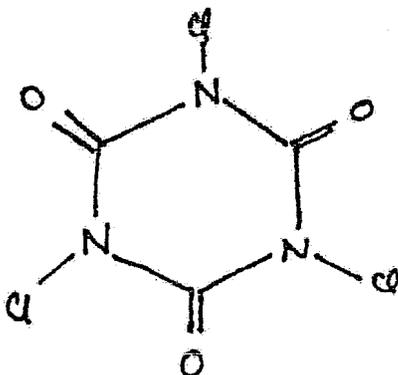
Los principales agentes químicos desinfectantes son alcohol etílico, azufre y dióxido de azufre, yodo, cloro, hipocloritos, cloraminas, fenol y compuestos

cuaternarios de amonio.

Los desinfectantes clorados son utilizados debido a su potencia germicida, la cual se debe a su alta actividad oxidante ya que esta ocasiona la destrucción total de las proteínas en la célula.

Además de los hipocloritos que son los agentes clorados más difundidos en el mercado, existen otros compuestos como los N-clorados que en algunos casos presentan mejores propiedades germicidas que los hipocloritos.

El ácido triclorocisocianúrico es un compuesto N-clorado cuya fórmula es la siguiente:



PM = 232.47

% cloro activo = 91.5%

aspecto físico: material cristalino ligeramente higroscópico con olor a cloro.

Pertenece al grupo de las S-trizina, en contacto con -

el agua se hidroliza y forma ácido hipocloroso y ácido cianúrico.

La forma más común de obtenerlo es clorando ácido cianúrico $(\text{CHON})_3$, sin embargo en la cloración se forma tricloronitrógeno (NCl_3) que es un compuesto sumamente inestable y explosivo que baja el rendimiento de ácido tricloroisocianúrico y aumenta el peligro de la reacción, por lo que las patentes comerciales se enfocan principalmente a reducir la formación de tricloronitrógeno en la reacción.

El ácido tricloroisocianúrico presenta propiedades germicidas superiores a la de los hipocloritos, sobre todo en condiciones ácidas.

Como ya se mencionó, la cloración del ácido cianúrico es la forma más común de obtener el ácido tricloroisocianúrico con el problema de la formación de tricloronitrógeno, diversas patentes mencionan el modo de evitar el tricloronitrógeno como control estricto del pH, partir de fósgeno, utilizar los cianuratos en lugar del ácido cianúrico o bien el utilizar dos agentes alcalinos para neutralizar el ácido cianúrico y luego -

clorar, este último método es el que se propone en este estudio por considerarlo el más adecuado a la demanda del país.

El ácido tricloroisocianúrico ha ido aumentando su -- demanda desde 1978 y se espera una demanda para los próximos años de:

Toneladas/ año.	82	83	84	85
	450	500	550	600

La planta que se propone en este estudio es para una capacidad de 600 t/anuales y tomando en consideración la cercanía de mercado y fuentes de aprovisionamiento se concluyó que el lugar más recomendable para situar la es Guadalajara, Jal.

El proceso seleccionado para la fabricación en México, es el patentado por la Toshiro Kagawa Co. (PAT. US. - 3,474,096 21.Oct.1969). Este método se seleccionó por considerarse el más adecuado para la demanda y características del país.

La manera que la patente propone la producción de áci-

do tricloroisocianúrico es la siguiente:

Neutralizar cada mol de ácido cianúrico con dos moles de sosa y .5 moles de un hidróxido alcali noterreo, de magnesio o calcio, por ejemplo, - clorar la solución hasta alcanzar un pH de ---- aproximadamente 3, lavar y secar el producto fi nal obteniendo un rendimiento de aproximadamen- te 87.2% y un porcentaje de cloro activo de -- 89.33%.

El equipo propuesto en el estudio se hizo apegándose a la patente de la Toshiro Kagawa y a los principios bá- sicos de la ingeniería química, siendo los más signifi- cativos el reactor de lecho fluidizado.

Con todo lo anteriormente descrito, se propone una - planta de 660 t/anuales de ácido tricloroisocianúrico y la cual se espera que dé los siguientes resultados:

Capital propio	\$ 21'500,000.00				
Préstamo FONEI	14'000,000.00				
inversión total inicial					
	A Ñ O S	1	2	3	4
utilidades netas esperadas (miles de pesos)		4500	6500	8500	10500

punto de equilibrio 309
en toneladas de
ácido tricloroisocianúrico.

RECOMENDACIONES

Por las conclusiones anteriores, se recomienda:
hacer otro estudio para integrar la producción de ácido tricloroisocianúrico, fabricando el ácido cianúrico a partir de la urea; por el momento se recomienda seguir importando el ácido cianúrico.

Debido a la relativa baja demanda se recomienda el proceso por lote en lugar del continuo, que requeriría una demanda aproximada de 5000 t/anales para ser costeable.

El estudio mostró, que para la planta diseñada, los costos variables son de mucho mayor importancia que los fijos, por lo que si se construye la planta, se recomienda poner especial atención en los costos variables y en el precio de venta ya que éstos influirán mucho más en las utilidades que los costos fijos.

Otra medida que se recomienda es la de producir ácido dicloroisocianúrico como otro producto a producir con miras a evitar la vulnerabilidad de la planta al estar fabricando un solo producto.

Por último, se recomienda ajustar la inversión propuesta de acuerdo a indicadores del tipo de los del Banco de México, ya que la economía de inflación actual exige que cualquier estudio sea dinámico, debido a las grandes fluctuaciones en los precios.

CAPITULO III

=====

DESINFECTANTES

3.1 HISTORIA DE LOS DESINFECTANTES

Una gran preocupación de la humanidad, ha sido el encontrar remedios eficaces contra las enfermedades, es por eso que en 1867, se despertó un gran interés público, cuando Lister (1), informó el éxito obtenido al utilizar fenol para combatir infecciones, sin embargo, 20 años antes (1847), Semmelweiss había utilizado cloro con resultados espectaculares en la reducción de muertes ocasionadas por la fiebre puerperal. El polvo blanqueador fué descubierto en 1798, pero no fué sino hasta 1834, cuando fué aislado a partir del alquitrán de carbón.

Además de Semmelweiss, otras gentes habían utilizado compuestos de cloro para el control de las infecciones. Así, en 1827 en Londres, Thomas Alcock, publicó su "Ensayo sobre el uso de cloruros de óxido de sodio y cal" (hipocloritos de sodio y calcio). Alcock reco

(1) ref.4

mendó la utilización de esas soluciones para la desinfección y la desodorización de una amplia gama de contaminantes, por ejemplo, en la desinfección o destrucción de olores nocivos en hospitales, barcos, talleres, establos, letrinas, estanques y drenajes. Particularmente recomendó la utilización de estas soluciones en las exhumaciones de cadáveres, utilizándolos para deodorizar y desinfectar a los mismos y las áreas contaminadas con sangre u otros líquidos corporales. Aproximadamente en las mismas fechas, una comisión de salud en Marseilles, Francia, recomendó la utilización de soluciones de hipoclorito para la desinfección en operaciones, tales como lavado de ropa, manos y en la purificación de agua para beber. Sin embargo, la revista "The Lancet" se mostró escéptica con respecto a los resultados obtenidos por Alcock y tuvieron -- que pasar 20 años para que Semmelweiss tuviera éxito en el control de la fiebre puerperal, utilizando la misma solución con la que Alcock fué escarnecido.

La primera substancia utilizada en el tratamiento de las heridas de guerra fué el yodo, usada en 1839 por Davies y alcanzó un éxito considerable en la guerra civil americana en el tratamiento de heridas de batalla.

Más tarde fué demostrada la capacidad del yodo en la eliminación del bacilo Anthrax, así como de otros organismos patógenos y en 1910 quedó bien establecida la utilización del yodo como antiséptico para la piel. - La solución de Dakin, 0.15% de hipoclorito de sodio, ha sido ampliamente utilizada desde la primera guerra mundial para la desinfección de las heridas de guerra.

Por otra parte, en el año de 1943, el ministro de salud de los Estados Unidos, corrigió las regulaciones para lecherías, estableciendo a partir de esa fecha - muchos compuestos de yodo como desinfectantes, una vez que fué demostrada su eficacia en el exterminio de los gérmenes. El servicio de salud pública de los Estados Unidos, utiliza como solución desinfectante estandar, una solución de hipoclorito de sodio.

En el año de 1969 se estableció un nuevo orden para - la clasificación de los desinfectantes. Este orden - 'está' basado en pruebas más reales y clasifican a los - desinfectantes en cuatro grupos:

1. Para uso en desinfecciones generales
2. Para uso contra la tuberculosis
3. Para uso contra infecciones de pies y boca

4. Para uso contra epidemias de aves domésticas.

Las soluciones de hipoclorito pasaron exitosamente las pruebas para los grupos 1 y 2, pero para el grupo No.3, la concentración necesaria para pasar la prueba sería demasiado alto. Algunos compuestos de yodo han sido aprobados para utilizarse en el grupo 3, y hasta la fecha no se ha reportado ningún compuesto halogenado para el grupo No. 4.

3.2 HIGIENE Y DESINFECTANTES (1)

La higiene se define como un sistema de principios o reglas destinados a alcanzar o preservar la salud. La práctica de la higiene es la organización de todos los métodos necesarios para preservar la salud de la comunidad. Un gran avance se puede lograr simplemente por medio de una limpieza general, aunado a una limpieza individual de cada uno de los habitantes, ya que las condiciones sucias no pueden ser eliminadas únicamente con el uso de desinfectantes.

Los organismos patógenos, bacterias, hongos o amibas, -

(1) ref.1

están siempre presentes, ya sea de una manera activa o latente, y en ciertas regiones en donde existen condiciones favorables, algunas enfermedades específicas están regularmente presentes, periódicamente éstas enfermedades pueden conseguir alguna inmunidad, y desarrollarse de una manera especialmente virulenta, aumentar su rango de influencia y tomar proporciones -- epidémicas. Esto no sucede solamente en las regiones tropicales donde las condiciones son favorables y existe generalmente una falta de higiene, sino también -- con algunas enfermedades como la poliomielitis y la difteria, que son comunes en climas fríos.

Las enfermedades pueden ser transmitidas en una gran variedad de formas, por ejemplo por contacto o contagio como la viruela, o por un contacto íntimo, como las enfermedades venereas, o también a través de aspersiones bucales o estornudos, como el resfriado común. La Malaria es una enfermedad que puede ser transmitida directamente a un huésped secundario, quien portará el parásito, o los insectos pueden también acarrear infecciones como la fiebre tifoidea, la cual se contagia al ingerir alimentos contaminados, o que hayan estado en contacto con utensilios contaminados.

Una bacteria se considera viva cuando posee la capacidad de reproducción y proliferación. Cualquier agente que pueda interferir con éste proceso, o con las actividades metabólicas de las enzimas bacterianas, -causarán el decaimiento y aún la muerte de la bacteria. Las células bacterianas que hayan sido inhibidas por un agente germicida pueden revivir si se neutraliza a tal agente. Recíprocamente, la adición de ciertos agentes germicidas a el nutriente o a soluciones farmacéuticas, inhibirán el crecimiento de las bacterias contaminantes y producirán una condición conocida como bacteriostasis.

La "bacteriostasis real" es la inhibición total del crecimiento, asociado con un decaimiento constante de la población debido a la vejez. La "bacteriostasis dinámica" es el efecto lento pero letal de una droga, que destruye organismos a la misma velocidad o mayor, que la velocidad de reproducción del mismo.

El desinfectante ideal ha sido definido como aquel - que no es específico en su acción germicida, es no tóxico, no nocivo, inofensivo a los tejidos y que no es desactivado por agua salina o dura, o por materia or-

gánica. El fenol por ejemplo puede incrementar su acción germicida al cambiar las formulaciones, pero este poder se ve grandemente disminuido en presencia de materia orgánica. Los productos que satisfagan todos los requerimientos del desinfectante ideal, no existen, al menos no ahora. Para muchos propósitos, ciertas limitaciones, como olor, toxicidad, efectos en la piel, etc. no son importantes. La elección de un desinfectante en específico, estará decidido en función de su precio y características.

En general es posible clasificar a los desinfectantes en los siguientes grupos; de acuerdo a su uso.

Aplicación directa sobre la piel o las heridas.

Los desinfectantes que se utilizan en contacto con -- piel sana, deben ser de acción germicida rápida, deben tener un efecto antibacterial persistente y no deben causar quemaduras, ampollas o irritación. No es necesario que tengan un espectro bactericida amplio, pero deben ser destructivos de las bacterias coliformes así como de los organismos piogénicos.

Cuando se utilizan sobre heridas, no deben atacar ni a

leucocitos, ni interferir con el crecimiento del tejido embrionario, en este caso la rapidez de acción - es menos importante que el efecto continuo.

Esterilización de utensilios de comida.

Los desinfectantes que sean utilizados en la limpieza de los utensilios de comida, deben ser no tóxicos, - inodoros y sin sabor, a concentraciones bajas. Deben ser efectivos contra las bacterias coliformes e idealmente deben ser efectivos contra los virus y la tuberculosis.

Esterilización de instrumental quirúrgico.

Estos desinfectantes deben ser de amplio espectro, incluyendo todos los organismos piogénicos, así como esporas. Deben ser de acción germicida rápida aunque no es necesaria una dilución grande para su utilización. En estos desinfectantes la efectividad es de primera importancia, mientras que el costo es irrelevante.

Esterilización de ropa, ropa de cama, etc.

Los desinfectantes que maltraten tejidos como lana, -

seda y algodón no deben ser utilizados para desinfectar ropas, pero hay que tener en mente que a pesar - de que algunos no dañan el algodón, si pueden perjudicar la lana o la seda. Estos desinfectantes no deben decolorar la ropa. En general, es deseable que puedan mezclarse con jabones y detergentes. En el caso de las ropas de cama, es necesario que su acción sea prolongada, no así para la ropa de uso diario, en la que tal propiedad no es necesaria.

Desinfección de habitaciones.

En este grupo se incluye la desinfección de pisos, - paredes y muebles, sin incluir cortinas que se tratan como en el caso anterior.

Para paredes, pisos y muebles, si el cuarto puede sellarse, es mejor utilizar un desinfectante gaseoso o en aerosol, ya que la penetración es muy importante. Este tipo de germicidas no debe blanquear, ni dañar telas, además debe ser neutralizable por si requiriese ser utilizado antes de lo previsto y así eliminar los efectos tóxicos o irritantes.

Cuando un cuarto se encuentra en uso constante, la de-

sinfección es mucho más difícil. Paredes y pisos se deben rociar o limpiar con un agente germicida que - sea inodoro, no tóxico y que no tenga un efecto irritante en las fosas nasales.

3.3. USOS Y APLICACIONES DE LOS DESINFECTANTES.

Higiene Personal

La piel tiene su propia flora natural que reside en los poros y en los folículos del cabello. La desinfección de la piel puede reducir el número de poros o sellarlos bajo una placa germicida por períodos que pueden variar considerablemente dependiendo del tipo de desinfectante que se utilice. Las bacterias contaminantes pueden sobrevivir por períodos suficientemente largos para infectar los utensilios de cocina pero pueden ser parcialmente inhibidas o eliminadas por medio de el lavado de los utensilios con agua y jabón, aunque para la persona que prepara alimentos, es necesario un enjuague con una solución desinfectante después de miccionar o defecar.

Además de los usos anteriormente mencionados, los desinfectantes también son utilizados para el cabello,

boca y dientes, lavados vaginales y en general en las partes del cuerpo donde se puedan almacenar bacterias que puedan causar infecciones.

Control de enfermedades contagiosas.

Para el control de las enfermedades contagiosas, se deben cuidar la asepsia de las personas encargadas de la atención de los enfermos, de los utensilios utilizados, de ropas y ropas de cama. En general, los doctores, enfermeras y personal de servicio son inmunes al grupo de enfermedades con las que están en contacto regularmente. Las ropas de protección, batas, cubrebocas y guantes, deben ser desinfectados preferentemente con calor húmedo o con algún desinfectante que tenga acción virucida. A falta de autoclave, la fumigación con óxido de etileno, es, probablemente el mejor método.

Para la ropa, los hipocloritos son los más efectivos para la desinfección de ropas de algodón, sábanas, colchas, etc., siempre y cuando se sumerjan durante al menos una hora en una solución que contenga aproximadamente 125 ppm de hipoclorito de sodio. Los guantes de goma se pueden desinfectar por calor húmedo, por hipoclorito de sodio.

clorito de 125 ppm, ó en caso de emergencia, sumergiendo los utensilios en una solución al 1% de desinfectante fenólico soluble durante 10 minutos y después hervirlos en agua fresca para remover el fenol.

La desinfección de los utensilios de cocina se debe hacer sumergiéndolos en una solución de desinfectante fenólico durante 10 minutos, después de haber eliminado todos los restos grandes de comida, lavando después vigorosamente con agua y después secar para eliminar los fenoles. El hipoclorito también se puede utilizar, pero solamente en lozas, ya que la cuchillería se corroe fácilmente.

La desinfección de habitaciones debe tomar muy en cuenta que una buena desinfección se debe hacer sin dañar a los muebles y objetos que estén dentro, tratándose de eliminar al máximo virus y bacterias. El formaldehído es uno de los productos más utilizados para este fin. Para la desinfección del ambiente son muy adecuados los aerosoles, por ejemplo, una mezcla de 10% de hexiresorcinol en propilenglicol, con un 0.05% de lórol bisulfonado. Este aerosol fué el más efectivo de todos los probados.

Prevención de infecciones contagiosas

De Sondenhoff (1954) en una conferencia a personal -- de hospitales, mencionó que aún prevalecía el problema de eliminar y prevenir infecciones contagiosas en hospitales, dado que los antibioticos no eran de gran ayuda ya que originaban virus y bacterias más resistentes, y no podían actuar sobre muebles, ropas de cama y ropas contaminadas. Asimismo opino que era necesario regresar a los principios de antisepticos, incluyendo la desinfección del aire.

El contagio puede llegar por muchos caminos, por vía directa, contacto con gente enferma, o infecciones por haberse utilizado instrumentos no estériles en alguna operación o manejo del paciente, o bien de manera indirecta, esto es con ropa de cama o ropa de hospital, en la que no se haya efectuado una desinfección correcta, o a través de comida o polvos en el ambiente.

Para controlar estos contagios es necesario cubrir todos los caminos posibles por donde la enfermedad pueda entrar, de otra manera, siempre existirá una posibilidad de contagio.

En hospitales no es raro encontrar contagios, particularmente en el tratamiento de heridos. El descansar demasiado en antibióticos puede causar un descuido en los estándares de asepsia en el manejo de los enfermos, ocasionando que los antibióticos, al cabo de tiempo - dejen abiertos los caminos a los contagios por las vías directa e indirecta.

Preparación de piel para operaciones

En estos casos debe existir una desinfección de manos de los doctores y enfermeras, guantes y una adecuada - desinfección de la zona a operar.

3.4 METODOS DE DESINFECCION

A] CALOR

Probablemente, la forma más simple de desinfección es el calor. Las formas vegetativas de las bacterias - tienen un rango amplio de puntos de muerte térmica. Topley y Wilson establecieron que los gonococos mueren a una temperatura de 55°C durante 5 minutos, mientras que las bacterias termofílicas que se encuentran en la leche y el estiércol, crecen mucho mejor a una

temperatura de aproximadamente 60°C. cuando las bacterias pasan al estado de esporas, se vuelven mucho más resistentes y es necesario utilizar calor húmedo para poder eliminarlas.

El proceso de muerte por calor de las bacterias, fué estudiado por Chick y Martin en 1910 y, ellos consideraron que la destrucción se llevaba a cabo por coagulación de proteínas en dos etapas, la primera era la desnaturalización de las proteínas, y la segunda por aglutinación cuando la proteína se separa.

Los métodos farmacéuticos de esterilización siempre asumen la existencia de esporas resistentes a la ebullición casi indefinidamente. Estos métodos son descritos brevemente a continuación:

Calor Seco

La esterilización por calor seco es un proceso relativamente lento de desecación irreversible y se utiliza para objetos de vidrio, aceites, polvos e instrumentos metálicos, los cuales son calentados a 150° ó 160°C, durante una hora. Muchos hospitales mantienen el servicio de jeringas estériles por medio de un horno ca-

lentado electricamente en el cual se circula aire caliente por medio de un ventilador. Las jeringas son cargadas en canastas, para permitir el flujo libre -- del aire, cuando la temperatura en el horno ha llegado a los 160°C. Dentro del horno se deben colocar -- termopares en las jeringas para poder medir la temperatura en diferentes partes del horno.

Calor húmedo

Esta esterilización sⁱnsiste en llevar la temperatura a 115° durante 30 minutos en un autoclave. Esta práctica es frecuentemente utilizada para la esterilización de medios de cultivo en laboratorios bacteriológicos y para la esterilización de ropa quirúrgica. Para la esterilización de sustancias termolábiles, se debe hacer una modificación, la temperatura se lleva solamente a 98-100°C durante 30 minutos, pero en presencia de un bactericida, los bactericidas recomendados - por la British Pharmacopeia para este propósito, son - las soluciones de clorocresol al 0.12% o el nitrato fenilmercurico al 0.002%.

Otros métodos de esterilización por calor son la Tynda lización y la Pasteurización. El primer método consisg

te de vaporizaciones durante tres días sucesivos, este método se utiliza como una alternativa de la autoclave para ciertos medios nutrientes, ya que los organismos y las esporas presentes germinan y son muertas por las sucesivas vaporizaciones. El segundo método es usado en el tratamiento de la leche para destruir las infecciones nacidas en la leche, como por ejemplo la tuberculosis bovina. El método consiste en mantener una temperatura entre 145 y 150°F durante 30 minutos y después bajar la temperatura drásticamente a 55°F.

Otros métodos de esterilización que no utilizan agentes químicos son la filtración, que se utiliza para purificar agua, y en los laboratorios en donde existen medios de cultivo que pudieran ser dañados por el calor, se usan exposiciones a luz ultravioleta, método que además se utiliza para la esterilización del aire.

B] AGENTES QUIMICOS COMO DESINFECTANTES

Alcohol Etilico

Al mezclarse con agua, el alcohol etílico es un germicida efectivo, particularmente contra contaminantes de la piel. Se utiliza diluido al 50% después de lavar con -

agua y jabón. Topley y Wilson encontraron la máxima efectividad contra el "Staphylococcus Aereus" entre 50 y 70%.

Además de lo anterior, el alcohol es frecuentemente - utilizado para diluir desinfectantes.

Las soluciones alcoholicas son también utilizadas para la desinfección y almacenamiento de instrumentos de - acero para prevenir oxidación.

Azufre y dióxido de azufre.

El azufre, particularmente en estado coloidal, tiene propiedades fungicidas valiosas. Estas propiedades - fueron utilizadas en la edad media; cuando quemaban - azufre para controlar las plagas epidémicas. El dióxido de azufre es activo solamente en una atmósfera - húmeda, ya que solo así se puede convertir en ácido sulfuroso.

Iodo

El iodo tiene un espectro bactericida amplio, es a la vez fungicida y virucida. Sus propiedades bactericidas

se cree que son debidas a su habilidad para inhibir enzimas esenciales para el metabolismo bacteriológico. El iodo es considerado mejor a otros antisepticos debido a su baja toxicidad al tejido embriónico así como a la eficiencia bactericida.

Cloro, hipocloritos y cloraminas

El cloro y los hipocloritos serán discutidos con mucho mayor detalle en el siguiente capítulo ya que es uno de los desinfectantes más importantes.

Otros agentes oxidantes

Un número de agentes oxidantes son tóxicos a las bacterias debido a su capacidad de liberar oxígeno nascente, es por esto que el peróxido de hidrógeno limpia las heridas, debido a su acción efervescente, el perborato de sodio se utiliza en soluciones al 2% como enjuague bucal. El permanganato de potasio tiene un valor bactericida, pero este valor se reduce rápidamente en presencia de materia orgánica. Fue utilizado en diluciones de 1 a 1000 en heridas que presentaron supuración, y en irrigación o lavado de ampollas, en diluciones de 1 a 10,000. En la actualidad

estas soluciones han sido completamente desplazadas por los antibióticos.

Fenol y sus homólogos

Estos compuestos químicos han demostrado tener un espectro bactericida bastante amplio, el cual varia dependiendo de cada compuesto en particular. Aquellos que tienen un punto de ebullición mayor, se ven mas afectados por la materia orgánica que los que tienen un punto de ebullición mas bajo, los que además son mas solubles en agua. Una de las desventajas que presentan los desinfectantes homólogos del fenol, es que todos ellos presentan un olor característico, lo cual los imposibilita para ser utilizados en la industria alimenticia. Los líquidos fenólicos solubles en agua permanecerán indefinidamente en recipientes de vidrio, y son menormente afectados por la materia orgánica -- presente. Estas soluciones son de naturaleza jabonosa, tienen propiedades detergentes pero tienen la desventaja de ser altamente tóxicos a la piel.

Los desinfectantes fenólicos, debido a que no están sados en compuestos químicamente puros, son relativamente baratos, por lo que, si sus características de

olor, toxicidad y efectos a la piel no son limitaciones importantes, son, sin duda alguna, los desinfectantes más eficientes. Al aumentar el conocimiento sobre las propiedades de los homólogos fenólicos superiores, se irán reduciendo sus limitaciones y aumentará su campo de acción.

Compuestos cuaternarios de amonio

Estos agentes germicidas, son compuestos químicos que varían en pureza de acuerdo al uso que se les va a dar. Comercialmente se encuentran en concentraciones que van del 10 al 95%. Para uso en cirugía y farmacia, es necesario utilizar compuestos químicamente puros, por lo que su preparación comercial consistirá únicamente del compuesto cuaternario de amonio y agua.

Las principales ventajas de estos compuestos sobre todo los demás desinfectantes, es que carecen de olor y sabor a concentraciones considerablemente altas, además de ser no tóxicos. Debido a esto, los compuestos cuaternarios de amonio, son los adecuados para ser utilizados en la industria alimenticia, así como para la fabricación de desparas.

CAPITULO IV

=====

DESINFECTANTES CLORADOS

4.1 PROPIEDADES (1)

Los halógenos en general, se caracterizan por su extrema reactividad, casi siempre oxidante. El fluor es el mas reactivo de toda la familia, aunque por su misma reactividad es difícil de utilizarse como desinfectante, ya que es demasiado tóxico, irritante y corrosivo para ser usado de una manera segura. Los compuestos de bromo también son demasiado tóxicos e irritantes para un uso extenso, aunque algunos de ellos pueden ser utilizados cuando se mezclen con otros halógenos.

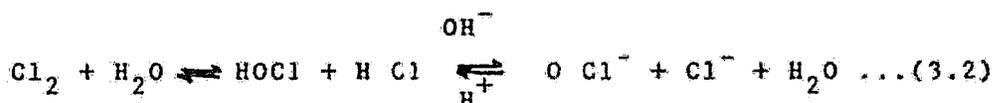
La potencia germicida de los halógenos se debe sin duda a su alta reactividad oxidante, ya que esta ocasiona la destrucción total de la actividad celular de las proteínas. La entidad activa puede ser el halógeno en sí, o el ácido hipohaloso. Estas dos especies forman un equilibrio dependiente del pH.

(1) ref.4



(en donde x es un átomo de halógeno)

En el caso del cloro, la solución sería inestable bajo condiciones ácidas y esto ocasionaría el desprendimiento del cloro gaseoso, gas venenoso, por lo que los hipocloritos líquidos se formulan normalmente en medio alcalino.



Actualmente la teoría más aceptada, es la que afirma que el ácido hipocloroso sin disociar es la especie germicida más activa; esto concuerda con el aumento de la actividad germicida al reducir el pH. Se ha visto que la actividad bactericida del hipoclorito de sodio es muy dependiente del pH, aumentando a valores menores de pH.

La destrucción óptima de germen es se alcanza a pH 5, pero a valores inferiores de 5, empieza a desprenderse cloro. Los desinfectantes que contienen hipoclorito de sodio, normalmente se estabilizan por medio de la adición de un alcali, pero debido a que el pH no pue-

de fijarse fácilmente, varía en un rango de pH entre 7 y 9.

Refiriéndonos a la ecuación (3.2), la presencia del ácido hipocloroso sin disociarse, con respecto al pH es la siguiente:

pH	Porcentaje de Hipoclorito sin disociar.
4	casi 100
5	99.6
6	95.8
7	69.7
8	18.7
9	2.2
10	0.2

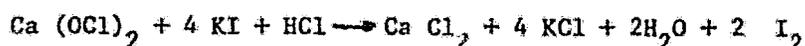
Este mecanismo se puede ver fácilmente en el caso del hipoclorito de sodio, pero también es aplicable para un rango de compuestos orgánicos N-clorados, los cuales se han desarrollado en los últimos años, y que son germicidas en solución, hidrolizándose hasta llegar al ácido hipocloroso. Además existen varios ejemplos en los que se ha mejorado la actividad al --

usar esas mezclas de halógenos, en donde los ácidos hipoiódoso e hipobromoso juegan una parte, se cree - que esta mejora es debida al bajo grado de ionización que tienen estos ácidos. Además se ha encontrado que los compuestos N-halogenados que contienen bromo y - cloro pueden ser superiores a los que solamente contienen uno de ellos.

4.2 CONSTITUCION QUIMICA

Un término que es necesario aclarar es el de cloro -- disponible, ya que es una manera de medir la potencia oxidante de un compuesto en términos de un equivalente de la cantidad de cloro. Se originó en un viejo - método de determinación de fuerza de la cal clorada, ya que fue una medición del volumen de gas liberado - de la cal clo-ada acidificada y este volumen se le -- llamó "Porcentaje de cloro disponible".

Uno de los métodos actuales para la determinación de - cloro disponible es el método del tiosulfato de sodio almidon-iodo. En este método se lleva a cabo la si-- quiente reacción con hipoclorito de calcio:



En esta reacción una molécula de hipoclorito de calcio, que contiene solo 2 átomos de cloro, libera 4 átomos de iodo del yoduro de potasio. Puesto que cada átomo de iodo se considera equivalente a un átomo de cloro, el cloro disponible medido en términos del iodo liberado es dos veces la concentración real de cloro en el hipoclorito de calcio. Por lo tanto $2I_2$ es equivalente a $2 Cl_2$ y el $Ca(OCl)_2$ es equivalente a $2 Cl_2$.

El peso molecular del $Ca(OCl)_2$ es de 142.92 y el del $2 Cl_2$ es 141.84, por lo tanto, la relación es de 1.0076. Por lo tanto, un producto que contenga 50% de hipoclorito de calcio, tendrá un equivalente de 49.64% de cloro disponible. Con hipoclorito de sodio el cual contiene solamente un átomo de cloro, libera dos átomos de iodo del yoduro de potasio, por lo que es equivalente al Cl_2 . El peso molecular del $NaOCl$ es 74.46 y el del Cl_2 es 70.92 por lo que la relación es 1.049:1, por esto, un producto que contenga un 10% de hipoclorito de sodio, tendrá un equivalente de 9.52% de cloro disponible.

4.3 HIPOCLORITOS

Los hipocloritos se encuentran disponibles en el mer

cado en forma líquida y sólida. En forma líquida son soluciones de hipoclorito de sodio. En forma sólida, son polvos de hipocloritos de sodio y calcio combinados con fosfato trisódico hidratado. Las preparaciones que contienen hipoclorito de calcio son: cal clorada, productos conteniendo un 70% de cloro disponible, y otros que varían entre un 15 y un 50%.

La cal clorada recién preparada, contiene de 30 a 35% de hipoclorito de calcio. Debido a la naturaleza de su composición química, este producto es inestable y bajo condiciones promedio de almacenamiento, pierde aproximadamente 1% de su contenido original de hipoclorito de calcio cada mes. La humedad y el calor incrementan éstas pérdidas. La cal clorada ha sido casi completamente reemplazada por los productos de 70% de cloro disponible, aunque aún se puede encontrar en pequeños envases. Los hipocloritos de calcio de 70% se utilizan para la cloración del agua de suministro a pequeños municipios, albercas y afluentes de drenaje: para la preparación de soluciones de hipoclorito de sodio al 1%, que son utilizados como blanqueadores en lavanderías, para la cloración de agua que se utiliza como suministro en plantas procesadoras de alimentos. Los productos que contienen entre el 15 y el 50%

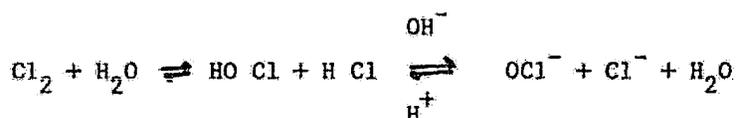
de hipoclorito de calcio, son esencialmente utilizados para la limpieza y desinfección de utensilios de uso diario, por ejemplo, vasos y platos en restaurantes, etc.

Los productos que contienen hipoclorito de sodio son principalmente líquidos que contienen entre 1 y 15%. Los productos de 1%, se venden para usos de higiene personal, así como blanqueadores caseros. Los productos que contienen entre 5 y 12% son vendidos como blanqueadores caseros, además de servir para la limpieza e higienización de los equipos y utensilios de uso diario. Las soluciones que contienen 15% se utilizan principalmente, para la fabricación de blanqueadores e higienizadores en lavanderías.

Efecto del pH en la actividad germicida

Es un hecho bien conocido, que al ir incrementando la alcalinidad de las soluciones que contienen cloro disponible derivado de algún hipoclorito o similar, decrece sensiblemente la propiedad bactericida, mientras que al aumentar la acidez, se mejora el tiempo de eliminación de bacterias.

Esta situación se puede explicar ya que sabemos que el agente desinfectante es el ácido hipocloroso, y éste se encuentra en equilibrio dependiente del pH, de acuerdo a la siguiente reacción:



Por lo tanto al presentarse un incremento del pH, la reacción se desplazará para formar iones OCl^- , los cuales no tienen el poder de penetración que tiene el ácido hipocloroso, lo que ocasiona una disminución en la actividad germicida. Si por el contrario aumentamos fuertemente la acidez, desplazaremos el equilibrio hacia el HOCl , o aún mas hasta llegar a Cl_2 libre, siendo las dos especies que tienen mayor actividad lográndose de esta forma un aumento en el poder germicida. Hay que tener en cuenta que no podemos disminuir demasiado el pH ya que podríamos ocasionar el desprendimiento del Cl_2 gaseoso. En conclusión sabemos que el mayor poder germicida se encontrará a valores de pH de 5 ± 1 .

A continuación se presenta una tabla obtenida por Weber y Levin en 1944 conteniendo los resultados de sus

experimentos para ver el efecto del pH.

Espora utilizada	Temp. (°C)	pH	Cloro disponible ppm	Tiempo de ex- terminio. (min)
	20	10	25	121
	20	9	25	20
Bacillus	20	8	25	5
metiens	20	7	25	3.6
	20	6	25	2.5
	20	5	25	-

De esta tabla podemos ver claramente que al disminuir el pH disminuye sensiblemente el tiempo requerido para eliminar el bacilo.

Efecto de la temperatura.

A menudo se menciona que los hipocloritos pueden ser utilizados solamente en agua fría como agentes sanitarios, debido a que en agua de temperaturas más elevadas pierden su cloro disponible. Para demostrar que esto no es cierto se hizo el siguiente experimento: Se prepararon soluciones de hipoclorito de sodio alcalino, con concentraciones de 50, 100 y 300 ppm de cloro dis-

ponible, y fueron colocados a 55°C durante 180 minutos, en el transcurso del experimento se tomaron mediciones a los 30, 60, 120 y 180 minutos, encontrándose exactamente la misma cantidad de cloro disponible inicial.

Los señores Levine y Rudolph en el año de 1941, llevaron a cabo un experimento con los siguientes resultados:

Espora utilizada	Temp.	pH	Cloro disponible (ppm)	Tiempo de <u>extermi-</u> <u>terminio.</u>
Bacillus Metiens	20	10	25	121
	30	10	25	65
	35	10	25	39
	50	10	25	9

De lo anterior podemos ver que las soluciones preparadas a partir de hipocloritos muestran un incremento en su actividad germicida al incrementar la temperatura y además no pierden cloro disponible. Por lo tanto se puede ver que su uso como agentes sanitarios no se debe restringir a temperaturas bajas, sino que puede ser utilizado ventajosamente a temperaturas relativamente altas.

Efecto de la materia orgánica

Como se ha visto anteriormente, el hipoclorito de sodio es un bactericida fuerte aún en condiciones en donde la materia orgánica pueda actuar como barrera contra la penetración. Esta es la razón por la cual ha sido exitosamente aplicado en antisépticos para piel, heridas o membranas mucosas. A pesar de que parte de este cloro disponible es desactivado, es sorprendente leer un reporte sobre el uso de desinfectantes en hospitales, en donde se indica que los hipocloritos son inactivos en presencia de materia orgánica. Parecería una etapa retrograda si las autoridades hospitalarias se decidieran a seguir esos consejos. También es importante para aquellos quienes tienen relación con la higiene y el procesado de los alimentos, que no se engañen con la creencia de que los hipocloritos son de poco valor en presencia de materia orgánica.

Una recomendación específica fue la adición de 10 ppm de cloro disponible a el agua utilizada en el procesamiento de pescados o de aves. La cuestión de un uso adecuado cuando se encuentra una gran cantidad de suciedad biológica presente, es muy importante ya que uno no esperaría tener los mismos resultados al utili-

zar agua de 50 ppm de cloro disponible en condiciones de mucha suciedad biológica, ya que la potencia del cloro disponible es proporcional a la cantidad de materia orgánica presente.

Los hipocloritos de sodio han sido aprobados por muchos años para la desinfección de tanques de leche, recipientes y equipos auxiliares, y la cantidad de 300 ppm ha sido considerada como estandar que debe ser utilizado para otros desinfectantes que quieran ser utilizados para estos fines.

A continuación presentamos una tabla que muestra la actividad germicida del hipoclorito de sodio en presencia de leche descremada.

Organismo probado	Cloro disponible (ppm)	% de leche descremada	% de muertes en el periodo de exposición (seg).		
			5	10	15
	200	0.0	99,992	100	100
Staphylococcus Aureus	200	0.1	99,989	99,999	99,999
105,000. células	200	0.5	99,828	99,993	99,998
	200	1.0	97,330	99,040	99,871
	25	0.0	99,994	99,999	99,998
Escherichia coli	25	0.1	99,930	99,996	99,999
230,000 células	25	0.2	99,260	99,950	99,991
	25	0.5	98	98	98,700

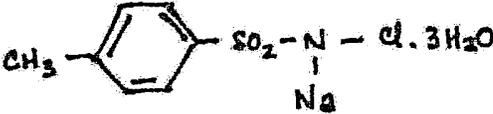
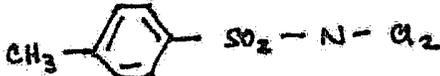
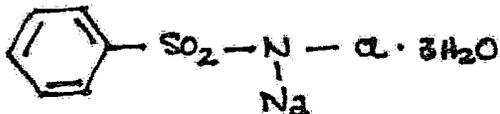
Con la tabla anterior se puede demostrar que no es tan grande la disminución del poder germicida de los hipocloritos en presencia de materia orgánica.

4.4. COMPUESTOS N-CLORADOS.

La tabla 4.1 anexa, nos muestra 12 compuestos N-clorados disponibles en el mercado. Ya que todos ellos es probable que formen HOCl en diferentes grados dependiendo del pH, su actividad germicida será similar en muchos aspectos a las del hipoclorito de sodio. Sin embargo se observan muchas diferencias particularmente en la velocidad de acción, la cual aparentemente está relacionada con la respuesta del pH a la hidrólisis del equilibrio. En general los compuestos N-clorados son mucho más lentos que los hipocloritos, aunque en algunas formulaciones esta velocidad puede aumentar al tener condiciones ácidas. Por ejemplo, Green (1964) encontró que un limpiador de toilet basado en ácido tricloroisocianúrico (ATIC). Al compararse con hipoclorito de sodio se encontró que era superior, ya que necesitaba una concentración menor para la misma acción contra bacterias y esporas, aunque al matar a las esporas más resistentes, requirió de más tiempo que

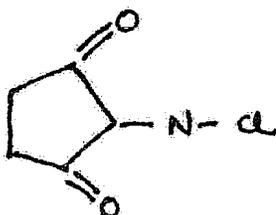
el hipoclorito de sodio.

TABLA 4.1

Nombre Comercial	Fórmula	% de cloro disponible
Cloramina T	 <chem>Cc1ccc(cc1)S(=O)(=O)N(Cl)O.O.O.O.[Na]</chem>	24.26
Dicloramina T	 <chem>Cc1ccc(cc1)S(=O)(=O)N(Cl)Cl</chem>	56-60
Clorazina B	 <chem>c1ccccc1S(=O)(=O)N(Cl)O.O.O.O.[Na]</chem>	29.5

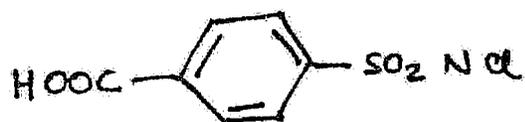
CONTINUACION TABLA 4.1

Succion clorimida



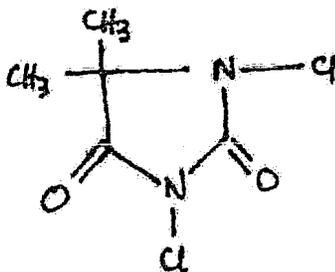
50-54

Halózona



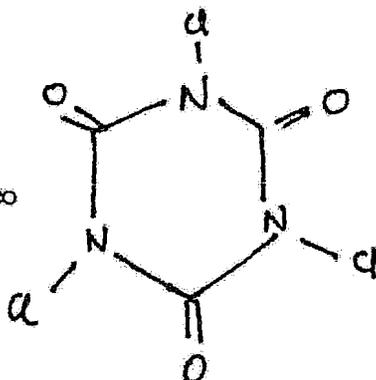
48-52.8

D D H



66

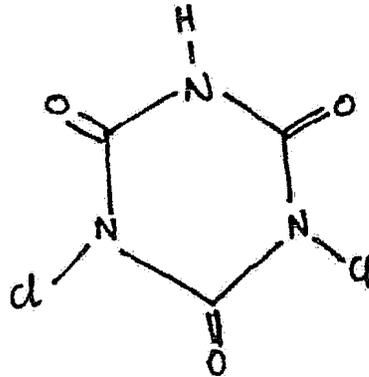
Acido Tricloroisocianúrico



91.5

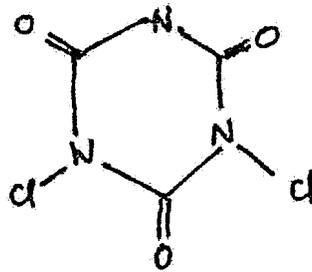
CONTINUACION TABLA 4.1

Acido Dicloroisocianurico



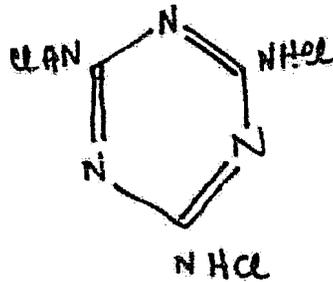
70.9

Eichlor 59P



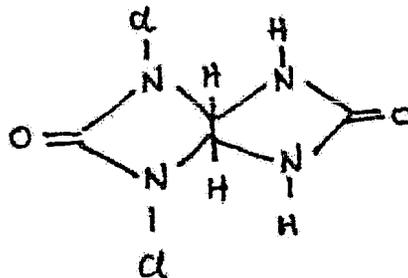
59.6

Tricloromelamina



70-90

Cloraxal 70



66.8

4.5 COMPUESTOS DE MEZCLAS DE HALOGENOS

Existe la evidencia de que la adición de bromo o iodo a los compuestos de cloro, resultan en un mejoramiento de la actividad germicida. Shere (1962) reportó ejemplos de estas mejoras por la adición de bromuro de potasio al fosfato trisódico clorado, o al dicloroisocianurato de sodio. Trueman, encontró resultados similares al añadir bromuro de sodio a las soluciones de hipoclorito de sodio.

Dichdala (1968) se refiere a ejemplos similares al hablar acerca de el uso del dimetilhidantoina halogenada con mezcla de diferentes halógenos, y la adición del ioduro de potasio al DDH. Paterson (1965) encontró también una gran mejora en las propiedades bactericidas de los compuestos orgánicos N-halogenados, cuando se encuentran presentes cloro y bromo al mismo tiempo.

CAPITULO V

=====

ACIDO TRICLOROISOCIANURICO

5.1 HISTORIA (1)

Este compuesto fue descubierto por Chattaway y Wadmore en 1902 y lo llamaron ácido tricloroimidocianúrico.

Chattaway y Wadmore demostraron que el nuevo producto era diferente del cloruro cianúrico, y más tarde comprobaron que el ácido tricloroisocianúrico (ATIC) posee la unión cloro-nitrógeno que no tiene el cloruro cianúrico.

El nombre de ácido tricloroisocianúrico es muy común, sin embargo una nomenclatura más correcta sería - - 1,3,5, tictloro 2,4,6,- trioxohexahidro -5- triazina.

Al igual que otros compuestos orgánicos clorados para uso de desinfectantes el ATIC contiene al grupo =N-Cl en su estructura, el cual se hidroliza en presencia de

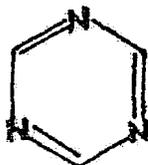
(1) Ref. 13. Pag.390-391

agua para formar el grupo imino (=NH), y el ácido hipocloroso (HOCl).

5.2 PROPIEDADES GENERALES DE LAS S-TRIAZINAS *

El ácido tricloroisocianúrico pertenece al grupo de las s-triazinas o 1,3,5-triazinas. Este grupo está representado por el ácido cianúrico que es uno de los primeros compuestos orgánicos que se identificaron. El ácido cianúrico fue descubierto por Scheele en 1776 y lo llamó ácido "piro-úrico", siendo éste un nombre descriptivo del método que utilizó para obtenerlo: la pirólisis del ácido úrico.

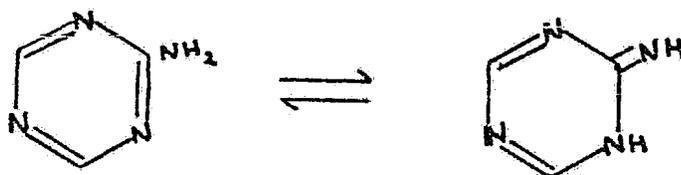
El compuesto fundamental en la serie es la S-Triazina



(I)

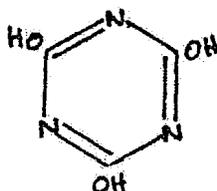
* Ref. 13. pag 17 ss

El compuesto mono funcional más simple de la serie es el 2-amino S-triazina que tal vez presenta tautomerización dando la dihidrotiazina.



(II)

El ácido cianúrico (III) se puede considerar el compuesto fundamental después de la S-triazina y la 2-amino S-triazina, aunque no el más simple si se ve desde el punto de vista del sustituyente.

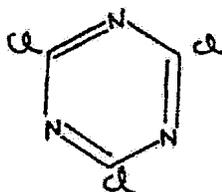


(III)

El ácido cianúrico se encuentra a menudo en la química de las triazinas como un subproducto en la síntesis de otros compuestos, o como un producto final en algunos experimentos de degradación suave de compuestos triazínicos.

Los derivados 2,4,6-trialquilicos están relacionados estrechamente con las S-triazinas, aunque en éstos no puede haber tautomerismo.

El cloruro cianúrico (IV) no está tan estrechamente relacionado con las S-triazinas como los derivados 2,4,6-trialquilicos, pero está muy relacionado con el ácido cianúrico y es mucho más usado que este último en la síntesis de varios compuestos S-triazínicos.



(IV)

S-TRIAZINAS

El anillo S-triazínico se numera de la misma forma que el anillo bencénico comenzando con un nitrógeno como número uno. El término S-triazina se ha preferido al término 1,3,5 triazina por simplicidad.

Cuando uno o más átomos de hidrógeno del ácido cianúrico se reemplazan por un grupo alquilo o por un grupo arilo se obtiene como resultado las alcoxi- y los ariloxi-S-triazinas de los esterés cianúricos. Estos compuestos son estructuralmente éteres, pero en gran parte de la literatura se nombran como ésteres ya que se parecen en sus reacciones y propiedades químicas.

Podría creerse que la química de las S-triazinas debería parecerse mucho a la de un aromático con sustituyentes, sin embargo no se pueden comparar. Pauling ha calculado que el núcleo triazínico está estabilizado con una energía de resonancia de 82.5 Kcal/mol. comparada con las 39 Kcal/mol. del benceno. El aumento de número de electrones en el anillo causado por la sustitución del carbono por nitrógeno en el anillo, puede ser la posible causa de esta elevada energía de

resonancia. Así, por cada nitrógeno introducido en el anillo, se añaden igualmente dos electrones adicionales. En el anillo S-triazínico existen sus -- electrones no apareados además de los electrones del anillo, los cuales pueden entrar en resonancia en el sistema.

Debido a esto se tiene que:

- 1) hay un aumento de energía de resonancia con respecto al benceno.
- 2) Hay una mayor densidad de electrones cerca de los átomos de nitrógeno, los cuales servirán para estabilizar las dobles ligaduras del anillo, mejor que el benceno.

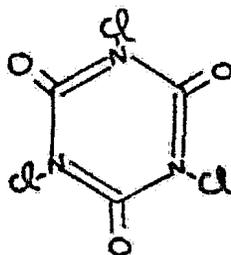
Además de las energías de resonancia, los sistemas - bencénicos y triazínicos difieren químicamente; Por ejemplo, los grupos primarios aminotriazínicos tales como la melamina no forman sales de diazonio, a diferencia del comportamiento característico de las aminas primarias aromáticas. Los grupos hidroxilo en sistema triazínico sólo se pueden acilar con gran dificultad. Por esto, los grupos de hidroxilos del --

ácido cianúrico son muy difíciles de acilar, a diferencia de los fenoles y naftoles.

5.3 PROPIEDADES DEL ACIDO TRICLOROISOCIANURICO

A) PROPIEDADES FISICAS DEL ATIC (1)

La fórmula del ATIC es la siguiente:



Constantes físicas

PM = 232.47

% de cloro activo

teórico = 91.5

típico = 90.0

mínimo = 89.0

PH (Solución al 1%) = 2.0 - 3.7

Solubilidad en agua a:

25°C. gr/100 ml = 1.2

Aspecto físico = Material cristalino, Blanco ligeramente higroscópico con olor a cloro.

Densidad aproximada

% de volátiles = .75-0.98
por volúmen.

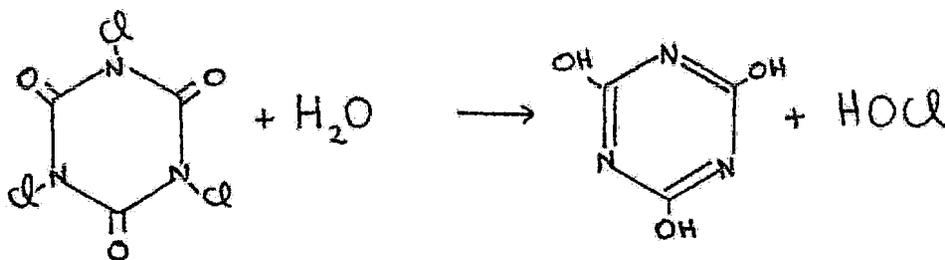
(1) Ref. 2

descomposición = 175° - 246°C.

el material húmedo se descompone a la temperatura ambiente.

B) PROPIEDADES QUIMICAS (1)

El ATIC presenta las reacciones típicas de la unión -cloronitrógeno, cuando se le agrega ácido clorhídrico hay un rápido desprendimiento de cloro con efervescencia; el ATIC libera bromo cuando se pone en contacto con ácido bromhídrico, y yodo del ácido yodhídrico, oxida a los sulfitos combirtiéndolos en sulfatos y libera azufre del ácido sulfhídrico, en todos estos casos se forma ácido cianúrico. En presencia de amoníaco se da una reacción violenta que puede resultar explosiva; hay liberación de nitrógeno en esta reacción. Cuando se hierve con agua o con ácidos o bases diluidas, se produce la reacción de hidrólisis dando como resultado ácido cianúrico con productos de descomposición de hipoclorito.



(1) Ref. 8

la reacción de hidrólisis es mucho más lenta que en los hipocloritos de sodio o de calcio por lo que libera más lentamente el cloro en soluciones acuosas.

C) DATOS TECNICOS DEL ATIC

El ATIC en forma comercial, se vende como un compuesto orgánico cristalino conteniendo una alta proporción de cloro activo y de gran estabilidad, por estas razones el ATIC se usa en la preparación de compuestos sólidos que se usan como blanqueadores, limpiadores o desinfectantes.

El ATIC se forma a partir del ácido cianúrico, lo que da al producto características propias superiores a las de los hipocloritos.

D) CLORO DISPONIBLE EN EL ATIC

Los productos comerciales de ATIC están formulados -- para producir soluciones comparables con las de los hipocloritos.

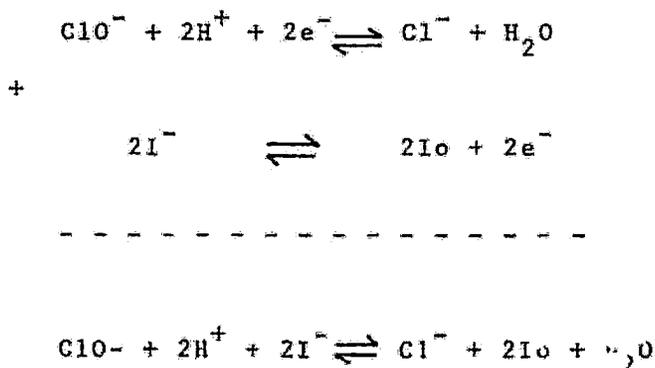
Debido a que todos los átomos del ATIC se hidrolizan para producir una cantidad equivalente de ácido hipo-

cloroso, el cloro disponible (poder oxidante) es exactamente el doble del contenido de cloro disponible que puede utilizarse en la práctica.

E) DETERMINACION DEL CLORO DISPONIBLE

Como ya se mencionó en el capítulo 4, el cloro disponible se puede determinar por medio de titulación con yoduro de potasio basado en que en solución cada átomo de cloro produce un ión de ClO^- por lo que el análisis del ATIC se reduce a la determinación del cloro disponible en medio ácido en presencia de yoduro de potasio.

La reacción de titulación sería la siguiente:



El yodo liberado es titulado como una solución I_0N -

de tiosulfito de sodio.

Hay fórmulas prácticas para determinar el cloro disponible del ATIC comercial:

1) P = peso del ATIC en gr.

N = número de ml. de tiosulfito 10N usado

$$\text{Porcentaje de cloro disponible} = .355 \times \frac{n}{p}$$

2) Concentración del cloro disponible en una solución de ATIC

V = volumen de la solución en ml.

N = número de ml. de tiosulfito 10N usado.

$$\text{Cloro disponible en 3/I} = 3.55 \times \frac{n}{v}$$

F) TOXICIDAD DEL ATIC

El nombre químico de ácido tricloroisocianúrico no debe confundirse de ninguna forma con el cianógeno o con el cianuro; no se encuentra ninguna traza de estos compuestos ni siquiera en los productos de descomposición cuando se calienta el ATIC a 400°C.

La dosis letal se ha determinado experimentalmente -

con ratas y conejos y se ha encontrado que va de 720 a 2000 mg/kg.

El ATIC no causa inflamación al estar en contacto - con la piel seca, sin embargo es irritante para los ojos, piel húmeda y vías respiratorias.

G) EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

Lo más común en otros países es que el ATIC se empaque en cuñetes de cartón protegidos internamente con bolsas de polietileno.

El ATIC debe almacenarse en un lugar fresco y seco, aunque el ATIC es ligeramente higroscópico, es susceptible a la humedad y es necesario que se cierren perfectamente las bolsas cuando no se use, en estas condiciones el ATIC puede mantener su cloro disponible - por varios meses.

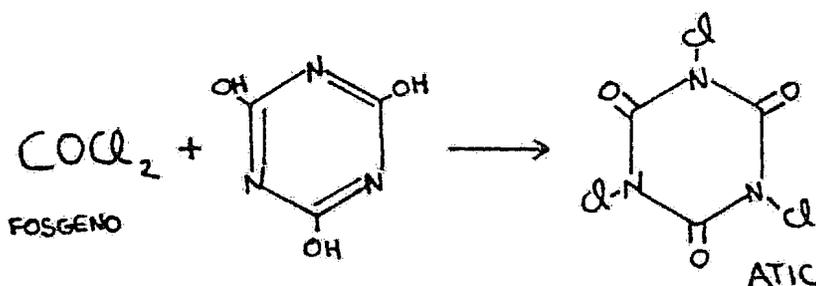
5.4 METODOS DE OBTENCION (1)

En la literatura se reportan varios métodos de producción de ATIC, a continuación se mencionan los princi-

(1) Ref. 13, pag.391.

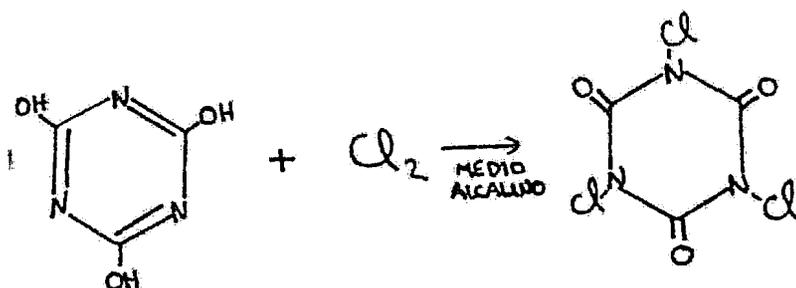
pales.

Un primer método que se recomienda para producción comercial es el que inicia a partir de fósgeno como agente clorante y ácido cianúrico como materia prima a clorar.



éste método es el más barato en cuanto a las materias primas que utiliza, sin embargo el fósgeno es un compuesto muy venenoso y difícil de manejar por lo que se requeriría alta inversión en el equipo adecuado para seguridad.

Existen otros métodos de producción reportados en la literatura y tiene como reacción fundamental:



como puede observarse el producto inicial básico es el ácido cianúrico que puede obtenerse de diversas formas.

Una vez que se ha obtenido el ácido cianúrico o bien se ha adquirido, se procede a la cloración del mismo con cloro obteniendo finalmente el ATIC.

El principal problema que se observa al pasar de ácido cianúrico a ATIC es que al estar clorando el ácido cianúrico en condiciones alcalinas logradas con sosa, se presenta la formación de tricloro nitrógeno en -- grandes cantidades, lo que disminuye notablemente el rendimiento de la reacción, además el tricloro nitrógeno es un líquido oleaginoso muy inestable que puede ocasionar la explosión del reactor donde se esté realizando la operación (1). A efecto de eliminar este problema, se han escrito varias patentes (2), las cuales mantienen la reacción básica de cloración del ácido cianúrico y lo original de las patentes consiste en el medio que proponen para efectuar la cloración, muchas mencionan un control estricto de pH como mane-

(1) Ref. 9 pp. 557-558.

(2) Pat. 23,643 JAPON (1963)
U.S.Pat. 2,964,525 (1963)
Pat. 686,773 CANADA (1963)

ra de evitar la formación de tricloro nitrógeno, sin embargo se ha visto que esta no elimina de manera eficaz la formación de tricloro nitrógeno y se reportan rendimientos máximos de 75% de ATIC mediante el control de pH.

En 1969, la Shikoku Kasei Kogyo Company, patentó un método para la fabricación de ATIC por lotes (1), por medio del cual se logran buenos rendimientos de ATIC (89%) y muy baja producción de tricloro nitrógeno.

Lo que propone la patente es iniciar la reacción en un medio básico fuerte (hidróxido de sodio) y una vez formado el ácido diclorocianúrico cambiar a un medio básico más débil (hidróxido de calcio) y terminar la cloración hasta que se haya logrado la formación completa de ATIC.

En resumen, existen tres métodos fundamentales para la producción de ATIC.

- 1) el que utiliza fósforo como agente clorante.

(1) Ref. 16

- 2) el que utiliza el control de pH para evitar la formación de tricloro nitrógeno.
- 3) el que utiliza una base fuerte y luego una base débil durante la cloración.

5.5 USOS Y APLICACIONES (1)

El ATIC se utiliza en la formulación de detergentes, debido a su estado sólido y por su alto contenido de cloro activo por lo que es preferido a los hipocloritos en ciertas aplicaciones.

En el mercado es común encontrarlo como un aditivo de detergentes para baños y fregaderos.

Otro uso que se la ha dado ultimamente es para el tratamiento de albercas y estanques y en potabilización de agua municipal.

Las ventajas con respecto a los hipocloritos comunes en la desinfección de albercas y estanques es que -- ofrece mayor protección a la salud de los usuarios,

(1) Ref. 4 p.162
Ref. 2
Ref. 8

pues no contiene sustancias alcalinas.

Proporciona un alto contenido de cloro activo en condiciones ácidas, neutras o alcalinas.

La duración de la acción del cloro es mucho mayor que la que se alcanza con otros agentes donadores de cloro. Esto se debe a su lenta hidrolización; no contiene calcio ni otros metales que puedan dar dureza al agua y como resultado no habrá turbiedad, Esto se debe a la naturaleza ácida del ATIC.

En estado seco no pierde concentración con el tiempo a diferencia de las soluciones cloradas.

Proporciona seguridad en su manejo, debido a su estado sólido.

El poder bactericida y algicida del ATIC es mayor que el que se consigue usando el hipoclorito con pH entre 6 y 10 en soluciones calientes o frías, la acción bactericida es más marcada a 20°C especialmente sobre la Escherichia Coli y la staphylococcus aeruynosa.

Tiene mayor estabilidad que los hipocloritos en solu-

ciones acuosas por lo que mantiene mayor equilibrio en los niveles de cloros adecuados en una alberca o estanque industrial.

5.6 COMPARACION DEL ATIC CON OTROS DESINFECTANTES CLO- RADOS.

Se piensa que el ATIC al estar en solución acuosa forma el ácido hipocloroso, y dependiendo del pH, su acción germicida será similar en muchos aspectos con las soluciones de hipoclorito de sodio, sin embargo, hay diferencias importantes, especialmente en la velocidad de acción que parece estar relacionada con las diferencias de pH y respondiendo al equilibrio de hidrólisis. En general los compuestos N-clorados tienen una acción mas lenta que la de los hipocloritos, sin embargo en ciertos compuestos su actividad puede acelerarse grandemente si se logran condiciones ácidas apropiadas. Para el caso del ATIC, Green encontró en 1964 que un limpiador para sanitarios hecho a base de TCCA era superior que el hipoclorito de sodio contra las bacterias vegetativas (1), sin embargo -- para las formas más resistentes como las esporas necesitaban más concentración para alcanzar la misma acción que el hipoclorito de sodio.

(1) Ref. 4 pag.162

La siguiente tabla muestra los resultados del experimento de Green.

Comparación bactericida entre el NaOCl y el ATIC.

organismo probado	tiempo de contacto (min)	Concentración letal de cloro disponible (PPM) y el PH de la Solución.			
		NaOCl		ATIC	
		pH	ppm	pH	ppm
E.Coli; Estafilococos aureo; P aeruginosa (pyocyanea)	30	7-8	30	4-5	10
Myc. tuberculosis	30	7-8	65	3-4	100
	240	7-8	35	3-4	50
Esporas de B-subtilis	30	8-9	125	2-3	200-400
	240	7-8	65	3-4	50-100

Efecto del pH en la acción germicida.

La variación de pH en distintos compuestos N-clorados ha producido diferentes respuestas, pero debido a que hay varios efectos que interactúan entre si, no se ha obtenido una idea clara al respecto; sin embargo se han hecho aproximaciones experimentales, para cada -

compuesto en particular.

Por ejemplo, Weber y Levine encontraron en 1944 que atacando esporas de *B. Metiens* con soluciones reguladas conteniendo mezclas de cloro/amoníaco a una temperatura de 20°C y con 25 ppm de cloro disponible y con una relación de cloro/amoníaco de 4.2; 1, había un punto de acción óptimo a un pH entre 6 y 9, los tiempos de exterminación fluctuaban entre 83-89 minutos, y se duplicaban cuando el pH se bajaba a 5 o bien se subía arriba de 9. (1)

El efecto del pH sobre la acción esporicida de la dicloroamina T y halazona fue investigada por Marks et al (1945) trabajando a 25°C con 5 ppm de cloro disponible y encontraron que el pH donde la acción esporicida era óptima era de pH=7; a este pH 99% de las esporas estaban muertas en 16 minutos con la dicloroamira-T y en 9 minutos con la halazona.

Ortenzio y Stuart (1959) examinaron el efecto de pH en la acción bactericida de 4 compuestos orgánicos -- N-clorados, cloramina-T; 1,3-dicloro 5-5 dimetil hidantoina (DDH), ácido dicloro isocianúrico y ácido tri

(1) ref. 4 pp.150-163

cloroisocianúrico (ATIC). Para esto usaron una bacteria llamada Salmonela Typhimorum, y fueron variando las concentraciones de cloro disponible a diferentes pH hasta alcanzar una acción equivalente a aquella de 200 ppm de hipoclorito de sodio a un pH= 8.5. las concentraciones equivalentes resultantes se expresan en la siguiente tabla: (1)

efecto del pH en las concentraciones de compuestos orgánico clorados, para alcanzar el mismo efecto que 200 ppm de NaCl a pH=8.5					
Compuesto orgánico clorado	pH				
	6	7	8	9	10
A T I C	125	160	175	200	225
ACIDO DICLORO-ISOCIANURICO	125	200	200	200	250
DICLORO - DIMETILHIDANTOINA	60	150-200	400	2000	3000-4000
CLORAMINA-T	40	150-200	500-100	3000	3000-4000

Se puede ver de la tabla que el ATIC y el ácido dicloroisocianúrico (DCCA) prácticamente no son afectados por los cambios de pH entre 7 y 10 pero en el DDII y cloramina-T el efecto es muy marcado; para ser efectivos estos últimos deben ser formulados para dar so-

(1) Ref. 4 pag.164

luciones con pH=7 o menos.

Se ha encontrado que un detergente alcalino en polvo conteniendo 0.5% de cloro disponible en forma de - ATIC ha dado buenos resultados en la desinfección de baños en hospitales (alder 1966). Este producto es - tan efectivo como la mezcla detergente/hipoclorito re comendada por Baycott (1956). Estos resultados concuerdan con los descubrimientos de Ortenzio y Stuart (1959) con relación a que un alto pH no afecta seriamente la acción germicida del ATIC.

CAPITULO VI

=====

ANALISIS Y EVALUACION DE LAS PATENTES DE FABRICACION
DE ACIDO TRICLOROISOCIANURICO.

Se han propuesto diversos métodos que parten de ácido cianúrico. Entre los métodos propuestos existe uno que parte de una solución de ácido cianúrico disuelto en un medio acuoso que contiene un hidróxido de algún metal alcalino. A la solución preparada se le burbujea cloro gaseoso y se cuida que el pH no suba de cierto punto, con este método se obtiene el -- ácido tricloroisocianúrico (ATIC) en estado sólido.

Otro proceso consiste en pasar una corriente de cloro gaseoso, pero manteniendo un pH constante en la solución. El ATIC que resulta de este proceso se separa del medio reactivo mediante centrifugación o cualquier otro método.

La desventaja principal de estos procesos es que durante la reacción se forma tricloro nitrógeno (NCl_3)* derivado de una reacción secundaria; este compuesto es extremadamente inestable, por lo que hay un riesgo

(*) en lo sucesivo se abreviará como NCl_3
y ácido tricloroisocianúrico como ATIC

elevado de explosión del equipo (aunque se tengan - fuertes medidas de control) y además es imposible - producir ATIC con rendimientos costeables.

Existe un tercer proceso que se ha utilizado bastante en el pasado. En este proceso se introduce una corriente de cloro a una solución de cianurato, el - cual se formó previamente disolviendo ácido cianúrico en una solución de sosa guardando una proporción de $3 M_{OL}$ de sosa por mol de ácido cianúrico. Este - método no se recomienda para una producción industrial pues al igual que los anteriores, presenta formación de NCl_3 durante la reacción y el rendimiento de ATIC es bajo, algunos estudios que se han realizado para - determinar la cantidad de NCl_3 que se forma utilizando este proceso, han encontrado que se generan más de 9.6 gramos de NCl_3 por cada mol de ácido cianúrico utilizada, por lo que aumenta la posibilidad de explosión y el rendimiento de ATIC sobre el ácido cianúrico utilizado es de solamente 75%.

Se ha visto que la mayoría de la sosa utilizada para - la neutralización se consume para generar el NCl_3 por lo que el cloro utilizado resulta insuficiente aunque solamente se utilicen 3 moles de sosa por mol de áci-

do cianúrico (es decir sólo la cantidad de sosa necesaria para neutralizar los H^+ que son sustituidos -- por el cloro). Si se agrega un exceso de sosa para lograr más cloro disponible en el medio para favorecer la formación de ATIC, se provoca una generación aún mayor de NCl_3 aumentando el riesgo de explosión y bajando el rendimiento de ATIC.

Existe otro proceso que se reporta en la literatura y que corresponde a una patente japonesa. Esta patente proclama un proceso con el cual se puede producir ATIC con seguridad suficiente y con baja formación de NCl_3 , además, de acuerdo con esta patente se obtiene ATIC con un alto rendimiento, excelente pureza y con un costo del proceso relativamente bajo. A continuación se describe este proceso.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACIDO TRICLOROISOCIANURICO (ATIC) DE ACUERDO A LA PATENTE OTORGADA A LA KASEI KOGYO COMPANY EN 1969 *

El principal objetivo de este proceso es neutralizar efectivamente los H^+ formados por la cloración y al mismo tiempo evitar la formación de NCl_3 ; obteniendo también como producto un ATIC con buen rendimiento y

(*) Ref. 16

pureza.

De acuerdo con la patente, el ATIC se obtiene haciendo pasar una corriente de cloro gaseoso en una solución de ácido cianúrico disuelto con dos agentes alcalinos siendo el primer agente alcalino un hidróxido del tipo del hidróxido de sodio y el segundo agente un compuesto de un metal alcalinotérreo, el primero se encuentra en una proporción de cuando más dos moles por cada mol de ácido cianúrico y el segundo - en proporción de al menos 0.5 moles por cada mol de ácido cianúrico, la suma molar de ambos agentes alcalinos es por lo menos igual a la cantidad molar de ácido cianúrico.

El medio acuoso donde se realiza la reacción se mantiene a una temperatura de 0° a 40°C. El cloro gaseoso se introduce hasta que el pH del medio llega cuando más a 4.0. Después de que el ATIC se ha precipitado mediante el proceso anterior, se separa de la solución inicial mediante filtración, centrifugación o -- cualquier otro método parecido.

Como es bien sabido, el ATIC es un compuesto en el cual los hidrógenos del ácido cianúrico son sustituf-

dos por cloro, por lo que para completar la reacción de cloración del ácido cianúrico, es necesario neutralizar los protones que se van liberando progresivamente a medida que el Cl^+ entra en la molécula de ácido cianúrico; también es bien sabido que en este punto es necesario que esté presente una cantidad equivalente de alguna sustancia alcalina que neutralice los tres protones que se liberan por cada mol de ácido cianúrico.

Los procesos mencionados anteriormente para producir ATIC utilizan sosa como agente neutralizante, lo que presenta desventajas como se verá a continuación:

Anteriormente se creía que la causa principal de la formación del NCl_3 consistía principalmente en una descomposición del anillo triazínico del ácido cianúrico que ocurría cuando el medio alcalino de la solución se encontraba en un pH superior a 9 durante la primera fase de la reacción. De acuerdo con esto, se consideraba que para producir ATIC sin peligro de explosión, las velocidades de alimentación de ácido cianúrico, el hidróxido y el cloro, tenían que ser ajustados respectivamente para lograr: que el pH de la reacción no subiera de 9, que 3 moles de sosa se aliment

ran por mol de ácido cianúrico y que el cloro se --- agregara de tal forma que el pH en el último punto - de la reacción bajara a menos de 3.5.

Sin embargo, se ha encontrado que el ATIC producido de acuerdo a este método, provoca una generación de 10.8g. de NCl_3 por mol de ácido cianúrico inicial, - que es una cantidad aún mayor a los 9.6 gramos de -- NCl_3 , que se formaba con el tercer proceso menciona- do al principio de esta discusión.

Se han realizado varios experimentos tratando de de- terminar cual es el punto en el que se forma el NCl_3 . Se ha encontrado que durante el periodo de formación de ácido diclorocianúrico, hay poca formación de NCl_3 es decir, del orden de 0.4g. por mol de ácido cianú- rico, mientras que en el periodo en el cual el ácido diclorocianúrico pasa a ácido tricloroisocianúrico - (ATIC), se forma una gran cantidad de NCl_3 , (9.2 gr. de NCl_3 /mol de ácido cianúrico). Asi se ha encontra- do que la formación de NCl_3 no se debe a la clora--- ción del anillo triazinico en presencia del medio alcalino,- durante el inicio de la cloración, como se crefa anteriormente; sino que se debe a la descomposición parcial del ATIC producido en el medio de reacción, el cual se descompone al ser

atacado por el agente alcalino que se agrega para la neutralización del tercer protón en el último paso de la cloración. Esto se comprueba también con el hecho de que se forma una gran cantidad de NCl_3 cuando se agrega sosa al ATIC provocando así la descomposición de este último. Se ha encontrado sin embargo que clorando ácido diclorocianúrico para obtener ATIC en un medio básico logrado con un agente alcalino del tipo de calcio, bario, magnesio o cualquier otro parecido, o bien si se usa zinc como agente neutralizante del tercer protón, (liberado cuando se forma ATIC) la formación de NCl_3 es muy pequeña, de hecho es de 1.3 gr. de NCl_3 por cada mol de ácido cianúrico. Esto demuestra que es posible reducir la formación de NCl_3 hasta una cantidad que corresponde al 13% del NCl_3 que se formaba usando los otros procesos conocidos.

Parece ser que la razón de la baja formación de NCl_3 se debe a que la velocidad de reacción de neutralización del ATIC, usando agentes alcalinotérreos como el calcio, bario, magnesio o zinc, es muy distinta de la velocidad de descomposición del ATIC, lo que no pasa cuando se usa sosa como agente neutralizante del tercer protón donde las velocidades de neutralización y

descomposición son muy parecidas.

De lo descrito anteriormente se deduce que para convertir ácido cianúrico en ácido tricloroisocianúrico y al mismo tiempo evitar la formación de NCl_3 , se debe tomar en cuenta que el primer paso de la reacción, es decir el paso de ácido cianúrico a ácido dicloroisocianúrico debe realizarse en una solución que contenga hidróxido y/o carbonato de un metal alcalino en una proporción de 2 a 1 con respecto al ácido cianúrico, y luego continuar la cloración añadiendo 0.5 moles por mol de ácido cianúrico de cualquiera de los hidróxidos, óxidos y/o carbonatos de un metal alcalinotérreo o zinc.

Sin embargo, se ha encontrado que es preferible clorar el ácido cianúrico que se ha disuelto en una solución que contiene ambas clases de agentes alcalinos desde un principio, logrando con esto reducir aún mas la formación de NCl_3 en 0.1 a 0.3 gr. adicionales sobre los 1.3 gr. que se formaban. La base de esta mejor acción de los agentes alcalinos juntos radica en lo siguiente:

Cuando cualquiera de los hidróxidos, óxidos o carbona-

tos de los metales alcalinotérreos o zinc son agregados al líquido reaccionante durante la cloración para convertir ácido diclorocianúrico a ATIC, se produce un ataque parcial a éste último debido al aumento de concentración local del agente alcalino. Por otra parte, cuando una solución tiene desde su inicio ambos agentes alcalinos, el agente alcalinotérreo es consumido electivamente sólo hasta que ya se ha formado el ácido dicloroisocianúrico, el paso de ácido dicloroisocianúrico a ATIC se realiza por medio del agente alcalinotérreo o el compuesto de zinc, así la cantidad de agentes alcalinos que se necesitan para neutralizar los protones, son agregados desde el principio y se evita la concentración local de alcalí por lo que no se presenta un medio propicio para que el ATIC se descomponga.

Existe una patente canadiense* para producir ácido diclorocianúrico y ATIC en la que se usa una mezcla de metales alcalinotérreos como agente alcalino; en este proceso no se reporta ninguna mejoría en la eliminación del NCl_3 con respecto al proceso anteriormente mencionado donde se formaba 1.3 gr. de NCl_3 /mol de ácido cianúrico, la diferencia fundamental de este mé

(*) Pat. 686,713 CANADA (1963)

todo con el propuesto anteriormente es que en este método sólomente se usan agentes alcalinotérreos para evitar la formación de NCl_3 lo cual presenta algunas desventajas.

Para ilustrar las desventajas de los procesos presentados al principio y el proceso de la patente canadiense, se describen a continuación 6 experimentos que se efectuaron para ver el efecto que causan distintas variables en la formación de NCl_3 .

Las figuras 1 y 2 son gráficas esquemáticas mostrando la interrelación del pH de las soluciones de reacción y la formación de NCl_3 durante la cloración de ácido cianúrico tal y como se describe en los experimentos I y II respectivamente.

Las figuras 3 y 5, son gráficas esquemáticas mostrando la interrelación que existe entre las cantidades de sosa usada y la formación de NCl_3 , como se describe en los experimentos III y V respectivamente.

La figura 4 es una gráfica esquemática que muestra la interrelación entre la cantidad de hidróxido de magnesio usada y la formación de NCl_3 tal y como se descri-

be en el experimento IV.

El experimento VI se efectuó para demostrar que en el proceso de mezcla de agentes alcalinos no es necesario que los productos sean de grado reactivo, sino que los agentes alcalinos pueden ser de grado industrial, obteniéndose también ATIC de excelente pureza.

EXPERIMENTO I

Este experimento se realizó para demostrar que es imposible inhibir la formación de NCl_3 en la producción de ATIC cuando se usa sosa como agente alcalino aún cuando se mantenga el pH de la solución abajo de 9.0 durante la cloración de ácido cianúrico.

Para efectuar el experimento, se utilizó un reactor de titanio con capacidad de tres litros equipados con un agitador mecánico, una entrada para el agente alcalino, una entrada para el cloro, una salida para el gas, un termómetro, y un medidor de pH. El reactor fué sumergido en agua helada para ajustar la temperatura durante la cloración del ácido cianúrico.

Se introdujeron al reactor, 1.5 litros de agua y 1 -

mol de ácido cianúrico y se mezclaron con el agitador, Se hizo pasar cloro gaseoso a una velocidad de 1 litro/min. mientras se mantenía la temperatura de reacción entre 10 y 15°C; al mismo tiempo se goteaba la solución alcalina (NaOH) dentro del reactor procurando mantener el pH determinado para cada caso.

La sosa se agregó en forma de solución acuosa al 30%. Después de añadir 3 moles de sosa, se suspendió la alimentación, continuando sin embargo con la alimentación del cloro gaseoso hasta que el pH descendió a 3. Durante todo este proceso se mantuvo una fuerte agitación para asegurar una buena reacción. El ATIC resultante de este proceso fue filtrado lavando con agua, secado y examinado para determinar tanto el rendimiento como el contenido de cloro activo del producto. Para poder medir cuantitativamente la formación de NCl_3 producido, se introdujo la salida gaseosa del reactor en un matraz de absorción que contenía ácido clorhídrico concentrado, con lo que se determinó el NCl_3 que se obtuvo de la corriente gaseosa, en forma de cloruro de amonio. También se sacaron muestras de la solución reaccionante las cuales se mezclaron con tetracloruro de carbono disolviendo así el NCl_3 contenido en la solución en forma de cloruro de amonio. La

siguiente tabla muestra los resultados obtenidos del experimento anterior.

Valor de pH mantenido	Rendimiento en % basado en las cantidades de ácido cianúrico usado.	Cloro efectivo en el producto en %	Formación de NCl_3 en gr.
10.5	75.6	90.6	9.52
9.0	76.0	91.15	10.80
7.0	75.7	88.20	11.65
5.0	74.5	89.09	12.80
3.0	77.0	88.61	12.50

La figura I es una gráfica esquemática de esta tabla.

En este experimento se muestra que para evitar la formación de NCl_3 durante la cloración, resulta inútil - mantener el pH abajo de 9.0 como se propone en algunos procesos, ya que como puede observarse en la figura I entre más bajo se encuentra el pH de la solución, mayor será la formación de NCl_3 .

EXPERIMENTO II

El propósito de este experimento es confirmar la cantidad de NCl_3 que se forma durante la cloración cuando

se utiliza el proceso común de fabricación de ATIC en el que solamente se emplea sosa como agente neutralizante; otro objetivo de este experimento es determinar el punto de la cloración en el que se forma el NCl_3 .

Para realizar este experimento se utilizó el mismo reactor que el usado en el experimento I y el NCl_3 se midió de la misma manera. A 1.5 litros de agua depositados en el reactor se les agregaron 3 moles de sosa y 1 mol de ácido cianúrico, los cuales se disolvieron mediante agitación. Se hizo pasar una corriente de cloro gaseoso dentro de la solución a una velocidad de 1 l/minuto, mientras se mantenía la temperatura del líquido entre 10 y 15°C. El pH de la solución fué reduciendo gradualmente a medida que se iba añadiendo el cloro, empezando de un pH inicial de 13.8 y acabando en un pH de 3. Al llegar a este punto, se detuvo la alimentación de cloro. Durante el período de reacción se sacaron varias muestras de la solución mientras el pH iba variando. A cada muestra se le medía la cantidad de NCl_3 formada hasta ese momento. Después de terminada la reacción, el ATIC formado se separó de la misma manera que en el experimento I, obteniéndose un rendimiento de 175 gr. de ATIC (ya corregido por las

INTERRELACION ENTRE EL VALOR DE pH

DE LA MEZCLA DE REACCION Y LA

FORMACION DE NCl_3 .

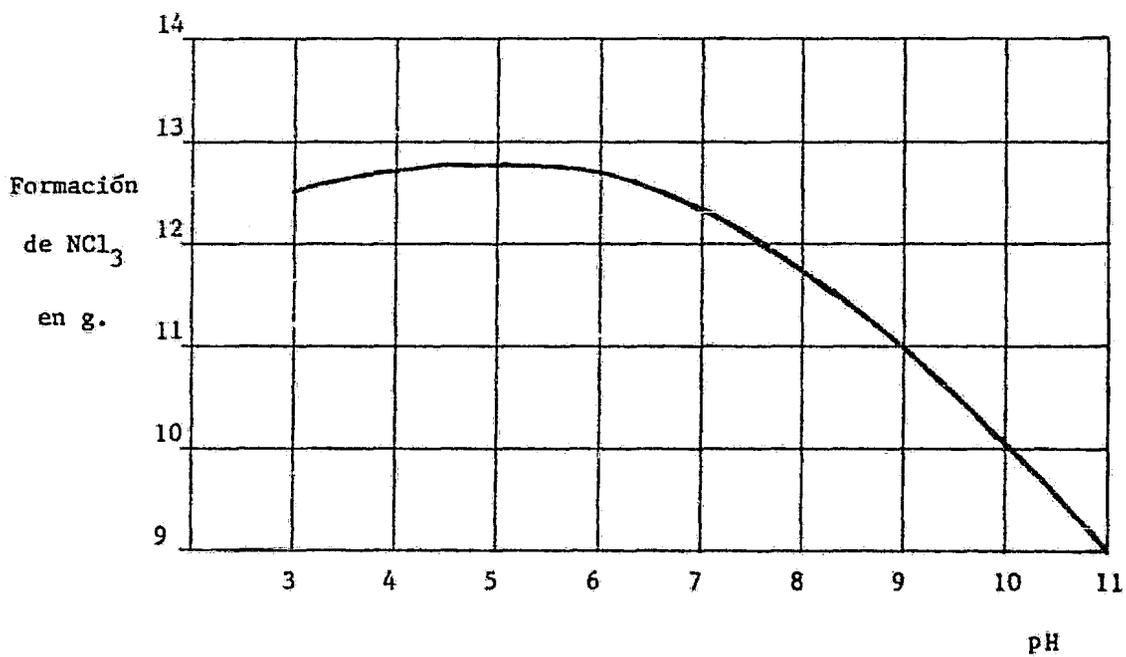


FIGURA 1

muestras sacadas). El cloro efectivo del ATIC obtenido fue de 90.35%.

La siguiente tabla y la Figura 2 muestran la interrelación entre la formación de NCl_3 en gramos (en el momento en que se media el pH) de la solución en varios momentos de la cloración.

	pH de la solución			
	10.5	9	7	5
Formación de				
NCl_3 en gramos	0.16	0.23	0.40	9.58 9.61

Este experimento muestra como el NCl_3 aumenta de repente violentamente en el último período de la cloración cuando el pH de la reacción desciende por abajo de 7.0, también se encontró que el punto en que el pH bajaba a 7.0, se habían agregado a la solución 2/3 del cloro requerido para completar la reacción. Debido a esto, se supone que en el punto donde se han consumido 2/3 del cloro requerido, el ácido cianúrico se ha convertido en ácido diclorocianúrico y que la formación de NCl_3 se lleva a cabo, cuando el ácido diclorocianúrico pasa a ácido triclorocianúrico que es precisamente el punto donde el pH = 7.0.

INTERRELACION ENTRE LA VARIACION
DE pH DE LA MEZCLA DE REACCION
Y LA FORMACION DE NCl_3

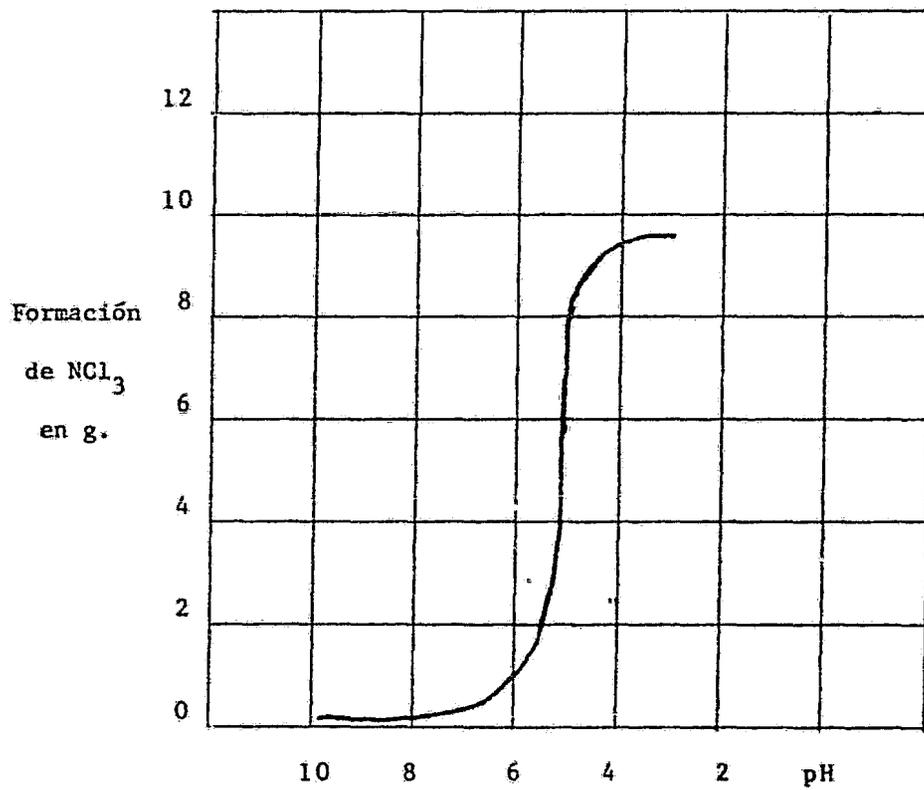


FIGURA 2

EXPERIMENTO III

Este experimento se realizó para mostrar como mientras el ácido cianúrico pasa a ácido diclorocianúrico hay baja formación de NCl_3 y como cuando el diclorocianúrico se convierte en ATIC hay una gran formación de NCl_3 .

En el mismo reactor usado en el experimento I, se mezclaron 1.5 l. de agua y 1 mol de ácido cianúrico; se ajustó la temperatura de la solución entre 10 y 15°C. Se hizo pasar una corriente de cloro gaseoso a una velocidad de 1 l/minuto, mientras se agregaba sosa gota a gota, mediante este goteo se mantuvo el pH de la solución en 5. Después de haber agregado una cantidad predeterminada de sosa, se suspendió la alimentación del mismo, pero se continuó con la corriente de cloro hasta que el pH de la mezcla llegó a 3. El producto obtenido de la reacción se separó, se lavó con agua y se secó.

En este experimento se usó sosa, se formó NCl_3 y la cantidad de cloro efectivo de cada muestra fué la siguiente:

Moles de sosa agregada	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2
NCl_3 formado en g.	0.43	1.45	2.65	4.4	7.0	12.8	18.6
Cloro efectivo %	71.5	75.2	78.7	82.84	86.5	90.37	90.5

En la tabla anterior se puede ver que cuando se han agregado 2 moles de sosa el producto formado es el ácido diclorocianúrico, cuando se agregan más de 3 moles el producto formado es ATIC, cuando se han añadido entre 2 y 3 moles de sosa se tiene una mezcla de los dos.

En la figura 3 se muestra la interrelación entre la cantidad de sosa usada y la cantidad formada de NCl_3 durante la reacción.

Por medio del experimento anterior se demuestra que hay muy poca formación de NCl_3 durante la conversión a ácido diclorocianúrico, y que la generación de NCl_3 aumenta violentamente cuando empieza a formarse el ATIC.

EXPERIMENTO IV

El propósito de este experimento es demostrar que si-

INTERRELACION ENTRE LA CANTIDAD DE SOSA USADA
Y LA FORMACION DE NCl_3

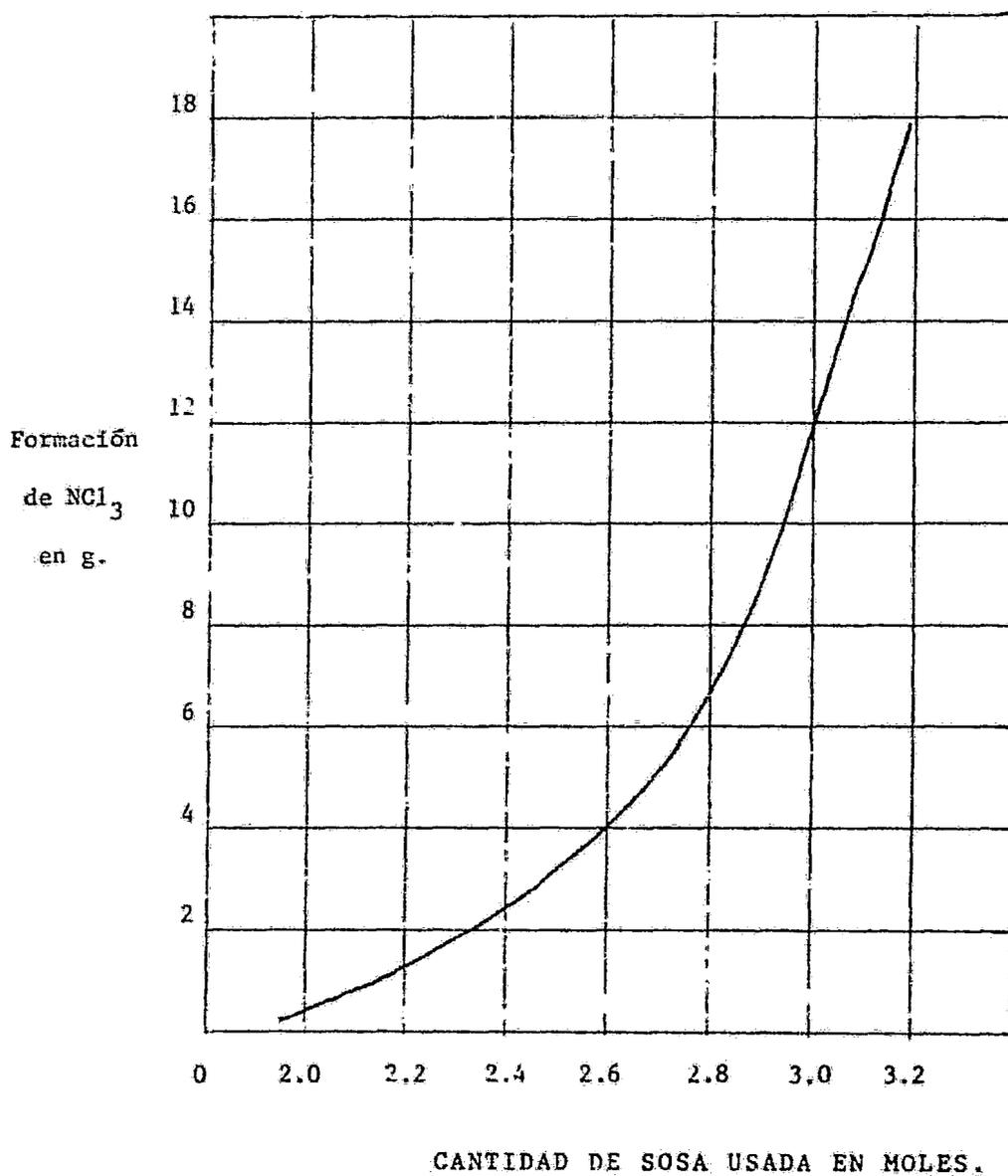


FIGURA 3

guiendo el proceso de mezcla de agentes alcalinos se tiene una generación muy baja de NCl_3 y que nos es necesario que el agente neutralizante sea en su totalidad un alcalinotérreo (que generalmente son de precio elevado).

En cada una de las varias reacciones que se efectuaron, se mezclaron en el reactor usado en los otros - experimentos 1.5 litros de agua y un mol de ácido cianúrico. Se agregó además una mezcla de hidróxido de magnesio y sosa, la proporción de esta mezcla se fue variando en cada caso, incluyendo una en la que no se utilizó sosa. Se mantuvo la temperatura de la reacción entre 10 y 15°C; se hizo pasar una corriente de cloro gaseoso de la misma manera como se llevó a cabo en el experimento I hasta el punto que el pH llegó a 3, obteniendo como producto el ATIC. La proporción de hidróxido de magnesio y sosa usados, la cantidad de NCl_3 , el rendimiento de ATIC obtenido en cada caso y el cloro efectivo del producto obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Agente alcalino usado
en moles

Mg(OH) ₂	NaOH	Formación de NCl ₃ en g.	Rendimiento	Cloro efectivo en por ciento
0.2	2.6	8.92	80.3	89.98
0.4	2.2	3.40	85.1	89.81
0.5	2.0	1.13	88.3	90.33
0.7	1.6	1.10	88.6	90.52
0.9	1.2	1.05	88.4	89.87
1.2	0.6	1.11	89.1	90.25
1.5	NADA	1.10	88.5	90.01

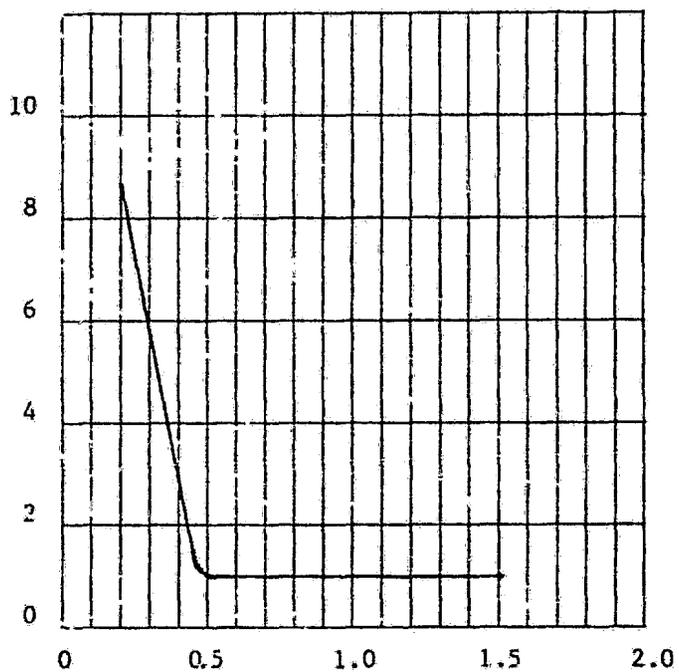
La interrelación entre las cantidades de hidróxido de magnesio usado y las cantidades de NCl₃ generado se - ilustran en la figura 4.

EXPERIMENTO V

En este experimento se intenta mostrar que se obtienen resultados parecidos si el hidróxido de magnesio usado en el experimento anterior se sustituye por hidróxido de calcio (que es de menor precio).

En cada una de las reacciones que se efectuaron, se mezclaron 1.5 litros de agua y un mol de ácido cianúrico en el mismo reactor utilizado en los otros experimen-

INTERRELACION ENTRE LA CANTIDAD DE
HIDROXIDO DE MAGNESIO USADO Y LA FORMACION DE NCl_3



CANTIDAD DE HIDROXIDO DE MAGNESIO
USADO EN MOLES

FIGURA 4

tos. Se ajustó la temperatura entre 10 y 15°C. Se hizo pasar una corriente de cloro gaseoso hasta que el pH descendió a 3 y se obtuvo el ATIC como producto.

Los resultados del experimento se muestran en la siguiente tabla:

Agente alcalino
usado en moles.

Ca(OH) ₂	NaOH	formación de NCl ₃ en g.	Rendimiento en por ciento	Porcentaje de Cl efectivo
0.2	2.6	8.4	79.2	89.61
0.4	2.2	3.2	83.8	90.05
0.5	2.0	1.17	87.4	89.88
0.7	1.6	1.10	87.8	90.54
0.9	1.2	1.16	88.1	90.02
1.2	0.6	1.13	87.5	90.16
1.5	NADA	1.15	87.7	90.07

En la figura 5 se muestra la interrelación de sosa usada y la formación de NCl₃.

En este experimento se puede ver como la generación de NCl₃ aumenta violentamente y el rendimiento de ATIC -

INTERRELACION ENTRE LA CANTIDAD
DE SOSA USADA Y LA FORMACION
DE NCl_3

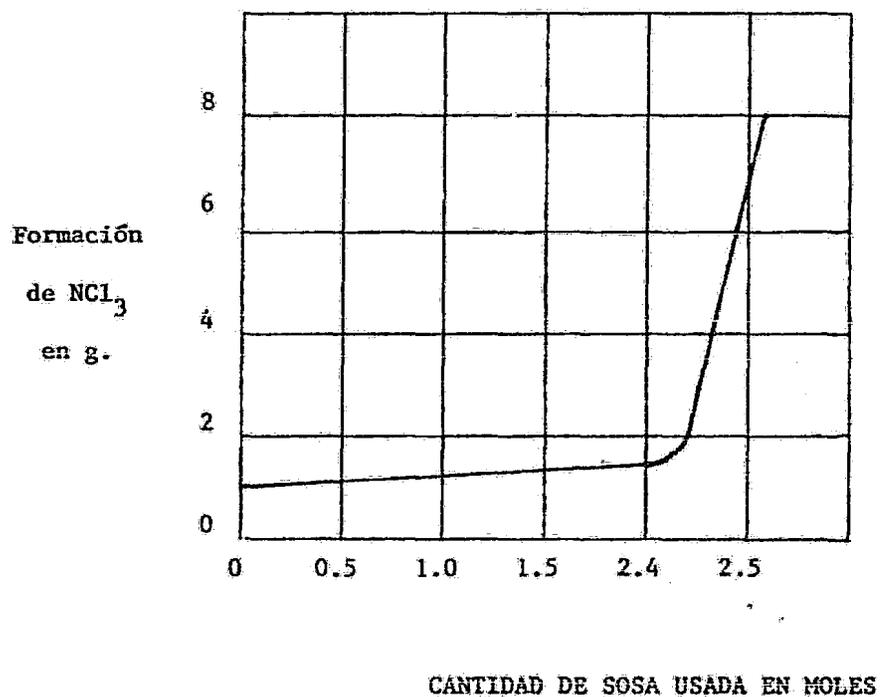


FIGURA 5

disminuye cuando se usan más de 2 moles de sosa; - por el contrario cuando se usan menos de dos moles de sosa se genera menos cantidad de NCl_3 y aumenta el rendimiento de ATIC.

Con estos experimentos queda demostrado que es posible producir ATIC mediante este proceso de mezcla - de agentes alcalinos, con un rendimiento excelente y con muy baja formación de NCl_3 , lo que hace seguro al proceso, pues se reduce la posibilidad de explosión.

Se encontraron además algunas desventajas que se presentan cuando se usa solamente un compuesto alcalino térreo como agente alcalino, en lugar de la mezcla - que se propone, a continuación se mencionan algunas de ellas.

En general los compuestos alcalinotérreos para uso - industrial que se encuentran en el mercado, son de - baja pureza conteniendo impurezas que no son solubles al ácido o impurezas ferrosas, por lo que no es posible obtener un buen producto cuando se usa un compuesto alcalinotérreo industrial como único agente neutralizante en la producción de ATIC. Por ejemplo el hi-

dróxido de calcio industrial se obtiene por medio de la calcinación de carbonato de calcio, lo que provoca que tenga impurezas no solubles al ácido o impurezas de fierro. El hidróxido de magnesio se produce tratando un compuesto con hidróxido de calcio bastante impuro, con lo que se obtienen resultados parecidos al del hidróxido de calcio. Por lo tanto usando agentes como hidróxido de calcio o hidróxido de magnesio el ATIC obtenido es de un color pobre, con alto contenido de impurezas y baja estabilidad.

Es por esto que cuando se quiere producir ATIC de alta calidad y de buen color y usando solamente compuestos alcalinotérreos, se necesita conseguir compuestos de alta pureza. Para obtener compuestos alcalinotérreos de alta pureza, es necesario purificarlos usando hidróxido de amonio o sosa, por lo que el compuesto alcalinotérreo se encarece de 4 a 5 veces más que el industrial, resultando poco práctico para usos industriales.

Por lo dicho anteriormente es recomendable minimizar la cantidad de compuesto alcalinotérreo utilizada en la producción de ATIC pues se presentan problemas de color en el producto final y el proceso se hace in

costeable, además se presentan ciertos problemas con los precipitados de hidróxido de calcio o magnesio - al tratar la solución de reacción gastada con sulfatos para eliminar el cloro residual.

EXPERIMENTO VI

En este experimento se muestra como es posible producir ATIC de alta pureza, con baja formación de NCl_3 - aún y cuando se use un agente alcalino industrial de no muy alta pureza.

Se realizaron varias reacciones, empezando siempre - con una mezcla de 1.5 litros de agua y 1 mol de ácido cianúrico. La mezcla preparada se vació en el -- mismo reactor usado en los otros experimentos. Se - utilizaron diversos agentes alcalinos, los cuales incluían sosa, hidróxido de magnesio grado reactivo, hidróxido de calcio grado reactivo, hidróxido de magnesio grado industrial, hidróxido de calcio grado industrial, una mezcla de 0.5 moles de hidróxido de - magnesio y 2 moles de sosa, una mezcla de 0.5 moles de hidróxido de calcio y 2 moles de sosa, se lleva-- ron a cabo reacciones con cada uno de estos agentes alcalinos, y se mantuvo la temperatura entre 10 y --

15°C. Se hizo pasar una corriente de cloro gaseoso hasta alcanzar un pH de 3.

La siguiente tabla muestra una comparación en color, pureza, rendimiento del producto y la cantidad de NCl_3 formada cuando se usan distintos agentes alcalinos.

Agente alcalino usado	A T I C Producido			
	factor de reflexión del blanco en %.	% de cenizas	% de rendimiento	NCl_3 formada en g.
mezcla .5 mol $\text{Mg}(\text{OH})_2$ grado industrial y 2 moles de NaOH	84	0.31	88.1	1.15
mezcla .5 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ grado industrial y 2 moles de NaOH	85	0.33	87.3	1.17
NaOH	89	0.18	75.3	96.1
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ grado reactivo	89	0.17	88.3	1.13
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ grado reactivo	88	0.18	87.4	1.17
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ grado industrial	70	0.90	87.6	1.12
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ grado industrial	72	0.94	87.0	1.20

En este experimento se puede observar como es posible producir ATIC de alta calidad aunque se usen -- agentes alcalinotérreos de grado industrial, siempre y cuando se guarde una proporción baja en la mezcla neutralizante de compuestos alcalinotérreos.

En resumen, se tiene un proceso que consiste en usar 2 moles de sosa o algún carbonato de un metal alcalino y 0.5 moles de algún hidróxido, óxido o carbonato de un metal alcalinotérreo, por cada mol de ácido cianúrico que se va a reaccionar.

A esta mezcla de agentes alcalinos y ácido cianúrico se le agrega cloro gaseoso manteniendo la temperatura del líquido entre 0 y 40°C, hasta que el pH de la mezcla llegue a menos de 4, en este punto empieza a precipitarse el ATIC el cual es separado de la solución por medio de filtración, centrifugación, o cualquier método parecido. Por medio de este proceso no solamente se inhibe la formación de NCl_3 a menos de 1.3g. por mol de ácido cianúrico inicial, (evitando el riesgo de explosión), sino que también se aumenta el rendimiento de ATIC hasta obtener un 85 a 90%, en comparación con el proceso regular de fabricación (el que utiliza solamente sosa como agente neutralizante) q:

logra solamente un 75% de rendimiento.

CAPITULO VII

=====

ANALISIS DE MERCADO Y PROYECCIONES DE LA DEMANDA

7.1 ANALISIS DE LA DEMANDA

La demanda del mercado nacional se representa gráficamente en las importaciones que se han hecho de -- Acido Tricloroisocianúrico, ATIC, ya que este producto hasta la fecha, no se produce en México.

Con el objeto de llevar a cabo un análisis histórico de las importaciones de ATIC a México, se consultaron los índices publicados por el Instituto Mexicano de Comercio Exterior, cuyos resultados se presentan en la tabla 7.1.

Los resultados obtenidos en la tabla 7.1 son presentados de manera gráfica, para una mejor evaluación, en las gráficas 7.2 y 7.3.

De la tabla 7.2 se puede observar que la demanda en los últimos años exceptuando 1976, ha ido constantemente en aumento, y aún más en el año 1979-80 en donde se mostró un incremento de un 65%. Hasta la fe--

GRAFICA 7.1. RESUMEN DE IMPORTACIONES DE ACIDO TRICLOROISOCIANURICO

PAIS	1 9 7 5		1 9 7 6		1 9 7 7		1 9 7 8		1 9 7 9		1 9 8 0	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
ALEMANIA OCCIDENTAL					5,000	273,780			1,000	1,695		
BELGICA LUXEMBURGO									5,000	11,370		
BRASIL											1,000	3,284
ESTADOS UNIDOS	18,636	442,313	10,560	388,720	44,900	2'368,179	38,845	88,528	169,302	423,519	275,275	733,508
FRANCIA	188,300	4'470,491	128,458	4'315,968	160,429	8'113,203	165,225	378,365	52,200	100,000	111,202	234,604
JAPON					5,000	235,210						
TOTAL	206,936	4'962,804	139,018	4'704,688	215,329	10'990,372	203,710	466,893	227,502	547,786	376,275	971,396

A - Cantidad importada en kilogramos

B - Cantidad importada en pesos (hasta 1977)

C - Cantidad importada en dólares (desde 1978)

TESIS PROFESIONAL
LUCIO GALICIA NEGRETE
ALEJANDRO ORNELAS C.

cha del presente estudio, no se habían publicado - los datos del año de 1981, pero de acuerdo a la de manda debería continuar el aumento.

7.2 DESCRIPCION DEL PRODUCTO

El ácido tricloroisocianúrico, ATIC, es un sanitizante utilizado en un 40% para la sanitización del agua de las piscinas, y en un 50% para la formulación de detergentes. El resto es utilizado para diferentes fines, tales como la purificación de aguas industriales, limpieza y desinfección en hospitales, hoteles, restaurantes, etc.

7.3 LOCALIZACION DEL MERCADO

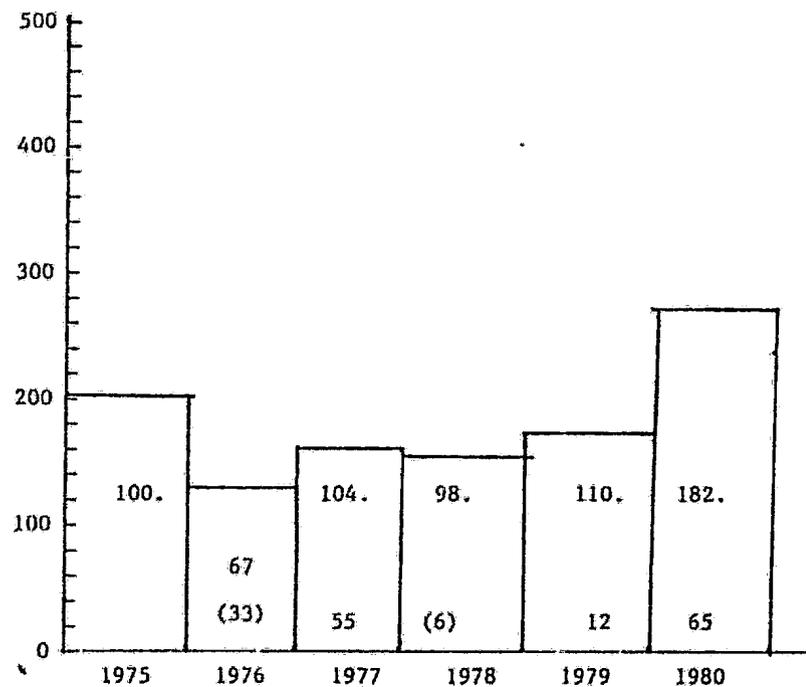
La mayor parte de los consumidores se encuentran localizados en las ciudades de México y Guadalajara, - hecho que debe ser considerado para la localización de la planta.

7.4 PROYECCION DE LA DEMANDA

Al hacer un análisis de la gráfica 7.2 se puede predecir que en un corto plazo se llegará a una demanda de 600 toneladas anuales, considerando únicamente el

GRÁFICA 7.2 IMPORTACIONES DE ATIC EN TONELADAS

Kg. importados



mercado y usos que actualmente se tienen, pero con una campaña adecuada, se pueden sustituir una serie de productos, lo cual podría elevar la demanda nacional a 1000 toneladas anuales.

Otro mercado potencial muy importante será el de - centro y sudamérica, ya que según datos de 1980 se encuentra un mercado de 400 toneladas anuales. Even tualmente, se podría considerar Colombia, Venezuela y Ecuador como posibles países a suministrar, pudien do con esto aumentar la demanda hasta 2000 toneladas anuales.

7.5 PRINCIPALES PRODUCTORES DE ACIDO TRICLOROISOCIANURICO EN EL MUNDO, ASI COMO SUS CAPACIDADES DE PRODUCCION.

	<u>C A P A C I D A D</u>	
	(lb)	(Toneladas)
<u>ESTADOS UNIDOS</u>		
Olin Corporation	45,000,000	99,118.
Monsanto	45,000,000	99,118.
FMC	45,000,000	99,118.
<u>INGLATERRA</u>		
Fisons	5,400,000	11,894.
Chlor Chem	5,000,000	11,013.

	<u>C A P A C I D A D</u>	
	(lb)	(Toneladas)
<u>FRANCIA</u>		
CDF Chemie	6,000,000	13,215.
<u>ESPAÑA</u>		
Delsa	5,000,000	11,013.
<u>JAPON</u>		
Shikoku	14,300,000	31,500.
Nissan	6,600,000	14,500.

7.6 ANALISIS DE PRECIOS

En este análisis se deben considerar los precios de una manera estable, por lo que el análisis se llevó a cabo en dólares americanos.

Los precios que se tienen a partir del año de 1975, en dólares americanos son los siguientes:

AÑO	PRECIO (Dolares / Kg)
1975	1.91
1976	2.70
1977	2.31

AÑO	PRECIO (Dólares / Kg)
1978	2.29
1979	2.40
1980	2.58

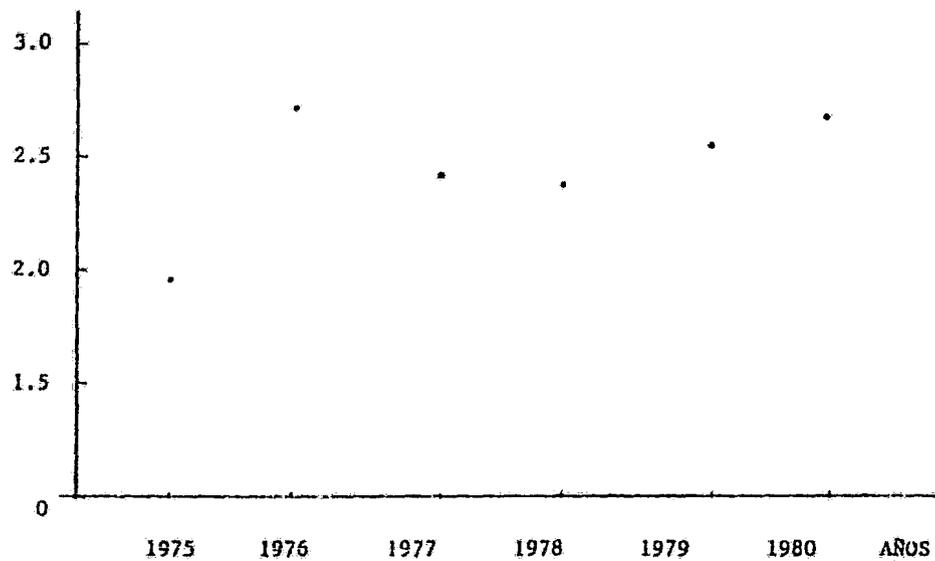
En estos precios no se han considerado ni fletes a México ni costo de importación ya que en el año de 1980 los precios puesto en planta fué 3.90 dólares por Kg., por lo que los precios arriba mencionados no son válidos para fines de estudio económico.

Para la evaluación de la variación de precios, se consideraron los precios obtenidos en el IMCE, ya que no afecta grandemente la variación, debido a que esta es proporcional.

De esta gráfica, 7.3, se puede ver que también los precios presentan un aumento constante con respecto al tiempo, aunque no tan marcado como el aumento en la demanda.

GRÁFICA 7.3 PRECIOS DEL ATIC

Precio
Dls/Kg.



TESIS PROFESIONAL
LUCIO GALICIA
ALEJANDRO ORNELAS

CAPITULO VIII
=====LOCALIZACION DE LA PLANTA (1)

La localización de la planta deberá tener como fin primordial el obtener un costo mínimo de operación.

La selección de este lugar se debe hacer tomando en consideración los siguientes puntos:

- A.- Localización del mercado de consumo.
- B.- Localización de las fuentes de materias primas ya que estos son los que van a incidir de manera más importante en los costos de transporte, lo que ocasionará un mayor o menor rendimiento del producto por unidad.

Además de los dos factores arriba mencionados, también se deben tomar en cuenta:

1. Disponibilidad y características de la mano de obra.
2. Facilidades de transporte.

(1) Ref. 14

3. Disponibilidad y costo de energía eléctrica y combustible.
4. Fuentes de suministro de Agua
5. Facilidades de eliminación de desechos
6. Beneficios fiscales
7. Servicios públicos
8. Condiciones climatológicas.

Debido a que el principal mercado se encuentra en las ciudades de México y Guadalajara, la localización de la planta se deberá encontrar entre las dos ciudades, definiéndose al final en base a un costo mínimo.

Como para la obtención de 94.3 Kg. de ATIC se utilizan 60 kg. de ácido cianúrico, 37.1995 kg. de sosa y 17.8 kg. de hidróxido de calcio, se observa que es mejor estar más cerca de las fuentes de materia prima que de los centros de consumo.

8.1 LOCALIZACION DE LOS CENTROS DE CONSUMO

El producto en estudio, ATIC, es un artículo de consumo en las ciudades importantes o de veraneo, ya que una de sus principales aplicaciones es la desinfección y sanitización de piscinas, por lo que puede ser dis-

tribuido en ciudades como Acapulco, Cuernavada, -
Guadalajara y la Ciudad de México.

Este producto es además utilizado de manera impor-
tante en la formulación de detergentes, por lo que
nuevamente los centros de consumo serán las ciuda-
des de México y Guadalajara.

8.2 LOCALIZACION DE LAS FUENTES DE MATERIAS PRIMAS.

De acuerdo con el proceso seleccionado, las materias
primas para la fabricación del ATIC son las siguien-
tes:

- A) Acido cianúrico
- B) Hidróxido de sodio
- C) Hidróxido de calcio
- D) Cloro

A] Acido Cianúrico

Producto de importación procedente de los Estados Uni-
dos, ya que actualmente no se fabrica en México. Para
fabricar una tonelada de ATIC son necesarios 636.30 kg.
de Acido Cianúrico, disponible en la Ciudad de México

a un precio de 165 pesos/kg. Al ser este un producto proveniente de Estados Unidos, sería posible disponer de él en cualquier ciudad aproximadamente al mismo precio, ya que el flete podría ser equivalente.

B] Hidróxido de Sodio

El hidróxido de sodio se encuentra disponible en las ciudades de Coatzacoalcos en la planta de Industrias Químicas del Istmo y en Cloros de Tehuantepec, así - como en la ciudad de Guadalajara en Penwalt del Pacífico. La presentación que a nosotros nos interesa - es la sólida en tanques de 200 kg.

El flete se lleva a cabo en camiones de 15/t. aproximadamente.

C] Hidróxido de Calcio

El hidróxido de calcio requerido por nuestro proceso debe ser de un 95 o 96% de pureza, el cual se puede encontrar en la planta de "Cal fina" en Guadalajara, quienes actualmente están produciendo cal y abrirán un nuevo horno de cal de alta pureza.

D] Cloro

Este producto se encuentra disponible en las mismas plantas que la sosa, ya que su producción es paralela. La única diferencia, es que el cloro se vende en forma líquida y la manera mas fácil de transportarlo es en carros tanque de 50/t.

8.3 ANALISIS ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION.

Una vez que se ha visto que nuestros principales centros tanto de abastecimiento como de consumo, son - las ciudades de México y Guadalajara, es claro que la localización de la planta deberá encontrarse entre - ambas ciudades.

La primera alternativa sería dentro de la ciudad de México o en sus alrededores, pero esto queda completamente descartado debido al plan nacional de desarrollo industrial, el cual no permite la instalación de ninguna planta industrial en esta zona.

La segunda opción, que de aquí en adelante llamaremos alternativa A, es colocar la planta en un punto inter

medio, por ejemplo Celaya. La tercera opción será la de situar a la planta en Guadalajara o un sitio muy cercano a la ciudad, a esta opción se denominará alternativa B.

La comparación se hará únicamente en base a costos de fletes tanto de materias primas, como de producto terminado.

A continuación se presenta en la tabla 8.1, las cantidades aproximadas de materias primas requeridas en función de la capacidad anual de producción de ATIC.

TABLA 8.1 REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS

Producción de ATIC	600	1,000	2,000	5,000
Acido cianúrico	385	636	1,273	3,180
Hidróxido de sodio	237	395	790	1,972
Hidróxido de calcio	115	190	377	945
Cloro	662	1,103	2,206	5,514

8.3.1. Análisis económico de la Alternativa A

Para el análisis de esta alternativa se consideró --

como punto intermedio el corredor industrial de Celaya, ya que se encuentra aproximadamente a la misma distancia de las dos ciudades (300 km.).

A] Acido Cianúrico

Este producto, al ser de importación, se supone que tendrá un costo equivalente al ponerse en Celaya o en Guadalajara, por lo que no lo incluiremos en el análisis de los costos de los fletes.

B] Hidróxido de Sodio

El lugar más cercano de abastecimiento de este producto es Guadalajara, con una distancia aproximada de 300 km., teniendo el flete un costo aproximado de 1.66 pesos/(km) (ton) además de un costo adicional de carga y descarga de \$3,500.00 para un camión de 15 toneladas, por lo que:

$$1.66 \frac{\text{pesos}}{(\text{km})(\text{Ton})} \times 300 (\text{km}) \times 15 (\text{Ton}) = \$ 7,500.00$$

$$\$ 7,500.00 + \$ 3,500.00 = 11,000 \$ / 15 T.$$

Como para una producción de 600 t. requerimos de 385 T de hidróxido de sodio:

$$\frac{237 \text{ T}}{15 \text{ T/Camión}} = 15.8 \quad + \quad 16 \text{ camiones}$$

$$16 \text{ camiones} \times 11,000.00 \frac{\$}{\text{camión}} = \$176,000.00$$

Con este mismo procedimiento de cálculo se obtiene la siguiente tabla:

Producción de ATIC	Cantidad de sosa requerida	Costos por flete (pesos)
600	237	176,000.00
1000	395	297,000.00
2000	790	594,000.00
5000	1,972	1'430,000.00

C] Hidróxido de Calcio

En base a un cálculo similar al del hidróxido de sodio, se obtuvo la tabla siguiente:

Producción de ATIC	Cantidad de Hidróxido de calcio requerido	Costo por flete
600	115	88,000.00
1000	190	143,000.00
2000	377	286,000.00
5000	945	693,000.00

D] Cloro

El costo aproximado de flete en carro tanque es de 1.2 pesos/(tonelada) (Km. recorrido), y los carros - tanque tienen una capacidad de 50/t. por lo que:

$$1,2 \frac{\text{pesos}}{(\text{T})(\text{Km})} \times 300 (\text{Km}) \times 50 \frac{(\text{ton})}{\text{vagón}} = 18,000.00 \frac{\text{pesos}}{\text{vagón}}$$

Para 600 T. de ATIC requerimos de 662 de cloro, por lo que:

$$\frac{662 \text{ T}}{50 \text{ T/vagón}} = 13.24 = 14 \text{ vagones}$$

$$14 \frac{\text{vagones}}{\text{año}} \times 18,000 \frac{\text{pesos}}{\text{vagón}} = 252,000.00 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

Con cálculos similares al anterior se obtuvo la siguiente tabla:

PRODUCCION DE A T I C (toneladas)	Cantidad de cloro requerida (toneladas)	Costo, por fletes (pesos)
600	662	252,000.00
1,000	1,103	396,000.00
2,000	2,206	792,000.00
5,000	5,514	1'998,000.00

E] Acido Tricloroisocianúrico

En promedio, se puede decir que el mercado de consumo para este producto se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Ciudad de México	50%
Guadalajara	30%
Cuernavaca	10%
Acapulco	10%

Las distancias son como sigue:

Celaya - Cd. de México	300 km.
Celaya - Guadalajara	300 km.
Celaya - Cuernavaca	400 km.
Celaya - Acapulco	700 km.

Para fines de cálculo de una distancia promedio se puede ponderar, tomando en cuenta el porcentaje de venta y la distancia recorrida.

$$0.5 (300) + 0.3 (300) + 0.1 (400) + 0.1 (700) = 350 \text{ km.}$$

De esta manera, nuestra base de cálculo será 350 kms. promedio con un costo de 1.66 \$/(km. recorrido) (tone-

lada) más \$3,500.00 de carga y descarga, tenemos:

$$1.66 \frac{\$}{(\text{km})(\text{T})} \times 350 (\text{Km}) \times 15 (\text{ton}) = 8,715.00 \text{ pesos}$$

$$8,715.00 + 3,500.00 = \$12,215.00 \frac{\text{pesos}}{\text{camión}}$$

$$- \frac{600 \frac{\text{T}}{\text{año}}}{15 \frac{\text{Ton}}{\text{camión}}} = 40 \frac{\text{camiones}}{\text{año}} \times 12,215.00 \frac{\text{pesos}}{\text{camión}} = 488,600.00$$

Con los cálculos anteriores se obtuvieron los siguientes datos:

Producción de ATIC (toneladas)	Costo por fletes (pesos)
600	488,600.00
1,000	855,050.00
2,000	1'636,810.00
5,000	4'092,025.00

Con todos los datos anteriores se elaboró el resumen comparativo total de la alternativa (A) en la tabla 8.2.

TABLA 8.2 RESUMEN DE COSTOS POR FLETES ALTERNATIVA (A) *

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE A T I C (toneladas)	M A T E R I A S P R I M A S			TOTAL	PRODUCTO (ATIC)	FLETES TOTALES
	C L O R O	N a O H	C a (O H) ₂			
600	252	176	88	516	489	1,005.
1,000	396	297	143	836	855	1,691
2,000	792	594	286	1,672	1,637	3,309
5,000	1,998	1,430	693	4,121	4,092	8,213

* Todas las cantidades de costos están dadas en miles de pesos.

TESIS PROFESIONAL DE LUCIO GALICIA

ALEJANDRO ORNELAS

8.3.2. Análisis económico Alternativa B

En este análisis se supone que la planta se encontrará en los alrededores de Guadalajara, por lo que no se considerará flete para las materias primas -- procedentes de Guadalajara. Además el ácido cianúrico, que es el único que no se encuentra disponible en la ciudad, no se tomará en cuenta por ser de importación.

Por todo lo anterior, el único flete que se verá -- afectado grandemente será el del producto.

A) Acido Tricloroisocianúrico

Como la distribución del mercado sigue siendo la misma, solo cambiarán las distancias de la planta hacia el centro de consumo.

Guadalajara - Cd. de México	600 km.
Guadalajara - Cuernavaca	700 km.
Guadalajara - Acapulco	1,000 km.

Por lo tanto la distancia promedio será:

$$0.5(600) + 0.3(700) + 0.1(1,000) = 470 \text{ km.}$$

Con un costo de 1.66 \$/(Km) (tonelada) más 3,500 por carga y descarga.

$$1.66 \frac{\$}{(\text{km})(\text{T})} \times 470 (\text{Km}) \times 15 (\text{T}) = 11,703.$$

$$11,703. + 3,500. = 15,203 \text{ \$/camión.}$$

Para una capacidad de 600 T.

$$\frac{600 \text{ T/año}}{15 \frac{\text{T}}{\text{camión}}} = 40 \frac{\text{camiones}}{\text{año}} \times 15,203 \frac{\text{pesos}}{\text{camión}} = 608,120 \frac{\$}{\text{año}}$$

De tal forma que tenemos:

Producción de ATIC (Toneladas)	Costo por fletes
600	608,120.00
1,000	1'018,601.00
2,000	2'037,202.00
5,000	5'077,802.00

Como estos son los fletes totales, estas cantidades se deben comparar con los fletes totales de la alternativa A, y se puede observar claramente, que es

tos fletes son más bajos.

Al final de este análisis de costos por fletes, se ve que la localización más adecuada para la planta será lo más cercana posible a Guadalajara.

8.4 ANALISIS CON RESPECTO A LAS ZONAS PRIORITARIAS

Una vez que se ha concluido el análisis de costos, - debemos considerar el plan nacional de desarrollo industrial, el cual marca zonas de prioridad, con una determinada cantidad de beneficios fiscales, así como descuentos en servicios provenientes del estado (combustibles, energía eléctrica, etc.). Además de estas zonas de prioridad, se encuentran zonas de crecimiento controlado y de consolidación, en las cuales se desalentaron los proyectos de ampliación o instalación de nuevas plantas.

De esta forma, se deberá tratar de localizar a nuestra planta dentro de algunas zonas prioritarias, o al menos evitar la cercanía, a una zona de crecimiento controlado.

A continuación vamos a analizar en que posición se en-

· cuenta Guadalajara dentro de este marco de prioridades.

La ciudad de Guadalajara no se encuentra dentro de las zonas prioritarias IA o IB, pero tampoco se encuentra dentro de las zonas de crecimiento controlado y consolidación IIIA y IIIB. De cualquier forma es una ciudad actualmente industrializada, y por lo tanto con más problemas para la instalación de la planta en ese lugar.

Un lugar alternativo es El Salto, Jalisco, población en donde actualmente se encuentra la planta de Penwalt de Pacífico, quien es uno de los principales abastecedores de la planta de ATIC. Así mismo se encuentra El Salto a unos 20 kms. de Guadalajara, contando con todas las ventajas de la mencionada ciudad, por lo que proponemos como lugar definitivo El Salto, Jalisco.

CAPITULO IX

=====

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION

De los procesos de obtención vistos en el capítulo VI y según las patentes revisadas, hay dos métodos que podrían considerarse adecuados para la producción industrial: 1) la que parte de ácido cianúrico y emplea al fósgeno como agente clorante y 2) la que parte de ácido cianúrico, utiliza cloro gaseoso como agente clorante y dos medios alcalinos para completar la reacción.

Si hacemos un análisis de estas dos alternativas vemos que la alternativa número uno es la que utiliza las materias primas más baratas, sin embargo los dispositivos que se necesitarían para manejar con seguridad el fósgeno, harían que la inversión inicial se elevara grandemente. Un proyecto así implicaría tener una gran producción de ATIC para poder alcanzar las economías de escala y hacer rentable el proyecto. De acuerdo con el análisis de mercado realizado la demanda será de unas 700 Ton/año, dentro de los próximos 5 años, cantidad que consideramos muy baja para

hacer conveniente una planta utilizando fósgeno como agente clorante y que es adecuada para un proceso - continuo.

Lo anterior nos lleva a la alternativa dos, la cual se puede realizar con equipo mucho más sencillo y con menos medidas de seguridad.

Las otras alternativas que se mencionan en el capítulo VI de métodos de obtención referentes al control de pH fueron descartadas pues no presentan ninguna - ventaja en la inversión inicial de equipo y maquinaria, y dan un rendimiento en la reacción mucho menor (75%), que el que utiliza dos medios alcalinos (89%).

Analizando los métodos descritos en el punto anterior, se recomienda tecnológicamente el método de los dos - medios alcalinos (sosa e hidróxido de calcio), para - posible producción de ATIC en México por las siguientes razones:

- utiliza equipo sencillo
- seguridad en la reacción
- buen rendimiento (89%)

- proceso por lotes, que se puede adaptar a demandas pequeñas.

9.1 DESCRIPCION DEL PROCESO SELECCIONADO

A continuación describimos el proceso escogido, con el objeto de dar una idea del equipo necesario para llevar a cabo la producción de ATIC.

El equipo y las operaciones que se mencionan a continuación, se apegan a los que se describen en la patente 3,474,096 de la Kogyo Company*

CONSIDERACIONES

Un análisis más profundo de la patente nos hace suponer que lo original de la misma radica en las condiciones de pH y temperatura a los que se lleva a cabo la reacción, y no al equipo que utilizan para llevarla a cabo.

Por lo tanto se considera que el equipo que se describe en la patente, al igual que las proporciones de materia prima empleada son los correctos, o al menos una

* Ref. 16

buena aproximación y se utilizaron estos datos para hacer estimaciones financieras de tiempo de reacción y capacidad de equipo. Se recuerda que uno de los propósitos de este estudio es proponer un método recomendable tecnológica y financieramente hablando, para producir ATIC en México y no el inventar un proceso nuevo de producción por lo que para el efecto de hacer el análisis económico el estudio se enfocará - solamente en los equipos involucrados y los posibles gastos financieros y de fabricación en los que se podría incurrir, sin importar las condiciones precisas de reacción, que serían motivo de otro estudio.

El proceso propuesto por la patente sigue las siguientes operaciones y procesos:



La operación de mezclado consiste en agregar a un tanque mezclador las siguientes materias primas: - agua, ácido cianúrico, un hidróxido de un metal alcalino y un hidróxido de un alcalinotérreo, estos - dos últimos en cantidad suficiente para que el primero neutralice los dos primeros hidrógenos del ácido cianúrico y el segundo el tercer hidrógeno.

Una vez que se ha conseguido una mezcla homogénea se pasa al reactor donde se enfría hasta alcanzar la temperatura de reacción adecuada.

Cuando se alcanza la temperatura de reacción deseada, empieza la introducción de cloro gaseoso haciendolo burbujear en la solución. Al ir agregando el cloro, los hidrógenos del ácido cianúrico van siendo sustituidos gradualmente por las moléculas de cloro formando así el ácido tricloroisocianúrico (ATIC)

Al ir entrando las moléculas de cloro en el ácido cianúrico el pH de la solución comienza a descender, por lo que se puede usar la medida del pH como un indicador del término de la reacción, tal y como lo sugiere la patente japonesa.

Una vez que se ha obtenido el ATIC se descarga del reactor y se pasa a un tanque receptor donde se mantiene en agitación para homogeneizar la mezcla. Del tanque receptor la solución se pasa a la centrifuga de canasta donde se separa el producto de las aguas madres; el ATIC resultante se lava con agua corriente en esta operación para obtener una sustancia más pura. Las aguas madres residuales son tratadas con ácido clorhídrico para eliminar en forma de cloruro de amonio el posible NCl_3 formado. (1)

El producto una vez que se ha secado, es pesado y envasado en cuñetes de cartón de 50 kg (2)

(1) Ref. 17

(2) Ref. 8

CAPITULO X

=====

DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO

Una vez determinada la posible demanda de ATIC para los próximos cuatro años, se hará un cálculo del -- equipo necesario para cubrir esta demanda; se tomarán solo cuatro años de proyección, ya que con los niveles de inflación actuales sería muy aventurado - asegurar lo que podría pasar en años posteriores.

CONSIDERACIONES

Para la estimación del equipo se considerarán 300 - días laborables al año, y dos turnos al día.

Teniendo en cuenta las suposiciones anteriores para alcanzar la demanda de 1985 de 609 toneladas, se necesitará una planta de aproximadamente dos toneladas diarias, esto dará como resultado una producción de 5 lotes diarios de 400 kg. cada uno de ATIC (ver apén dice A).

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se - propondrá un equipo adecuado para esta producción, ape

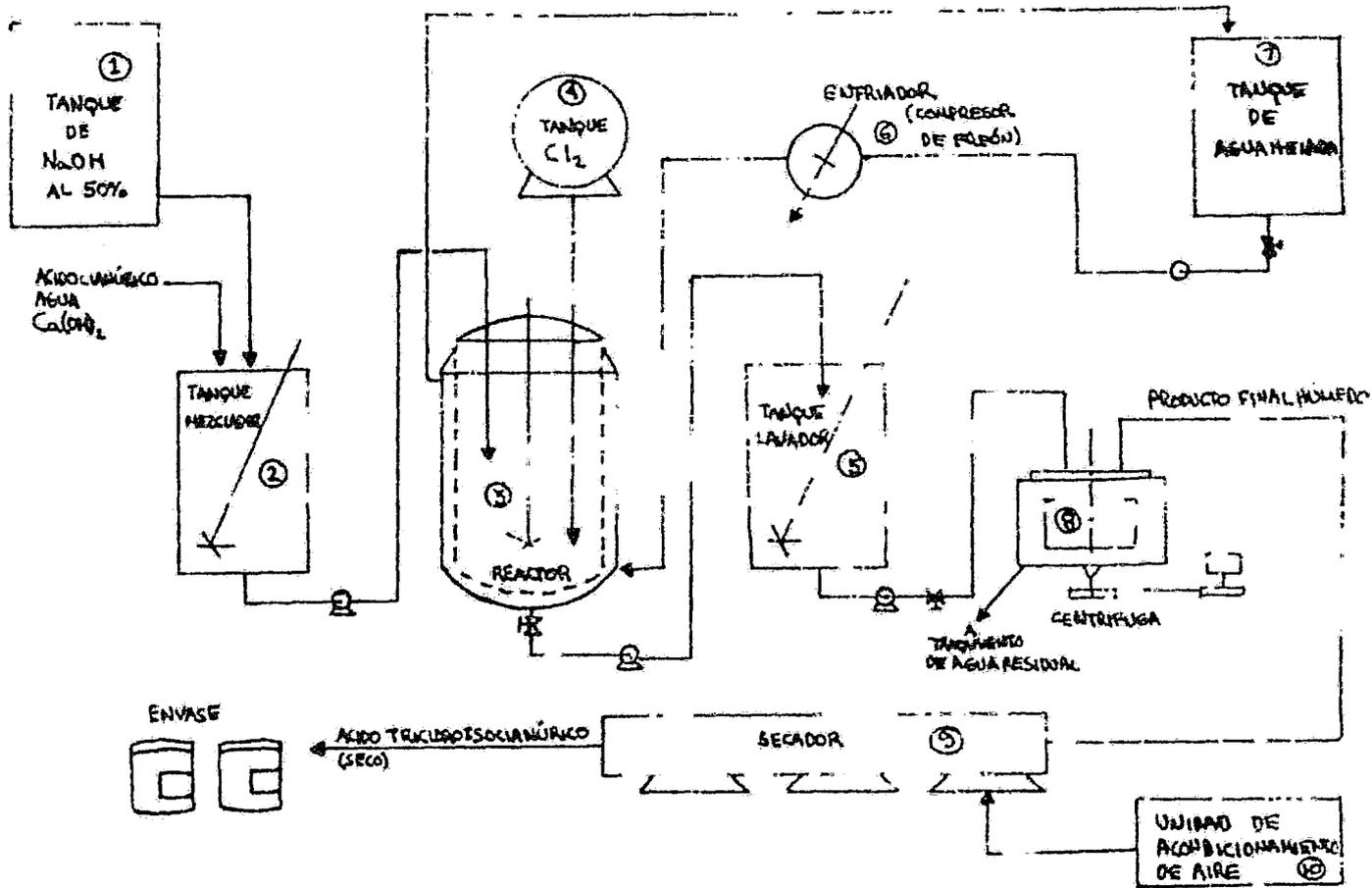


DIAGRAMA DE FLUJO

PLANTA PARA LA PRODUCCION POR LITE DE
ACIDO TRICLOROISOCIANÚRICO (ATIC) FCC ^{EN} / _{ARG}

TESIS PROFESIONAL DE : LUCIO GALICIA
ALEJANDRO ORNELAS

1982

gándose lo más posible al equipo descrito en la patente de la Shikoku Kasei Kogyo Company (1) que es la patente que se seleccionó para realizar este proceso.

El material que se propone para los equipos fué escogido de acuerdo a las condiciones de los diferentes procesos, ya que la patente no menciona los materiales de fabricación de los equipos.

NUMERO DE EQUIPO

1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOSA DE 50%.

Descripción: Tanque cilíndrico vertical cerrado de acero al carbón de 1/8" de espesor.

Díámetro: 1.8m.

Altura: 2.9m.

Capacidad: 7380 l.

Observaciones: se supone la capacidad de almacenamiento para 6 días de operación.

2 TANQUE MEZCLADOR

Descripción: Tanque abierto cilíndrico vertical con agitación de acero inoxidable 304 de 1/8" de espesor.

NUMERO DE EQUIPO

Diámetro: 1.6m.
 Altura: 2.55m.
 Capacidad: 5127 l.

3

REACTOR

Descripción: Reactor Pfaulder enchaquetado cilíndrico vertical de acero inoxidable 316 de 1/4" de espesor.

Diámetro interno: 1.5m x

Diámetro externo: 1.69m. (incluyendo chaqueta).

Altura sección recta: 2.5m.

Capacidad: 4600 l.

4

ALMACENAMIENTO DE CLORO

Debido a la alta cantidad de cloro a emplear y a las dificultades que implica tener un tanque de almacenamiento de cloro, se propone estar cerca de la planta de cloro y manejar cilindros de 907 kg. que para el caso de esta planta sería de aprox. 3 por día.

5

TANQUE LAVADOR

Descripción: Tanque abierto cilíndrico - vertical con agitación de

NUMERO DE EQUIPO

acero inoxidable 304 1/8"
de espesor.

Diámetro: 1.6m.
Altura: 2.55m.
Capacidad: 5127 l.

6

UNIDAD DE ENFRIAMIENTO

Descripción: una unidad que maneje 250
l/min. que baje la tempe-
ratura del agua de 13.2°C
a 3.2°C, se propone una com-
presora de freón y que mane-
je como solución refrigeran-
te agua con dietilenglicol.

7

TANQUE DE AGUA HELADA

Descripción: Tanque cilíndrico vertical
cubierto de fibra de vidrio
'plástica (fluido: agua/gli-
col).

Diámetro: 1.37m.
Altura: 1.83m.
Capacidad: 2800 l.

8

CENTRIFUGA

Descripción: Centrífuga de canasta con -

NUMERO DE EQUIPO

descarga superior.

Diámetro: 1m.

Altura sección recta: .6m.

Acero inoxidable 316, 1/4" de espesor

Capacidad máxima 320 l. de material hú-
medo.

Motor: 7.5 Hp.

Tiempo aproximado de secado: 1 hr.

9

SECADOR

Descripción: Secador de lecho fluidizo del tipo Ulitte con capacidad de secado de 125 kg/hr base seca - partiendo de un producto de entre 10-15% de humedad, y obteniendo un producto al final de 2% de humedad.

10

UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

Capacidad: 99 m³/min.

Unidad de enfriamiento: 109,964 Kcal/hr.

Quemador: 109,964 Kcal/hr.

Observaciones: El calentamiento del aire se haría por medio de vapor.

CAPITULO XI

BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

11.1 BALANCE DE MATERIA

En la elaboración del balance de material, al corresponder a un sistema por lotes, se debe considerar la entrada a cada uno de los equipos como una corriente, solo que ésta no tendrá una variación con respecto al tiempo.

Para hacer más gráfico el balance de material, a continuación se presenta un diagrama de flujo en el cual se indican el número de cada una de las corrientes, - las cuales son detalladas de manera separada a continuación.

	<u>Peso Total</u>	<u>Kg. mol.</u>
[1] <u>AGUA</u>		
H ₂ O	3,605.51 Kg.	200.30
[2] <u>SOSA</u>		
NaOH 50% (206,88 l)	315.58 Kg.	H ₂ O 8,76
		NaOH 3,94

[3] HIDROXIDO DE CALCIO

Ca(OH) ₂	75.50 Kg.	0.987
---------------------	-----------	-------

[4] ACIDO CIANURICO

Ac. Cianúrico	254.49 Kg.	1.972
---------------	------------	-------

4,251.08 Kg.

[5] SAL DE NEUTRALIZACION

En esta corriente se obtendrá la sal de neutralización, la cual tendrá un peso molecular de 192 g/mol, y será el mismo número de moles del ácido cianúrico. (1972).

$$1972 \times 192 = 378,624 \text{ g.}$$

Para el agua:

Entrada original	200,303 moles
Entrada en solución de sosa	8,758 "
Generadas en la reacción	5,917 "
	<hr/>
T O T A L	214,978 moles.

$$214,978 \times 18 \frac{\text{g.}}{\text{mol}} = 3,869,604 \text{ gr.}$$

El peso total del lote será:

Sal	378.6 Kg.
Agua	3,869.6 Kg.
Impurezas	<hr/> 2.8 Kg.
T O T A L	4,251. Kg.

Al reactor llegan las corrientes [5] y [6] y sale la corriente [7], que está formada básicamente por ácido tricloroisocianúrico (ATIC) y cloruro de calcio, - cloruro de sodio y agua.

[6] CLORO

Para reaccionar con una mol de ácido cianúrico o su sal derivada, se necesitan 3 moles de cloro, por lo que, si entraron 1972 moles de ácido cianúrico se necesitarán 5916 moles de cloro, que tiene un peso molecular de 70.9, por lo que el peso total de la corriente será de 419,444 kg. de cloro.

[7] ACIDO TRICLOROISOCIANURICO AL 10%

En esta corriente se encuentra el ATIC formado, junto con otras moles y agua.

El ATIC formado debe corresponder al número de moles de ácido cianúrico que entraron, o sea 1972. Siendo el peso molecular del ATIC de 232.47, el peso total del ATIC obtenido es de 458,430. kg.

Como la eficiencia de todo el sistema es de 87.2%, la producción real de ATIC será de 400 kg/lote, lo cual es la capacidad deseada para alcanzar la producción de

Al reactor llegan las corrientes [5] y [6] y sale la corriente [7], que está formada básicamente por ácido tricloroisocianúrico (ATIC), cloruro de calcio, cloruro de sodio y agua.

[6] COLORO

Para reaccionar con una mol de ácido cianúrico o su sal derivada, se necesitan 3 moles de cloro, por lo que, si entraron 1972 moles de ácido cianúrico se necesitarán 5916 moles de cloro, que tiene un peso molecular de 70,9, por lo que el peso total de la corriente será de 419.444 kg. de cloro.

[7] ACIDO TRICLOROISOCIANURICO AL 10%

En esta corriente se encuentra el ATIC formado, junto con otras moles y agua.

El ATIC formado debe corresponder al número de moles de ácido cianúrico que entraron, o sea 1972. Siendo el peso molecular del ATIC de 232.47, el peso total del ATIC obtenido es de 458.430. kg.

Como la eficiencia de todo el sistema es de 87.2%, la producción real de ATIC será de 400 kg/lote, lo cual es la capacidad deseada para alcanzar la producción de

demanda.

El agua que contiene esta corriente es la misma que entró al reactor, o sea 3,869.6 kg.

Además estarán presentes en esta misma corriente:

Ca Cl ₂	987 moles	109,557 kg.
Na Cl	3,940	230,25 kg.

Por lo tanto el peso total de la corriente es:

	<u>MOLES</u>	<u>Kg.</u>
ATIC	1972	458.4
H ₂ O	215	3,869.6
CaCl ₂	987	109.5
NaCl	3,940	230.2
	<u>PESO TOTAL</u>	<u>4,667.7</u>

CENTRIFUGA

Debido a que tanto el cloruro de calcio como el cloruro de sodio son altamente solubles en agua, la corriente [7] será solamente de ATIC suspendido en una solución madre, la cual contendrá en disolución a las sales.

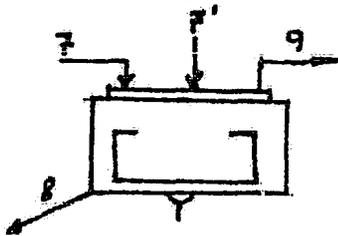
Otra ventaja importante de estos compuestos, es su capacidad para adsorberse de una solución acuosa a una determinada superficie.

Las limitaciones de estos compuestos son: su incompatibilidad con jabones y otros detergentes amónicos, su desactivación con aguas duras y materia orgánica, y sus deficiencias en amplitud de espectro.

Además de estos agentes desinfectantes, podemos mencionar los derivados del mercurio, los colorantes y los glicoles, que fueron muy utilizados en el pasado pero ahora ya no son tan frecuentes.

[7] AGUA DE LAVADO

Debido a que el porcentaje de sales remanente en el ATIC permanecerá hasta el producto final, se adiciona una corriente extra de lavado en la centrifuga la cual tendrá un peso tal de 3445kg. a fin de eliminar el 99% de las sales.



La corriente de entrada tendrá un porcentaje de sólidos en suspensión de aproximadamente 10%.

El volumen total de la suspensión es de aproximadamente 4300 litros, por lo tanto los solidos en suspensión

$$\frac{458.3\text{kg.}}{4300 \text{ kg.}} = 10.65\%$$

[9] ACIDO TRICLOROISOCIANURICO AL 50%

La corriente [9] tendrá un 50% de sólidos, por lo que tanto el peso total de la corriente será de 916.8 kg. conteniendo una parte mínima de cloruro de calcio y cloruro de sodio, los cuales se encontrarán en su mayor parte (99%) en la corriente [8].

	<u>PESO</u>	<u>% EN PESO</u>
ATIC	458.4	49.78
H ₂ O	458.4	49.78
CaCl ₂	3	0.33
NaCl	1	0.11
TOTAL	<u>920.8</u>	<u>100.00</u>

[8] AGUA MADRE

Por el otro lado de la centrifuga, la corriente [8] tendrá la siguiente composición:

	<u>P E S O</u>	<u>% EN PESO</u>
H ₂ O	6860.	95.34
Ca Cl ₂	109.	1.51
Na Cl	227.	3.15
TOTAL	<u>7196.</u>	<u>100.</u>

SECADOR DE LECHO FLUIDIZADO

A este equipo entrará únicamente la corriente [9] - que tendrá la composición antes mencionada pero la eliminación de agua será mucho mayor ya que la humedad al salir será de 2%.

Este secador es de operación continua, por lo que de

berá tener una capacidad para manejar una cantidad de sólidos secos de 125 kgs/hora, lo que corresponde, trabajando en dos turnos de 8 horas, a la capacidad de 2000 kg/día, la cual es la capacidad deseada.

[10] ACIDO TRICLOROISOCIANURICO CON UN 2% DE HUMEDAD

La composición de la corriente [10] será aquella - que corresponda a 458 kg. de sólido seco al 2% de humedad lo cual indica que el peso total del lote será de:

$$\frac{458.3}{0.98} = 467.65 \text{ kg. totales.}$$

	<u>P E S O</u>	<u>% EN PESO</u>
ATIC	458.3	98
H ₂ O	<u>9.35</u>	<u>2</u>
TOTAL	467.65	100

[11] AGUA DE DESECHO

La corriente del agua eliminada la podremos calcular de la corriente original.

458.4 kg. de agua (entrada) - 9.35 kgs. de agua (salida)

449.05 kg. de agua.

11.2 BALANCE DE ENERGIA

En el balance de energía se tomaron en cuenta sólo aquellos procesos y operaciones en las que hay desprendimiento o absorción de calor y para fines de este trabajo se despreciarán los cambios de energía producidos por energía cinética o potencial.

BALANCE DE ENERGIA EN EL TANQUE DE MEZCLADO

Aquí se tomará en cuenta que se parte de una solución al 50% de sosa, la cual se agrega al tanque de mezclado a 3606 kg. de agua, por lo que se determinará el calor de disolución para formar sosa al 50% y luego el calor de disolución de la sosa en el tanque de mezclado.

El calor real de disolución será la diferencia de estos dos calores de disolución, pues se parte al 50%.

NaOH PM = 40

H₂O PM = 18.1

se parte de solución al 50% de sosa.

Primero se sacará la relación molar agua/sosa:

157.8 g. de NaOH = 3.95 mol

157.8 g. de H₂O = 8.71 mol

$$\frac{8.71 \text{ mol H}_2\text{O}}{3.95 \text{ mol NaOH}} = 2.21 \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol NaOH}}$$

en tablas* se puede ver el calor de la disolución para esta concentración de sosa.

$$\Delta H_{\text{dis}} = 6.8 \text{ Kcal/mol NaOH}$$

como son 3.95 moles de NaOH

$$\text{cal} \text{ ----- } 3.95 \text{ mol NaOH} \times 6.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol NaOH}} = 26,860 \text{ Kcal.}$$

ahora se determinará el calor generado en la disolución suponiendo que se parte de sosa en estado sólido.

Se obtiene nuevamente la relación agua sosa.

$$3606 \text{ kg. H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.1 \text{ kg H}_2\text{O}} = 199 \text{ mol H}_2\text{O}$$

la relación es:

$$\frac{199 \text{ mol H}_2\text{O}}{3.95 \text{ mol NaOH}} = 50.43 \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol NaOH}}$$

Con esta concentración se ve en tablas* el calor de disolución:

$$\Delta H_{\text{dis}} = 10.6 \text{ Kcal/mol NaOH}$$

* Ref. 3 pag.521

por lo tanto en la neutralización se desprenderán:

$$1970 \text{ mol ácido cianúrico} \times 11.86 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol ácido cianúrico}} = \underline{\underline{23,364 \text{ Kcal}}}$$

el total de calor generado será:

$$\begin{array}{r} \text{mezclado} = 13,272 \\ \text{neutralización} = 23,364 \text{ Kcal} \\ \hline \text{TOTAL} \quad \quad 36,636 \text{ Kcal} \\ \hline \end{array}$$

Ahora bien, si se supone que el agua de mezclado entra a una temperatura de 17°C , después de la mezcla inicial llegará a:

$$Q = m c_p dt$$

$$36,636,000 \text{ cal} = 3'850,000 \text{ g.} \times 1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^{\circ}\text{K}} (17^{\circ}\text{C} - t_2)$$

$$\Delta t = \frac{36,636,000}{3,850,000}$$

$$\Delta t = 9.5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - 17$$

$$9.5 = t_2 - 17$$

$$t_2 = 26.5^{\circ}\text{C}$$

esto es, habrá un aumento de 9.5°C sobre la temperatura original del agua.

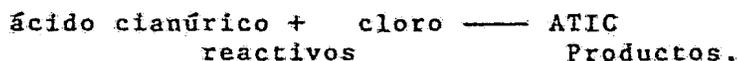
ENERGIA DE REACCION

Para llevar a cabo el proceso de reacción, se debe man tener la temperatura en el seno de la reacción, elimi nando las calorías que se liberen debido a la reacción de cloración.

Para determinar el calor de reacción se empleará la si guiente fórmula:

$$\Delta H_{\text{reacción}} = (\Delta H_c \text{ Productos} - H_c^{\circ} \text{ reactivos})$$

La reacción fundamental es:



$$\Delta H_c \text{ ácido cianúrico} \text{ -----} = 219 \text{ Kcal/mol} *$$

$$\Delta H_c \text{ ATIC} \text{ -----} = 309 \text{ Kcal/mol} *$$

$$H_c \text{ Cl}_2 \text{ -----} = 0 \text{ Kcal/mol}$$

por lo tanto:

$$\Delta H_{\text{reac}} = (309 - 219)$$

$$\Delta H_{\text{reac}} = -90 \text{ Kcal/mol ácido cianúrico.}$$

si en un lote se tienen 1970 moles de ácido cianúrico al inicio por lo que el calor total de reacción será:

(1) Ref.13 pag.20

$$Q = 90 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol ac.cianurico}} \times \frac{1970 \text{ mol ac.cianúrico}}{1 \text{ lote}} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Kcal}} \times \frac{1 \text{ Btu}}{252 \text{ cal}} = 703,571 \frac{\text{Btu}}{\text{lote}}$$

$$Q = 703,571 \frac{\text{Btu}}{\text{lote}}$$

Como se requiere que la reacción se lleve a temperatura constante se necesita un sistema que pueda eliminar este calor de reacción para evitar que aumente la temperatura dentro del reactor.

Para este cálculo se utilizará la ecuación fundamental de transmisión de calor

$$Q = UAdt$$

La U que se utilizó se obtuvo de los datos experimentales reportados en el manual de ingeniería química de Robert H. Perry (1).

$$U = 150 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El área es aquella del reactor diseñado.

$$A = 146 \text{ ft}^2$$

con esto ya se puede calcular el t necesario entre el agua de enfriamiento y el seno de la reacción

(1) Ref.10 pag.10-42

$$703,571 \text{ Btu} = 150 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \times 146 \text{ ft}^2 \times \Delta t$$

$$\Delta t = 32^\circ\text{F} = 17.8^\circ\text{C}$$

La reacción debe mantenerse a 26°C según la patente(1) seleccionada por lo que el agua de enfriamiento deberá estar a 8.2°C para alcanzar los 17.8°C de gradiente.

CALCULO DEL FLUJO DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

El calor de disolución en la operación de mezclado, - eleva la temperatura a 26° aproximadamente por lo que no será necesario enfriarla antes de comenzar la cloración y el agua de enfriamiento deberá eliminar solo el calor generado en la reacción, es decir:

$$703,571 \text{ Btu} \times 252 \frac{\text{cal}}{\text{Btu}} = 177,299,892 \text{ cal}$$

para el cálculo de la cantidad de agua requerida para el enfriamiento se supondrá un t de 10°C .

$$Q = m c_p t$$

$$177,299,892 = m \times 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times 10^\circ\text{C}$$

(1) Ref.16

$$m = 17,729,989 \text{ g.}$$

$$m = 17,729 \text{ Kg.}$$

El tiempo de residencia en el reactor es de 70 min. por lo tanto el flujo de agua de enfriamiento deberá ser:

$$\frac{17,729 \text{ kg H}_2\text{O}}{70 \text{ min.}} = 253 \frac{1}{\text{min.}}$$

Ahora habrá que hacer una corrección a la Ec.2 pues el Δt supuesto entre el agua de enfriamiento y el seno de la reacción no será de 17.8°C , pues se supuso - que el agua de enfriamiento aumentaría 10°C durante el proceso.

Una temperatura mas aproximada para el agua de enfriamiento sera de:

$$\frac{18.2 + 8.2}{2} = 13.2^\circ\text{C.}$$

que es la temperatura media; con esta nueva temperatura se vuelve a calcular la cantidad de calor que pasará del medio de reacción al agua de enfriamiento.

$$Q = 150 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} = 146 \text{ ft}^2 \times 23.04^\circ\text{F}$$

$$Q = 504,576.$$

que son 198,995 Btu menos que las 703,571 Btu que se necesitan eliminar para mantener la temperatura de la reacción constante.

Para resolver esto se reducirá la temperatura del agua de enfriamiento a 3.2°C, y si se sigue considerando - que la m del agua de enfriamiento se mantiene constante y que sufrirá un aumento de 10°C, la nueva temperatura media del agua de enfriamiento será:

$$\frac{3.2 + 13.2}{2} = 8.2$$

lo que da un gradiente medio entre el agua de enfriamiento y el reactor de:

$$26^{\circ} - 8.2^{\circ} = 17.8^{\circ}\text{C}$$

que es el gradiente necesario para sacar los 703,571 Btu que se desprenden de la reacción.

BALANCE DE ENERGIA EN EL ACONDICIONADOR DE AIRE

Antes de hacer este balance se determinaron los kg. - de agua que se tendrían que retirar por cada lote de

producto, con este dato y con una tabla psicrométrica se determinaron las Kcal necesarias para: primero enfriar el aire y son 109,964 Kcal, y para calentarlo - 109,964 Kcal, la igualdad de esta energía se debe a - que se buscó que el aire acondicionado regrese a las condiciones iniciales después de haber absorbido el - agua (considerando proceso adiabático) por lo que la energía de enfriamiento y calentamiento será la misma.

A continuación se detalla el cálculo realizado para la determinación de la capacidad del acondicionador del aire.

CALCULO DEL SECADOR DE LECHO FLUIDIZADO

Para el cálculo se requiere conocer la temperatura y la humedad máximas en Guadalajara, a fin de diseñar - el equipo para condiciones extremas.

La temperatura máxima en Guadalajara es de 35°C y la humedad máxima es de 80%, siendo éstos los puntos base para el diseño del secador. (1)

(1) Ref. (3)

ENTRADA	Temperatura de		
	bulbo seco:	=	35°C = 95°F
	Humedad relativa =		80%
	$\frac{1b H_2O}{1b a.s.*}$	=	0.029
	Entalpia	=	55 $\frac{Btu}{1b a.s.}$
			} A
ENFRIADO A HUMEDAD CTE.	Temperatura de		
	bulbo seco	=	80°F = 26°C
	Humedad relativa =		100%
	$\frac{1b H_2O}{1b a.s.}$	=	0.029
	Entalpia	=	53.2 $\frac{Btu}{1b a.s.}$
			} B
ENFRIADO ELIMINANDO HUMEDAD	Temperatura de		
	bulbo seco	=	76°F = 24.44
	Humedad relativa =		100%
	$\frac{1b H_2O}{1b a.s.}$	=	0.0195
	Entalpia	=	39.5 $\frac{Btu}{1b a.s.}$
			} C

* 1b a.s. = libras de aire seco

CALENTAMIENTO	Temperatura de bulbo seco	=	136°F = 57.7°C	
A HUMEDAD	Humedad relativa	=	17%	
CONSTANTE	$\frac{1b H_2O}{1b a.s.}$	=	0.0195	} D
	Entalpia	=	55 $\frac{Btu}{1b a.s.}$	

PUNTO DE SALIDA DEL SECADOR DE LECHO FLUIDIZADO	Temperatura de bulbo seco	=	89.5°F = 31.94°C	
	Humedad relativa	=	100%	
	$\frac{1b H_2O}{1b a.s.}$	=	0.0305	} E
	Entalpia	=	55 $\frac{Btu}{1b a.s.}$	

En base a los puntos anteriores podremos calcular que cantidad de energía necesitamos eliminar o agregar en el acondicionador de aire.

A	B	1.8	$\frac{Btu}{1b a.s.}$
B	C	13.7	"
C	D	15.5	"

Para la cantidad de agua a eliminar:

449.05 kg. de agua = 990.97 lb de agua

$$990.97 \frac{\text{lb agua}}{\text{lote}} \times \frac{5 \text{ lotes}}{16 \text{ hs.}} = 309.68 \frac{\text{lb agua}}{\text{hora.}}$$

Como la diferencia de humedades es de $0.0195 \frac{\text{lb de agua}}{\text{lb de aire seco}}$

y a la salida $0.305 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb a.s.}}$

$$0.305 - 0.0195 = 0.2855 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb a.s.}}$$

Como se tienen que eliminar $309.68 \frac{\text{lbs de H}_2\text{O}}{\text{hr.}}$

$$\frac{309.68 \text{ lb H}_2\text{O}}{\text{hr.}} = 28,152.72 \frac{\text{lb. a.s.}}{\text{hora}}$$

$$\frac{0.011 \text{ lb H}_2\text{O}}{\text{lb a.s.}}$$

$$\frac{28,152.72 \frac{\text{lb a.s.}}{\text{hr.}}}{0.13605} = 206,929 \frac{\text{lb a.s.}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min.}} = 3448.8 \frac{\text{lb a.s.}}{\text{min}}$$

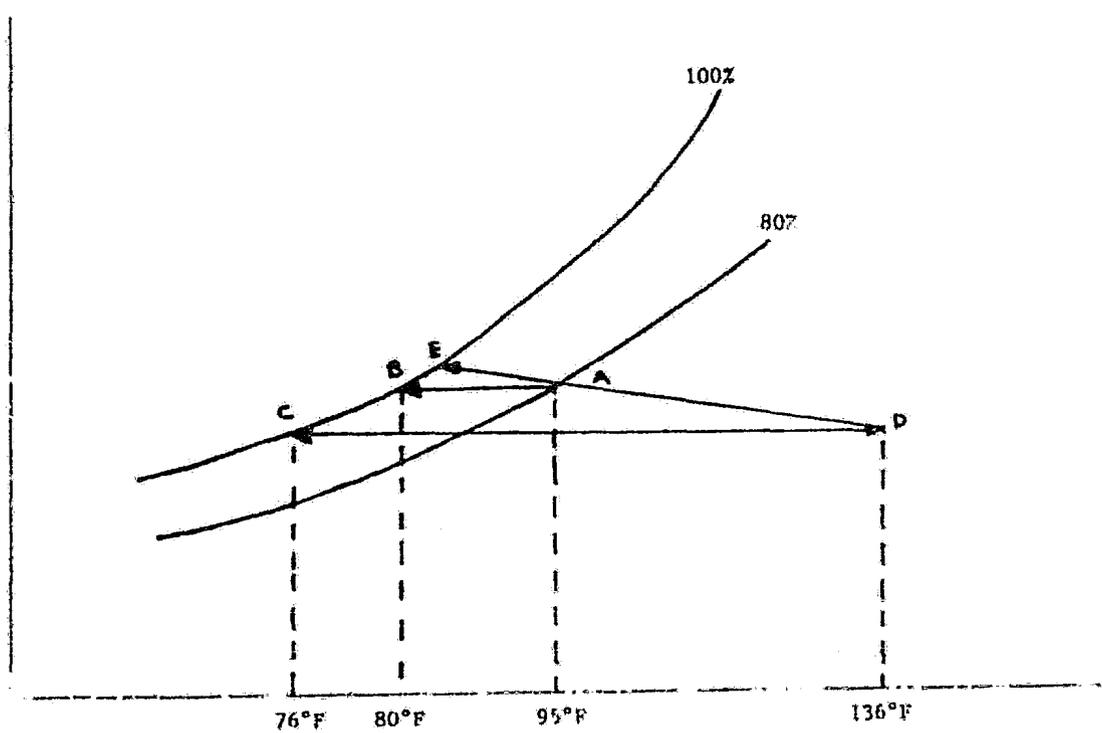
$$15.5 \frac{\text{Btu}}{\text{lb a.s.}} = 28,152.72 \frac{\text{lb a.s.}}{\text{hs.}} = 436,367 \frac{\text{Btu}}{\text{hs}}$$

Cantidad de calor necesaria para eliminar el agua -
siendo la misma para el calentamiento, ya que se di
señará el equipo para dejarlo en las mismas condi--
ciones de entrada a fin de no desperdiciar ninguna
cantidad de calor.

$$109,964,524. \frac{\text{cal}}{\text{hr.}}$$

CARTA PSICROMETRICA

RECORRIDO DEL AIRE DE SECADO EN LOS EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO Y SECADO.



TESIS PROFESIONAL DE LUCIO GALICIA
ALEJANDRO ORNELAS

CAPITULO XII

EVALUACION ECONOMICA

12.1 ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA

Para llevar a cabo la materialización de un proyecto industrial, se requiere asignarle una cantidad de recursos que se pueden agrupar en dos grandes grupos:

a) los que se requieren para la adquisición e instalación de la planta y b) los requeridos para la operación de la misma. (1)

Los recursos necesarios para la adquisición e instalación de la planta, constituyen la inversión fija del proyecto, y los que requiere la operación de la planta, una vez que se realiza el proyecto, integran el capital de trabajo, los cuales se detallarán en el siguiente inciso.

La inversión fija, comprende el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa. Se adquieren generalmente durante la etapa de instalación de la planta y se utilizan a lo largo

(1) Ref. (14).

de su vida útil.

Los elementos que integran la inversión fija se suelen clasificar en tangibles e intangibles, entre los primeros están la maquinaria y equipo, que están sujetos a depreciaciones y obsolescencia, y el terreno, que no lo está, mientras que entre los segundos se encuentran las patentes, y los gastos de organización - que se amortizan en plazos convencionales.

12.1.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INVERSION FIJA

La cuantía relativa y la naturaleza de los rubros integrantes de la inversión fija, variarán considerablemente según los diversos tipos de proyectos, pero en términos generales incluye el costo de los siguientes conceptos.

A) INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS PREVIOS

La realización de estas actividades tendientes a obtener información para determinar la factibilidad en principio o para darle apoyo técnico al proyecto, tiene un costo que debe ser incluido como parte del mismo, - excepto cuando dicho costo es cubierto por entidades de

fomento o centros de investigación patrocinados por el estado.

B) PATENTES Y CONOCIMIENTOS TECNICOS ESPECIALIZADOS

En algunos proyectos industriales, la adopción del - proceso de elaboración, implica la necesidad de adquirir una licencia de los propietarios de la tecnología, generalmente mediante un pago fijo inicial y pagos variables anuales por concepto de regalías cuyo monto - suele ser proporcional al volúmen de producto elaborado o al valor del producto vendido. El pago inicial afecta a la inversión fija y las regalías al costo de operación.

C) TERRENO PARA LA INSTALACION DE LA PLANTA

Aún cuando los terrenos son activos fijos que no se - deprecian, la adquisición del predio para la instalación de la planta, representa un gasto que debe incluirse en la estimación de la inversión fija.

D) MAQUINARIA Y EQUIPO

En este inciso es necesario incluir no solamente el - costo de toda la maquinaria y los equipos con sus re-

facciones y repuestos, sino también los gastos de fletes, seguros, impuestos, etc.

E) INSTALACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Este inciso también forma parte de la inversión fija y comprende los gastos de los materiales y la mano - de obra de técnicos y operarios requeridos para efectuar la instalación de la maquinaria y equipo, actividad dentro de la cual se suele englobar el armado y la conexión de las unidades de proceso entre sí, y con las unidades de servicios auxiliares.

F) OBRA CIVIL

La inversión fija por concepto de obra civil incluye, entre otros conceptos, la preparación del terreno, la construcción de edificios de proceso, de recepción y almacenamiento de materias primas, de empaque, almacenamiento y embarque de productos de almacenamiento de herramientas y refacciones, de laboratorios de control de calidad, de oficinas para el personal técnico y administrativo, de servicios para los empleados de servicios de mantenimiento, así como la construcción de patios y la instalación de servicios auxiliares externos a los edificios.

G) SERVICIOS AUXILIARES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

En este renglón se incluyen los costos de la maquinaria y equipo que se requieren para suministrar estos servicios, así como el de las instalaciones complementarias para los mismos, que a su vez incluyen las redes de distribución, los instrumentos de control y los aislamientos. Entre la maquinaria y equipo que caen dentro de este renglón se encuentran generadores de vapor, subestaciones eléctricas, bombas para pozos profundos, unidades de refrigeración, compresores de aire, ventiladores y extractores, sistemas contra incendio, tanques de almacenamiento de agua y combustible, colectores de polvo y humos, sistemas de tratamiento de desechos, equipo de taller de mantenimiento, equipo para el manejo y transporte de materiales, equipo de oficina y equipo de laboratorio.

H) INGENIERIA Y SUPERVISION DE LA INSTALACION

Este rubro comprende una serie de gastos indirectos que se estiman como un porcentaje del costo físico de la planta, el cual a su vez se determina sumando el monto de los costos de todos los rubros antes mencionados.

La ingeniería y supervisión de las instalaciones abarca actividades tales como la elaboración y reproducción de planos y modelos a escala, especificación detallada de maquinaria y equipo, pruebas de resistencia mecánica del terreno, supervisión e inspección de la realización del proyecto, construcción, operación y mantenimiento de obras temporales, adquisición y mantenimiento de maquinaria y herramientas para la construcción y gestión de permisos y licencias.

I) IMPREVISTOS O CONTINGENCIAS

La inclusión de este rubro se debe a la imposibilidad de prever todos los eventos externos que pueden afectar el costo del proyecto, así como la inconveniencia de gastar demasiado esfuerzo en establecer absolutamente todos los rubros menores de inversión. Dependiendo del grado de aproximación que se haya dado a la estimación de los diversos rubros que componen la inversión fija, variará el monto de los recursos que se asignen a este rubro.

COSTO TOTAL DEL EQUIPO

Para la estimación del costo total del equipo se tomarán en cuenta los siguientes equipos:

- 1) Tanque de Hidróxido de Sodio
- 2) Tanque mezclador
- 3) Reactor
- 4) Tanque lavador
- 5) Sistema de enfriamiento (compresora de amoniaco y tanque de agua helada)
- 6) Centrifuga
- 7) Secador de lecho fluidizado

Para todas estas estimaciones se solicitaron cotizaciones a los fabricantes de los diferentes equipos - obteniendose en los siguientes resultados. (*)

EQUIPO	COSTO (PESOS)
Tanque de NaOH	\$ 50,000.00
Tanque mezclador	250,000.00
Reactor	3'000,000.00
Tanque lavador	250,000.00
Sistema de enfriamiento	960,000.00
Centrifuga	2'000,000.00
Secador	5'600,000.00
<hr/>	
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	\$ 12'110,000.00
<hr/>	

(*) En la tabla anexa, se dan los nombres de los fabricantes a quienes se les solicitaron cotizaciones.

TABLA 12.1

Lista de fabricantes que cotizaron los equipos de proceso:

TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y TANQUES MEZCLADORES

Productos Laminados Garza

Calz. Ignacio Zaragoza 1431 Km.10, D.F. México

Tel.: 558.2977

REACTOR

Pfaulder Permutit, S.A. de C.V.

Av. de las Torres 1860, Z.P.15

Tel.: 556.7659

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Refrigerantes York Recold

Morelos # 98-706 D.F. México

Tel.: 566.5088

CENTRIFUGA

Centrifugas Trealta, S.A.

Lázaro Cardenas 395, México, D.F.

Tel.: 519.5820

SECADOR

Hazemag, S.A.

Manzanas 46 4o. piso México, D.F.

Tel.: 575.9378

OBRA CIVIL.

En este rubro se incluye la obra civil, la instalación y la supervisión de la construcción, ya que fueron cotizadas en conjunto.

Costo de Obra Civil e Instalación	\$ 5,000.00/m ²
Superficie a construir	1,200.00/m ²
<hr/>	
COSTO TOTAL OBRA CIVIL	\$ 6'000,000.00
<hr/>	

Aquí también se está incluyendo el costo de la ingeniería y supervisión del montaje, ya que es una planta muy pequeña.

TERRENO

Para tener espacio suficiente para la construcción, - así como patios grandes, se comprará un terreno de - 2,000m². El costo de terreno industrial en la zona - deseada es de \$170.00/m², lo que nos da un costo total de:

COSTO TOTAL DEL TERRENO	\$ 340,000.00
-------------------------	---------------

INSTALACION

En este renglón se está considerando tanto la ingeniería como la instalación de la planta de acuerdo a cotización.

Total de instalación	1'800,000.00
Mobiliario y Equipo de oficina	450,000.00
Equipo de transporte	300,000.00
TOTAL EN INVERSION FIJA	\$21'000,000.00

CAPITAL DE TRABAJO.

Los principales renglones que es necesario considerar para estimar el capital de trabajo, son los siguientes:

- A) Inventario de materia prima
- B) Inventario de productos en proceso
- C) Inventario de productos terminado
- D) Efectivo en caja y bancos
- E) Créditos de proveedores (negativo)

A) INVENTARIO DE MATERIA PRIMA

Tomando en cuenta la situación actual del país se recomienda el menos inventario posible, por lo que se estipula un inventario de 15 días de materia prima, siguiendo el mismo criterio para el producto terminado.

15 días de inventario.

$$15 \text{ días} \times \frac{1667}{\text{día}} = 25,000 \text{ kg.}$$

Como el costo de materia prima es de \$129.00/kg. de ATIC producido, se tiene,

$$25,000 \text{ kg. ATIC} \times \frac{129\$}{\text{kg.de ATIC}} = 3'225,000$$

B) INVENTARIO DE PRODUCTO EN PROCESO

El máximo inventario de producto en proceso es de - -
400 kg., equivalente a un lote completo de producto.

$$400 \text{ kg.} \times \frac{129 \$}{\text{kg.}} = \$ 51,500.00$$

C) INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

Aquí se sigue la misma política para el inventario de materia prima; 15 días máximo.

$$15 \text{ días} \times 1667 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 25,000 \text{ kg.}$$

El costo de producto terminado es de aproximadamente \$204/kg. incluyendo ya materia prima, costos fijos, gastos generales y otros.

$$25,000 \text{ kg.} \times \frac{\$204}{\text{kg}} = 5'100,000$$

D) CAJA

La evaluación de esta cantidad fue hecha con 10 días del costo de ventas.

$$\$ 3'400,680$$

E) CUENTAS POR COBRAR

El cálculo fue de aproximadamente 15 días de producto terminado a un precio de \$230 por kg. de ATIC

$$\$ 5'750,000$$

F) CREDITOS DE PROVEEDORES

Este rubro se considera con 15 días de crédito de los proveedores de materias primas.

\$ 3'225,000

TOTAL DEL CAPITAL DE TRABAJO	(M\$)
Inventario Materia Prima	3,225.00
Inventario de Producto en proceso	51.50
Inventario de producto terminado	5,100.00
Caja y Bancos	3,400.68
Cuentas por Cobrar	5,750.00
Créditos de Proveedores	(3,225.00)
<hr/>	<hr/>
TOTAL DE CAPITAL DE TRABAJO	14,302.18
<hr/>	<hr/>

12.2 ESTIMACION DE COSTOS DE PRODUCCION

Los diversos elementos de costo que integran los egresos totales de la planta pueden agruparse en los siguientes elementos:

- 1) Costos variables de operación
- 2) Cargos fijos de inversión

3) Gastos generales.

12.2.1 COSTOS VARIABLES DE OPERACION

Los costos variables de operación, son aquellos directamente involucrados en la elaboración y venta del producto, y por ello, tienden a variar con el volumen de producción. Estos costos se derivan del pago de los siguientes renglones:

A) MATERIAS PRIMAS

El costo de las materias primas, se determina tomando en cuenta su precio de adquisición, su consumo por unidad de producto, y el volumen total de producción previsto.

Las materias primas que se utilizan en la producción del ATIC, así como las cantidades por lote y su precio se resume en la siguiente tabla:

	CANTIDAD (Kg./Lote)	COSTO (Pesos/Kg)	T O T A L (Miles de pesos)
ACIDO CIANURICO	259.5	165	42.81
CLORO (Cl ₂)	420.0	9	3.78
SOSA (NaOH)	240.0	20	4.80
CAL (Ca(OH) ₂)	75.5	4	0.30
		GRAN TOTAL	51.69

Como sabemos que el lote es de 400 kg. de ATIC

$$\frac{51.59M}{400 \text{ kg}} = 129.5/kg.$$

B) PERSONAL

La planta va a estar operando dos turnos, por lo -- tanto establecemos dos grupos, el de personal que -- se requiere por turno y el de operación general de la planta.

CANTIDAD	P U E S T O	S U E L D O MILES DE PESOS
1	Gerente General	80
1	Gerente de Producción	60
1	Gerente Administrativo	65
1	Secretaría	26
1	Jefe de Mantenimiento	30
1	Ayudante de Mantenimiento	15
	T O T A L	276

S U E L D O (M \$)			
PERSONAL POR TURNO	1er. TURNO	2° TURNO	TOTAL
1 JEFE DE TURNO	40	45	85
2 REACTORISTAS	25 c/u	27 c/u	104
3 AYUDANTES DE PLANTA	17 c/u	19 c/u	108
1 MEZCLADOR	17	19	36
3 SECADORES	17 c/u	19 c/u	108
1 LABORATORISTA	20	-	20
1 LIMPIEZA	13	-	13
		T O T A L	474

TOTAL DE SUELDOS Y SALARIOS	=	<u>750 M</u>
TOTAL ANUAL DE SUELDOS Y SALARIOS	=	9,000 M
*IMSS, INFONAVIT Y OTRAS PRESTACIONES	=	<u>2,109.44 M</u>
TOTAL		<u>11,199.44</u> =====

Tomando como base 600,000 k. anuales de producción,
se tiene que el costo prorrateado es:

$$\frac{11,109.44 \text{ M}}{600,000 \text{ kg.}} = 18.52 \text{ \$/kg.}$$

-
- * IMSS BASE 2.5\$ por cada peso que paga el empleado.
 INFONAVIT = 5%
 EDUCACION = 1%
 OTRAS = 2%

12.2.2 COSTOS FIJOS DE OPERACION *

Para la evaluación de estos costos fijos se tomaron en cuenta los siguientes conceptos:

- a) Impuestos sobre la propiedad
- b) Seguros sobre la planta
- c) Servicios auxiliares

Se consideró a los servicios auxiliares como un costo fijo, debido a que la operación de la planta no influye significativamente sobre los costos de la luz, agua, etc.

Al hacer una evaluación mensual, se estimó un pago por los rubros arriba mencionados, de \$250,000.00 pesos.

Como la producción mensual es de 50,000 kg. el costo por kg. de ATIC producido es de:

$$\frac{250,000.00 \text{ pesos}}{50,000. \text{ kg.}} = 5 \frac{\text{pesos}}{\text{kg.}}$$

(*) El cálculo de los costos fijos se realizó en base a una planta ubicada en Celaya, Gto. de aproximadamente la misma capacidad. (ESPECIALIDADES QUIMICAS MEXICANAS).

GASTOS GENERALES

Son aquellos gastos necesarios para hacer llegar el producto al mercado, mantener la empresa en posición competitiva y lograr una operación rentable, se incluyen en este rubro:

<u>GASTOS ADMINISTRATIVOS</u>	M\$
Contabilidad externa	40
Auditoría externa	10
Consultor Legal y Fiscal	30
Cobrador	15
T O T A L	95

95M x 12 meses = 1'140,000 \$ ANUALES

$$\text{COSTO POR Kg. } \frac{1'140,000}{600,000} = 1.9 \text{ \$/kg.}$$

GASTOS DE DISTRIBUCION Y VENTA

Estos costos se evalúan como porcentaje del precio de venta:

COMISIONES	14 %
PAGO DE REGALIAS POR PATENTE	2 %
T O T A L	16 %

El precio del producto es de 215.\$/kg. por lo que los costos por kilogramo serán 36,5.

Gastos Financieros

La inversión total de la planta en terrenos y edificios, así como en capital de trabajo es de:

Inversión Fija	\$ 21'000,000.00
Capital de Trabajo	14'500.000.00
<hr/>	
INVERSION TOTAL	\$ 35'500,000.00
<hr/>	

Esta inversión total estará compuesta de la siguiente manera:

Capital Propio	\$ 21'500,000.00	
Crédito a largo plazo (10 años) FONEI	10'000,000.00	(Intereses al 40%)
Crédito a corto plazo (5 años)	4'000,000.00	(Intereses al 50%)
10'000,000.00 x 0.4 =	4'000,000.00	
4'000,000.00 x 0.5 =	2'000,000.00	
	<hr/>	
TOTAL	6'000,000.00	\$ ANUALES

Los intereses divididos por la producción anual, representarán los gastos financieros por kg. de producción.

$$\frac{\$ 6'000.000.00}{600,000 \text{ kg}} = 10.00 \text{ \$/kg.}$$

Con todos los gastos anteriores, se hizo un resumen de gastos con el fin de evaluar el beneficio que se obtendría operando a máxima capacidad la planta.

	(\$ / kg)
COSTO DE MATERIA PRIMA	129
SUELDOS Y SALARIOS	18.52
COSTOS FIJOS DE OPERACION	5.00
DEPRECIACION + AMORTIZACION	2.99
GASTOS GENERALES (Administración, Distribución y Gastos Financieros)	48.70
TOTAL DE GASTOS	204.21

Como se sabe el precio de venta es de 230\$/kg. con lo que se tiene:

PRECIO DE VENTA	\$ 230.00
TOTAL DE GASTOS	204.21
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	25.79
IMPUESTOS + REPARTO DE UTILIDADES (50%)	12.90

	\$
Utilidad despues de Impuestos	12.90
Utilidad Anual (Miles de Pesos)	7,737.00
Capital Invertido (Miles de Pesos)	21,500.00
Rendimiento/Capital Invertido	36.0%

SIMULACION

Con el anterior rendimiento se harán modificaciones si-
muladas sobre el precio para obtener un rendimiento del
50% comparable con las tasas actuales de interés banca-
rio.

MODIFICACION SOBRE EL PRECIO

UTILIDAD DESEADA	$21,500.00 \times .5 = 10,750.00$	M.N.\$
	$\frac{10,750.00 \text{ M}}{600 \text{ M kg ATIC}}$	$= 17.92 \text{ \$/kg} = \text{UTILIDAD DESPUES DE IMPTOS.}$
	$17.92 \times 2 = 35.83 \text{ \$/kg}$	$= \text{UTILIDAD ANTES DE IMPTOS.}$
TOTAL DE GASTOS	$= 204.21 \text{ \$/kg.}$	
UTILIDAD ANTES DE IMPTOS.	$= 35.83 \text{ \$/kg.}$	
PREGIO REQUERIDO PARA		
UNA UTILIDAD DE 50%	$= 240.04 \text{ \$/kg.}$	

DETERMINACION DE LA GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se entiende como el volumen de producción al que debe trabajar la planta, para que sus ingresos sean iguales a sus egresos, es decir, el volumen de la producción mínimo a partir del cual se obtienen utilidades para una combinación dada de precios de adquisición de los insumos y precios de venta de los productos. Al nivel de producción en que se obtiene este equilibrio se le llama capacidad mínima económica de operación.

Para determinar el punto de equilibrio entre ingresos y egresos, se procede a agrupar los costos en variables y fijos, como se muestra en el siguiente cuadro:

COSTOS VARIABLES (en pesos/kg.)	
Materia prima	129.00
Costo de distribución y ventas (16%/ventas)	<u>36.80</u>
T O T A L	165.80
COSTOS FIJOS	
	\$/kg
Personal	18.52
Depreciación + Amortización	2.99
Costos Fijos de Operación	5.00
Gastos Financieros	10.00
Gastos Generales	<u>1.90</u>
T O T A L	33.41

PRECIO DE VENTA

230 \$/kg.

Con los datos anteriores se determinó la gráfica --
adjunta.

El punto de equilibrio de manera analítica se determina de la siguiente manera:

$$CT = CF + CV(N.U.)$$

$$VT = PV * N.U.$$

$$PV * N.U. = C.F. + C.V. (N.U.)$$

$$N.U. = \frac{CF}{PV - C.V.}$$

$$N.T. = \frac{19,962,000}{230 - 165.8} = 309,488 \text{ kg.}$$

En donde:

CT = COSTOS TOTALES

CF = COSTOS FIJOS (ANUALES)

CV = COSTO DE VENTA (UNITARIO)

NU = NUMERO DE Kg.

VT = VENTAS TOTALES

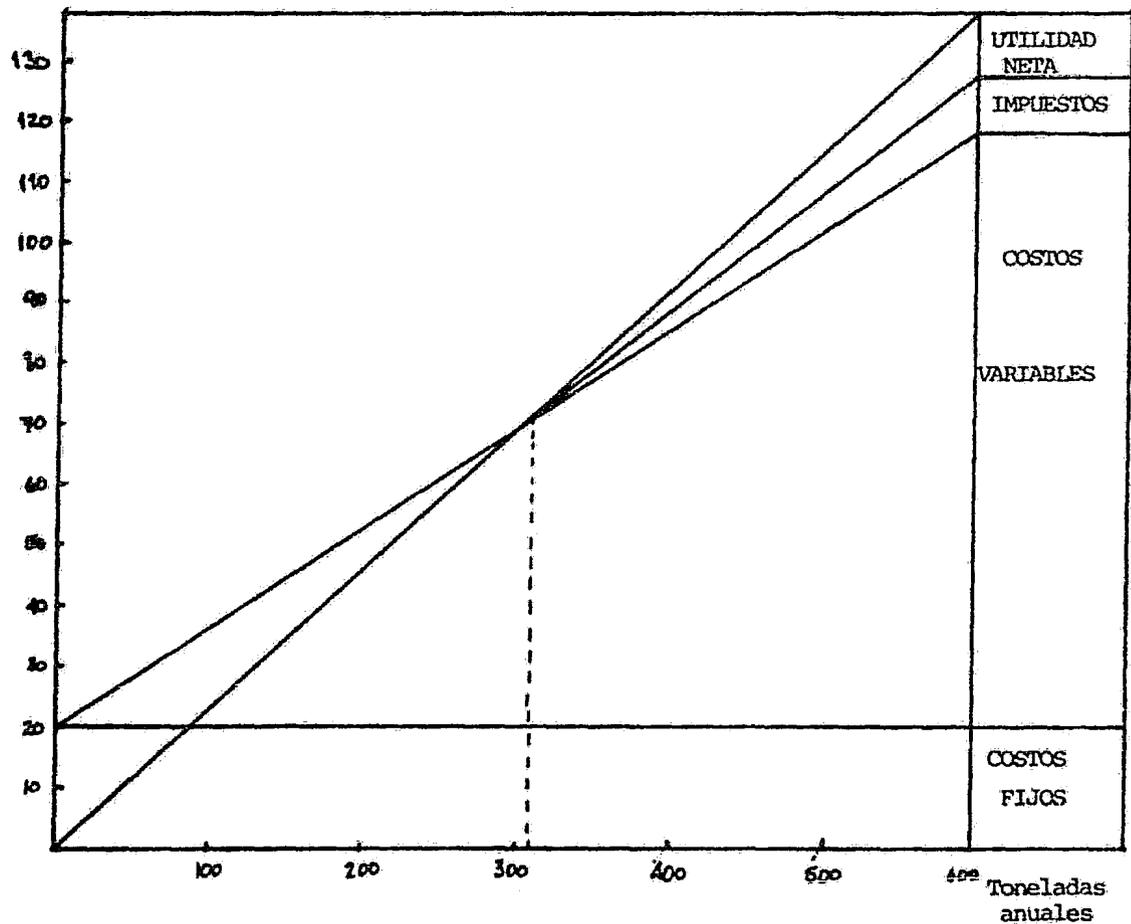
PV = PRECIO DE VENTA

NT = NUMERO TOTAL DE UNIDADES.

lo cual concuerda con lo obtenido gráficamente.

12.1 GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

Millones de pesos



197

TESIS PROFESIONAL: LUCIO GALICIA
ALEJANDRO ORNELAS

De la gráfica de punto de equilibrio se puede observar que los costos fijos representan un porcentaje pequeño con respecto al total de los costos, lo que implica -- que al tratar de aumentar la rentabilidad, dicho aumento deberá ser muy grande para tener una disminución - que pueda realmente afectar los costos de producción.

En base a lo anterior, se llevó a cabo un estudio para determinar a que capacidad tenemos la rentabilidad deseada (50%).

MODIFICACION SOBRE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

Para la estimación sobre inversión a diferentes capacidades, se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$I_B = I_A \left[\frac{C_B}{C_A} \right]^n$$

I_B = Inversión fija de la planta proyectada B

I_A = Inversión fija de la planta conocida A

C_B = Capacidad proyectada de la planta B

C_A = Capacidad instalada de la planta A

n = Exponente cuyo valor para plantas químicas es 0.6.

Por lo tanto, debido a que conocemos la inversión para

La planta a 600 T/anales, se puede estimar la inversión a diferentes capacidades.

Para la estimación del capital de trabajo, se seguirá la política de 1 mes de inventario de materia prima y un mes de inventario de producto terminado, excepto para la cap. de 600T donde se calculó el C.T. en detalle (ver cálculo en pags. anteriores).

Para el cálculo de sueldos y salarios se estimó que el personal de producción aumenta en 50% al aumentar la capacidad, para los gastos financieros se conservó el mismo porcentaje de financiamiento que para 600T (39%).

CUADRO RESUMEN DE AUMENTO DE CAPACIDAD

CAPACIDAD ANUAL	(Costos/Kg)			
	600T	1200T	2400T	4800T
MATERIA PRIMA	129.00	129.00	129.00	129.00
DISTRIBUCION, VENTA	36.80	36.80	36.80	36.80
SUELDOS SALARIOS	18.52	11.94	8.12	5.75
DEPREC. + AMORT.	2.99	4.48	3.40	2.58
COSTOS FIJOS DE OP.	5.00	4.00	3.50	3.00
GTOS. FIN. Y DE ADMON.	11.90	10.50	9.30	8.70
T O T A L	204.21	192.72	190.12	185.83
PRECIO DE VENTA	230.00	230.00	230.00	230.00
UT. ANTES DE IMPTOS.	25.79	37.28	39.88	44.17
IMPTOS.	12.90	18.64	19.94	22.09
UTILIDAD NETA	12.90	18.64	19.94	22.09
UTILIDAD ANUAL (MM)	7.74	22.38	52.08	106.08
CAP. INVERTIDO (MM)	21.50	38.60	68.91	125.40
RENDIMIENTO/CAP. INVERTIDO %	36%	58%	76%	85%

12.3 ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA

Los estados proforma de pérdidas y ganancias incluyen básicamente los siguientes elementos:

- 1) Valor de las ventas netas
- 2) Costo de lo vendido
- 3) Utilidad bruta por ventas
- 4) Gastos por ventas y administración
- 5) Gastos Financieros
- 6) Utilidades de operación
- 7) Impuestos sobre utilidades
- 8) Participación de utilidades al trabajador
- 9) Utilidades netas.

El valor de las ventas netas se obtiene multiplicando el volumen de ventas por el precio de venta, y restando al resultado el importe de las devoluciones y descuentos.

El costo de lo vendido o costo de producción se obtiene sumando los diversos ingredientes de costo en que se incurre durante la manufactura del volumen total de producción.

La utilidad bruta, se obtiene restando al valor de las ventas netas, el costo de lo vendido.

Las utilidades de operación, son el resultado obtenido al restar a las utilidades brutas por ventas, tanto los gastos derivados de las ventas y de la administración, como los gastos financieros originados en los intereses pagados por los créditos que graviten sobre la empresa.

Las utilidades netas, o utilidades por distribuir, se calculan restando a las utilidades gravables tanto los impuestos que sobre dichas utilidades señalen las leyes hacendarias, como el monto de la participación de utilidades que correspondería a los trabajadores de la empresa.

TABLA 12.2 PRESUPUESTO DE INGRESOS DEL PROYECTO

PRODUCTO	VOLUMEN ANUAL (Toneladas)			
	1	2	3	4
ACIDO TRICLORO ISOCIANURICO	450	500	550	600

PRECIO UNITARIO (pesos)	INGRESO ANUAL			
	1	2	3	4
TOTAL (Miles de pesos)	103,500.00	115,000.00	126,500.00	138,000.00

CALCULO DE LA DEPRECIACION *

Los únicos datos faltantes para el balance, el estado de resultados proforma y el cálculo de la tasa interna de retorno, es el valor de la depreciación.

Las depreciaciones son como sigue:

Edificios al 5%	\$ 300,000.00
Instalaciones al 10%	180,000.00
Equipo y maquinaria al 10%	1'211,000.00
Mobiliario y equipo de oficina al 10%	45,000.00
Equipo de transporte al 20%	60,000.00
<hr/>	
TOTAL DE DEPRECIACION	\$ 1'796,000.00
<hr/>	

* Considerando una cap. de 600 T/año.

TABLA 12.3 PRESUPUESTO DE EGRESOS DEL PROYECTO (miles de pesos)

CONCEPTO	A N O S			
	1	2	3	4
Costos variables				
- Materia Prima	58,050.00	64,500.00	70,950.00	77,400.00
Total variables	58,050.00	64,500.00	70,950.00	77,400.00
Costos Fijos				
- Amortización de la deuda	1,800.00	1,800.00	1,800.00	1,800.00
- Personal	11,109.44	11,109.44	11,109.44	11,109.44
- Costos fijos de operación	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
Total Fijos	15,909.44	15,909.44	15,909.44	15,909.44
- Gastos Administrativos	1,140.00	1,140.00	1,140.00	1,140.00
- Gastos de Venta	16,560.00	18,400.00	20,240.00	22,080.00
- Gastos Financieros	6,000.00	5,200.00	4,400.00	3,600.00
- Impuestos	4,504.72	6,509.72	8,514.72	10,519.72
EGRESOS TOTALES	102,164.16	111,659.16	121,154.16	130,649.16

TABLA 12.4 ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA DE LA EMPRESA

(miles de pesos)

	1	2	3	4
1. VENTAS	103,500.00	115,000.00	126,500.00	138,000.00
2. COSTO DE PRODUCCION	68,710.44	75,160.44	81,610.44	88,060.44
3. UTILIDAD BRUTA	34,789.56	39,839.56	44,889.56	49,939.56
DEPRECIACION + AMORT.	1,796.00	1,796.00	1,796.00	1,796.00
GASTOS DE ADMINISTRACION	1,424.13	1,424.13	1,424.13	1,424.13
GASTOS DE VENTA	16,560.00	18,400.00	20,240.00	22,080.00
GASTOS FINANCIEROS	6,000.00	5,200.00	4,400.00	3,600.00
7. UTILIDAD DE OPERACION	9,009.43	13,019.43	17,029.43	21,039.43
IMPUESTO SOBRE LA RENTA + PTV	4,504.72	6,509.72	8,514.72	10,519.72
10. UTILIDAD NETA	4,504.72	6,509.72	8,514.72	10,519.72

TESIS PROFESIONAL DE LUCIO GALICIA
Y ALEJANDRO ORNELAS

12.4 BALANCE GENERAL PROFORMA

El balance general proforma contiene los rubros que constituyen, por un lado, los activos de la empresa, es decir, las propiedades y derechos que adquiriría en caso de que se llevase a cabo el proyecto, y por otro, los pasivos de la misma, es decir, las obligaciones financieras que contraería a través de préstamos. Así mismo, estos balances contienen los rubros que dan origen al Capital Contable, el cual representa la participación directa de los socios en la propiedad de la empresa.

I. ACTIVOS DE LA EMPRESA.

Los activos de la empresa son de dos clases:

- 1) Activo Circulante
- 2) Activo Fijo

1. ACTIVO CIRCULANTE

El activo circulante estará constituido por aquellos bienes y recursos que son o pueden convertirse fácilmente en efectivo a través de las operaciones de la empre

sa. Es decir, está constituido por los siguientes conceptos.

- a) Efectivo en caja y bancos
- b) Monto de las cuentas por cobrar
- c) Valor de inventarios

2. ACTIVO FIJO.

El activo fijo estará formado por aquellos bienes físicos que se utilizaron en las actividades productivas y comerciales de la empresa. Los bienes que forman el activo fijo son los siguientes:

- a) Terrenos
- b) Edificios y Construcciones
- c) Maquinaria y equipo
- d) Equipo de transporte
- e) Equipo de Oficina

En los balances generales Proforma aparecen disminuciones anuales en el valor de estos conceptos, con excepción de los terrenos, en virtud de que es necesario fijar un cargo al valor de los productos para formar una reserva llamada de depreciación que permite reponer los equipos al término de su vida útil. Las tasas de depre

ciación se establecen de acuerdo con las leyes fiscales de cada país.

II. PASIVOS DE LA EMPRESA

Los pasivos de la empresa serán de dos clases:

- 1) Pasivo Circulante
- 2) Pasivo Fijo

1. PASIVO CIRCULANTE

El pasivo circulante estará constituido por aquellas - deudas que la empresa deberá pagar en un plazo no mayor de un año, e incluyen los siguientes renglones:

- a) Créditos bancarios a corto plazo
- b) Créditos de proveedores de insumos
- c) Amortización anual de créditos a largo plazo
- d) Previsión para impuestos
- e) Dividendos previstos por repartir

2. PASIVO FIJO

El pasivo fijo estará integrado por las deudas que contraiga la empresa con instituciones bancarias o financieras y proveedores de maquinaria y equipo, con moti-

vo de la adquisición de activos fijos y cuyo período de amortización o vencimientos sea superior a un año.

La consecución de los créditos a mediano o largo plazo que dan origen al pasivo fijo, queda subordinado a las garantías hipotecarias que puedan ser ofrecidas por la empresa.

III. CAPITAL CONTABLE

El Capital Contable de la empresa estará constituido por las aportaciones efectivas de los socios de la misma, conocido como capital social suscrito y pagado, mas el superavit o el déficit que resulta de los ejercicios anteriores. El superavit se calcula restando a las utilidades netas las reservas y los dividendos a repartir.

TABLA 12.5 BALANCE PROFORMA

	CONSTRUCCION	1 450	2 500	3 500	4 600
ACTIVO CIRCULANTE					
CAJA	-	2550	2933	3117	3400
VALORES	-	4753	6437	8124	10377
C X C	-	4313	4792	5271	5150
INVENTARIOS	-	6304	6998	7692	8386
TOTAL ACTIVO CIRCULANTE	-	17920	21060	24204	27913
ACTIVO FIJO					
TERRENO	340	340	340	340	340
EDIFICIO Y CONSTRUCCIONES	6000	6000	5700	5400	5100
MAQUINARIA Y EQUIPO	12110	12110	10899	9688	8477
EQUIPO DE OFICINA	450	450	405	360	315
EQUIPO DE TRANSPORTE	300	300	240	180	120
INSTALACIONES	1800	1800	1620	1440	1260
MENOS DEPRECIACION	0	1796	1796	1796	1796
TOTAL ACTIVO FIJO	21000	19204	17408	15612	13816
TOTAL DE A C T I V O	21000	37124	38468	39816	41729
P A S I V O					
PASIVO CIRCULANTE					
PROVEEDORES	-	2419	2688	2956	3225
BANCOS	4000	3200	2400	1600	800
RESERVA IMPTOS. Y P.T.U.	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO CIRCULANTE	4000	5619	5088	4556	4025
PASIVO FIJO	10000	9000	8000	7000	6000
TOTAL PASIVO FIJO	10000	9000	8000	7000	6000
TOTAL P A S I V O	14000	14619	13088	11556	10025
CAPITAL CONTABLE					
CAPITAL SOCIAL	7000	18000	19000	20000	21500
UTILIDAD DEL EJERCICIO	0	4505	6510	8515	10520
MENOS DIVIDENDOS	0	0	-180	-255	-316
UTILIDADES RETENIDAS	0	4505	6380	8260	10204
TOTAL CAPITAL CONTABLE	7000	22505	25380	28260	31704
TOTAL PASIVO + CAPITAL	21000	37124	38468	39816	41729

TESIS PROFESIONAL DE LUCIO GALICIA

Y ALEJANDRO ORNETAS

TABLA 12.6 CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

(miles de pesos)

A Ñ O	CONSTRUCCION	1	2	3	4
A) INGRESOS	--	103,500.00	115,000.00	126,500.00	138,000.00
B) EGRESOS	--	(94,490.57)	(101,980.57)	(109,470.57)	(116,960.57)
C) I.S.R.	--	(3,783.96)	(5,468.16)	(7,152.36)	(8,836.56)
D) R.U.T.	--	(720.76)	(1,041.56)	(1,362.36)	(1,683.16)
E) DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	--	1,796.00	1,796.00	1,796.00	1,796.00
F) INCREMENTO EN ACTIVO FIJO	(21,000.00)	--	--	--	--
G) INCREMENTO EN CAPITAL DE TRABAJO	--	(10,748.00)	(1,188.00)	(1,188.00)	(1,188.00)
H) RECUPERACION DE ACTIVOS NO DEPRECIADOS	--	--	--	--	13,816.00
I) RECUPERACION DE CAPITAL DE TRABAJO	--	--	--	--	14,312.00
FLUJO NETO	(21,000.00)	(4,447.29)	7,117.71	9,122.77	39,255.71

211

12.5 ESTADOS PROFORMA DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS

Los estados proforma de origen y aplicación de recursos muestran por un lado, las fuentes internas y externas de la empresa de donde esta obtendría los recursos económicos para llevar a cabo sus actividades industriales y comerciales. Y por otro lado, señalan las cuentas de gastos, reservas y dividendos que habrán de cubrirse con los recursos que previsiblemente se obtendrán.

ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS

AÑOS	0-1		1-2		2-3		3-4	
	ORIGEN	APLICACION	ORIGEN	APLICACION	ORIGEN	APLICACION	ORIGEN	APLICACION
VALORES		4753		1684		11687		2253
C X C		4313		479		479		479
INVENTARIOS		6304		694		694		694
ACTIVO FIJO	1796		1796		1796		1796	
PASIVO CIRCULANTE	1619			531		532		531
PASIVO FIJO		1000		1000		1000		1000
UTILIDADES RETENIDAS	4505		1875		1880		1944	
VARIACIONES EN EXCEDENTE		2550		283		284		283
VARIACIONES EN CAPITAL SOC.	11000		1000		1000		1500	
T O T A L	18920	18920	4671	4671	4676	4676	5240	5240

12.5.1. TASA INTERNA DE RETORNO

El valor que anula la ecuación de valor presente para los valores de la tabla anterior es de:

26.13%

12.5.2. VALOR PRESENTE NETO

El cálculo del valor presente neto se llevo a cabo con una tasa de descuento del 25%.

AÑO	UTILIDADES	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 25%	(*)
0	(21,000.00)	1	(21,000.00)
1	(4,447.29)	0.8	(3,557.83)
2	7,117.71	0.64	4,555.33
3	9,122.71	0.512	4,670.82
4	39,255.71	0.4096	16,079.13
			<hr/>
			747.45

El factor de actualización se calcula de la siguiente manera:

$$\$ = \frac{1}{(1+r)^n}$$

en donde:

f = factor de actualización

r = tasa de descuento

n = año correspondiente.

12.5.3. TIEMPO DE RECUPERACION

El tiempo de recuperación se define como el tiempo en el cual la Inversión Inicial iguala a la suma de -- las utilidades netas.

Inversión = 21,000.00

AÑO	UTILIDADES	UTILIDADES ACUMULADAS	
1	(4,447.29)	(4,447.29)	
2	7,117.71	2,670.42	
3	9,122.71	11,793.13	
4	11,127.71	22,920.84	(1)

La recuperación se lleva a cabo en un período de 3 años 10 meses.

(1) La utilidad del cuarto año se calcula eliminando la recuperación de activos no depreciados y la recuperación del capital de trabajo.

APENDICE "A"

=====

ANALISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA PLANTA DE
ACIDO TRICLOROISOCIANURICO.

En este apéndice, presentamos dos esquemas en donde se especifican los tiempos en los cuales, se encontrarán ocupados los diferentes equipos.

El primero de los diagramas presenta un día de inicio de operaciones, y el segundo un día normal de operación.

Este análisis es necesario para conocer cuales son los equipos clave del proceso, y cuales pueden ser optimizados ya sea en tiempo o en volúmen.

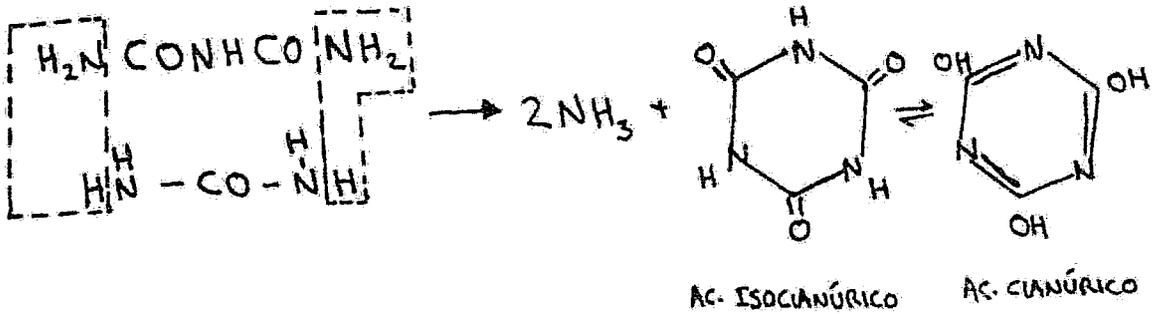
ANALISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
(DIA DE INICIO DE OPERACIONES)

TANQUE 1	REACTOR	TANQUE 2	CENTRIFUGA	SECADOR	TIEMPO (minutos)
					0
carga, mezcla y descarga			Equipo	Equipo	30
LOTE 1	carga, reaccion y descarga		de	de	60
					90
carga y mezcla			Operación	Operación	120
LOTE 2	LOTE 1				150
					180
			continua	continua	210
					240
Descarga	carga, reacción y descarga	LOTE 1			270
LOTE 2					300
carga y mezcla					330
LOTE 3	LOTE 2				360
					390
					420
Descarga	carga, reaccion y descarga	LOTE 2			450
LOTE 3					480
carga y mezcla					510
LOTE 4	LOTE 3				540
					570
					600
Descarga	carga, reacción y descarga	LOTE 3			630
LOTE 4					660
carga y mezcla					690
LOTE 5	LOTE 4				720
					750
					780
Descarga	carga, reacción y descarga	LOTE 4			810
LOTE 5					840
					870
	LOTE 5				900
		LOTE 5			930
					960

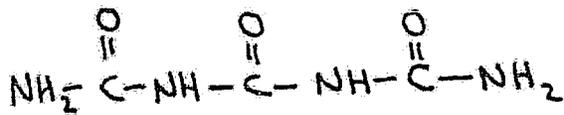
ANALISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
(DIA NORMAL DE OPERACION)

TANQUE 1	REACTOR	TANQUE 2	CENTRIFUGA	SECADOR	TIEMPO (minutos)
					0
<u>LOTE 1</u> <u>descarga</u>	<u>carga, reaccion</u> <u>y descarga</u>				30
		LOTE 5			60
carga y mezcla		dia anterior	Equipo	Equipo	90
<u>LOTE 2</u>	<u>LOTE 1</u>		de	de	120
					150
					180
<u>LOTE 2</u> <u>descarga</u>	<u>carga, reaccion</u> <u>y descarga</u>	LOTE 1	operacion	operacion	210
					240
<u>LOTE 3</u> <u>carga y mezcla</u>	<u>LOTE 2</u>		continua	continua	270
					300
					330
					360
<u>LOTE 3</u>	<u>carga, reaccion</u> <u>y, descarga</u>	LOTE 2			390
					420
<u>LOTE 4</u> <u>carga y mezcla</u>	<u>LOTE 3</u>				450
					480
					510
					540
<u>LOTE 4</u> <u>descarga</u>	<u>carga, reaccion</u> <u>y descarga</u>	LOTE 3			570
					600
					630
					660
<u>LOTE 5</u> <u>carga y mezcla</u>	<u>LOTE 4</u>				690
					720
					750
<u>LOTE 5</u> <u>descarga</u>	<u>carga, reaccion</u> <u>y descarga</u>	LOTE 4			780
					810
	<u>LOTE 5</u>				840
					870
					900
	Lavado de reactor	LOTE 5			930
					960
					16

La reacción se lleva a cabo primero reaccionando dos moléculas de urea para formar el biuret y amoníaco. El biuret puede entonces reaccionar con otra molécula de urea para formar el triuret y/o ácido cianúrico por medio de desamonizaciones rápidas consecutivas o simultaneas.



El otro compuesto que puede formarse es el triuret



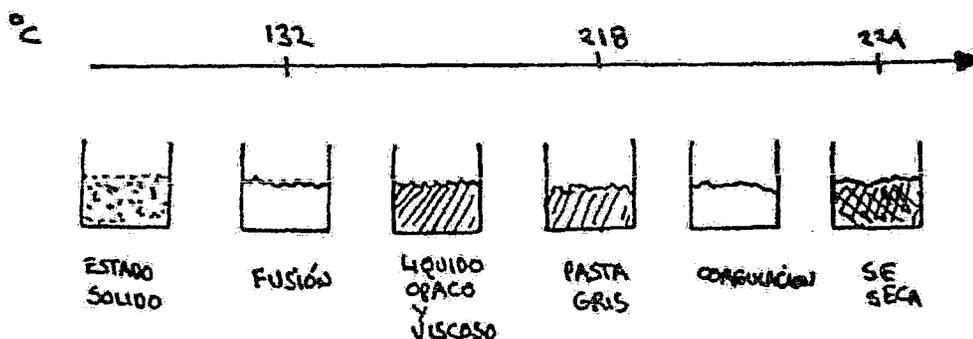
TRIURET

que a su vez puede descomponerse en ácido cianúrico, amelida y agua.

A pesar de la aparente facilidad de la formación de ácido cianúrico a partir del triuret, sólo se obtienen pequeñas cantidades de ácido cianúrico cuando se calienta a 232°C y nada si se hierve en agua. La temperatura de la urea para formar ácido cianúrico, es importante. Cuando urea en polvo ha sido agregada en aceite caliente donde ni la urea ni el ácido cianúrico son solubles se han logrado aumentos en rendimientos debido a los aumentos de temperatura.

TEMPERATURA °C	RENDIMIENTOS %
220	47
235	68
245	79

Ya que la temperatura es la variable básica en la reacción. Se representan a continuación los cambios que presenta la urea a diferentes temperaturas.



- a aproximadamente 132°C, punto de fusión, se convierte en líquido claro y baja viscosidad, hay descomposición y liberación de NH_3 .
- a mayor temperatura el líquido se hace opaco y mas viscoso.
- a 218°C la solución se convierte en una pasta gris.
- a mayor temperatura la pasta coagula y a 224°C se -seca.

Durante este proceso de calentamiento hay varias reacciones que se llevan a cabo.

volatilización de la urea.

isomerización — cianato de amonio

descomposición — NH_3 , H_2O , CO_2 .

Polimerización — ácido cianúrico {
 biuret
 triuret
 melamina
 amelina
 amelida
 dicianodiamida

Problemas que se presentan al fundir la urea con el fin de producir ácido cianúrico:

- La pasta que se forma impide la transferencia de calor.
- bajo rendimiento de la reacción por lo mismo --- (aproximadamente 60%).
- el producto final se adhiere fuertemente a las pa redes del reactor dificultando la operación.
- se necesitan métodos caros de purificación para - obtener el ácido cianúrico.

Existe un proceso por lotes que reduce estas dificultades.

Este proceso consiste en "sembrar" ácido cianúrico a un reactor, fundirlo y luego ir agregando urea manteniendo la temperatura constante entre 220° y 232°C - (las proporciones en peso recomendadas de ácido cianúrico urea son de 3:7).

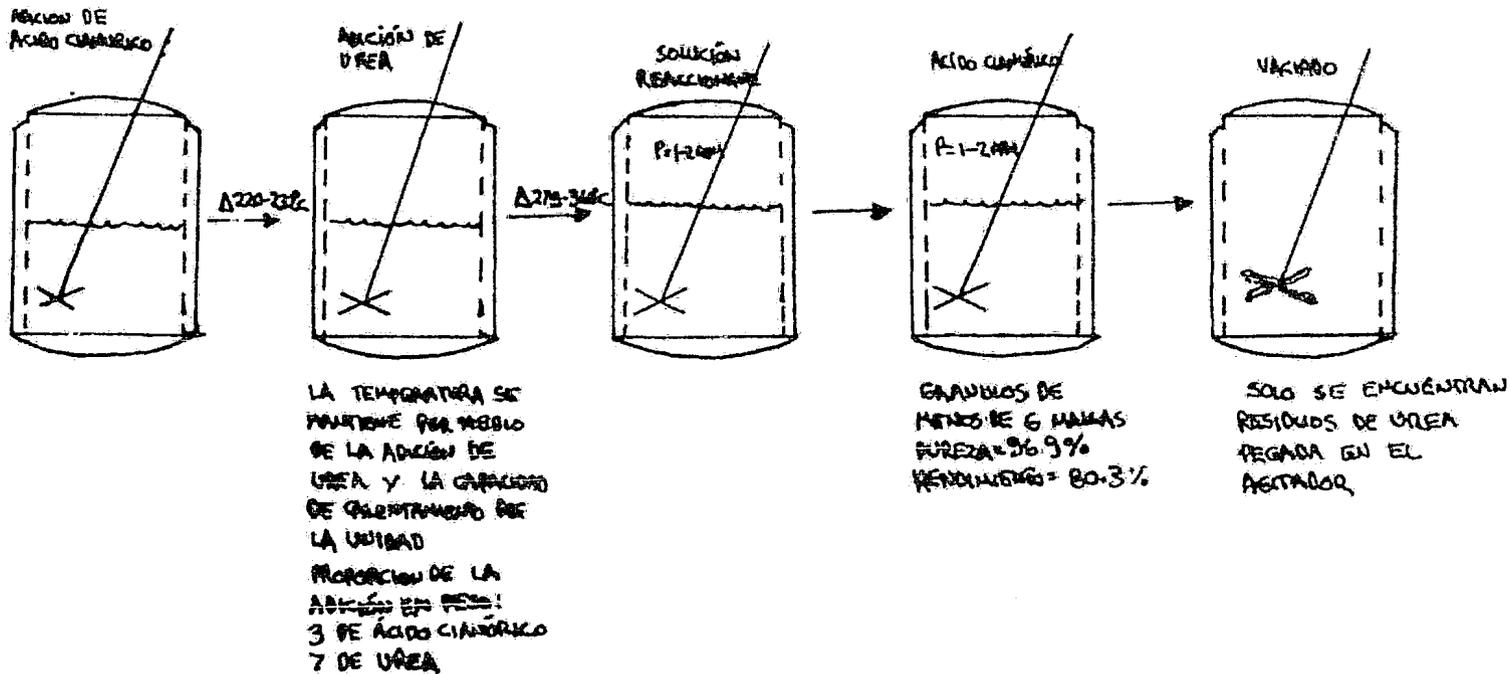
Una vez agregada toda la urea se cierra el reactor y se aumenta la temperatura a un mínimo de 279°C y un máximo de 360°C (temperatura de descomposición del áciu

do cianúrico). Para evitar la volatilización de la urea se puede elevar la presión del reactor entre una y dos atmósferas.

Con el procedimiento anterior se logran rendimientos de alrededor de 80% de ácido cianúrico con una pureza de 96.9%.

Mediante este proceso se evita que la urea se adhiera a las paredes del reactor lo que impide la transferencia de calor; encontrándose solo en el agitador un poco de urea pegada.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA PRODUCCION DE ACIDO CIANURICO A PARTIR DE UREA



TESIS PROFESIONAL
 LUCIO GALCIA
 ALEJANDRO ORUELAS

B I B L I O G R A F I A

=====

1. FINCH, WILLIAM EDWARD
Disinfectants, their values and uses
New York, Mac Millan, 1958. pp.120-127, 129-163.

2. F M C DE MEXICO
Folleto de información técnica "Datos de seguridad
del material CDB 90^(R)".
México 1980.

3. HIMMELBLAU, DAVID M
Basic principles and calculations in Chemical engineering
2nd. ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1967
pp. 321-335, 416-417, 521.

4. HUGO, WILLIAM BARRY
Inhibition and destructuion of the microbial cill
London Academic 1971. pp.137-171.

5. KERN, DONALD Q.
Procesos de transferencia de calor
Primera Edición en español, Mc.Graw Hill Company 1978
pp.816-818.

6. MARDUPOL, PRODUCTOS QUIMICOS
Folleto de información técnica del "ONIACHLOR-90"
México 1980.

7. MATASA, CLAUDIUS & TONCA, E.
Basic Nitrogen Componds
New York Chemical 1973 pp.343-345, 354.

8. OLIN DE MEXICO
Folleto de información técnica del "Chlorazine 90"
México 1980.

9. PARTINGTON, JAMES REDDICK
A textbook of inorganic chemistry
London 5th. Ed. Mc.Millan 1947
pp. 557-558

10. PERRY, ROBERT H.
Chemical engineers handbook
Mc. Graw Hill Kogakusha, fifth edition 1973
pp. 6-87, 10-42, 23-26, 23-27.

11. REDDISH, GEORGE FULTZ
Antiseptics, disinfectants, fungicides, and chemical
and physical sterilization.
Philadelphia, Lea & Febiger, 1954
pp. 13-27, 465-484.

12. SCONE, JAMES S.
Chlorine, its manufacture properties and uses
New York, Reinhold 1962.
pp. 62-64, 467-468.

13. SMOLIN, EDWIN M.
S-triazines and derivatives
New York, Interscience Publishers, 1959
pp.17-36, 389-392.

14. SOTO RODRIGUEZ, HUMBERTO, MARTINEZ FRIAS, HECTOR
Y ESPEJEL, ERNESTO.

La formulaci3n y evaluaci3n t3cnico econ3mica de
proyectos industriales

M3xico, FONEI, 1981.

pp. 95-105, 161-175, 185-200.

P A T E N T E S

15. FRANCIS, JHON & PEPPER, JOHN ALFRED.

Production of di and/or trichlorocyanuric acid
of improved crystal size.

UK patent application GB 2,003,861 Aug.11,1978

Applicants, Chlorchem Ltd.

16. KAGAWA, TOSHIRO

Process of producing trichlorocyanuric acid

U.S. Patent No. 3,474,096. Oct. 21, 1969

assignor to Shikoku Kasei Kogyo Co. Ltd. Japan

17. PROCEDE DE FABRICATION D'ACIDE TRICHLOROCYANURIQUE
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPIETE INDUSTRIELLE
D3posant Shikoku Kasei Kogyo Co. Ltd Japan
Prevet d'invention Num. 1,571,705.

18. SIMS J. MARC & SYMES, F. WILLIAM

Methods of producing trichlorocyanuric acid

U.S. Patent No. 3,427,314 Feb.11, 1969.

Assignors to Monsanto Co. St.Louis