

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



CONTROL DE SEGURIDAD EN EL MANEJO
DEL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS

TESIS PROFESIONAL

WALTER F. WOLF PONCE

México, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CLAS TESIS 1978
ABO M.C. 456 439
FECHA _____
REC _____
S. _____



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA.

CONTROL DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS

WALTER FEDERICO WOLF PONCE

INGENIERIA QUIMICA

1978

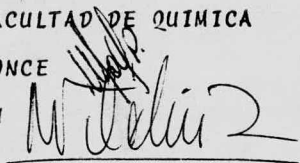
JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

PRESIDENTE	ING. ENRIQUE GARCIA GALIANO P.
V O C A L	DR. RAMON VILCHIS ZIMBRON
SECRETARIO	ING. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA
1er SUPLENTE	ING. ALBERTO CASTANARES
2do SUPLENTE	ING. EDGAR SIGLER ANDRADE

Sitio donde se desarrolló el tema: UNAM-FACULTAD DE QUIMICA

Nombre del sustentante: SR. WALTER F. WOLF PONCE

Nombre del asesor: DR. RAMON VILCHIS ZIMBRON


Ramon Vilchis Zimbron

Al Dr. Ramón Vilchis Z. por su
aportación con el tema del pre
sente estudio y sus reconocidas
orientaciones para realizar el-
mismo.....

Al ing. José Luis Padilla de Alba,
de manera muy especial pro la cola
boración brindada en la realización
del presente trabajo.....

A mis compañeros y amigos.....

A Willi y Aída, mis padres, que son y serán un ejemplo a seguir a lo largo de mi vida. Gracias por enseñarme a volar....

A mis hermanos: Patzy, Raúl, Magaly, - Guillermo, Guera, Lore, Luis H., Erich, Heini, Ricky y Martín....

A mi Abuelito: Eugenio Ponce N. por su apoyo brindado y su cariño....

A mi Aguelita: Guadalupe P. de Wolf por su cariño....

A mi Tante: Que tiene un lugar en mi corazón....

A mis tíos....

A Willi Jr., el mayor, que ha sabido
ser un ejemplo para nosotros....

A Moyo, un verdadero y gran amigo,
por tu amistad, gracias....

A mi Maiella, VIDA DE MI AMOR,
que desde que te conocí has he
cho que mire siempre más arri-
ba (28)....

I N D I C E

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO II

COMPUESTOS DEL AZUFRE Y SUS RIESGOS

CAPITULO III

PROCESOS EN MEXICO QUE UTILIZAN EL AZUFRE O SUS COMPUESTOS COMO MATERIA PRIMA BASICA

CAPITULO IV

ESTUDIO DEL ACIDO SULFURICO, PRINCIPAL COMPUESTO DEL AZUFRE QUE SE UTILIZA EN LA INDUSTRIA MEXICANA

- Crecimiento en el consumo de ácido sulfúrico
- Uso final
- Pureza del ácido sulfúrico
- Grados comerciales

CAPITULO V

PELIGROS Y METODOS DE SEGURIDAD UTILIZADOS PARA EL MANEJO DEL ACIDO -- SULFURICO

- Peligros en el manejo del ácido --

sulfúrico

- Riesgo de fuego debido al ácido sulfúrico
- Riesgo de desastre debido al ácido sulfúrico
- Materiales de construcción y seguridad
- Higiene y seguridad
- Ingeniería de control de riesgos
- Seguridad de los empleados
- Equipo de protección personal
- Control de riesgo de fuego y explosión
- Manejo y almacenamiento
- Rotulos e identificación
- Rotulo precautorio

CAPITULO VI

CONTROL DE LA CONTAMINACION CAUSADA
POR ALGUNOS COMPUESTOS DEL AZUFRE EN
LA INDUSTRIA DEL PAPEL

- Naturaleza de la contaminación
- Efectos de la contaminación y objetivos de abatimiento
- Análisis y monitoreo
- Abatimiento de olores, particularidades, otros poluyentes
- Contenido en molinos de pulpa de sulfito

*-Sistemas de control que se utilizan
en la fábrica de papel LORETO Y PE-
NA POBRE, SA.*

-Conclusiones

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

C A P I T U L O I

" INTRODUCCION "

El azufre es uno de los elementos que se encuentran en mayor cantidad en la tierra, por esta razón haremos un estudio de las normas de seguridad para su manejo adecuado.

El azufre al combinarse con otros elementos forma una cantidad bastante considerable de compuestos, que a la vez - de ser útiles a la humanidad, la mayoría de ellos implican - un riesgo intrínseco en su manejo, el cual, si no es adecuado, puede hacer que dicho compuesto sea más perjudicial que benéfico, y esto aunado a que una gran cantidad de compuestos del azufre son contaminantes, hace imperativo realizar un - estudio del CONTROL DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS.

Tomando en cuenta lo anterior , aprovechando las normas de seguridad que se darán para su manejo, se tratará de aprovechar al máximo los beneficios de cada compuesto y minimizar los riesgos que en su manejo se derivan.

Existen riesgos en cada compuesto, como los que encontramos en el manejo del ácido sulfúrico, que son: quemaduras graves en la piel que pueden dejar incapacitada a una persona - para toda la vida, bronquitis crónica, dermatitis, pérdida de - conocimiento con serios daños a los tejidos pulmonares por - una inhalación de vapores concentrados, etc; y así como estos hay muchos riesgos en los diversos compuestos del azufre que alteran la vida normal de una persona.

El presente estudio tratará de dar normas de seguridad para un manejo, con el mínimo de riesgos, de los compuestos - del azufre.

C A P I T U L O I I

" COMPUESTOS DEL AZUFRE Y SUS RIESGOS "

Para comenzar un estudio de CONTROL DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS, necesitamos saber cuales son dichos compuestos, así como los riesgos que se originan en su uso. A continuación encontramos una lista de ellos.

Sulfaetoxypiridazina.-

Sinonimia.- n-(6-etoxy-3-piridanzil)-sulfanilamida.

Fórmula.- $C_{12}H_{14}N_4O_3S$

Peso molecular.- 294; pto. fusión 180-186°C.

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- Aditivo antimicrobiano permitido en los alimentos y agua para beber de animales y/o para tratamientos de alimentos producidos por los animales. Se permite también en alimentos que consumen los humanos.

Sulfaguanidina.-

Fórmula.- $C_7H_{10}N_4O_2S \cdot H_2O$

Peso molecular.- 232.3; pto. fusión - 190-193°C.

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- Alérgico; peligro al ingerirlo.

Riesgos Generales.- Peligroso; cuando se calienta para descomposición, emite humos muy tóxicos de SO_x y NO_x .

Sulfametazina.-

Sinonimia.-N-(4,6-dimetil-2-pirimidil) sulfanilamida.

Fórmula.- $NH_2C_6H_4SO_2NHC_4N_2H(CH_3)_2$

Peso molecular.- 278; pto. fusión 197-200°C.

Análisis de riesgos:

Toxicidad: No se conoce.

Acido sulfámico.-

Sinonimia.-Acido amido-sulfónico.

Fórmula.- H_2NSO_3H

Peso molecular.- 97.09; pto. fusión 200°C

Riesgos generales.- Peligroso.

Sulfamida.-

Sinonimia.-Sulfuril-amida.

Fórmula.- $SO_2(NH_2)_2$

Peso molecular.- 96.11; pto. fusión -91.5°C.

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- Irritante

Riesgos generales.- peligroso; cuando se calienta -

para descomponerlo, emite humos tóxicos de SO_x ; reacción con agua ó vapor produciendo humos tóxicos y corrosivos.

Acido Sulfanílico.-

Sinonimia.-Acido o-aminobencen sulfonico.

Fórmula.- $NH_2C_6H_4SO_3H \cdot H_2O$

Peso Molecular.- 191.2; pto. fusión 288

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- No se conoce. Experimentos en animales sugieren una toxicidad baja y poca irritación.

Riesgos generales.- Cuando se calienta para descomponer lo ó al contacto con ácidos, emite humos tóxicos de NO_x y SO_x .

Sulfatos.-

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- Variable. En general las cualidades tóxicas de sustancias que contienen el radical sulfato, son las del material (catión) con las que el sulfato (anión) se combina.

Riesgos generales.- Peligroso. Cuando se calienta para

descomponerlo emite humos tóxicos de SO_x .

Sulfuros.-

Análisis de riesgos:

Toxicidad. - Variable. Los sulfuros alcalinos (potasio, calcio, amonio y sodio) son similares en acción a los alcalis. Ellos causan ablandamiento e irritación de la piel. Si toca la boca, es corrosivo e irritante al liberar sulfuro de hidrógeno y alcalis libres. El sulfuro de hidrógeno es especialmente tóxico.

Los sulfuros de los metales pesados son generalmente insolubles y por lo tanto tienen una acción tóxica mínima, excepto al liberar sulfuro de hidrógeno.

Riesgo de fuego. - Moderado, cuando se expone a la flama o por reacción química espontánea. Muchos sulfuros prenden fácilmente en aire a temperatura ambiente. Otros requieren una temperatura alta o la presencia de un oxidante. Al contacto con ácidos o humedad, se

produce sulfuro de hidrógeno. Muchos accidentes poderosos al contacto con sulfuros pueden violentamente.

Riesgo de explosión.- Muchos sulfuros reaccionan violenta y explosivamente al contacto con oxidantes fuertes. El sulfuro de hidrógeno producido puede formar mezclas explosivas con el aire.

Riesgos Generales.- Peligroso; cuando se calienta para descomposición emite humos altamente tóxicos de SO_x ; reaccionan estos con agua, vapores o ácidos produciendo vapores tóxicos y flámables de sulfuro de hidrógeno.

Sulfitos.-

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Riesgo al ingerirlo moderadamente. Se pueden tolerar los sulfitos si son oxidados rápidamente a sulfatos. Si es ingerido, causará irritación del estómago por la liberación de ácido sulfuroso. En animales experimentales, grandes dosis de -

sulfito de sodio retarda--
ron su crecimiento, les cau--
saron irritación nerviosa,
atrofiamiento de los hue--
sos, depresión y parálisis.
Riesgos Generales.- Peli--
groso; cuando se calienta -
para descomposición emite
humos tóxicos de dióxido -
de azufre; reaccionan con a--
gua, vapor ó ácidos produ--
ciendo material tóxico y -
corrosivo.

Sulfonatos.-

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Variable. Usual--
mente irritantes.

Riesgos Generales.- Peli--
groso; cuando se calienta -
para descomposición ó al -
contacto con ácidos ó hu--
mos de ácidos, emite humos
tóxicos de SO_x .

Sulfonetilmetano.-

Fórmula.- $C_8H_{18}O_4S_2$.

Peso molecular.- 242.4; pto. fusión 74--
76°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Riesgo al ingerirlo e inhalarlo.

Riesgo de Fuego.- Moderado cuando se expone al calor ó a la flama.

Riesgos Generales.- Peligroso; reacciona con materiales oxidantes.

Acido Sulfosalicilico.-

Fórmula.- $C_6H_3(HSO_3)(OH)(COOH)$.

Peso Molecular.- 254.22. Pto. fusión - 122°C.

Análisis de Riesgos: (ver sulfatos)

Sulfóxido.-

Sinonimia.- Isosafrole n-octil-sulfóxido.

Fórmula.- $C_{18}H_{28}O_3S$.

Peso Molecular.- 324.5°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- No se conocen detalles.

Riesgos Generales.- Peligroso. Emite humos tóxicos al calentarse.

Azufre.-

Sinonimia.- Flor de azufre.

Fórmula.- S_8 .

Peso Molecular.-256.48; pto. fusión - 119°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Muy baja. La inhalación crónica causa irritación de las membranas mucosas.

Riesgo de Fuego.-Bajo cuando se expone al calor ó al fuego ó por reacciones químicas con oxidantes.

Riesgo de explosión.-Moderado en la forma de polvo cuando se expone a la flama.

Riesgos Generales.-Peligroso; cuando se calienta arde y emite humos tóxicos - de SO_x ; puede reaccionar con materiales oxidantes.

Bromuro de azufre.-

Sinonimia.-Monobromuro de azufre.

Fórmula.- S_2Br_2 .

Peso Molecular.- 223.96; pto. fusión -40°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Muy tóxico al inhalarlo ó ingerirlo. Puede producir muerte.

Riesgo de Fuego.- Bajo al exponerlo a la flama.

Riesgos Generales.- Peligroso. Cuando se calienta emite humos de SO_x y bromuros; reacciona con agua ó vapor produciendo humos tóxicos y corrosivos.

Cloruro de Azufre.-

Sinonimia.-Monocloruro de azufre.

Fórmula.- S_2Cl_2 .

Peso Molecular.- 135.03; pto. fusión -
-80°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.-Muy irritante. Su ingestión e inhalación pueden provocar la muerte.

Toxicología.-Es un líquido fumante corrosivo con un olor penetrante que es muy irritante a los ojos, pulmones y membranas mucosas. Se descompone al contacto con el agua, para formar ácido clorhídrico, ácido tiosulfúrico y azufre. Estos productos de descomposición son altamente irritantes. Sus efectos tóxicos son irritación de la traquea. Siempre, si la hidrólisis no se completa, afec

ta a los bronquios y los alveolos. La literatura nos dice que de 2 a 9 ppm. son encontradas en fábricas de caucho y que estas concentraciones son medianamente irritantes. Una concentración de 150 ppm. es fatal al exponerse a ella unicamente un minuto.

Riesgos Generales.- Peligroso; emite humos tóxicos de cloruros y SO_x al calentarse; reacciona con agua ó vapor produciendo calor y humos tóxicos y corrosivos; puede reaccionar con metales oxidantes.

Dicloruro de Azufre.-

Fórmula.- SCl_2 .

Peso Molecular.- 103; pto. fusión $-78^{\circ}C$

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.- Corrosivo. (Ver cloruro de azufre).

Bióxido de Azufre.-

Sinonimia.- Acido anhídrico sulfuroso

Fórmula.- SO_2 .

Peso Molecular.- 64.06; pto. fusión: -

-75.5°C.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad. - Muy irritante. Puede causar muerte al inhalarlo e ingerirlo.

Toxicología. - Este gas es peligroso a los ojos. Causando irritación e inflamación de la conjuntiva. Tiene un olor sofocante y es un material corrosivo y venenoso. En ambiente húmedo, se combina con el agua para formar ácido sulfuroso, pero una muy pequeña cantidad es oxidada a ácido sulfúrico. Concentraciones de 6 a 12 ppm. causa una irritación inmediata de la nariz. 10,000 ppm. son irritantes en muchas áreas de la piel con pocos minutos de exposición. De 400 a 500 ppm. es peligrosa a la vida inmediatamente y y de 50 a 100 ppm. se considera como la concentración máxima permisible durante 30 a 60 minutos de exposición. Una exposición excesiva a este material puede -

ser fatal. Su toxicidad es comparable al cloruro de hidrógeno. Se usa como fumigante, insecticida y fungicida. Es un contaminante común del aire.

Acido Sulfúrico.-

Sinonimia.- Aceite de vitriol.

Fórmula.- H_2SO_4 .

Peso Molecular.- 98.08; pto. fusión:-
10.49°C

Análisis de Riesgos:

Toxicidad. - Muy irritante. Su ingestión e inhalación puede causar la muerte. Al contacto con el cuerpo resulta una rápida destrucción de los tejidos, causando severas quemaduras. Un contacto repetido con soluciones diluidas puede causar dermatitis y una prolongada y repetida inhalación puede causar inflamación de la tráquea hasta causar bronquitis crónica. La sensibilidad al ácido sulfúrico o sus vapores varía con el individuo. Normalmente 0.125 a 0.5 ppm. produce un malestar moderado y de 1.5 a

2.5 ppm. puede ser definitivamente desagradable. 10 a 20 ppm. es insoportable.

Trabajadores expuestos a bajas concentraciones del vapor pierden gradualmente la sensibilidad a su acción irritante. Inhalación de vapores concentrados pueden causar la pérdida del conocimiento con serios daños a los tejidos pulmonares. En forma concentrada actúa como acerador intenso de la piel, destruyendo la epidermis y penetrando una cierta distancia dentro de la piel y tejidos subcutáneos, en cuyo caso causa necrosis. Esto causa mucho dolor y si fue mucha la piel afectada, es acompañado de schok, colapso y síntomas similares a quemaduras severas. Los humos de este material causan tos e irritación de las membranas mucosas, de los ojos y de la tráquea. Una exposición severa causa una pneumonitis química y erosión de los dientes. Es un contaminante -

común del aire.

Riesgo de fuego.-Moderado por reacción química. Es un oxidante poderoso; puede prender al contacto con combustibles.

Riesgos Generales.-Peligroso; cuando se calienta emite humos tóxicos; reacciona con agua y vapor para producir calor; puede reaccionar con oxidantes ó reductores.

Acido Sulfúrico Aromático.-

Sinonimia.-Elixir de vitrol.

Análisis de Riesgos:

Toxicidad.-Corrosivo (ver ácido sulfúrico).

Riesgo de Fuego.-Moderado - cuando se expone al fuego ó al calor.

Riesgo de Explosión.-Moderado en la forma vapor cuando se expone a la flama.

Acido Sulfuroso.-

Fórmula.- H_2SO_3 .

Peso Molecular.- 82.08.

Análisis de riesgos:

Toxicidad.- Muy irritante. Su inhalación e ingestión pueden

11-15

causar la muerte.

Riesgos Generales.-Peligroso;
cuando se calienta emite hu-
mos altamente tóxicos de SO_2 .

C A P I T U L O I I I

" PROCESOS EN MEXICO QUE UTILIZAN EL AZUFRE O SUS COMPUESTOS
COMO MATERIA PRIMA BASICA."

A continuación tenemos los compuestos del azufre que se utilizan en la industria mexicana, como materia prima básica.

Aceites Sulfatados.-

Usos: Curtiduría, textiles.

Aceites Sulfonados.-

Usos: Facticeos (aceites vulcanizados).

Acido Clorosulfónico.-

Sinonimia: Clorhidrina sulfúrica.

Usos: En síntesis orgánicas, especialmente de sacarina y en la elaboración de productos de belleza, detergentes finos, drogas -- sintéticas, etc.

Grado: Técnico.

Acido Dinitro estilbén disulfónico.-

Sinonimia: Acido 4,4' dinitro estilbén 2,2' disulfónico.

Usos: Laboratorio.

** Nota: Los compuestos que no tienen especificada la producción anual se debe a que es mínima en comparación con la de otros compuestos, o bien, a que las industrias que los fabrican no dieron los datos de su capacidad instalada para la -- producción de dicho compuesto.

Acido dodecil bencen sulfónico.-

Usos: Industria jabonera: intermedio en la fabricación de agentes tenso activos, etc.

Acido fenolsulfónico.-

Usos: Rolado de láminas de fierro.

Acido para tolven sulfónico.-

Sinonimia; TSA.

Usos: Colorantes, síntesis orgánicas.

Acido sulfatanílico.-

Sinonimia: Acido para amino bencén sulfónico, ácido para anilil sulfónico.

Usos: Colorantes, síntesis orgánicas productos farmacéuticos.

Acido sulfúrico.- Se acostumbra considerar el ácido sulfúrico como índice de la actividad de la industria química de un país. Esto continúa siendo -- cierto, pues aún tiene empleos extremadamente variados, aunque un fuerte porcentaje de producción (67%) sea utilizado en la industria de fertilizantes. Actualmente es útil tener en cuenta otro producto básico de la química mineral, tal como el cloro, cuyos empleos se desarrollan más cada día.

Usos: Fertilizantes, productos quími-

cos, hierro y acero, petróleo, -
pinturas y pigmentos, etc.

Monto: 2'810,000 tons/año.

Acido amino naftol sulfónico.-

Usos: Colorantes.

Alcoholes grasos sulfatados.-

Sinonimia: Sulfatos de alcoholes -
grasos.

Usos: Especialidades para las indus
trias textil cy de cosméticos.

Anhídrido sulfúrico.-

Sinonimia: Trióxido de azufre.

Usos: Sulfonación de compuestos or-
gánicos.

Anhídrido defuroso.-

Sinonimia: Dióxido de azufre.

Usos: Blanqueador de aceites, conser
vador de la cerveza, industrias
de la celulosa y del papel, cur
tiduría.

Azufre.- (Producción petroquímica).

Producido por Petróleos Mexicanos

Producción total de azufre: -

1'175,216 hasta 1971.

Producción de azufre petroquímico:

77,250 TPA.

Usos: En las industrias de pasta de madera, sulfuro de carbono, ácido sulfúrico, insecticidas y -- fungicidas, caucho, metalurgia, -- pirotécnia y refinerías de petróleo.

Benzo sulfohidrazina.-

Usos: Esponjante para hules.

Bisulfato de sodio.-

Usos: Fundente para descomponer materiales, sustituto del ácido sulfúrico en teñido, desinfectante manufactura de colorantes.

Sinonimia: Sulfato ácido de sodio.

Bisulfito de sodio.-

Sinonimia: Sulfuro de amonio.

Usos: Industria textil, fotografía -- (reveladores), coloración de bronce y latones.

Bisulfuro de carbono.-

Sinonimia: Sulfuro de carbono.

Propiedades: Líquido muy volátil, es inflamable de olor desagradable.

Usos: Sus principales aplicaciones caen en la manufactura del ra-

yón viscoso, celofán y tetracloruro de carbono, (la mezcla de 80% tetracloruro de carbono con 20% de bisulfuro de carbono se emplea en la fumigación de granos almacenados). Solvente de azufre, aceites, ceras, resinas, hule, componenetes de removedores de pinturas y de agentes de flotación, medicina veterinaria, etc.

Cloruro de azufre.-

Sinonimia: Monocloruro de azufre.

Usos: Purificación de guarapos, vulcanización; endurecimiento de maderas blandas, extracción del -oro de sus minerales.

Disulfuro de dibenzotiazilo.-

Sinonimia: Disulfuro de benzotiazilo.

Usos: Acelerante para hules, aditivo - para aceites de silconas.

Disulfuro de tetraetil tiuramio.-

Usos: Acelerante para hules.

Disulfuro de tetrametil tiuramio.-

Sinonimia: TMTD; tiuram, disulfuro de - bis (dimetil diotiocarbamil).

Usos: Acelerantes de hules para imparu

tir resistencia al calor, fungicida; insecticida, desinfectante para semillas, aditivo para aceites lubricantes.

Dodecibencen sulfinato de amonio.-

Sinonimia: Alquilarilsulfinato de amonio.

Usos: Detergentes, humectantes, emulsionantes para uso general (textil doméstico), penetrante de compuestos químicos agrícolas.

Dodencil bencén sulfonato de sodio.-

Sinonimia: Alquilaril sulfonato de sodio.

Usos: Idem a dodecil bencen sulfonato de amonio.

Dodecil benceno.-

Usos: Elaboración de detergentes sintéticos.

Monte: 54,854 toneladas.

Ftalil sulfacetamida.-

Sinonimia: Acido 4' (acetilsulfamil) - ftalanilico.

Usos: En productos farmacéuticos como microbicida intestinal. En productos veterinarios ha sido em-

pleado contra infecciones enté
ricas en perros y borregos.

Ftalil sulfatiazol.-

Usos: Microbicida intestinal

Sinonímia: Acido 4'-(2 tiazolilsulfa
mil)ftalanilico.

Hidrosulfito de sodio.-

Sinonímia: Hidrosulfito, sulfoxilato -
de sodio, ditionato de sodio.

Grado: Técnico.

Usos: Depilación de pieles, agente blan
queador, preparación de coloran
tes, desulfuración de rayón vis
coso.

Hidrosulfito de zinc.-

Sinonímia: Sulfoxilato de zinc.

Grado: Técnico.

Usos: Removedor en teñido, blanqueador
en la industria del papel.

Hiposulfito de magnesio.-

Usos: Productos químicofarmacéuticos.

Sinonímia: Tiosulfato de magnesio.

Hiposulfito de sodio.-

Sinonímia: Tiosulfato de sodio.

Usos: Curtiduría al cromo, industria -

textil como anticloro, industria del papel. El grado fotográfico se usa como fijador.

Grados: Técnico, fotográfico.

Hiposulfito de sodio purificado.-

Sinonimia: Subsulfito de sodio, anticloro.

Grado: Puro; NF.

Usos: Industria textil.

Lauril sulfato de amonio.-

Sinonimia: Alquil sulfato de amonio.

Usos: Base para cosméticos.

Lauril sulfato de sodio.-

Sinonimia: Alcohol laurílico sulfato de sodio.

Grado: Técnico.

Usos: Bases para champú, pastas dentífcas, emulsiones especiales, detergentes y humectantes en textiles.

Lauril sulfato de propionato de eritromicina.-

Sinonimia: Estolato de eritromicina.

Usos: Producto químico farmacéuticos.

Monosulfuro de tetrametiltiuramio.-

Usos: Acelerante para hules.

N-Oxidietilon benzotizzol sulfenamida.-

Usos: Acelerante para hules.

Peróxido de acetil ciclohexan sulfónico.-

Usos: Catalizador en la industria -
del PVC.

Persulfato de amonio.-

Sinonimia: Peroxidisulfato de amonio.
Usos: En acabados textiles para el -
desencolado y descrudado simul
táneo de tejidos de algodón. En
tratamientos para obtener lanas
inencojibles. Para plásticos, co
mo iniciador de polimerización.
Para electrónica en el grabado
de circuitos impresos. Agente -
blanqueador. Reductor y retardan
te en fotografía.

Persulfato de potasio.-

Sinonimia: Peroxidisulfato de potasio
Usos: Blanqueador de telas, jabones.-
Química analítica.

Polisulfuro de amonio.-

Usos: En la agricultura como acondi-
cionadores de suelos salitrosos
y en la formulación de insecti-
cidas.

Polisulfuro de calcio en solucio**n**.-

Usos: Plaguicidas agrícolas.

Succinil sulfatizol.-

Sinonimia: Acido 4'-(2-tiazolilsulfanoil) succinanílico.

Usos: Bactericida intestinal.

Sulfadiazina.-

Sinonimia: 2-sulfanilamidopirimidina

Usos: Bactericida.

Sulfamerazina y sal sódica.-

Sinonimia: Sulfamilamida.

Usos: Bactericida.

Sulfametacina y sal sódica.-

Sinonimia: Sulfadimidina.

Usos: Bactericida.

Sulfatiazol sódico.-

Sinonimia: Sulfatiazol soluble.

Usos: Bactericida.

Sulfato de aluminio.-

Usos: Encolante en la fabricación de papel; mordente en tintorería y curtiduría; elaboración de pinturas; tratamiento de aguas; impermeabilización de lonas; car-

gas para extinguidores; industria petrolera.

Sulfato de aluminio y potasio.-

Sinonimia: Alumbre de potasio.

Usos: como pigmento.

Sulfato de amonio.-

Usos: Fertilizantes y mezclas de abonos complejos; fabricación de pilas.

Monto: 520,000 tons/año.

Sulfato de amonio purificado.-

Usos: Productos petroquímico farmacéuticos.

Sulfato de bario precipitado.-

Sinonimia: Barita sintética.

Usos: Cargas para hule, linóleo, fibras poliméricas y resinas, papeñ, tintas litográficas, esmaltes.

Sulfato de cobre monohidratado.-

Usos: Pigmentos, colorantes y tintas, curtientes, baterías.

Sulfato de cobre pentahidratado.-

Sinonimia: Vitriolo azul.

Usos: Fungicida (mezclado con cal). Co

brizado, manufactura de otras sales de cobre, tintas para imprenta. Conservador de la madera, mordente textil, curtiduría baterías eléctricas, flotación de minerales. En forma anhidra se emplea como agente deshidratante.

Monto: 7,000 tons/año.

Sulfato de cobre tribásico monohidratado.-

Usos: Fungicida agrícola.

Sulfato de cromo básico.-

Sinonimia: Sal de cromo.

Usos: Curtiente, mordente en la industria textil, cromado. Pigmento verde en la manufactura de barnices, pinturas, tintas, esmaltes cerámicos.

Sulfato de estroncio.-

Usos: Cerámica, pirotécnia.

Sulfato de magnesio puro.-

Sinonimia: Sales de epon.

Usos: Industria farmacéutica y de sométicos.

Sulfato de magnesio técnico.-

Usos: Curtiduría: mordente textil, cerd

mica, fabricación de papel, industria del hule, tratamiento de aguas.

Sulfato de manganeso.-

Usos: Secante en pinturas, lacas y barnices; intermedio en la fabricación de sales de manganeso; aditivo en la industria del papel.

Sulfato de mercurio.-

Usos: Productos farmacéuticos; manufactura de calomel y del sublimado corrosivo; extracción de oro y plata de piritas tostadas; baterías galvánicas.

Sulfato de níquel.-

Usos: Niquelado, mordente, pinturas y barnices, cerámica.

Sulfato de piperazina.-

Usos: Productos farmacéuticos, veterinarios.

Sulfato de plomo.-

Usos: Acumuladores, pigmentos para pinturas.

Sulfato de plomo básico, azúl.-

Sinonimia: Plomo azúl sublimado.

Usos: Componente de pinturas anticorrosivas, discos para embragues balatas de frenos, pinturas anticorrosivas.

Sulfato de plomo tribásico.-

Sinonimia: Plomo blanco sublimado.

Usos: Buen estabilizante al calor para productos opacos de cloruro de polivinilo, particularmente apropiado en aplicaciones eléctricas y para altas temperaturas. Se usa también en cerámicas y en manufactura de pinturas.

Sulfato de sodio anhidro.-

Usos: Fabricación de papel kraft, cartones y vidrio; en el vidrio soluble, sales de sodio, vidrios cerámicos; procesamiento de fibras textiles, colorantes y jabones; curtiduría, productos químicos farmacéuticos; compuestos detergentes; acondicionamiento de aguas; en perforación de pozos petroleros.

Monto: 200,000 tons/año.

Sulfato de sodio purificado.-

Usos: Catártico, diurético.

Sulfato de zinc.-

Sinonimia: Vitriolo blanco, vitriolo de zinc.

Usos: Mordente; conservador de pieles y maderas, blanqueador de papel Clarificación de pigmentos. Galvanización electrolítica.

Sulfato de zinc purificado.-

Usos: Astringente oftálmico. reactivo en química analítica.

Sulfato férrico.-

Usos: teñido; reactivo químico, fertilizante; fabricación de alambre de fierro; purificación de aguas etc.

Sulfato ferroso amónico.-

Sinonimia: ferrosulfato amónico.

Usos: Agrícola.

Sulfato ferroso purificado.-

Usos: Anemia por deficiencia de fierro.

Sulfato ferroso técnico:

Sinonimia: Coperas verde.

Usos: Purificación del agua; tintas para escribir; pigmentos; medicina; industria textil; curtiduría; fotografía; desodorizante; desinfectante.

Sulfato tetramino-cúprico.-

Sinonimia: Sulfato cúprico amoniacal.

Usos: Fungicida para prevenir y controlar enfermedades producidas por hongos en diversos cultivos

Sulfdrato de sodio.-

Sinonimia: Bisulfuro de sodio.

Usos: Desulfuración del rayón viscoso, curtiduría.

Sulfito de sodio anidro.-

Usos: Reveladores fotográficos; agente blanqueador de telas finas; tratamiento de látices de hule; fabricación de papeles y cartones. Manufactura de productos químicos orgánicos; conservador de alimentos; reductor en la manufactura de colorantes, conservador de carnes.

Sulfobenzoato sódico de dexametasona.-

Usos: Productos químicos farmacéuticos

Sulfofenato de sodio.-

Usos: En ciertos casos como antiséptico
co intestinal.

Sulfofenato de calcio.-

Usos: Veterinario como antiséptico in
testinal.

Sulfofenato de zinc.-

Usos: Formulación de insecticidas. En
ciertos casos como antiséptico
y astringente.

Sulfuro de Bario.-

Usos: Depilatorio; pinturas luminosas.
Vulcanización de hule. Producción
de ácido sulfhídrico.

Sulfuro de sodio.-

Usos: Depilados de cuero en la curti
dura; elaboración de tintas y
pigmentos; mordente textil; reac
tivo químico.

Monto: 8,000 tons/año.

Superfosfato de calcio simple.-

Usos: Fertilizante.

Monto: 685,000 tons/año.

Tetrasulfuro de dipentametilentiamio.-

Usos: Industria huleira.

Tetrasulfuro de sodio.-

Usos: Agente de flotación en minería;
insecticidas y fungicidas.

Toloensulfonamida.-

Usos: Plastificantes y resinas.

Tridecibencensulfonato de sodio.-

Usos: Detergentes, humectantes; emulsi-
ficante para uso general. (tex-
til, doméstico, etc.).

C A P I T U L O I V

" ESTUDIO DEL ACIDO SULFURICO, PRINCIPAL COMPUESTO DEL AZUFRE
QUE SE UTILIZA EN LA INDUSTRIA MEXICANA."

En vista que el ácido sulfúrico es el compuesto - del azufre que se produce y consume en mayor cantidad en México, haremos un estudio de él, para después en el capítulo V hacer un estudio de los métodos de seguridad que se emplean para evitar al máximo los peligros que en su manejo se derivan.

El ácido sulfúrico cuya fórmula estructural es -- H_2SO_4 , con un peso molecular de 98.082, es un líquido, oleoso, corrosivo e incoloro. Su densidad es de 1.8357, su punto de ebullición 270°C. Siempre ha sido considerado como el fundamento de la industria química inorgánica, aunque algunos de sus usos históricos, como la -- primera etapa del proceso Leblanc para fabricación de carbonato sódico, han sido sustituidos en todo o en parte por nuevos procedimientos.

El ácido sulfúrico sigue consumiéndose en volúmen creciente en muchos nuevos usos, tales como la industria del Rayón, la industria de los pigmentos de titanio y la del petróleo. El consumo de ácido sulfúrico en los EEUU. ha pasado desde tres millones ochocientos mil toneladas de H_2SO_4 de 100% en 1935 hasta trece millones trescientos mil toneladas en 1952. En México, se ha visto un crecimiento en el consumo de un millón de toneladas en 8 - años. (Ver gráfica IV-1 y tabla IV-1).

El empleo extendido del ácido sulfúrico en toda la industria, más bien que el tonelaje, es lo que da al consumo de ácido sulfúrico el carácter de barómetro del estado general de la economía de un país.

TABLA IV-1.- CRECIMIENTO EN EL CONSUMO ANUAL DE ACIDO SULFURICO (TONS.)

== MEXICO ==

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
PRODUCCION	1'067000	1'235000	1'433383	1'517694	1'966000	2'091957	2'046899	2'170738
IMPORTACION	685	896	1870	2429	21244	31390p	23021	5252p
EXPORTACION	13	-----	6389	4571	3906	61.7	3381	10165p
CONSUMO APARENTE	1'067672	1'235896	1'428864	1'515552	1'983338	2'123285	2'066540	2'165825
CRECIMIENTO C.A. %	36.8	15.7	15.6	6.1	30.8	7.1	(2.6)	4.8
CAPACIDAD INSTALADA	2'063400	2'158000	2'158000	2'223000	2'305000	2'543000	2'543000	2'688600

* Fuentes

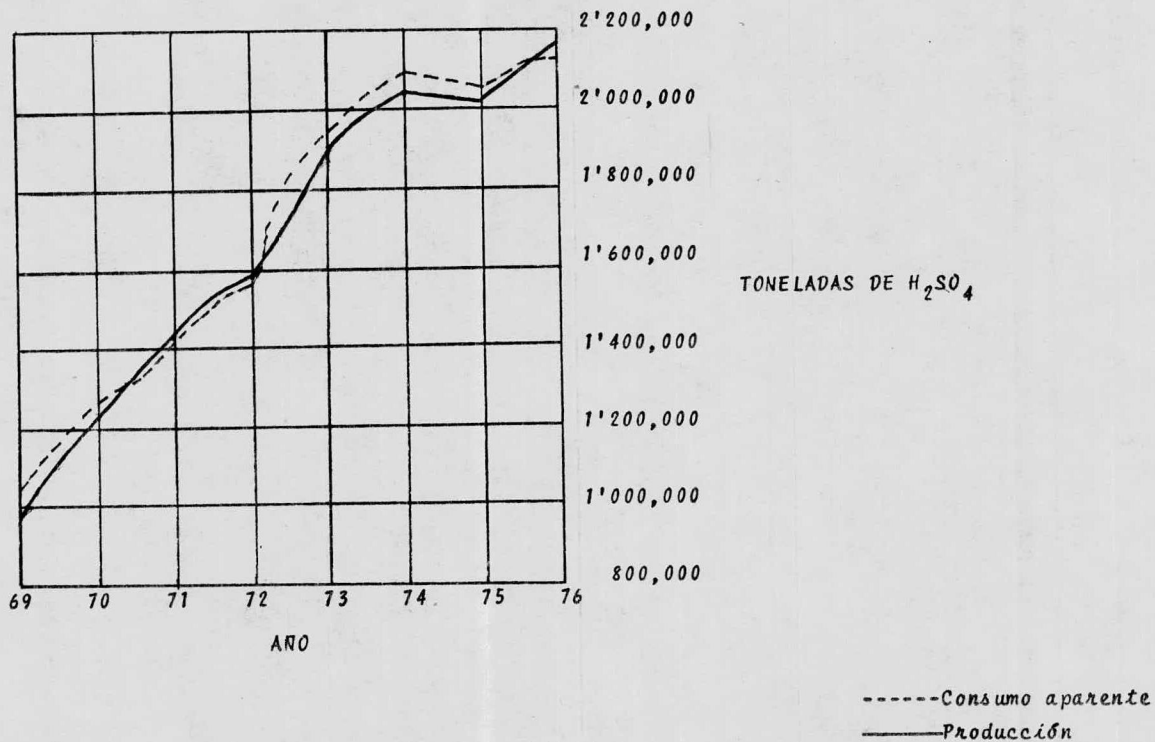
** Notas

* FUENTES:

A.N.I.Q.	INVESTIGACION DIRECTA
S.H.C.P.	DIRECCION GENERAL DE ADUANAS
S.I.C.	DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

** NOTAS:

- 1) p= Cifra preliminar
- 2) Existen proyectos reportados por 552,300 ton/año.
- 3) Aproximadamente el 75% de la producción es consumido por los mismos productores.
- 4) Productores: 15 empresas registradas.
- 5) Problemas derivados de la operación de algunas plantas productoras, así como en ciertos casos la distancia geográfica entre algunos consumidores y los centros de producción, traducido en altos costos por fletes, dieron como consecuencia las importaciones que se registran.



GRAFICA IV-1.- PRODUCCION NACIONAL DE ACIDO SULFURICO
 CONSUMO APARENTE

El ácido Sulfúrico tiene una gran cantidad de usos como se detalla en la tabla IV-2

TABLA IV-2.- USO FINAL DE ACIDO SULFURICO

USO FINAL

Acabado de textiles
 Aceite de pino
 Acido bórico
 Acido clorhídrico
 Acido fluorhídrico
 Baterías de acumuladores
 Catalizadores para el petróleo y gel de sílice
 Caucho (incluyendo el sintético)
 Colorantes e intermedios
 Detergentes sintéticos
 Ensayo y elaboración de alimentos
 Explosivos industriales
 Fenol
 Gasolina de aviación
 Insecticidas
 Limpieza de hierro y acero
 Limpieza de metales no ferrosos
 Medicamentos
 Otros usos metalúrgicos
 Petróleo, otros productos
 Pigmentos de plomo, zinc y titanio
 Productos químicos del cromo
 Productos químicos (no clasificados de otro modo)
 Rayón y celofán

USO FINAL

Refinación de aceite claro (horno de coque)
 Sulfato de aluminio
 Sulfato de cobre
 Sulfonatos del petróleo
 Superfosfatos
 Varios.

La industria de abonos es el mayor consumidor de ácido sulfúrico. La producción de superfosfatos emplea aproximadamente el 59% del consumo total de ácido. A esto debe añadirse 8% consumido en la producción de sulfatos de amonio.

La industria química es el segundo gran consumidor: aproximadamente 15% del consumo total de ácido.

Entre los usos más importantes están la producción de ácido fosfórico por el procedimiento húmedo; de sulfato de aluminio empleado extensamente en la purificación del agua y en la manufactura del papel; y la industria petroquímica en rápido desarrollo.

La industria del petróleo es el tercer gran consumidor: 12% aproximadamente de la producción total del ácido. 60% de este porcentaje se emplea en el procedimiento relativamente nuevo de alquilación para la producción de alquilato empleado en las gasolinas de alto octano. También se emplea el ácido sulfúrico en la refinación de destilados del petróleo para separar el azu-

fre y los compuestos que forman gomas. El ácido empleado con este fin es recuperable de los lodos ácidos, de los cuales, por hidrólisis se obtiene un ácido impuro, o bien se descompone y se convierte en ácido nuevo, limpio.

Entre otras industrias importantes que consumen - grandes toneladas de ácido sulfúrico, están los pigmentos de titanio, la limpieza del acero, el rayón, los colorantes e intermedios y los detergentes.

PUREZA DEL ACIDO SULFURICO

La pureza del ácido sulfúrico se mide en grados - Baumé, que se relacionan con la densidad decimal por - la fórmula: $^{\circ}\text{Bé} = 145 - (145/\text{densidad})$. Los valores Baumé - y de la densidad se dan en la tabla IV-3.

Las concentraciones del ácido sulfúrico comercial son: 60°Bé (77.67%), 66°Bé (93.19%), y 99% de H_2SO_4 . El ácido electrolito para las baterías de acumuladores es suministrado - con densidades de 1.2 (27.24%) a 1.835 - (93.19% ó 66°Bé) según la petición del cliente. El ácido químicamente puro es suministrado con 95-96% de -- H_2SO_4 .

Se han establecido especificaciones de impurezas en los grados comerciales de ácido sulfúrico. Ver tabla IV-4.

Muchos productores de rayón especifican un contenido en hierro de 0.005% de Fe para el ácido comercial de

66°Bé. Para el ácido electrolito de densidad 1.835, las especificaciones de Fe es reducida a 0.0042% con las siguientes impurezas máximas permisibles: Pt, 0.00001%; - Mn, 0.00002%; Sb, 0.0001%; Ni, 0.0001%; Se, 0.002%; Zn, 0.004%; Cu, 0.005%; Acido incoloro y transparente.

Los grados comerciales del ácido sulfúrico son transportados en bidones de acero, camiones tanques, vagones tanques y barcazas tanques. Además el ácido inferior al monohidrato es transportada en garrafrones de vidrio. La calidad electrolito, de densidad 1.835, es transportada en camiones tanques de acero especialmente preparados, vagones tanques y garrafrones de vidrio. Los grados débiles del ácido electrolito y el sulfúrico químicamente puro, son transportados unicamente en envases de vidrio.

Los grandes productores poseen sus propias series de camiones tanques, vagones tanques y barcazas tanques.

$^{\circ}\text{Bé}$	Densidad	H_2SO_4 (%)	$^{\circ}\text{Bé}$	Densidad	H_2SO_4 (%)
50	1.5263	62.18	58	1.6667	74.36
51	1.5426	63.66	59	1.6860	75.99
52	1.5591	65.13	60	1.7059	77.67
53	1.5761	66.63	61	1.7262	79.43
54	1.5934	68.13	62	1.7470	81.30
55	1.6111	69.65	63	1.7683	83.34
56	1.6292	71.17	64	1.7901	85.66
57	1.6477	72.75	65	1.8125	88.65
			66	1.8354	93.19

TABLA IV-3.- DENSIDAD Y GRADUACION BUAME DE LAS SOLUCIONES DE ACIDO SULFURICO

Fórmula que relaciona la densidad decimal y los grados Baumé

$$^{\circ}\text{Bé} = 145 - (145/\text{densidad})$$

TABLA IV-4.- ESPECIFICACIONES DE LOS GRADOS COMERCIALES
DEL ACIDO SULFURICO

IMPUREZA MAXIMA	60°Bé, 66°Bé, H ₂ SO ₄ de 90%
HCL, %	0.0005
HNO ₃ , %	0.0005
SO ₂ , %	0.015
NH ₃ , %	0.001
As ₂ O ₃ , %	0.00005
Fe, %	0.015
Pb, %	0.005
No volátiles, %	0.05
Color	Matiz muy ligeramente amarillo
Turbiedad	Ligeramente nebuloso

C A P I T U L O V

" PELIGROS Y METODOS DE SEGURIDAD UTILIZADOS PARA EL MANEJO
DEL ACIDO SULFURICO."

PELIGROS EN EL MANEJO DEL ACIDO SULFURICO

Al contacto con el cuerpo resulta una rápida destrucción de los tejidos, causando severas quemaduras. Un contacto repetido con soluciones diluidas puede causar dermatitis y una prolongada y repetida inhalación puede causar inflamación de la tráquea hasta causar bronquitis crónica. La sensibilidad al ácido sulfúrico o sus vapores varía con el individuo. Normalmente 0.125 a 0.5 ppm. produce un malestar moderado y de 1.5 a 2.5 ppm. puede ser definitivamente desagradable; de 10 a 20 ppm. es insoportable.

Trabajadores expuestos a bajas concentraciones del vapor pierden gradualmente la sensibilidad a su acción irritante. Inhalación de vapores concentrados puede causar la pérdida de conocimiento con serios daños a los tejidos pulmonares. En forma concentrada actúa como acerador intenso de la piel, destruyendo la epidermis y penetrando una cierta distancia dentro de la piel y tejidos subcutáneos, en cuyo caso causa necrosis. Esto causa mucho dolor y si fue mucha la piel afectada, es acompañada de shocks, colapsos y síntomas similares a quemaduras severas.

Los humos del ácido sulfúrico causan tos e irritación de las membranas mucosas, de los ojos y la tráquea. Una severa exposición, causa una pneumonitis química; erosión de los dientes, también causada por una severa exposición. Es un contaminante común del ambiente. Su ingestión e inhalación continuada puede causar la muerte.

RIESGO DE FUEGO DEBIDO AL ACIDO SULFURICO: Riesgo moderado, su

causa puede ser una reacción química. Es un oxidante poderoso; puede prender al contacto con los combustibles.

RIESGO DE DESASTRE DEBIDO AL ACIDO SULFURICO: Cuando se calienta emite humos tóxicos; reacciona con agua y vapor, produciendo calor; puede reaccionar con oxidantes o reductores

MATERIALES DE CONSTRUCCION Y SEGURIDAD

Los tubos para manejar el ácido de 60°Bé o concentración inferior, deben de ser de plomo. Para manejar el ácido de 66°Bé y el de 99%, los tubos de fierro fundido están menos sujetos a corrosión que el fierro forjado, pero no son apropiados para resistir los choques. Es costumbre, por consiguiente, emplear pesados tubos de fierro fundido para la entrega al almacén. Se emplean tubos de acero para el oleum de todas las concentraciones.

Se emplean tanques de acero para almacenaje y transporte del ácido de 60°Bé y concentraciones superiores, aunque la corrosión es notablemente mayor en el ácido de 60°Bé que en los de mayor concentración, particularmente a altas temperaturas. Debe emplearse el plomo para el ácido más débil -- que el de 60°Bé.

HIGIENE Y SEGURIDAD

El ácido sulfúrico es nocivo para la piel, las mucosas y los ojos. Pueden desarrollarse peligrosas cantidades de hidrógeno en las reacciones entre el ácido debilitado y los metales. El ácido sulfúrico reacciona vigorosamente con los agentes orgánicos y reductores. Es un agente enérgico de -- deshidratación.

En el establecimiento de un plan para el manejo seguro del ácido, puede obtenerse mucha ayuda de los fabricantes y de los ingenieros de seguridad que conocen bien las operaciones químicas.

Cuando se reciben los envases deben ser inspeccionados cuidadosamente y apartar para especial manejo los que presenten defectos. Las recomendaciones de los fabricantes para el almacenaje y la descarga deben ser cumplidas estrictamente.

Para evitar la acumulación de hidrógeno en los bidones se deben ventilar periódicamente. Son necesarias especiales precauciones si un tanque ha de ser llevado a reparación o limpieza.

Los obreros responsables del manejo del ácido sulfúrico deben usar ropas y equipos protectores.

Duchas de seguridad, protegidas contra la congelación y con regadera forrencial, deben estar inmediatamente disponibles.

El ácido sulfúrico tiene la propiedad peculiar de obtener los tubos por la formación de sulfatos de hierro o de plomo. Al desmontar los tubos y el equipo debe suponerse siempre que puede ocurrir alguna rociada de ácido, y deben tomarse las debidas precauciones.

Como regla general, nunca debe diluirse el ácido por adición de agua. Es el ácido el que ha de verterse en el agua y esto es particularmente importante en el ácido de --

gran concentración. Como la dilución va acompañada de considerable desarrollo de calor, nunca debe hacerse en un recipiente de vidrio grueso incapáz de soportar cambios rápidos de temperatura.

La industria debe estar dotada de una sala de hospital bien equipada ó de una instalación de primeros auxilios, bajo la dirección de una enfermera experimentada. Cuando no haya enfermera, habrá miembros seleccionados de la oficina ó del laboratorio que estén preparados para dar los primeros auxilios mientras se espera la llegada del médico ó de una ambulancia. Un programa continuo de enseñanza y exigencia de los hábitos de seguridad en el trabajo, es esencial para el manejo seguro del ácido sulfúrico.

Quienes tengan que manejar de ordinario ácido sulfúrico deben obtener información sobre su uso y manejo seguros. En la Manufacturing Chemists Association Inc., 246 Woodward Building, 15th and H streets, Washinton 5, DC., se puede adquirir lo siguiente:

FOLLETOS SOBRE SEGURIDAD MCA.-ACIDO SULFURICO

C-3	Garrafón 13 Gal. (ICC. Spec. 7A)
D-31	Bidones de acero (ICC. Spec. 5A)
SD-20	Acido sulfúrico
TL-1	Vagones tanques (ICC. Spec. 103A)

A continuación tenemos un extracto del anual SD-20 de la MCA., para el manejo seguro del ácido sulfúrico.

INGENIERIA DE CONTROL DE RIESGOS

DISEÑO DE CONSTRUCCIONES: Las construcciones deberán ser de madera, concreto ó acero. Las partes de acero expuestas en la zona de trabajo deberán de protegerse con pintura resistente al ácido.

Escaleras, plataformas y andenes deberán estar provistos para dar acceso a la parte alta de los tanques.

DISEÑO DE EQUIPO: Como el ácido sulfúrico es altamente corrosivo para muchos metales y aleaciones, es imperativo que el almacenaje y el equipo similar de proceso sean diseñados para tales condiciones.

TIPOS DE SISTEMAS: El ácido sulfúrico deberá manejarse en sistemas cerrados siempre que sea posible. Tanques de almacenamiento y equipo similar deberá protegerse siempre por una ventila de respiración, localizada de tal forma que un derrame accidental sea descargado sin peligro en una coladera u otro lugar seguro.

OPERACION DE LLENADO: Un sistema común usado para alimentar carboy y bidones, consiste de un tanque de ácido con dos válvulas en la línea, alimentando la línea por gravedad.

Si las dos válvulas están cerradas y el sistema aloja el remanente por cualquier lapso de tiempo, la presión tende

rá a aumentar entre las dos válvulas, particularmente en clima caluroso. Entonces, cuando la válvula inferior se abra el ácido saltará fuera de la línea abierta.

Este riesgo puede ser controlado por cualquiera de los siguientes métodos:

a) Cuando se termine la operación de llenado, ciérrase únicamente una válvula.

b) Si ambas válvulas se encuentran cerradas al volver a empezar la operación de llenado, abra la válvula que está cerca del tanque. Esto permitirá que cualquier presión en la línea desahogue dentro del tanque por sí misma.

VENTILACION: El vapor del ácido sulfúrico caliente, algunas veces referidos como humos, no es muy tóxico, pero si extremadamente irritante a la región respiratoria superior. También es muy corrosivo a metales y otros materiales de construcción. Por lo tanto es importante mantener una ventilación adecuada en todos los lugares en que es usado el ácido.

El almacenaje deberá localizarse en el llano 6 en edificios bien ventilados.

La sensibilidad a los vapores es variable en cada individuo; 0.125 a 0.5 ppm. es medianamente molesto; 1.5 a 2.5 ppm. es muy molesto; 10 a 20 ppm., insoportable.

EQUIPO ELECTRICO:

Los artículos eléctricos deberán ser del tipo im-----

permeable de metal rígido conductor.

SEGURIDAD DE LOS EMPLEADOS

EDUCACION DE LOS EMPLEADOS Y ENTRENAMIENTO: La seguridad en el manejo del ácido sulfúrico depende, en gran parte, de la educación efectiva del empleado, el entrenamiento apropiado en prácticas de seguridad y uso de equipo de seguridad y de una supervisión inteligente.

La educación y entrenamiento de los empleados para trabajar sin tropiezos y usar el equipo protector personal provisto para ellos, es responsabilidad de la supervisión. Clases de entrenamiento para empleados nuevos y antiguos deberá conducirse periódicamente para mantener un alto grado de seguridad en el proceso del manejo. Los empleados deberán ser informados de los riesgos que resultan de un manejo impropio del ácido sulfúrico. Deberán ser prevenidos para evitar derrames y recibir instrucciones de la acción a tomar en caso de emergencia.

Enadición a lo anterior, la educación y entrenamiento de los empleados deberá incluir lo siguiente:

a) Instrucción y ejercicio periódico del uso del equipo contra incendio, alarmas contra fuego y equipo de control tal como válvulas y apagadores.

b) Instrucción y ejercicio periódico del uso del equipo de protección personal.

c) Instrucción y ejercicio periódico de las medidas de emergencia tales como: lavado de ojos, bebederos ó regaderas para usarse en emergencias.

d) Instrucción para prevenir toda inhalación innecesaria de vapores del ácido y todo contacto directo con el líquido.

e) Instrucciones para reportar a la autoridad correspondiente toda anomalía en el equipo.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

DISPONIBILIDAD Y USO: En tanto que el equipo de protección personal no sea un adecuado sustituto, las buenas condiciones de trabajo seguro, adecuado y una conducta inteligente - de parte de los empleados que trabajan con el ácido sulfúrico, estas son, en muchas instancias, las únicas medidas prácticas de protección del trabajo en situaciones de emergencia. Uno debe de poner en la mente del trabajador que el -- equipo personal de protección protege unicamente el uso del trabajador y otros operarios en el área que no estén protegidos se verán expuestos al peligro.

El uso correcto del equipo de protección personal requiere de educación del operario en el empleo apropiado del equipo asignado a él.

Bajo condiciones que son suficientemente riesgosas, como para requerir equipo de protección personal, su uso deberá ser supervisado y la clase de equipo de protección seleccio

nado será capaz de controlarse en cualquier posibilidad de riesgo.

El siguiente equipo de protección personal deberá usarse cuando sea indicado:

PROTECCION DE OJOS:

- Goggles de seguridad contra sustancias químicas.
- Goggles de seguridad contra partículas

PROTECCION DE CARA: Esta deberá adicionarse a los goggles de seguridad ya sea para protección química o protección contra partículas.

PROTECCION DE RESPIRACION:

A) Aparato de respiración que permite el acarreo de un suministro de oxígeno o aire comprimido en un cilindro y el tipo de autogeneración que produce oxígeno químicamente.

B) Máscaras de presión positiva accionada por sopladores que no requieren lubricación interna.

C) Máscaras con línea de aire suministrado con aire comprimido limpio.

D) Máscaras de gas tipo canasta Industrial equipado -- con piezas que cubren la cara, alimentada con la propia canasta para absorber el ácido sulfúrico.

PROTECCION DE LA CABEZA: Casco de seguridad de aluminio o -

fibra de vidrio.

PROTECCION DE PIES: Zapatos de seguridad de caucho.

PROTECCION DE CUERPO, PIEL Y MANOS:

Manos: Guantes de caucho.

Cuerpo y piel: Cuando caiga ácido sulfúrico en el cuerpo (ropa) ó en la piel, lávese inmediatamente con agua en abundancia.

CONTROL DE RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

El ácido por si mismo no es flamable, pero a concentraciones altas puede causar ignición por contacto con materiales combustibles. Por lo tanto deberá aislarse de materiales orgánicos y algunos productos como nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos.

Cuando se diluya siempre adicione el ácido al agua, nunca el agua al ácido. El hidrógeno, gas altamente flamable, puede generarse dentro de un tambor, en un carro tanque ó en un bidón de metal que contenga ácido sulfúrico. Como el hidrógeno forma mezclas explosivas con aire bajo ciertas condiciones, no se permite fumar cerca de tambors abiertos ó carros tanque, ni se permitirán fuegos abiertos.

Cuando se solde ó se hagan otros trabajos en caliente en areas de almacenamiento, se deben tomar las precauciones necesarias para que vapores de hidrógeno no sean encendidos por una rebaba. Esta precaución es particularmente aplicable a tambors y tanques parcialmente llenos.

Las explosiones ocurren cuando se solda en atmósferas donde el hidrógeno se ha acumulado, por ejemplo, durante un fin de semana.

Para evitar o prevenir las explosiones de hidrógeno cuando se calienta o se solda, las válvulas sobre las líneas que guían el equipo de trabajo deberán cerrarse o vaciarse. Especial cuidado se debe tener cuando se calienta o se solde en líneas de ácido que han sido vaciadas pero no lavadas. La generación acelerada de hidrógeno por calores aplicado en un punto, seguido causa explosiones menores, rociando ácido y desmenuzando soldaduras. Por lo tanto las líneas deberán lavarse y purgarse para evitar lo anterior.

El hidrógeno puede explotar cuando una alarma instalada en una bomba de control automático se pone en contacto con el ácido. Un relevador del tipo de inducción con un alto voltaje de sonda puede producir una chispa. Si se usa este tipo de relevador se deberá usar una tapa de bajo voltaje. Otro tipo de alarmas de nivel, que no tenga riesgo de chispa son preferibles. Una ventilación adecuada es la mejor precaución para evitar fuegos por el hidrógeno.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO:

ENVASES USUALES: El ácido sulfúrico está clasificado como un líquido corrosivo. Como tal, deberá empacarse en envases especiales cuando se va a transportar por tren, agua o carretera.

TIPOS Y ESPECIFICACIONES:

a) Para todas las concentraciones se puede manejar en botellas de vidrio, en cajas de madera ó en cartón corrugado.

b) Para concentraciones no menores de 100% ni mayores al 115% (aproximadamente) en tambos de acero.

c) Para concentraciones que no excedan el 100.5%, en vase de más de 13 galones de capacidad de vidrio de carburos.

d) Para concentraciones que no excedan el 95%, tambos de metal.

e) Para concentraciones del 77.5% ó mayores, el ácido - tiene un efecto corrosivo sobre el acero, medido a 100°F, no mayor de 66°Bé de ácido sulfúrico comercial. Para estos se usarán tambos de metal.

f) Para concentraciones del 65.25% ó mayores será en - tanques portátiles.

g) Para concentraciones que no excedan el 51% se hará en tambos de metal recubierto con caucho.

ROTULOS E IDENTIFICACION

REQUERIMIENTOS:

-Cada recipiente deberá tener un rótulo de - identificación.

-Cada tambo y cada caja que contenga envases

deberá tener el rótulo ACIDO en blanco.

-Los carrotanques y tanque de ferrocarril que lleven uno ó más envases de ácido sulfúrico deberá llevar la placa PELIGROSO.

ROTULO PRECAUTORIO:

ACIDO SULFURICO

i PELIGRO i CAUSA QUEMADURAS SEVERAS

EVITE CONTACTO CON LOS OJOS, PIEL Y ROPA
EN CASO DE CONTACTO, HAGA PASAR AGUA EN
ABUNDANCIA SOBRE LA PARTE AFECTADA POR
LO MENOS DURANTE 15 MINUTOS; PARA OJOS -
TENGASE ATENCION MEDICA.

NO ADICIONE AGUA A LOS ENVASES QUE CON-
TENGAN ACIDO YA QUE PUEDE CAUSAR UNA --
REACCION VIOLENTA.

C A P I T U L O V I

" CONTROL DE LA CONTAMINACION CAUSADA POR ALGUNOS COMPUESTOS
DEL AZUFRE EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL "

Como ya se vió en el capítulo II, son muchos los compuestos del azufre, por lo que sería demasiado extenso el hacer un estudio de control de seguridad para cada uno de ellos. Por esta razón se escogió la industria del papel, dado que es una de las industrias que mayor problema tiene en cuanto a contaminación causada por compuestos del azufre.

Basando el estudio en este proceso, se pueden ver las normas de seguridad en el manejo de varios compuestos del azufre, tales como: Sulfuro de hidrógeno (H_2S), Sulfuro de etilo (CH_3SCH_3), Sulfuro de metilo (CH_3SH), Disulfuro de metilo (CH_3SSCH_3), Sulfuro de sodio (Na_2S), Bixido de azufre (SO_2), Metil mercaptano (CH_3SH) y Etil mercaptano (C_2H_5SH).

"CONTROL DE LA CONTAMINACION CAUSADA POR ALGUNOS COMPUESTOS DEL AZUFRE EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL"?

Este aspecto se puede ver desde dos puntos de vista, la contaminación del aire y la contaminación de efluentes. Nosotros trataremos el primer aspecto, o sea, la contaminación del aire.

NATURALEZA DE LA CONTAMINACION

Muchos problemas de la contaminación del aire, específicamente para la industria de pulpa y papel, se asocian con la producción de pulpa por el método Kraft y, en menor grado, con la pulpa sulfito.

EMPULPADO KRAFT: Astillas de madera, cocidas en digestores -

continuos o intermitentes, con una solución NaOH y sulfuro de sodio, produce constituyentes volátiles inertes y vapor de agua.

Después de pasar estos vapores por un sistema condensado y decantado, separa corrientes de aguarrás condensados y decantados, separa corrientes de aguarrás condensados y no condensables (Ver fig. VI-1.)

Los licores negros se lavan de la pulpa pasándola por un evaporador de multiefecto y un evaporador de contacto directo. El licor negro concentrado se esprea en un horno de recuperación. Este horno manda los gases a través de un evaporador de contacto directo y un colector de polvos y de aquí a la chimenea.

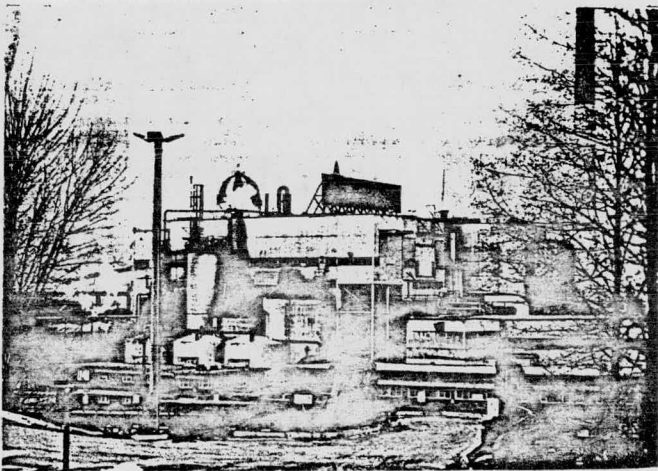


FIG. VI-1. MOLINO DE PULPA KRAFT.

PULPA SULFITO: El proceso de sulfurado envuelve una secuencia similar al Kraft cuando la recuperación de agentes químicos se practica. Siempre que alguno de los viejos molinos de sulfito operara, deberá empotrarse antes del tiempo en que se recuperen los componentes químicos de azufre, si es posible. El gas que escapa durante la sulfuración de la pulpa es el SO_2 . Contrario al proceso Kraft, se forman pocos -- compuestos orgánicos volátiles de azufre durante el empulpa do.

EFFECTOS DE LA CONTAMINACION Y OBJETIVOS DE ABATIMIENTO.

Los olores que resultan del molino Kraft son muy demandados. Los datos de la tabla VI-1, indican un nivel de intensidad de " Percepción al descubierto " , tan lejos como los compuestos sulfurados son nocivos, molestos.

TABLA VI-1. VALORES UMBRALES DE OLORES.

SUSTANCIA	PPB (partes por billón)
Sulfuro de hidrógeno	20
Metil mercaptano	40
Etil mercaptano	3
Metil mercaptano	15
Etil sulfuro	3
Acido butírico	0.6

El bióxido de azufre en concentraciones suficientemente altas, pueden causar corrosión, daño a metales y a la vegetación. Algunas regulaciones indican las concentraciones máximas a nivel de tierra que es 0.2 ppm. en un tiempo no mayor de 24 hrs. y mayores concentraciones en un tiempo menor. Ordenes más recientes proponen que las concentraciones de bióxido de azufre sean de 0.05 ppm.

ANALISIS Y MONITOREO:

METODOS ANALITICOS: En molinos de pulpa la polución trabaja. Los rangos de emisión pueden variar sustancialmente; de un 10% de variación es insignificante y a un rango de 50% es excepcional. La mayoría de los métodos usados por laboratorios de fabricantes de molinos, están adecuados para abatir representaciones comparativas en la base de día-a-día.

Los compuestos de azufre presentan las mayores dificultades en cuanto al olor. Instrumentación portátil con un tiempo corto de muestreo ha tenido auge recientemente. El sistema está basado en técnicas muy sensibles a compuestos de azufre. El instrumento está constituido en base a una celda de microanálisis volumétrico usando bromo generado electrolíticamente. La respuesta a compuestos volátiles de azufre aproxima los límites umbrales de olor.

Se recomienda un cromatógrafo de gases para investigaciones de laboratorio que envuelvan los compuestos volátiles de azufre y otros compuestos orgánicos.

El monitoreo del aire ambiente requiere un trabajo adecuado de red de muestreo alrededor del molino. Recientemente se descubrió un método basado en el empañado de un filtro de membrana de plata. En este método el aire es introducido primero a través de un filtro de celulosa y a través de la membrana del filtro o filtro de membrana. El cambio en el reflejo es medido por el sulfuro de plata formado por la reacción de la plata y el sulfuro de hidrógeno en el aire.

INSTRUMENTACION A NIVEL PLANTA: Es ventajoso para muchas compañías el uso de instrumentación comercial del mismo tipo - en cada una de sus plantas en orden de reducir los costos de servicio y obtener datos comparables.

Walther y Amberg han descrito un cromatógrafo de gases para monitorear olores de compuestos del azufre. Instrumentación muy sensible, basada en la técnica electrolítica de Bromo, es usada para registrar un amplio rango de concentraciones de compuestos de azufre olorosos que se encuentran normalmente en el flujo de gases. Esta información es necesaria como guía de los operadores.

Un registro continuo respecto a emisiones particulares es también necesaria para mantener un nivel óptimo de operación.

ABATIMIENTO DE OLORES, PARTICULARIDADES, OTROS POLUYENTES.

RECUPERACION Y CONTROL EN MOLINOS KRAFT: La reacción de los agentes químicos del empulpado, en particular el sulfuro de sodio, con los grupos metoxy de las moléculas de lignina, --

constituyen la mayor fuente de compuestos olorosos del azufre. Las reacciones pueden representarse como:



Aunque el rango en que estos compuestos se forman puede ser afectado por el procedimiento de empulpado, esta técnica está limitada severamente por varios requerimientos operacionales. La otra fuente principal de olores, sulfuro de hidrógeno, se origina de la reacción de sulfuro de sodio y bióxido de carbono:



El rango de producción del sulfuro de hidrógeno se puede reducir durante algunas de las operaciones en el molino, aumentando el PH del licor negro.

VI-7

Las fuentes principales de polución ambiental en un molino Kraft se muestran en la FIG.VI-2.

Digestor auxiliar y soplador de gases: Metil mercaptano, -sulfuro de metilo, disulfuro de metilo y algunos sulfuros de -hidrógeno son emitidos con los gases y condensados.

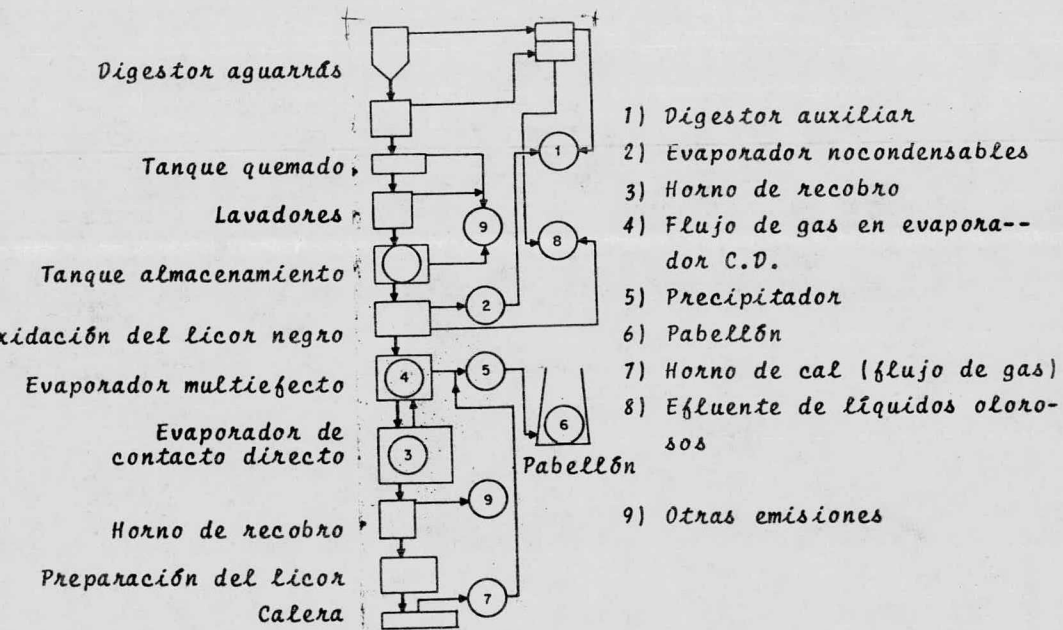


FIG.VI-2. FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACION AMBIENTAL EN UN MOLINO KRAFT.

La seguridad es la principal consideración en el diseño de cualquier digestor de gas. Los límites de inflamabilidad se indican en la TABLA VI-2. Esta se determinó cuando el digestor auxiliar de gases requiere más de 50 volúmenes de aire para hacerlo no explosivo.

Las concentraciones encontradas para compuestos volátiles de azufre dependen del método de desahogar el digestor, de los grados de enfriamiento de los vapores, las condiciones de cocido y del tipo de madera usado. Los rangos de concentración serán de la 15% para compuestos de azufre y dos a tres veces a lo mucho para volátiles orgánicos totales y sulfuro de hidrógeno.

Así mismo el promedio del rango del flujo de nocondensables varía de 20 a 120 $\text{ft}^3/\text{ton.}$, de madera seca al horno; flujos cumbres de más de 5000 ft^3 pueden ocurrir durante el soplo de los digestores intermitentes. Una tapa flotante, o una boquilla de gases tipo diagrama, aparece como el medio más satisfactorio para contener estos flujos cumbre. (Ver FIG. VI-3).

En algunas instalaciones a gran escala, el auxiliar y el quemador de gases, no contienen oxígeno, son empujados de la boquilla de gas a través de un arrastrador para eliminar la mezcla de aguarrás. Entonces pasa a un arrastrador de flama seguido de un mezclado en línea de aire que exceda 100 veces el flujo de gas en orden de diluir el gas abajo de los límite de inflamabilidad.

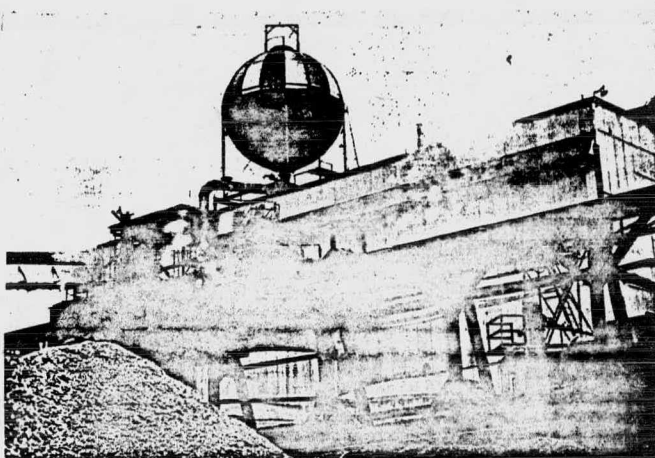


FIG. VI-3. BOQUILLA DE GAS PARA DIGESTOR AUXILIAR Y QUEMADOR DE GAS.

Finalmente, el gas diluido entra al horno de cal para completar la combustión como se indica en la FIG. VI-4. Instalaciones que usan este sistema no han tenido ninguna explosión durante 10 años de operación.

La boquilla de gas y el sistema de combustión requiere una inversión de \$100,000 dolares (\$2'300,000.00 pesos). El costo se reduce si se usa un digestor continuo ya que no necesita la boquilla de gas.

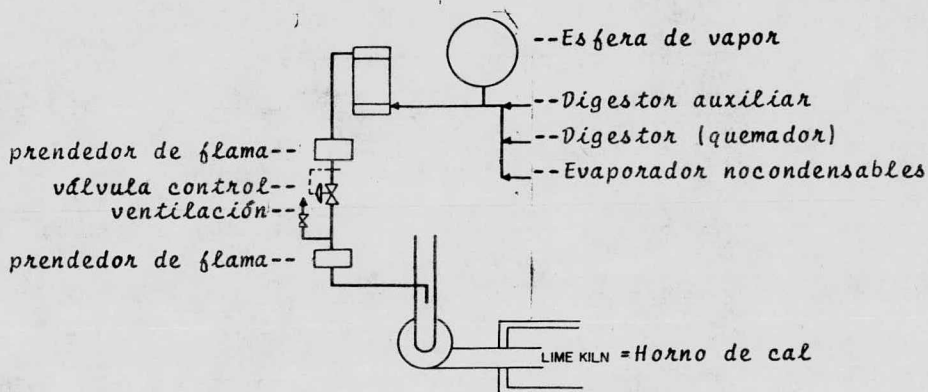


FIG. VI-4. COLECCION DE GAS Y SISTEMA DE QUEMADO.

TABLA VI-2. LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE

SUSTANCIA	BAJO %	ALTO%
CH_3OH	6.7	36.5
H_2S	4.3	45.5
CH_3SH	3.9	21.8
CH_3SCH_3	2.8	
Aguarrds	0.8	
Gases del digestor auxiliar	2.0	

EVAPORADOR NOCONDENSABLES: Los nocondensables del evaporador de multiefecto, como en el caso del digestor auxiliar, es tán concentrados relativamente.

Ocurren reacciones en el evaporador de nocondensables. Estas consisten en reacciones del sulfuro de hidrógeno con licores blancos para obtener notables incrementos en la sul furación, especialmente se se evaporan licores negros no oxi dados. El gas residual es mandado al sistema de combustión del digestor de gas.

HORNO DE RECOBRO DE GASES: El flujo de gas del horno de recobro Kraft pueden contener a lo mucho 200 ppm. de compuestos volátiles de azufre, algo de sulfuro de hidrógeno y 20,000 - ppm. de combustibles totales, de los cuales 1/3 consiste en CO. El flujo de gas, incluyendo el vapor de agua, cuentan -- aproximadamente 15,000 lb/ton. de madera seca al horno, dando un 50% de rendimiento de pulpa.

Investigaciones acerca de muchos hornos de recobro han demostrado que en unidades nuevas, los compuestos olorosos - del azufre pueden reducirse a menos de 1 ppm. Los resultados en la tabla VI-3 y FIG. VI-5 indican el aire secundario sufi ciente para introducir en el horno, para mantener el oxígeno residual en un 2%. En adición, se requiere una turbulencia - suficiente en la zona de fuego para p revenir la existencia de "bolsas" que no contengan oxígeno.

Se demostró que el SO_2 y sus concentraciones fueron de terminadas primeramente por el tamaño de gota del licor es-

preado dentro del horno: La temperatura del licor como también el tipo de boquilla, determina el diámetro de gota. Las gotas grandes caerán dentro de la zona de secado y reducido y creará el mínimo monto de SO_2 contenido en el flujo de gases que salen del horno. Las concentraciones se pueden bajar a 10 ppm. rango que es insignificante desde el punto de vista de la contaminación ambiental.

Así mismo la oxidación de los licores negros tiene un efecto beneficioso relativo al esfuerzo de mantener bajas - concentraciones de compuestos olorosos. La oxidación de licores negros, como se dijo, tiene un efecto beneficioso en la ejecución de los evaporadores de contacto directo, esto es - de pocas consecuencias tanto como el horno de recobro corresponda.

Algunos hornos pueden operar a 20% o más arriba del punto de ignición al cual fue diseñado; sobrecargando el horno, resulta una combustión incompleta.

Una instrumentación adecuada guía al operador y supervisor en su esfuerzo por mantener un nivel bajo de concentraciones de compuestos olorosos de azufre. El costo para los registradores de oxígeno y sulfuro de oxígeno es de un monto aproximado de \$15,000.00 dolares (\$345,000.00 pesos).

FLUJO DE GAS EN EVAPORADOR DE CONTACTO DIRECTO: A lo mucho 200 ppm. de sulfuro de hidrógeno pueden escaparse al flujo de gas por la reacción de CO_2 con el sulfuro de sodio en los licores negros.

% OXIGENO EN EL FLUJO	AIRE SECUNDARIO POR AIRE TOTAL		COMPUESTOS DE AZUFRE EN EL FLUJO				
	%	%	H ₂ S	RSH	RSR	RSSR	SO ₂
			ppm.	ppm.	ppm.	ppm.	ppm.
0.5	35		135	20	....	20	....
2.5	35		0.5	0.5	0.5	0.1	0.5
2.5	30		12	0.8	....	0.9	12
2.5	25		25	1	2	1.2	....

TABLA VI-3 . FLUJO DE GASES EN EL HORNO DE RECUBRO

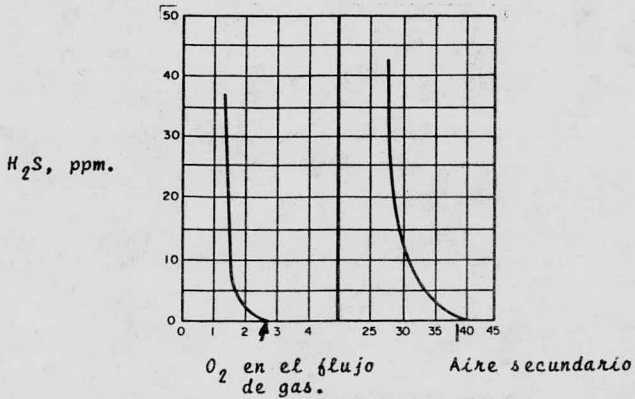


FIG.VI-5. AIRE EN EL HORNO DE RECUBRO

Así mismo aumentando el pH de los licores negros resulta una notable reducción en el sulfuro de hidrógeno que se escapa; el más efectivo medio de abatimiento es, en todo caso, la reducción de la concentración de sulfuro de hidrógeno a menos de 0.2 g/l por oxidación, ó la eliminación del evaporador de contacto directo.

OXIDACION DE LOS LICORES NEGROS: Algunos molinos Kraft operan con un tipo de torre de oxidación de licores negros desde hace más de 10 años. Los licores negros diluidos son pasados con aire a través de dos torres en serie. El rango de oxidación tiene un monto de 15 a 20 Lb $\text{Na}_2\text{S}/1,000 \text{ ft}^2 \text{ x hr}$ a un rango de flujo de aire de 5 a 8 $\text{O}_2/\text{Na}_2\text{S}$. Otro tipo de torre, usando un empaque de platos con chapa de diamante para una mejor distribución de los licores, tiene un rango mayor de oxidación por ft^2 de empaque.

La fuerte tendencia a espumarse del licor negro ha prevenido la oxidación en muchos molinos. Como ejemplo, el empulpado de pino tiene mayor dificultad de espumado en comparación al empulpado del abeto. El espumado se puede reducir concentrando primero el licor.

Los nuevos sistemas, son capaces de manejar licores fuertes ó débiles; introducen el aire bajo presión a través de un difusor bajo la superficie de los licores negros en un tanque. El aire es distribuido a través de platos perforados ó a través de un esparcidor por agitación como se indica en la fig. VI-6. El tiempo de retención de licor va de 10 min. a 2 hrs., dependiendo del grado de distribución de aire y de

la concentración de Na_2S . El requerimiento de HP es mayor que en el caso del sistema de la torre. Muchas instalaciones están equipadas con deespumadores mecánicos y pocas veces se usan antiespumantes.

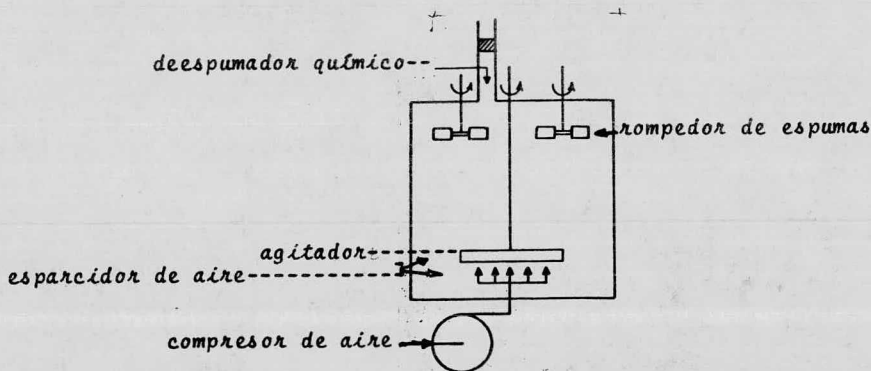


FIG. VI-6. OXIDACION DE LICORES NEGROS.

El aire que sale del sistema de oxidación de licor negro, contiene 5 a 100 ppm. de compuestos azufrados, y se podrá mandar a la entrada de aire del horno de recobro ó al horno de cal.

La oxidación del licor negro ayuda a contener más de los compuestos azufrados en el molino, como se indica en la tabla VI-4. Generalmente, como en el caso con todos los progresos del sistema de recobro respecto al azufre, un ajuste del rango completo se hará para prevenir un aumento de sulfatación y las pérdidas de azufre correspondiente.

El costo del sistema de oxidación de licores negros para 500 ton/día de molienda cuesta alrededor de \$150,000.00 dolares (\$3'450,000.00 pesos.).

Eliminación de sulfuros — Efecto de la oxidación de licores negros.

LICOR NEGRO	CONTENIDO DE SULFUROS	CONTENIDO DE SODIO	REL.MOL.	LICOR BLANCO
	16/ton. PULPA	16/ton.PULPA	S/Na	%
OXIDADO	18	34	0.38	27
NO OXIDADO	26	36	0.52	21

TABLA VI-4. EFECTO DE LA OXIDACION DE LICORES NEGROS

ELIMINACION DEL EVAPORADOR DE CONTACTO DIRECTO: Así como la oxidación de licores negros reduce la disipación de compuestos volátiles del azufre a un nivel bajo, no previene el escape de cantidades significativas de material orgánico en el flujo de gas durante la evaporación de contacto directo. Estos compuestos son similares en naturaleza a los materiales orgánicos encontrados en los condensados del evaporador de multiefecto en la sección que contiene los licores más concentrados.

Los molinos suizos eliminan el uso de los evaporadores de contacto directo por medio de una concentración mayor en el evaporador de multiefecto y proviniendo un cambio en la capacidad calorífica adicional en el flujo de la corriente del gas.

Un nuevo molino en los EEUU. consta con un evaporador de contacto de aire. Como se ve en la fig. VI-7, los pasos de combustión de aire a través del evaporador de contacto directo y de aquí al horno de recobro. Se demostró que el licor no oxidado de la cascada de aire se puede quemar a tal grado que llegue a haber 1 ppm. de compuestos olorosos de azufre. Así mismo este sistema utiliza evaporadores de contacto, no de contacto directo entre el flujo de gas y el licor blanco, y consecuentemente esta fuente de contaminación ambiental se puede eliminar.

VI-19

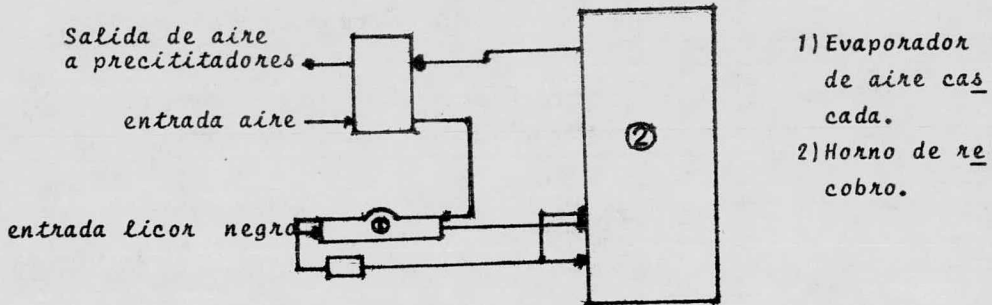


FIG. VI-7. SISTEMA DE RECOBRO DE CASCADA DE AIRE

SCRUBERS Y FLUJO DE GAS EN PRECIPITADORES: El gas que sale del evaporador de contacto directo contiene de 50 a 100 lb. de ceniza/ton. de madera seca al horno. Generalmente más del 50% consiste en sulfato de sodio con el carbonato remanente sulfito y otros compuestos de sodio. El cloruro de sodio, cuando se introduce con agua salada tiende a acumularse preferencialmente en las cenizas. Algunas veces partículas de carbón no quemadas irán a las cenizas. El bulbo de las partículas está entre 0.1 a 2 micrones de rango.

PRECIPITADORES ELECTROSTATICOS: Las partículas de polvo en el flujo de gas son expuestas primero a una emisión de electrones de la descarga del electrodo. Las partículas se mueven al electrodo colector. Las cenizas acumuladas son removidas por el licor negro en un fondo húmedo o removidas por un tornillo sin fin. Los precipitadores están bien recubiertos para preveer la condensación de mezcla en el flujo de gas que corroerá el equipo.

También todos los molinos Kraft operan los precipitadores de 250 a 350°F y pocos de 600 a 750°F. Estas temperaturas dan una descarga más rápida.

Nuevos molinos Kraft están siendo equipados con precipitadores con una eficiencia del 99%. Esto dará un resultado de lodos residuales de 0.03 a 0.04 granos/ft². El costo de dichos precipitadores electrostáticos para ton/día es aproximadamente de \$450,000.00 dolares (\$10,350,000.00 pesos)

UNIDADES VENTURY DE RECOBRO: La mayoría de los Ventury de recobro presentan una presión alta para el flujo de gas o usa grandes cantidades de agua. Los costos de operación son mayores que para un precipitador electrostático.

Un equipo de estos incluyen un evaporador de contacto directo usando licor negro concentrado, seguido de un Scrubber Ventury operado con licor diluido y de aquí a un separador para recobrar la entrada. Finalmente el gas pasa a través de una torre de enfriamiento para producir agua caliente. Para esto se necesita un sistema de oxidación de li

cor negro.

Algunas unidades Ventury de recobro usan soluciones que contienen caústica, licor negro, cloro y otros agentes oxidantes para atrapar algunos de los contaminantes volátiles.

El costo de una unidad de este tipo varía entre \$ 100,000. y \$300,000. dolares (\$2'300,000. y 6'900,000. pesos) - para 500 ton/día de pulpa molida.

PABELLON DE GAS: El grado de dilución obtenido con un buen pabellón es raras veces menos a 100 veces y seguido considerablemente mayor a 1000 veces. Esto reduce el pabellón de salida a una concentración de 0.5 ppm. de compuestos olorosos para el objetivo de menos de 5 ppb. a nivel de tierra.

FLUJO DE GAS EN LA CALERA: El gas que sale del horno de cal puede contener más de 100 ppm. de sulfuro de hidrógeno en adición de partículas consistentes en polvo de cal y sales de sodio. Mandando del horno de cal (el flujo de gas) al Ventury Scrubber de recobro o al horno de recobro, si alguno está instalado, ayudarla mucho.

Completando esto se lava la cal y la operación del horno de cal será con menos del 2% de O_2 residual y eliminando efectivamente el sulfuro de hidrógeno.

CONTENIDO EN MOLINOS DE PULPA DE SULFITO

Un molino estrecho requiere un buen sistema de recolección para todos los gases Scrubbers convencionales o torres

empacadas se pueden usar para absorber el SO_2 efectivamente en una solución que contenga la base usada en el empulrado del licor. Se recomienda un control automático que regule - el flujo de acuerdo a la agitación de varios gases que serán recibidos en el sistema Scrubber. Se proveerá de una --trampa de telón para recuperar el ácido sulfúrico.

ELIMINACION DE OTRAS FUENTES: Los molinos de pulpa y papel muchas veces llevan material de deshecho como, corteza y barro. Si esto no se puede vender, lo que se recomienda es un incinerador bien diseñado.

SISTEMAS DE CONTROL QUE SE UTILIZA EN LA FABRICA DE PAPEL - LORETO Y PENA POBRE, SA.

La eliminación de malos olores y en general el control de emanaciones molestas, se lleva a cabo en las áreas productoras de efluentes gaseosos que son: digestores, evaporadores horno de recuperación y horno de cal. El proceso TLT es el sistema fundamental que se desarrolló aquí con el propósito de combatir los malos olores y que ha sido debidamente patentados, han probado su eficiencia a tal grado que junto con - el TLT se usan en muchos otros países como EEUU, Canadá, Suecia, Portugal, Bulgaria, etc., por concesión de esta empresa.

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS: En términos generales, los gases digestores, conteniendo mercaptanos y otros compuestos de azufre reducidos, se enfrían y pasan a una torre de absorción en donde circula lejía blanca para cocimiento de madera que, gracias a su alto contenido de sosa caústica, retiene a los-mercaptanos. A continuación los gases remanentes, se conducen a un reactor en donde se oxidan con aire muchos de los com-

puestos de azufre reducido. En este recipiente también se tratan los líquidos condensados procedentes de los hervidores. Tanto el gas como el líquido que salen de este reactor se tratan con cloro gaseoso en una torre para efectuar la oxidación energética que es necesario llevar a cabo para que los últimos compuestos de azufre, que no hablan sido destruídos ó separados, pierdan su olor.

En los evaporadores se purgan continuamente gases no condensables con un alto contenido de mercaptanos, y estos se eliminan también tratándolos con licor blanco en una torre cuya eficiencia es particularmente el 100%.

Para combatir el desprendimiento de ácido sulfúrico (sulfhídrico) en los hornos de recuperación, se cuenta en primer lugar con una torre de oxidación de lejía negra, en donde el aire atmosférico transforma al sulfuro de sodio contenido en dicha lejía, en tiosulfato que ya no se descompone en presencia de los gases de combustión de los hornos.

Además, dichos gases pasan a una torre lavadora en donde se les agrega el cloro, suficientemente para destruir el pequeño compuesto de azufre que pudieran arrastrar. Tanto nuestros análisis como los hechos por varias instituciones ex-tranjeras, siempre han reportado 0.0 ppm. H_2S .

Los gases del horno de cal se tratan en un lavador de alta eficiencia que separa más del 98% del polvo. (ver fig. VI-8).

CONCLUSIONES:

Los nuevos molinos, localizados en áreas sensibles, han operado sin serios contratiempos. Se anticipa que los molinos Kraft en construcción, operarán así, libres de contratiempos y contaminantes. La tabla 5 enlista ñas medidas para a batir la mayor fuente de contaminación que son los molinos Kraft, en cuanto a la industria de celulosa y papel se refiere.

Podemos ver con satisfacción que en México ya se está haciendo algo por combatir la contaminación y no solo eso, sino que ya hasta se patentó un procedimiento para tal efecto. Esto es algo muy alagador ya que por lo menos ya se empezó la lucha contra la contaminación y ojalá muchas industrias sigan el ejemplo de la fábrica Loreto y Peña Pobre, SA. y se desarrollen aquí en México nuevas técnicas para la lucha de la polución.

FUENTE	CONTAMINANTES	PROCESO DE ABATIMIENTO
Digestores	Metil mercaptano, sulfuro de metilo, metil disulfuro, aguarrás.	La colección del digestor auxiliar y el quemador, combustión en la calera.
Evaporador multiefecto	Sulfuro de hidrógeno, metil mercaptano, disulfuro de metilo, sulfuro de metilo.	Lavado de los nocondensables con licor alcalino, combustión del remanente en la calera.
Horno de recobro	Sulfuro de sodio, carbonato de sodio, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, varios compuestos orgánicos, monóxido de carbono.	Instrumentación adecuada para registrar compuestos de azufre y oxígeno; suficiente aire total para dar 2-3% de oxígeno; suficiente relación aire primario-aire secundario.

TABLA VI-5. ABATIMIENTO DE LA POLUCION DEL AIRE EN MOLINOS KRAFT.

(continúa)...

TABLA VI-5. ABATIMIENTO DE LA POLUCION DEL AIRE EN MOLINOS KRAFT. (continuación)

FUENTE	CONTAMINANTES	PROCESO DE ABATIMIENTO
Evaporador de contacto directo.	Sulfuro de hidrógeno, varios compuestos orgánicos.	Oxidación de licor negro para reducir el contenido del sulfuro de hidrógeno a 0.2 g/l o eliminando el contacto del gas con el licor negro.
Recuperación de cenizas.	. . . . .	Precipitador electrostático.
Pabellón	. . . . .	Selección del lugar y el diseño tomando en cuenta las recomendaciones del meteorólogo.
Calera u horno de cal	Carbonato de calcio, sales de sodio, sulfuro de hidrógeno.	Adecuada instrumentación y un lavado eficiente.

C A P I T U L O V I I

" C O N C L U S I O N E S "

VII-1

Nunca podremos ponerle precio a una vida humana. Todo es fuerza que se haga por conservarla intacta, al costo que sea, será siempre más redituable en todos aspectos.

Al dejar en un proceso una condición insegura, no hay - que olvidar que nosotros formamos parte de él, y que por tal razón, estamos también expuestos a cualquier riesgo que se de rive en su operación.

Al dar normas de seguridad en el manejo del azufre y -- sus compuestos, podemos obtener ventajas desde tres puntos de vista, que son:

PUNTO DE VISTA TECNICO

Desde este punto de vista, con las normas de seguridad que se dan en el presente estudio, tiene sus ventajas, ya -- que dándole a los obreros una instruc ción adecuada acerca de las normas de seguridad en el manejo de un determinado compuesto del azufre, los obreros se rán más eficientes, puesto que sintiéndose seguros, podrán hacer su trabajo - mejor y más rápidamente con el consi-- guiente ahorro de horas/hombre.

PUNTO DE VISTA ECONOMICO

Al tener normas y equipos de seguridad para el manejo del azufre y sus compuestos en una planta, se obtendrán los si-

guientes beneficios económicos: se evitarán multas por parte del municipio - si es un proceso contaminador; con el ahorro de horas/hombre se bajarán los - costos en el proceso y se obtendrán mayores utilidades.

Los equipos de control y seguridad se amortizarán en pocos años.

Siempre hay que tener en mente que una vida humana es primero, nunca el dinero. Con este pensamiento nos evitaremos muchos problemas de todo tipo.

PUNTO DE VISTA SOCIAL

Este es el aspecto más importante. Por ejemplo, como se vio en el capítulo VI, el costo del sistema de oxidación de - licores negros para abatir el contenido de sulfuros en el proceso de fabricación de papel (3'450,000.00 pesos), no se compara con el beneficio que le re- dituará a la población al no tener ese problema de contaminación, ya que lo más importante en la vida es la salud. Si la población está saludable, su capacidad laboral y creativa será mayor.

Al conocer los riesgos que implica el manejo del azufre y sus compuestos y aplicando las normas de seguridad que se mencionan en Este estudio, podemos decir que ahora si obten--

dreemos el mayor beneficio del azufre y sus compuestos, lo cual serd provechoso tanto para la empresa que los maneje como para la economia del pais.

BIBLIOGRAFIA

- ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA
Tomo XIV
Primera edición en español, 1963.
Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana-Mex.
- ANUARIO DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA EN 1976
Asociación de la Industria Química, AC.
ANIQ, 1977
- PRODUCCION QUIMICA MEXICANA, 1978
Editorial Cosmos, 1978
- FABRICAS DE CELULOSA Y PAPEL LORETO Y PEÑA POBRE, SA.
- INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL HANDBOOK
Herbert F. Lund
MacGraw-Hill Book, Co. - 1977
- DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS
Van Nostrand Reinhold
McGraw-Hill Book, Co. - 1975