

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA POR  
POLVOS EN UNA INDUSTRIA HULERA

415

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO

DE

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

JOSE MANUEL SEGURA DE LA TORRE

MEXICO

1976



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.

CLAS Tesis  
AÑO 1990  
FECHA 1990  
PAGS 111

~~334~~ 393



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE:

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| PRESIDENTE    | PROF.: RAMON VILCHIS ZIMBRON   |
| VOCAL         | PROF.: JESUS VAZQUEZ ROJAS     |
| SECRETARIO    | PROF.: ENRIQUE JIMENEZ RUIZ    |
| 1er. SUPLENTE | PROF.: HECTOR SOBOL ZASLAV     |
| 2o. SUPLENTE  | PROF.: FERNANDO ITURBE HERMANN |

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE QUIMICA E INDUSTRIA HULERA EN GENERAL

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

JOSE MANUEL SEGURA DE LA TORRE

NOMBRE DEL ASESOR DEL TEMA:

DR. RAMON VILCHIS ZIMBRON

NOMBRE DEL SUPERVISOR TECNICO:

I.Q. JESUS VAZQUEZ ROJAS



A MIS PADRES!

Sr. DON SALVADOR SEGURA RIOS

Sra. DOÑA CANDELARIA DE LA TORRE DE SEGURA

Es imposible tratar de resumir  
en unas cuantas palabras todo  
lo que Ustedes significan para  
mi

Su cariño y abnegación me  
impulsaron para lograr que  
terminara mi Carrera.

Para Ustedes como el más  
pequeño homenaje pero con  
todo mi Cariño

José Manuel

A MIS HERMANOS:

SALVADOR ANGEL

YOLANDA PATRICIA

LUIS ALEJANDRO

LAURA LETICIA

Que el término de mi  
Carrera sea para ustedes  
un aliciente más para  
seguir Superándonos

*José Manuel*

A MI NOVIA:

GUADALUPE SANTA

Como respuesta a todas  
nuestras ideas  
Por tu constante aliciente  
con todo mi amor

José Manuel

A LOS SRS. PROFESORES:

DR. DON RAMON VILCHIS ZIMBRON

I.Q. DON JESUS VAZQUEZ ROJAS

Con Agradecimiento

A handwritten signature or set of initials in black ink, appearing to be 'J.V.' or similar, written in a cursive style.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con afecto.

A stylized handwritten signature, possibly consisting of the letters 'G' and 'I' intertwined, with a horizontal line above the 'G'.

A MIS MAESTROS

Con Admiración  
y respeto.

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several interconnected loops and lines, positioned below the text.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DURANTE MI CARRERA  
ME AYUDARON MORAL O MATERIALMENTE

Como un estímulo

df

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA POR POLVOS EN UNA  
INDUSTRIA HULERA

- I.-GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION  
ATMOSFERICA Y FACTORES QUE INFLUYEN-  
EN ELLA.
- II.-FABRICACION DE PRODUCTOS DE HULE
  - A.\*GENERALIDADES
  - B.\*PROCESO
- III.-FABRICACION DE PRODUCTOS DE HULE  
COMO PRODUCTORES DE POLVO
  - \*GENERALIDADES
- IV.-DESCRIPCION DE LA PLANTA Y MUESTREO
- V.-CAPTACION DE POLVOS
  - \*TIPOS DE COLECTORES
  - \*SELECCION
- VI.-CONCLUSIONES
- VII.-BIBLIOGRAFIA



GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION ATMOSFERICA  
Y FACTORES QUE INFLUYEN EN ELLA

## P R O L O G O

## CONTAMINACION ATMOSFERICA

Entendemos por Contaminación Atmosférica, toda concentración excesiva de sustancias extrañas en el aire que resulta inaceptable para el bienestar de los habitantes ya que daña sus bienes, la flora y la fauna y que puede interferir en el desarrollo de sus actividades.

La presencia de sustancias gaseosas ó partículas que contaminan el aire, ya sean orgánicas, inorgánicas ó producto de reacciones fotoquímicas - está supeditada a las características de las fuentes de emisión, al tipo y cantidad de contaminantes y a la dispersión debida a la dirección y velocidad del viento, la topografía y orografía del terreno, la luz solar, precipitación pluvial y los cambios de temperatura.

## PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

La contaminación del ambiente se hace evidente al disminuir la visibilidad, así como otro tipo de molestias, entre las que se cuentan olores desagradables, irritación local, daño a la vegetación y deterioro de bienes

Entre los contaminantes atmosféricos más importantes tenemos:

Los compuestos oxigenados e hidrogenados del azufre, el cloro y sus derivados, monóxido y dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, tetra etilo de plomo, derivados del petróleo, insecticidas, compuestos fluorados y otros compuestos químicos, sustancias tales como polvos provenientes de la erosión eólica y contaminantes de origen orgánico como el polen, las esporas, bacterias, etc. Son considerados como contaminantes, los malos olores.

Podemos citar como contribuyentes a la contaminación atmosférica, las Industrias entre las que podemos citar las de refinación de petróleo, industria del Hule, industria del papel, fundiciones, industria química, plantas termoelectricas, destilación del alquitran de hulla, nitración de compuestos orgánicas, industria del Cemento, etc., las cuales arrojan óxidos de azufre y partículas, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono a la atmósfera, igualmente las incineraciones diversas que producen los óxidos y partículas antes mencionadas.

Los malos olores son producto de infinidad de procesos en los cuales se manejan materiales orgánicos; preparación de vacunas, elaboración de alimentos concentrados, procesos de fermentación, extractos vitamínicos y fabricación de esencias olorosas.

Los vehiculos de motor, son la fuente principal de las emisiones de monóxido y bióxido de carbono, así como de otras sustancias y partículas como óxido de nitrógeno, azufre y plomo tetra etilo.

Aunque en nuestro pais no se ha alcanzado un gran desarrollo en el campo de la radioactividad, no debemos perder de vista que en un futuro se tendra que tomar en cuenta como fuente de contaminación.

Los contaminantes atmosféricos producen diferentes efectos en los habitantes que van desde malos olores hasta la muerte por afecciones cardiacas y respiratorias, incluso se teme que favorezcan el cancer, aunque no existe evidencia al respecto.

Podemos encontrar sintomas de contaminación ambiental dentro de las cuales encontraremos: Alergias, Bronquiolitis, Bronquitis y Traqueitis, las que si son persistentes traeran como consecuencia una asociación de enfermedades y así una bronquiolitis, se puede complicar con neumonia ó un enfisema se puede sumar a una bronquiolitis.

Muchos contaminantes inhalados se relocalizan en organos diferentes como en el caso del tetra etilo de plomo, las partículas radioactivas, etc. que son causantes de lesiones extrapulmonares.

A los efectos agudos de los contaminantes sobre el aparato respiratorio se les conoce como: Enfermedad respiratoria alta, Aguda, no Especifica y los efectos cronicos, se pueden referir a tres tipos de enfermedad.

Enfermedad Pulmonar crónica no especifica

cáncer pulmonar

asma bronquial

Otros efectos inherentes a la contaminación, son la disminución de la visibilidad y la reducción de la resistencia a las infecciones.

Las sustancias contaminantes se pueden absorber en la atmósfera en una determinada cantidad sin producir con ello efectos nocivos; esta absorción dependera de diversos factores.

Para prevenir niveles de contaminación perjudiciales, es importante tener una dilución del contaminante en la atmosfera, adecuado, tambien contamos con otros mecanismos de autopurificación en la atmosfera tales como:

X

acción de lavado y precipitación de las lluvias, absorción por la vegetación, sedimentación de partículas, reacciones fotoquímicas.

La dilución de contaminantes es un resultado directo de la turbulencia atmosférica y de la difusión molecular. Las condiciones climatológicas determinan la variación de la turbulencia y por lo tanto de la difusión atmosférica.

Existen tres métodos generales para medir la difusión atmosférica en dispersión de gases y partículas contaminantes los cuales son: métodos teórico y empírico de medición de contaminación atmosférica y técnica del túnel de viento.

Otro tipo de factores son los meteorológicos, siendo representativos la estabilidad atmosférica y el viento.

El viento nos ayuda arrastrando las partículas de acuerdo a la dirección que lleva. La estabilidad atmosférica se obtiene cuando se llega al fenómeno de inversión de temperaturas, el cual es el resultado de que cuando las capas atmosféricas se retiran de la superficie terrestre, se van enfriando, pero, cuando sobre una de estas capas existe otra con mayor temperatura, se obtiene una atmósfera estable ya que esta última actúa como tapón e impide nuevos cambios por suspenderse las corrientes de convección.

La topografía local es muy importante en el movimiento de las corrientes de aire debido a que se puede restringir el volumen de aire circulante y aumentar la contaminación si la industria contaminante está en las laderas de las montañas, valles de los ríos o en zonas obstruidas; cuando todos estos factores se presentan en forma combinada, se pueden tener serios problemas.

La contaminación ambiental también nos afecta en el clima, pues produce alteraciones en él, de acuerdo al grado de contaminación.

Además, las condiciones ambientales no son índices confiables del grado de contaminación pues también depende de los siguientes factores, humedad, topografía local y la proximidad de masas de agua y no únicamente de núcleos de condensación, entendiéndose por éstos últimos, pequeñísimas partículas higroscópicas tales como: sales de cloro y ácido sulfúrico, las cuales presentan un papel de gran importancia en las condiciones atmosféricas pues tienen superficies de agregación sobre las cuales se acumulan los contaminantes.

En el estudio de la contaminación atmosférica de una área determinada

es muy importante tener una técnica y procedimientos adecuados para el -- muestreo así como las partes en que dichas muestras serán tomadas.

Entre los diversos factores ambientales que afectan a un trabajador -- existen algunos que son fácilmente medidos para determinar su grado de peli- grosidad y cantidad. Los polvos y contaminantes de diversos tipos se detec- tan por medio de aparatos que operan por medios mecánicos, eléctricos, elec- trónicos ó de tipo químico, cuyos diferentes diseños permiten muestrear y- determinar con la precisión necesaria los factores ambientales físicos para llegar a nulificar su acción si es nociva, mediante las protecciones adecua- das.

De los procedimientos de muestreo más importantes tenemos; el muestreo directo y el atmosférico. En el Directo, se seleccionaran las muestras di- rectamente de los procesos contaminantes , teniendo con ello una función -- casi puramente cualitativa. En el Atmosférico dentro del cual se emplean -- instrumentos de lectura continua, el empleo de muestreadores estacionarios nos permite obtener muestras en lapsos de tiempo determinados en una misma area. Los muestreadores móviles nos permiten la obtención de diferentes -- muestras en alturas y distancias de la fuente contaminante.

Las zonas en donde localicemos los colectores de muestras, tendrán -- una gran importancia si al realizar el muestreo tenemos los siguientes -- propósitos:

A.-Determinación del nivel general de contaminación de una ciudad, o -- de una area determinada.

B.-Obtención de una base para la comparación de niveles de contamina- ción en los diferentes sectores del área considerada.

C.-Determinación de los adelantos llevados año con año a cabo por el- organismo de control de incremento de contaminación.

D.-Tener un estudio sobre la contaminación y el clima para poder prede- cir este último.

Cuando el muestreo es llevado a largo plazo, hay que tomar en cuenta- los siguientes aspectos:

I.-Áreas donde la contaminación puede presentar más daño

II.-Áreas de mínima contaminación pero donde se esperaba la máxima.

III.-Áreas con topografía especial

En el muestreo es necesario que escojamos perfectamente las áreas --- para poder obtener los datos lo más reales posibles. Si se emplean los te

chos de las construcciones para colocar muestreadores, estos se deben de ubicar cerca del centro de la sección más larga y plana ya que en otras posiciones traerian consigo errores; no es recomendable que se coloquen muestreadores en pasillos estrechos pues en ellos se producen corrientes de aire con velocidades anómalas.

Los datos proporcionados de cada muestra deberán incluir:

Localización de los muestreadores, intervalo de tiempo de muestreo, estimación de la estabilidad atmosférica, condiciones generales de clima y carácter de las columnas de humo. (cuando se tienen chimeneas).

Cuando se trate de determinar la concentración máxima es necesario que tomemos muy en cuenta el tiempo de muestreo pues su variación es significativa en grandes niveles de contaminación.

La cuantificación de la contaminación atmosférica, incluyendo colección y análisis trae consigo la adopción de métodos e instrumentación a un costo razonable; En si los objetivos de esta cuantificación podrian quedar resumidos en la forma siguiente:

1.-Determinación de los efectos que causa una contaminación atmosférica sobre la salud, despues de haber establecido la identidad de los agentes y los mecanismos de acción para la producción de efectos nocivos, orientando este estudio hacia los efectos que pueden originar muertes o enfermedades graves, agravación de padecimientos, frecuencia de ciertas enfermedades como cáncer pulmonar y bronquitis crónica o enfermedades específicas de la combinación de factores ambientales y la contaminación del aire.

2.-Efectos de la contaminación sobre los medios naturales

3.-Daños a la economía de la empresa por suciedad y acción química.

4.-Métodos y equipo para el control de las fuentes emisoras (mejoramiento ó substitución de las ya existentes).

5.-Fomento de la información acerca de la contaminación en un nivel más elevado formando personas que puedan ampliar estos programas de investigación.

Aspectos Toxicológicos del caucho y sus productos.-Los tecnopolimeros macromoleculares en si y con ellos los distintos cauchos, son considerados en general como inocuos por las autoridades toxicologicas.No obstante según las condiciones de fabricación, contienen cantidades residuales de sustancias de bajo peso molecular como;monómeros,disolventes y productos químicos de polimerización.

consiguientemente, estas fracciones residuales requieren una adecuada valorización toxicológica. De acuerdo a las experiencias médico-laborales, se sabe que la inmensa mayoría de los productos químicos de polimerización y del caucho son sustancias relativamente inocuas. Los valores DL50 (Dosis letal media, es decir, la cantidad de sustancia de cuerpo de animal de experimentación, capaz de matar al 50% de dichos animales después de una sola administración) correspondientes a la mayor parte de los productos químicos del caucho, son tan elevados que no existe peligro de intoxicación en caso de ingestión por descuido de cantidades reducidas de sustancia.

Sobre esta base es posible estimar el grado de peligrosidad en caso de ingestión no deliberada, para una persona adulta de 60 Kg de peso y tratándose por ejemplo de una-Muy fuerte- dosis letal DL50 de 3000mg/Kg de cuerpo de animal, sería necesaria la ingestión de unos 180g de sustancia (algunas cucharadas grandes) para llegar a ponerlo en peligro de muerte. De acuerdo a esto, la mayoría de los productos químicos del caucho resultan, en lo relacionado a toxicidad aguda, tan poco peligrosos ó menos aún que la sal común de cocina cuya DL50 es también mg/Kg. Consiguientemente una sola ingestión por descuido o por abuso, de pequeñas cantidades (La de grandes queda excluida por razones de mal sabor) no produce estados de intoxicación aguda a condición de que no existan efectos secundarios.

Los productos químicos del caucho son artículos industriales que como ya hemos visto son relativamente poco tóxicos; no obstante, es conveniente sustraer todo lo posible a su influencia a las personas que con ellos trabajan y en particular en lo que respecta a su inhalación en forma de polvo o vapores, inclusive en casos en que no resulten desagradables. En este sentido conviene dedicar especial atención a la higiene y limpieza de las instalaciones. Como ejemplo de sustancia peligrosa entre los productos químicos del caucho, se menciona en varias listas oficiales sobre sustancias de trabajo no inocuas el disulfuro de tetrametilurama el cual acepta un valor M.A.K. (inhalación a largo plazo) de 5 mg de dicha sustancia en forma de polvo por metro cúbico, como cantidad inocua en caso de acción permanente. Como es lógico tales cantidades límite casi nunca se dan en la práctica.

Para el personal obrero, etc; que durante años permanece regularmente en contacto con pequeñas cantidades de una misma sustancia, se comprende que los datos de toxicidad aguda no sean exclusivamente relevantes, tratan



dose de estas personas tiene mayor importancia el conocer si en caso de tales exposiciones a largo plazo, puede quedar perjudicada su salud.

Sobre este particular deben considerarse las posibilidades de una acumulación de la sustancia hasta una concentración límite con efecto tóxico, carcinógeno, teratógeno, mutageno o sicofarmacógeno.

En estos campos, se podría afirmar que la investigación toxicológica-esta todavía en sus inicios, de modo que únicamente se tienen muy pocos datos (mas bien inexactos) sobre los numerosos productos químicos empleados en esta industria. Justamente en este campo reviste especial interes la experiencia medico-laboralde, en parte la observación del estado de salud de los obreros y su contacto diario con dichas sustancias.

Teniendo en cuenta que hasta ahora es muy poco lo que se sabe sobre el efecto teratógeno (modificador del feto) de las sustancias producidas por la industria, es conveniente evitar que las mujeres en estado de gestación queden expuestas a la acción de los productos químicos, por lo tanto tambien a los empleados por la industria del caucho. No se sabe de ningun producto químico empleado para el caucho "sospechoso" de actuar Mutágenamente ó de producir alteraciones psíquicas en las personas.

Aunque los productos son ofrecidos como agentes químicos inocuos del caucho, ello no excluye el que ciertas personas puedan manifestar desde el principio (lo que sucede raramente) o con el tiempo una sensibilidad exagerada frente a uno o varios de ellos. Tales casos pertenecen por naturaleza al sector de las llamadas reacciones alérgicas (mono ó polialérgicas) que ni pueden ser previstas de alguna manera ni excluidas mediante una adecuada selección de los productos. Semejantes afecciones son mas o menos frecuentes para toda una serie de productos químicos. Si se pretendiese excluir del empleo industrial, todos los compuestos que hasta la fecha han producido fenómenos alérgicos, probablemente quedarían muy pocos libres de toda sospecha y resultaría imposible seguir manteniendo la producción fabril.

De todo lo anterior podríamos simplificar que la industria hulera: maneja sustancias tóxicas en mayor o menor grado dependiendo del producto-que se trabaje, se trabaja con la misma intensidad todo el año, no se cuenta con trabajadores con cultura suficiente para protegerse convenientemente de las intoxicaciones propias de las sustancias que manejan, se trata de una industria polvosa.



En resumen para que nuestra industria tenga el mayor rendimiento es necesario que ademas de que proporcionemos a nuestros obreros el adiestramiento necesario para el desarrollo de sus funciones , tengamos un equipo adecuado de coleccion de polvos para evitar al maximo que sea un foco contaminante.

FABRICACION DE PRODUCTOS DE HULE  
GENERALIDADES  
PROCESO

Dentro de la fabricación de artículos de hule existen una gran variedad de procesos a los cuales es sometido el material desde materia prima hasta producto terminado; sin embargo, el hule, siempre recibe el mismo tratamiento para poder ser empleado.

En si todos y cada uno de los productos terminados tienen que pasar por una serie de departamentos, los que quedarían resumidos dentro de la siguiente lista:

ALMACEN

MOLIENDA O MEZCLADO

PREPARACION DE MATERIALES

CONFORMACION O ARMADO DE PRODUCTOS

VULCANIZACION

En el almacen, se tienen las materias primas y los solventes que se emplean en las diferentes formulaciones que se utilizan, de aquí pasan al departamento de pesadas donde de acuerdo a cada formulación se tiene un peso determinado para cada elemento constituyente fijado de antemano.

En la molienda se realiza el mezclado del hule natural, hule regenerado o hule sintético, crudos, con los compuestos que en forma de polvos o líquidos que impartiran las características deseadas antes de la vulcanización; para la molienda se pueden utilizar los molinos o bien los "Bamburis" (mezcladores internos) con mucho mayor capacidad.

Dentro de la molienda podemos:

Laminar

Mezclar

Calentar

Masticar

Triturar, etc. Al hule junto con los compuestos que le reforzarán o le impartiran sus propiedades.

En la preparación, conformación y armado de los diferentes productos se emplean muchas y muy variadas máquinas, dentro de las cuales podemos considerar las siguientes: Calandrias, Estruders, Armadoras, Cortadoras, etc.

La vulcanización es el último paso dentro del proceso para los productos de hule, en ella, las piezas quedan formadas definitivamente sin el riesgo de sufrir deformaciones posteriores o inmediatamente por acción del calor.

## PROCESO

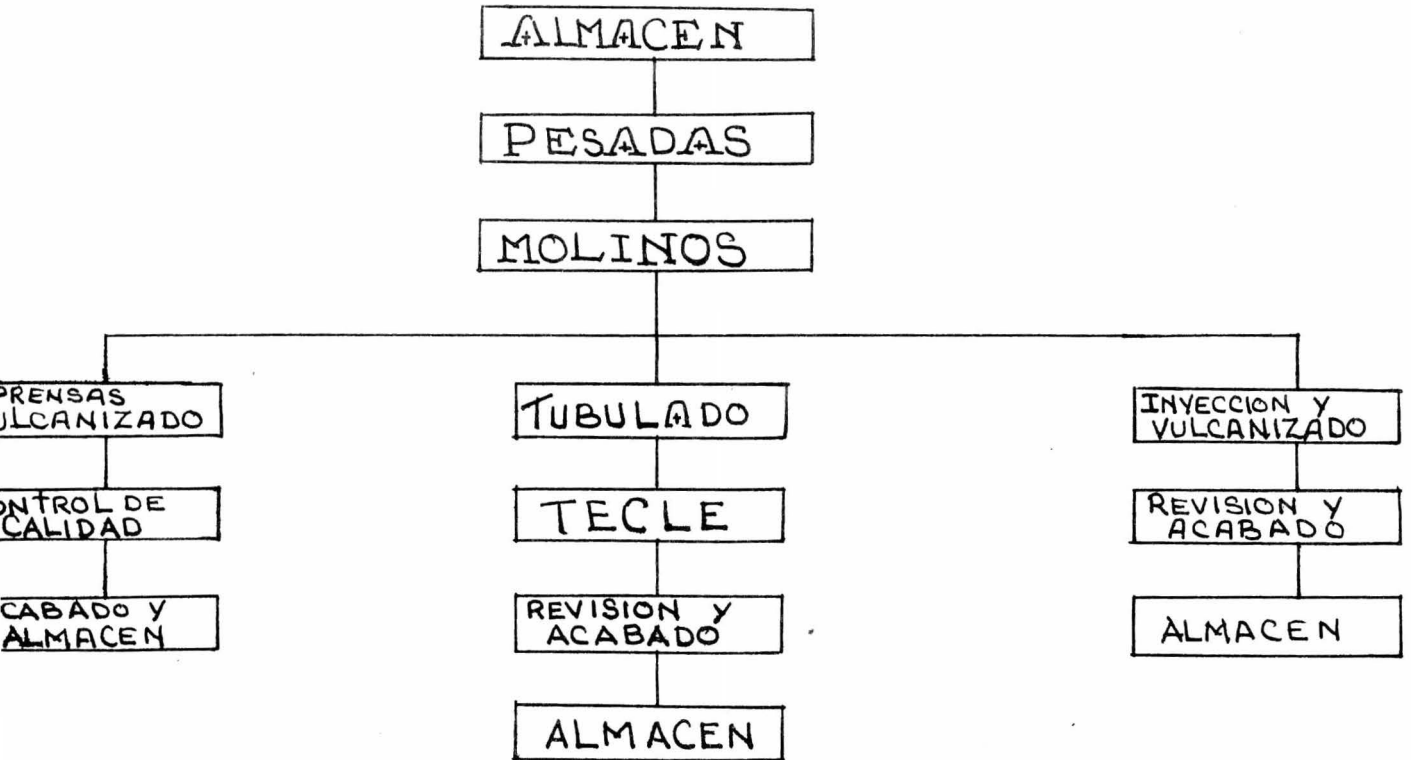
En la industria dentro de la cual se realizo el presente trabajo se dedican a la fabricación de partes industriales; Todo el proceso comprende cincuenta y un pasos, los cuales estan divididos en dos partes, la primera dentro de la cual se preparan los materiales para ser trabajados (Molienda-Troqueles), y el segundo paso, en el que se arman las piezas, se vulcanizan y terminan. Los pasos del proceso son:

| TROQUELADO     | RECHAZADO       | PREPARADO       |
|----------------|-----------------|-----------------|
| 1.-Lamina      | 17.-Lamina      | 31.-Desengrase  |
| 2.-Troquelado  | 18.-Mandrill    | 32.-Posfatizado |
| 3.-Doblado     | 19.-Rectificado | 33.-Encementado |
| 4.-Engargolado | 20.-Cortado     | 34.-Sanbleastar |
| 5.-Adaptación  | 21.-Otras       | 35.-Bambiletear |
| 6.-Aceitado    | MEZCLADO        | 36.-Telas       |
| 7.-Suajado     | 22.-Pesadas     | 37.-Otros       |
| 8.-Pegado      | 23.-Mezclado    | MOLDEO          |
| 9.-Rectificado | 24.-Laminado    | 38.-Laminar     |
| 10.-Recocido   | 25.-Otras       | 39.-Preformas   |
| 11.-Candados   | TUBULADO        | 40.-Moldeo      |
| 12.-Ensamblar  | 26.-Dados       | 41.-Moldes      |
| 13.-Marcar     | 27.-Calentado   | 42.-Poscurado   |
| 14.-Perforar   | 28.-Tubulado    | 43.-Otras       |
| 15.-Armado     | 29.-Vulcanizado |                 |
| 16.-Otros      | 30.-Otros       |                 |
| ACABADO        |                 |                 |
| 44.-Cortadora  |                 |                 |
| 45.-Carda      |                 |                 |
| 46.-Esmeril    |                 |                 |
| 47.-Tijeras    |                 |                 |
| 48.-Navaja     |                 |                 |
| 49.-Resorte    |                 |                 |
| 50.-Lubricado  |                 |                 |
| 51.-Otras      |                 |                 |

De los hules empleados para las diferentes partes, de acuerdo a sus formulaciones llevan mayor o menor cantidad de polvos; lo cual trae consigo una contaminación del medio ambiente que rodea a los traba--

jadores.

Dentro de los diferentes procesos podemos tener el siguiente flujo de material.



FABRICACION DEL HULE COMO PRODUCTOR DE POLVOS

GENERALIDADES

Antes de analizar cualquier aspecto dentro de la fabricación de los diferentes productos de hule, es necesario que tengamos una noción si no concreta sí clara y general de los polvos y sus consecuencias.

El polvo en las industrias afecta al organismo humano despues de largos períodos de exposición a él. Las vias de entrada al organismo son:

- A.-)Boca
- B.-)Nariz
- C.\*)Piel

La mayor cantidad de polvo se absorbe por el aparato respiratorio.

De acuerdo a los efectos que causan en el organismo, el polvo se clasifica de la siguiente forma.

- 1.-)Venenoso ó Tóxico
- 2.-)Inflamatorio
- 3.-)Fibrógeno

Los polvos tóxicos lesionan el corazón, los pulmones, el higado y riñones. Al inhalarse llegan a los pulmones y se disuelven en la sangre, la cual los transporta a los órganos y tejidos; pueden tambien, por contaminación, entrar en la boca y serllevados a todo el organismo por la via digestiva en menor proporción.

Los inflamatorios; son los que aumentan los padecimientos respiratorios, son molestos e irritantes, pueden tener reacción ácida ó alcalina, producen quemaduras en la piel, inflaman la mucosa nasal.

El fibrógeno es el que ocasiona poco o mucho tejido fibrógeno en los pulmones, en este grupo se encuentran casi todos los polvos inorganicos, incluyendo los que contienen silice y asbesto. Los polvos de esta clase -- perturban la función pulmonar, causando incapacidad, aumentando la propensión a la tuberculosis., entre los polvos de esta clase podemos citar de mucho interes, los silicatos, asbesto, talco, etc.

Para poder determinar si un polvo puede producir una dolencia pulmonar, tenemos que tomar en cuenta sus propiedades en base a la contaminación.

- 1.-Composición Química y Mineralógica del polvo
- 2.-Tamaño de las Partículas
- 3.-Concentración en el Aire
- 4.-Duración a la exposición

Tamaño de partículas.-Las patículas tienen una forma irregular; no es

posible por esto caracterizar una partícula por dimensiones determinadas - o bien por un volumen característico; Después de muchos estudios, se ha llegado a la conclusión de que los polvos constituidos por partículas menores a cinco micras, son las únicas con significación patológica, las partículas de diez micras, son relativamente pocas, ya que por el efecto de la gravedad y de las mucosas nasales, se eliminan y no penetran a las posiciones terminales del tracto respiratorio. Ahora bien, los tamaños de partículas en los polvos dependen de diversos factores como:

- 1.-Procedencia del Polvo
- 2.-Punto donde se toma la muestra
- 3.-Método para tomar la muestra

Con respecto al origen del polvo, no es posible comparar estrictamente a dos polvos, ya que es necesario considerar si provienen de molienda ó de algun otro proceso. Cada polvo tiene su densidad y su propia distribución de tamaño, en consecuencia, las partículas se asientan con diferentes velocidades; Las partículas más pequeñas se asientan más despacio de tal forma que practicamente quedan en suspensión permanente, por las corrientes de aire que se crean por el trabajador en el desarrollo de su trabajo, por la maquina ó la temperatura a la cual trabaja.

El sitio donde se toma la muestra es importante, ya que las partículas grandes se asientan rapidamente y al rededor de la fuente emisora. En la actualidad no contamos con ninguna técnica para obtener una mezcla de polvos por la gran variedad de tamaños, lo que dificulta la observación del mismo.

Concentración del Polvo.- Existen varios métodos para determinar la concentración del polvo en el medio ambiente de acuerdo a los tipos de polvo con los que se tenga contacto. Dos de los más empleados son: El método del Conimetro y el tomador de muestras y microproyector M.S.A.

El Método del Conimetro.- Instrumento por el cual se hace pasar aire - a través de un tubo de vidrio para que choque a alta velocidad contra una placa de vidrio que esta sumergida en agua o en otro líquido apropiado, en el recipiente de recolección las partículas de polvo se detienen instantaneamente en el líquido y quedan captados en esa forma. El Conimetro consiste esencialmente en dos secciones, una fuente para llevar el aire con dispositivo para ello hasta el tomador de muestras y la segunda el dispositivo de muestreo ( un recipiente y la placa de contacto).



El otro aparato empleado en la recolección de polvo y consiguiente de terminación de concentraciones, tamaños y formas de las partículas es el temador de muestras y microproyector M.S.A.. La muestra es recogida sobre un lavador llamado Impinger que contiene alcohol ó agua, a través del cual se hace pasar la corriente de aire en estudio con la ayuda de una bomba manual regulada, a fin de asegurar el caudal de aire determinado, de forma que al conocer el tiempo de succión, pueda calcularse el volumen de aire total correspondiente a la muestra.

En el empleo de estos dos aparatos, se puede tratar la muestra y llevarla a un microscopio para analizarla y efectuar el recuento antes de que se presente la sedimentación.

Métodos para Obtener Muestras de Polvos.— Entre los diversos factores ambientales que afectan al trabajador, existen algunos que son fácilmente medidos para determinar su cantidad y grado de peligrosidad. Los polvos y contaminantes de diversos tipos, se detectan por medio de aparatos que operan por medios mecánicos, eléctricos, electrónicos ó de tipo químico, cuyos diferentes diseños permiten muestrear y determinar con la precisión necesaria los factores ambientales físicos para llegar a nulificar su acción, si es nociva, mediante las protecciones adecuadas.

Los métodos para obtener muestras de polvo, se pueden dividir en dos grupos:

1.—Métodos Húmedos

2.—Métodos Secos (Filtros y Precipitadores )

El método a emplear se selecciona de acuerdo a la aplicación de los resultados.

El Conimetro nos ilustra el método húmedo.

Los métodos secos son preferidos algunas veces por su facilidad de trabajo; se pueden usar filtros de papel ó alúmina para tomar las muestras del exterior, con este método se suelen obtener cálculos relativos de porosidad mediante el cambio de color, aunque a menudo es posible hacer determinaciones por peso.

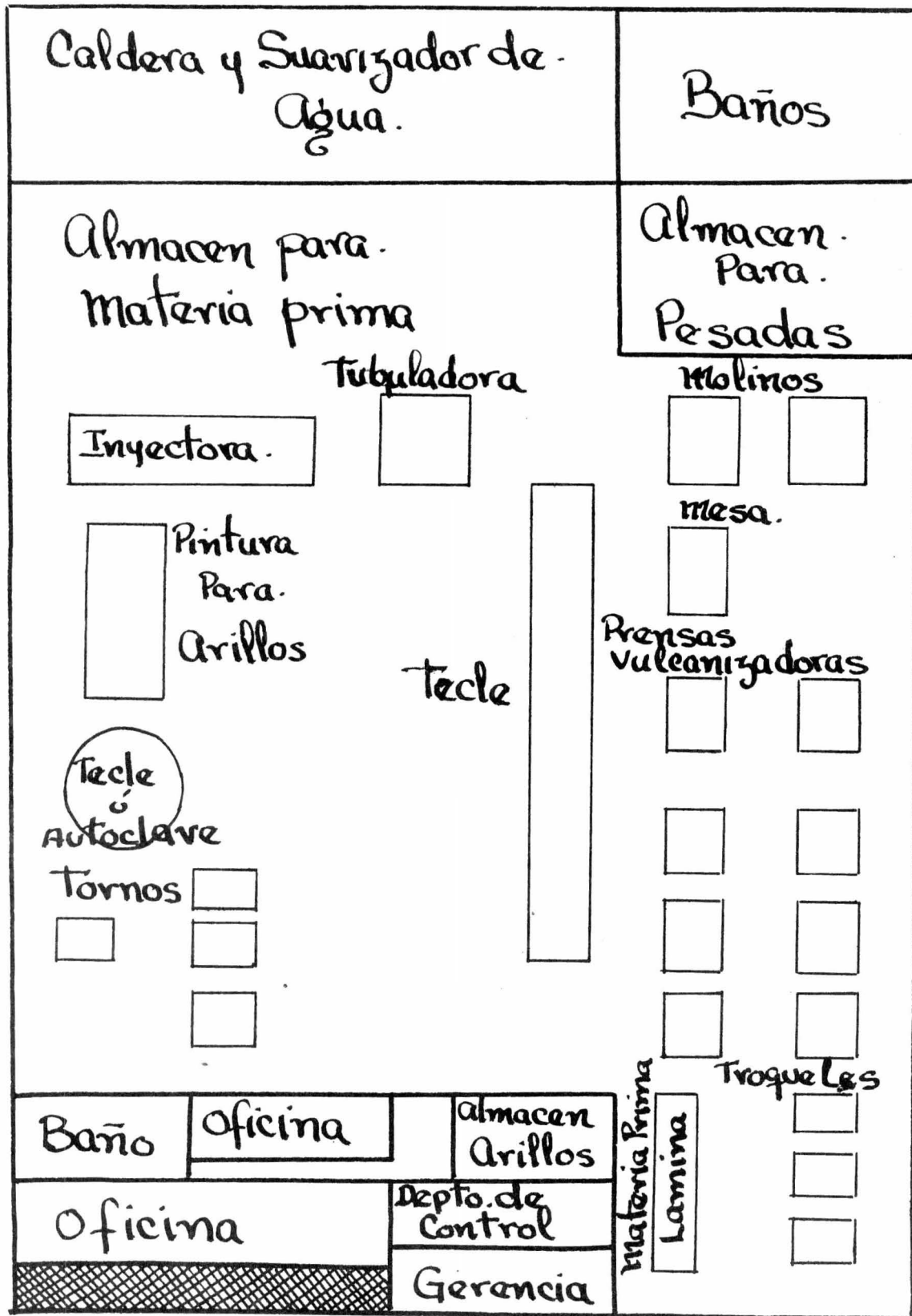
Los sistemas que emplean filtros, requieren atenciones y cuidados -- constantes para obtener de ellos su máxima eficiencia.

Otro método es el de los precipitadores electrostáticos, que es muy usado, estos aparatos trabajan con corriente eléctrica haciendo circular --

aire por un tubo de vidrio muestreador que forma el electrodo extremo, dentro del cual hay un electrodo que ioniza el aire que pasa y precipita sobre el otro electrodo. Este tubo colector sirve para determinar por diferencia de pesadas, el análisis cuantitativo; posteriormente, al microscopio, se determina su composición cualitativa.

DESCRIPCION DE LA PLANTA Y MUESTREO

DESCRIPCION DE LA PLANTA



## MUESTREO

Para poder determinar el grado de contaminación por polvos dentro de la fabrica, recurrimos a un período de muestreo empleando para ello un tomador de muestras de tipo estático, el cual reúne las siguientes características:

Tomador de Muestras.- La cantidad de aire que pasa por el tomador de muestras estara condicionada al tipo de papel filtro que sea empleado. De acuerdo a lo anterior, el muestreador funciona en igual forma que una aspiradora; el aparato cuenta con un medidor de flujo, el cual, nos proporciona directamente la cantidad de aire que circula a través del papel filtro, del que conocemos su peso antes de la toma de la muestra ( el papel ha sido tarado con anterioridad despues de haber sido colocado durante tres horas minimo en una mufla a temperatura baja para eliminar la mayor cantidad posible de agua ), posteriormente despues de haber tomado la muestra, se separa el papel filtro con los polvos depositados en el y se pesa; por diferencia de pesadas conoceremos directamente la cantidad de polvos depositados durante el tiempo en el cual se efectuó la experiencia, tambien sabemos el gasto de aire que paso por nuestra maquina muestreadora.

De las muestras tomadas reproducimos las características obtenidas durante un periodo de dos semanas de muestreo.

Tomador de muestras estatico; muestras tomadas de los molinos ( unica parte donde se tiene la generación de polvos); tipo de papel filtro empleado de porosidad media, tiempo de secado en la mufla tres horas.

### Pesos de los papeles filtro tarados.

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 1.-0.586g  | 13.-0.590g | 25.-0.585g |
| 2.-0.637g  | 14.-0.636g | 26.-0.591g |
| 3.-0.573g  | 15.-0.605g | 27.-0.610g |
| 4.-0.607g  | 16.-0.580g | 28.-0.613g |
| 5.-0.588g  | 17.-0.600g | 29.-0.598g |
| 6.-0.614g  | 18.-0.595g | 30.-0.583g |
| 7.-0.630g  | 19.-0.621g |            |
| 8.-0.622g  | 20.-0.572g |            |
| 9.-0.582g  | 21.-0.596g |            |
| 10.-0.622g | 22.-0.604g |            |
| 11.-0.630g | 23.-0.620g |            |
| 12.-0.585g | 24.-0.607g |            |

| Pesos con muestras tomadas |            | Diferencias |            |
|----------------------------|------------|-------------|------------|
| 1.-0.706g                  | 16.-0.686g | 1.-0.120g   | 16.-0.106g |
| 2.-0.707g                  | 17.-0.697g | 2.-0.070g   | 17.-0.097g |
| 3.-0.663g                  | 18.-0.722g | 3.-0.090g   | 18.-0.127g |
| 4.-0.704g                  | 19.-0.732g | 4.-0.097g   | 19.-0.111g |
| 5.-0.715g                  | 20.-0.662g | 5.-0.127g   | 20.-0.090g |
| 6.-0.684g                  | 21.-0.723g | 6.-0.070g   | 21.-0.127g |
| 7.-0.665g                  | 22.-0.704g | 7.-0.035g   | 22.-0.100g |
| 8.-0.000(ROTO)             | 23.-0.740g | 8.-0.000g   | 23.-0.120g |
| 9.-0.623g                  | 24.-0.704g | 9.-0.041g   | 24.-0.097g |
| 10.-0.658g                 | 25.-0.720g | 10.-0.036g  | 25.-0.135g |
| 11.-0.665g                 | 26.-0.670g | 11.-0.035g  | 26.-0.079g |
| 12.-0.705g                 | 27.-0.690g | 12.-0.120g  | 27.-0.080g |
| 13.-0.617g                 | 28.-0.678g | 13.-0.127g  | 28.-0.065g |
| 14.-0.706g                 | 29.-0.718g | 14.-0.070g  | 29.-0.120g |
| 15.-0.702g                 | 30.-0.670g | 15.-0.097g  | 30.-0.087g |

Algunas de las muestras fueron tomadas en dos etapas y otras durante todo el proceso :

|                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1.-Hule Macheta             | 16.-Hule B.W. Completo       |
| 2.-Hule Macheta             | 17.-Hule Macheta             |
| 3.-Hule Macheta             | 18.-Hule Macheta             |
| 4.-Hule Macheta             | 19.-Hule B.W. Completo       |
| 5.-Hule Macheta             | 20.-Hule Macheta             |
| 6.-Hule B.W. Segunda mezcla | 21.-Hule Macheta             |
| 7.-Hule B.W. Añejado        | 22.-Hule Macheta             |
| 8.-Hule B.W. Añejado        | 23.-Hule B.W. Completo       |
| 9.-Hule B.W. Añejado        | 24.-Hule Macheta             |
| 10.-Hule B.W. Añejado       | 25.-Hule Macheta             |
| 11.-Hule B.W, Añejado       | 26.-Hule Macheta             |
| 12.-Hule Macheta            | 27.-Hule B.W. Añejado        |
| 13.-Hule Macheta            | 28.-Hule B.W. Segunda mezcla |
| 14.-Hule Macheta            | 29.-Hule B.W. Completo       |
| 15.-Hule Macheta            | 30.-Hule Macheta             |

Del analisis de particulas obtenidas con el muestreador estatico se tiene que en la mayoria de los casos el tamaño de particulas que predomina va de 0.01 a 0.3 micras las cuales pertenecen al negro de humo y que son altamente dañinas al organismo ya que no son detenidas por la mucosa nasal y se introducen directamente a los pulmones. Por lo tanto es de suponerse que el sistema de colección de polvos que actualmente esta funcionando no es el adecuado ó no funciona bien es decir no tiene la eficiencia adecuada lo que trae consigo de que esta industria este fuera de las normas establecidas en contra de la contaminación por polvos.

CAPTACION DE POLVOS

TIPOS DE COLECTORES

SELECCION



## TIPOS DE COLECTORES

Con objeto de eliminar una parte al menos de sustancias contaminantes de la atmosfera se han desarrollado diversos aparatos que constantemente renueven el aire, eliminando de diversas maneras las partículas contaminantes.

Para el diseño o selección de estos aparatos es necesario tomar en cuenta el grado de renovación requerida, tanto en velocidad de flujo como en pureza del aire, la cantidad y características del contaminante que ha de ser eliminado de la atmosfera.

Estos aparatos limpiadores de aire son utilizados principalmente para remover el polvo en lugares donde la concentración del mismo es del orden del aire atmosférico en zonas no fabriles y son empleados en ventilación, acondicionamiento de aire y sistemas de calefacción donde las cantidades de polvo no son tóxicas ó no exceden las normas establecidas.

El diseño de colectores de polvo es generalmente hecho para cargas mucho más pesadas, provenientes de procesos industriales, donde el aire ó gas que ha de ser limpiado se origina en sistemas locales de extracción ó el proceso acumula emanaciones de gas, variando las concentraciones permitidas.

Como el equipo de colección de polvo está disponible en numerosos diseños, el mejor procedimiento para efectuar una selección cuando no se tiene una experiencia previa es consultar al fabricante del equipo, el cual posee datos de efectividad, coste inicial, de operación y mantenimiento, espacio de montaje y materiales de construcción, que conjuntamente con los datos proporcionados sobre las condiciones atmosféricas sera suficiente para la selección del equipo.

Entre los factores de selección tenemos:

- 1.-Concentración y tamaño de las partículas del contaminante.
- 2.-Grado de recolección requerido
- 3.-Características de la corriente de aire ó gas
- 4.-Características del contaminante
- 5.-Método de evacuación

Para la mayoría de los contaminantes, una planta localizada en un lugar lejano de otras industrias ó de areas residenciales, no necesita seleccionar equipo con un grado de remoción tan alto como una planta cercana a dichas áreas aunque muchas veces la existencia de granjas e aún la centri

bución a los problemas de contaminación de aire de las ciudades lejanas -- puede indicar la necesidad de un equipo de selección efectivo.

En ocasiones las industrias no previenen la construcción de residencias en zonas aledañas a la fábrica, teniendo que tomar soluciones de emergencia improvisando el equipo colector y teniendo por ende unos resultados muy pobres en el control de la contaminación. Este ocurre principalmente en fabricas de cementos, plantas de preparación de carbón, plantas manufactureras, etc. La cantidad de escape llamada técnicamente tasa de emisión -- también influirá en el equipo, ya que para una concentración dada, a mayor volumen de emisión, mayor necesidad de un mejor equipo de extracción.

Una recomendación en la selección del equipo puede ser resultado ó resumida de la siguiente forma: Seleccionar el colector que permita escapar la menor cantidad del contaminante y cuyo coste inicial y de mantenimiento sea razonable, aunque en ocasiones este ultimo factor deba ser sacrificado en favor de un mejor control de la contaminación con objeto de prevenir daños a la salud de los obreros ó daños a la propiedad y a las instalaciones.

Otra de las características a tomar en cuenta para la selección del colector es la de la corriente de aire o gas. Las corrientes de gas de temperaturas superiores a los 80 grados centígrados provendrán del uso de un medio filtrante de algodón, tipo de colectores de tela; la frecuencia de vapor o condensaciones de vapor de agua, causarán obstrucciones y tapones en los pasajes de aire o polvo en los colectores de tela y centrifugas secas.

La composición química puede atacar la tela o metal en colectores secos o causar condiciones corrosivas cuando se mezcla con agua en colectores de tipo húmedo.

Otra característica importante la constituye el contaminante que puede tener acción corrosiva o cualquier otro tipo de acción química, así como adherencia, abrasividad, como en el caso de la arena, lo cual ocasiona desgaste en el colector.

El tamaño y la forma de las partículas descartara ciertas formas de colectores; por ejemplo, en los colectores centrifugos con superficie grande y densidad pequeña, tendera a flotar y no a caer a diferencia de partículas mucho menores pero con mayor densidad.

La naturaleza combustible de muchos materiales finamente divididos -- influirá en la selección de tipos de colectores seguros para tales produc-

tos.

Por último es necesario tomar en cuenta los métodos de evacuación y -eliminación de materiales colectados, los cuales variarán de acuerdo con el material con el que se trabaje, el proceso de planta, la cantidad y el diseño del colector.

En el diseño del colector de material seco, es muy importante es muy importante el diseño de la evacuación del material libre de polvo y la localización del depósito del polvo del colector, ya que de no ser así, se puede crear un nuevo problema.

Los colectores húmedos son adaptados para la eliminación en tolvas o para la expulsión continua del material desecado, aunque la evacuación de los desperdicios húmedos puede ser un problema de manejo de materiales, sobre todo porque la existencia de sólidos en el agua de desperdicios, puede crear un problema de contaminación en los conductores de desagües si dicha agua de desperdicio no es adecuadamente clarificada.

Otros problemas como la compactación de materiales secos, en tolvas de polvo y la floculación o formación de pastas, agudas en colectores húmedos, influyen en los problemas de evacuación.

Las fuerzas o mecanismos utilizados para separar los polvos se clasifican en:

- 1.-Gravedad
- 2.-Inercia
- 3.-Filtración
- 4.-Electrostáticos
- 5.-Fisicoquímicos
- 6.-Térmicos
- 7.-Sónicos

Puesto que algunos tipos de aparatos para separar polvos utilizan más de uno de esos mecanismos, es más cómodo clasificar el equipo por el tipo que por el principio en el que se basa su funcionamiento.

El resultado obtenido con un separador de polvos se llama rendimiento de separación y se expresa generalmente por la relación del peso del polvo separado al polvo que penetra en el aparato.

Algunos prefieren valorar el rendimiento de separación globalmente por la concentración de polvo en los gases salientes, independientemente de la concentración en la entrada. En ambos casos, el rendimiento del separador-

no es en si mismo una característica específica del separador dado, pues - depende tanto de las condiciones de funcionamiento del aparato como de las propiedades físicas del polvo que se maneja.

Dentro de la gama de colectores que se conocen podemos mencionar los siguientes:

Colectores de Tela

Colectores Húmedos

Colectores Centrifugos

Precipitadores electrostáticos, etc.

Existiendo en cada uno de estos tipos variaciones en su construcción y en su funcionamiento. El estudio de la contaminación implica el conocimiento de la mayor parte, si no de todos ellos cuando menos de los más empleados; a continuación tratare de dar una descripción de ellos.

Colectores de Tela.-Por muchos años se ha comprobado la efectividad - en la limpieza del aire o gas pasado a baja velocidad a través de una tela - lo cual se ha usado en aparatos limpiadores de aire. La tela se coloca en forma de envoltura al rededor de los tubos de separación; aparentemente la eliminación se lleva a cabo por la acción coladora de la tela, pero en realidad la colección se realiza por la formación de una malla de materiales - que van quedando atrapados por la tela en el lado del aire sucio; la malla formada proporciona la verdadera superficie filtrante, obteniendose merced a esta superficie, un alto grado de eliminación de partículas.

Cuando una nueva tela sea colocada se observara una caída en la efectividad de la superficie filtrante mientras no se forme la malla de polvo.

La tela más usualmente empleada es un algodón especialmente tejido, pudiendo emplearse otro tipo de fibra ó telas sintéticas.

Actualmente se tiene un estudio muy completo basado en un número considerable de datos para mostrar la variación de la tasa de crecimiento de la resistencia durante el ciclo de carga de una tela limpia conforme el -- polvo es colectado; cuando esta saturado, se detiene para ser sacudido, equitado, golpeado o hacerlo vibrar para colocarlo nuevamente en posición de funcionamiento; la caída de presión despues de la limpieza será considerablemente mayor que la pérdida a través de la nueva tela ya que, se adhiere suficiente polvo del ciclo anterior para mantener la malla de polvo requerida para la máxima eficiencia.

mientras menor sea la partícula, más rápidamente aumentará la resistencia para una carga dada, ya que el incremento de resistencia es directamente proporcional al tiempo. Se reconoce que un flujo está en el orden -- laminar cuando la resistencia a través de la tela en cualquier etapa de la carga varía con el cambio en flujo de aire.

Los colectores de tela son extensamente usados en la industria para un gran número de aplicaciones. Como desventajas de este tipo de colectores -- podemos anotar las siguientes:

- 1.-Necesitan más espacio que la mayoría de los colectores de polvo.
- 2.-El coste de erección es alto, ya que, el aparato es mandado a la -- planta completamente desarmado.
- 3.-Existe bastante variación en el flujo de aire debido a las pérdidas de presión.
- 4.-Su uso está limitado a condiciones de aire suficientemente seco -- para prevenir la condensación o el depósito de humedad en la tela.
- 5.-La eliminación del polvo seco constituye a menudo un problema se-- cundario.
- 6.-La temperatura del gas es un factor limitante, ya que para tempera-- turas mayores de 105 grados no es posible usar telas como algodón y lana -- y es necesario usar telas sintéticas como nylon y orlon, así como fibra de vidrio y ocasionalmente malla metálica, con lo cual el costo del equipo -- aumentará considerablemente.

Colectores de Tela de uso continuo.- Siendo una gran desventaja el -- detener el flujo de aire para eliminar el polvo acumulado, fué necesario -- introducir mejoras en el equipo a manera de superar las desventajas; una de estas mejoras fue el introducir el uso de detenedores seccionales que permiti-- ten que la limpieza del aire sea continua, para lo cual una sección del -- sistema de limpieza es retirada automáticamente para evacuar el polvo, mien-- tras las otras secciones siguen trabajando, obviamente mientras mayores -- secciones de filtrado se tengan, las pérdidas de presión estarán más cer-- ca de permanecer constantes.

Para aumentar la efectividad en la remoción del polvo en estos colec-- tores se usa en ocasiones un sistema de flujo de aire contrario, consisten-- te en una pequeña desviación del aire que sale al exterior y que en el mo-- mento de limpieza de la sección fluye en dirección contraria a través de la tela.

Detenedor continuo tipo chorro contrario.- Estos colectores difieren de los convencionales en el uso de aire a alta presión para limpiar la tela. Los principales tipos existentes son los siguientes:

A.-Colector con equipo de limpieza por aire a alta presión, procedente de un "anillo de aire" viajero para desalojar del interior del tubo de tela la masa de polvo acumulado.

B.-Colector que usa aire comprimido a alta presión para romper la masa de polvo desde el exterior del tubo de tela.

C.-Limpieza por flujo contrario a temperatura elevada. La limpieza por este método es mucho más completa que la obtenida por vibradores convencionales permitiéndose mayores flujos de aire, debido al corte ciclo de reacendicionamiento, al mismo tiempo, las perdidas de presión serán más uniformes y el volumen de aire estará más cerca de ser constante.

En este tipo de colectores, el costo del equipo y del mantenimiento es adicional para el mecanismo de limpieza.

Colectores Húmedos.-Son aparatos diseñados para manejar gases a alta temperatura y cargados de humedad, lo cual elimina el problema secundario de la evacuación del material colectado, pero, la participación del agua puede introducir condiciones corrosivas en el colector o condiciones de congelamiento en climas frios si el equipo está situado en el exterior.

Las perdidas de presión y la eficiencia en la colección variarán grandemente con el modelo, y dentro de ellos tenemos:

1.-Lavadores Estáticos.-Al contrario de la mayoría de los lavadores de aire, este equipo está diseñado para manejar altas concentraciones de polvo.

2.-Torres Empacadas.- Este tipo de colector consiste usualmente en una serie de planchas de contacto a través de las cuales, pueden pasar los gases y líquidos en flujos paralelos ó a contracorriente y son usados principalmente para contaminantes altamente corrosivos.

para evitar el deterioro de la torre por las altas temperaturas, se utilizan revestimientos de ladrillo que permiten las temperaturas de 820 grados centígrados de los gases que vienen directamente de los hornos.

3.-Centrifugas Húmedas.- Estos aparatos emplean una combinación de fuerza centrifuga y contacto con el agua para efectuar la recolección de polvos. Estos colectores son cilindricos y en forma de torre ó con su eje colocado en posición horizontal, siendo introducido el aire tangencialmente-



y generalmente a contracorriente poniéndose en contacto con el agua atomizada por toberas y siendo recogida después por la velocidad del aire o por gravedad.

4.-Venturi.-Los colectores de este tipo utilizan el principio del venturi para intermezclar el polvo y las partículas de agua, mediante una rápida contracción y expansión de la corriente de aire y en un alto grado de turbulencia.

5.-Precipitador Dinámico Húmedo.- Este tipo de colector utiliza atomizadores de agua dentro de la cubierta de un ventilador y obtiene la precipitación de las partículas de polvo en la superficie húmeda de un impulsor con hojas en forma de espiral.

En estos equipos no existe pérdida interna de presión, pero la eficiencia mecánica es algo menor que la de los anteriores.

6.-Colector de tipo de Orificio.- En este grupo de colectores, el aire que fluye a través del colector es puesto en contacto con una capa de agua en un pasaje de dimensiones reducidas, pudiendo ser inducido el flujo por la velocidad de la corriente de aire o manteniéndolo por bombas y compuertas.

Colectores Centrifugos Secos.- En estos equipos se aprovecha la propiedad de la fuerza centrífuga de lanzar las partículas sólidas hacia la periferia de una corriente de aire.

El separador ciclónico es el tipo más empleado en las instalaciones para la separación de polvos, en el cual los gases cargados de polvo penetran tangencialmente en una cámara cilíndrica ó cónica por uno o varios puntos y salen por una abertura central. Las partículas de polvo en virtud de su inercia tienden a moverse hacia la pared exterior del separador desde la cual son conducidas a un receptor.

Un ciclón es en esencia una cámara de sedimentación en la que la aceleración debida a la gravedad es reemplazada por una aceleración centrífuga. En las condiciones de trabajo comúnmente empleadas en la práctica, la fuerza separadora centrífuga o aceleración varia en cinco veces la de la gravedad en los ciclones de diametro muy grande y baja resistencia, hasta dos mil quinientas veces la gravedad en los muy pequeños y de resistencia elevada. La entrada inmediata a un ciclón suele ser rectangular.

Los separadores de ciclón ofrecen uno de los procedimientos menos costosos para separar polvos o nieblas desde los puntos de vista de su funcio

namiento y de la inversión. Los ciclones se han empleado para separar sólidos de líquidos de gases y sólidos de líquidos; pueden trabajar a temperaturas tan altas como 1000 grados centígrados y presiones tan altas como 500-atmosferas.

Los ciclones para separar sólidos o líquidos de gases se aplican por lo general cuando se trata de partículas con un diámetro superior a cinco micras. A menos que se empleen ciclones muy pequeños, el rendimiento es muy bajo si la mayor parte del material suspendido es de diámetro inferior a cinco micras.

Para separar partículas de un diámetro superior a docenas micras -- pueden emplearse ciclones, pero las cámaras de sedimentación por gravedad -- suelen dar un resultado satisfactorio y sufren menos por causa de la abrasión. En casos especiales en que el polvo se mueve con un grado elevado de aglomeraciones o cuando se trate de concentraciones de polvo muy grandes, los ciclones separan polvos de partículas de mucho menor tamaño.

En ciertos casos se han obtenido altos rendimientos de colección con polvos con tamaño de partícula de 0,1 a 2,0 micras debido al efecto predominante de las aglomeraciones.

Los separadores o colectores de tipo ciclónico, han sido divididos en dos grupos básicos, catalogados por su efectividad en la remoción de las pequeñas partículas de polvo. Entre las del primer grupo tenemos:

1.-Colector de Ciclón.-Se aplica generalmente como un prelimpiador -- para colectores húmedos o secos de mayor eficiencia, ya que, remueve casi exclusivamente partículas gruesas de una corriente de aire.

Sus principales ventajas son:

Bajo costo, bajo mantenimiento, baja caída de presión.

2.-Centrifugas de alta eficiencia.- Los cuales han sido diseñados para ejercer una mayor fuerza centrífuga sobre las partículas de polvo en una corriente de gas. Para mejorar la eficiencia de este equipo se ha tomado en cuenta que la fuerza centrífuga es función de la velocidad de las partículas en la periferia y la aceleración angular, por lo cual el colector se ha diseñado en forma de espiral utilizando una espunadera para capturar las partículas y colocando varias unidades en serie o paralelo para algunas aplicaciones especiales.

Aunque con respecto a los colectores electrostáticos o de tela, no son tan eficientes en la colección de partículas pequeñas con respecto a los --



ciclones de baja presión, el porcentaje de recolección es elevado.

3.-Precipitador Dinámico tipo Sece.-En este colector catalogado como de alta eficiencia, el polvo se deposita por la acción centrifugante en las hojas de forma especial de una rueda extractora y recoge a través de un circuito en la cubierta del ventilador hasta la tolva almacenadora de polvo.

En el segundo grupo de colectores centrifugos secos tenemos los Colectores de Regillas, en los cuales se aplica una fuerza centrífuga a una partícula mediante el cambio rápido en la dirección de la corriente de aire por medio de una serie de placas colocadas a un ángulo determinado con respecto a dicha corriente de aire.

Su funcionamiento es sencillo; Las partículas más gruesas cruzan la corriente de aire y rebotan hacia el lado del aire sucio debido a las fuerzas que se producen con el impacto del aire.

La efectividad de estos colectores es función esencialmente del espaciamiento de las regillas, pero hay que tomar en cuenta que a un menor espaciamiento entre las regillas mayor será también la probabilidad de obstrucción de los conductos, debida tanto a la formación de grumos como a la obstrucción mecánica por partículas mayores al espacio entre regillas.

En los espaciamientos para equipos industriales se han empleado valores prácticos en los cuales la eficiencia decrece igual que en otras centrifugas de tipo seco.

Camaras de Asentamiento.-Teóricamente, puede ocurrir el asentamiento de polvos en grandes camaras cuando la velocidad de flujo del gas disminuye hasta el punto de que le es imposible transportar las partículas, pero los aparatos recolectores basados en esta propiedad no son de aplicación práctica para los espacios tan grandes que se requieren y la presencia de corrientes parásitas que impiden nulificar correctamente la velocidad efectiva del gas, por lo que sólo se usan para la remoción de partículas extremadamente gruesas.

Precipitadores Electroestáticos.-Existen dos tipos principales de precipitadores electrostáticos; el de bajo voltaje y baja retención de polvo usándose para filtración en sistemas de aire acondicionado y el de alto voltaje que reúne junto a su alta eficiencia en la retención de polvos un alto costo y que es ideal para ser utilizado en industrias en las cuales -

se produce una gran cantidad de polvo.

El principio de colección en estos aparatos, se basa en la capacidad de impartir una carga negativa a las partículas en la corriente del gas, - provocando el movimiento de estas y su adherencia al colector en sus placas las cuales están conectadas a tierra y cargadas positivamente. La mayoría de estos colectores están hechos para flujo de aire horizontal. Las placas colectoras están constituidas en realidad por electrodos y están colocados paralelamente en dentro de nueve pulgadas generalmente y construidas en varias formas incluyendo placas perforadas o corrugadas o en cortinas de varillas. Las varillas del electrodo negativo están localizadas entre las placas colectoras, siendo la diferencia de voltaje entre el electrodo negativo y la placa colectora de 60,000 a 75,000 voltios en la mayoría de los modelos. Existen dos métodos principales para eliminar el polvo de las placas de estos equipos; Por vibración o por golpeo continuo o intermitente, lo que se hace sin detener el flujo de aire a través del precipitador o con agua., para lo cual las placas colectoras serán cilíndricas y se encontrarán rodeando al electrodo.

La caída de presión es insignificante, la eficiencia en la colección es alta y casi uniforme a pesar del tamaño de las partículas, ya que en este tipo de colector se eliminan hasta las partículas submicrométricas .

Cuando los volúmenes de gas son pequeños, el espacio necesario es relativamente grande y el costo extremadamente alto, sobre todo, al alto costo del equipo eléctrico de alto voltaje. La eficiencia mejora incrementando la humedad de la corriente de aire, pues cambian las propiedades eléctricas del polvo.

Las altas concentraciones causan una reducción en la colección. Los precipitadores electrostáticos se han usado extensamente en la limpieza de gas a alta temperatura de equipo como altos hornos, hornos de hogar abierto y calderas de combustible pulverizado de estaciones centrales, así como en la industria química, en plantas de ácido sulfúrico, carbón, hornos de cemento y sosa cáustica.

Como el voltaje utilizado es cercano al potencial al cual se produce un arco eléctrico, su aplicación está limitada a materiales que no sean de naturaleza explosiva o combustible, a menos que el gas de la corriente transportadora sea un gas inerte,.

Filtros Moleculares de Membrana.- Estos filtros son muy usados en la-

colección de aerosoles; están compuestos de una mezcla de nitrato y acetato de celulosa.

El proceso se lleva a cabo por una acción tamizante y no por un impacto como en los filtros de tela, siendo recolectadas las partículas en la superficie.

Las partículas colectadas son visibles bajo el microscopio, utilizando la luz incidente. Los filtros de membrana son solubles en muchos líquidos orgánicos tales como acetona y los disolventes de la celulosa, lo cual se aprovecha para determinar la distribución del tamaño de partícula por sedimentación; otros tipos de filtros de membrana bastante utilizados son los constituidos por cristales solubles como los de azúcar o ácido salicílico.

## SELECCION

Los polvos en su colección, se basan esencialmente en la ley de Stokes, la cual se explica brevemente de la siguiente forma: Ley de Stokes.-- El concepto del diámetro "Equivalente a la velocidad de caída". En un colector de polvo dinámico, la velocidad de caída de las partículas contenidas en un gas es esencial para el proceso de colección, por velocidad de caída se entiende la velocidad constante de una partícula cuando existe un equilibrio entre la resistencia aerodinámica al movimiento de la partícula y la diferencia entre la fuerza gravitacional y la fuerza de elevación sobre la partícula. La ley de Stokes nos da la relación entre el diámetro de las partículas esféricas suficientemente pequeñas y su velocidad de caída:

$$v_f = \frac{d^2}{18} \cdot \frac{\gamma_p - \gamma_m}{\eta}$$

donde:

$v_f$  = Velocidad de caída (m/s)

$d$  = Diámetro de la partícula (m)

$\gamma_p$  = Peso específico de la partícula ( $\text{Kg/m}^3$ )

$\gamma_m$  = Peso específico del medio ambiente ( $\text{Kg/m}^3$ )

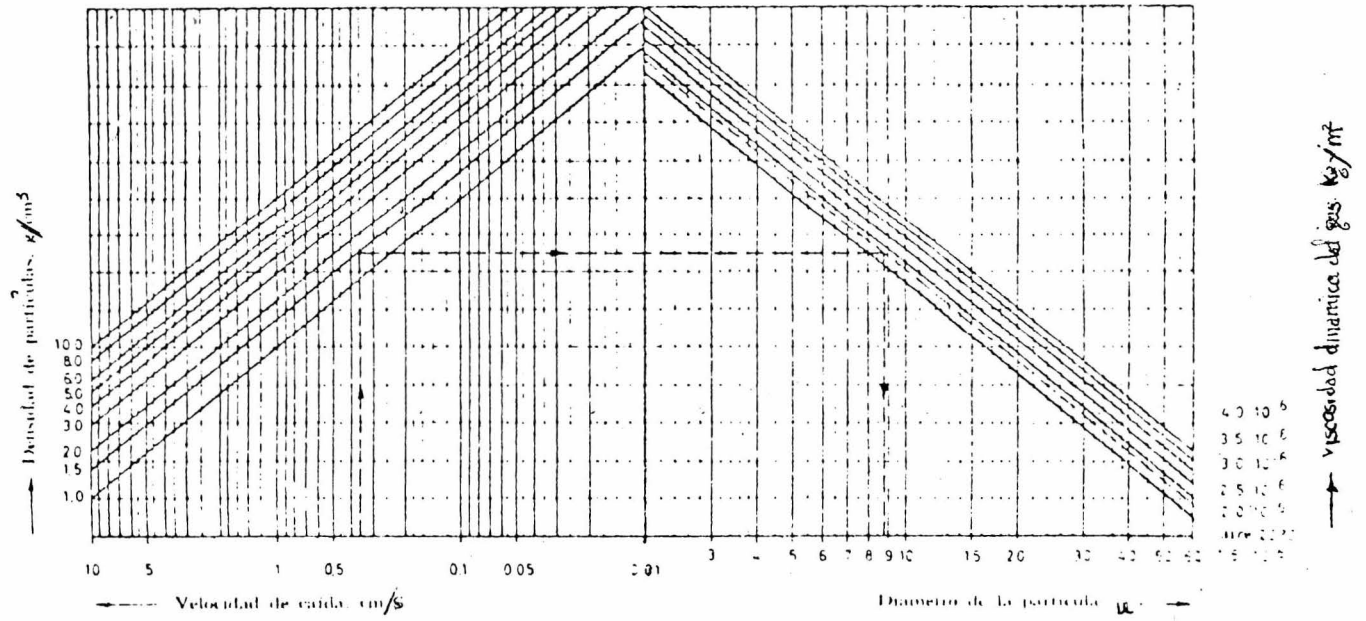
$\eta$  = Viscosidad dinámica del medio ambiente ( $\text{Kg/m}^2$ )

Para condiciones en que funcionan los colectores de polvo dinámicos - se puede aplicar la ecuación anterior en forma simplificada:

$$v_f = \frac{d^2}{18} \cdot \frac{\gamma_p}{\eta}$$

Esta relación se expresa en el siguiente nomograma habiéndose hecho la conversión a unidades usadas en la práctica.

Con el propósito de hacer la velocidad de caída más completa y concreta, se ha introducido una unidad equivalente de tamaño de partícula "diámetro equivalente a la velocidad de caída". El diámetro equivalente a la velocidad de caída de una partícula se define como el diámetro de una esfera de peso específico igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ ; cuya velocidad de caída es igual a la misma partícula en aire a veinte grados centígrados y a una atmósfera de presión. (considerando la misma a nivel del mar).



Nomograma de la relación  $v, \frac{d^2}{18} \cdot \frac{\gamma_p}{\mu}$

Ejemplo: Una partícula de polvo esférica, cuyo peso específico es  $1.5 \text{ g/cm}^3$  y cuya velocidad de caída es  $0.35 \text{ cm/s}$  en aire a  $20^\circ\text{C}$ , tiene un diámetro de  $8.8 \mu$ .

Conversión a condiciones diferentes a las del aire a 20 grados centígrados.- Si las condiciones del medio son diferentes, se requiere una conversión de las características del colector de polvo o de la curva de residuos de partículas.

a.-Curvas basadas en la velocidad de caída.

Segun la ley de Stokes, la velocidad de caída de una partícula de polvo en un gas disminuye conforme se elva la temperatura del propio gas (es decir una viscosidad dinámica mayor), una partícula de polvo cuya velocidad de caída es  $V_{f_1}$  en un gas de viscosidad dinámica  $\gamma_1$ , alcanza, en un gas de viscosidad dinámica  $\gamma_2$  (producida por una composición gaseosa distinta y/o una temperatura diferente en el gas), una velocidad de caída igual --  $V_{f_2}$  y en tal caso:

$$V_{f_2} = V_{f_1} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$$

Esto implica que la curva de los residuos de partículas basada en la velocidad de caída en aire a 20 grados centígrados ( $V_{f_1}$ ), para otras condiciones debe transportarse en sentido longitudinal, de tal forma que resulte

$$V_{f_2} = V_{f_1} \cdot \frac{1.855 \times 10^{-6}}{\gamma_2}$$

en donde  $1.855 \times 10^{-6} \text{ Kg/m}^2$ , es la velocidad dinámica del aire a una temperatura de 20 grados centígrados.

Por otra parte la característica de colección basada en la velocidad de caída es independiente de la composición y temperatura del gas.

b.-Curvas basadas en el diametro equivalente a la velocidad de caída.

Puesto que los colectores dinámicos se basan en el efecto de inercia-- el proceso de separación dentro de la validez de la ley de Stokes se determina de modo perentorio por la relación entre la fuerza de la masa de las partículas de polvo y la fuerza de resistencia segun Stokes, la fuerza de la masa es proporcional a  $d^2$  y la fuerza de resistencia de partículas con la misma eficiencia de colección es proporcional a  $d$  y la relación  $d^2/\gamma$  -- constante; da las caondiciones para una separación igual.

Si la característica de colección del colector de polvo está basada -- en un diametro equivalente a la velocidad de caída, es aplicable solamente

para aire a 20 grados centigrados (viscosidad dinámica igual a  $1.855 \times 10^{-6}$  Kg/m<sup>2</sup>) para gases de una viscosidad dinámica diferente, se transporta la característica de colección longitudinalmente según la relación  $d^2/Y = \text{Const.}$  es decir:

$$d_2 = d_1 \cdot \sqrt{\frac{Y_2}{1.855 \times 10^{-6}}}$$

En donde  $d_2$  nos da el diametro equivalente a la velocidad de caída de la partícula que en gases de una viscosidad dinámica de caída es igual a  $Y_2$  Kg/m<sup>2</sup>, adquiere la misma eficiencia de colección que el de una partícula de diametro equivalente a la velocidad de caída  $d_1$  en aire a 20 grados centigrados.

En base a todo lo anteriormente expuesto podemos decir para completar la selección adecuada que teóricamente :

Se tiene una partícula y sobre ella actúan los siguientes factores:

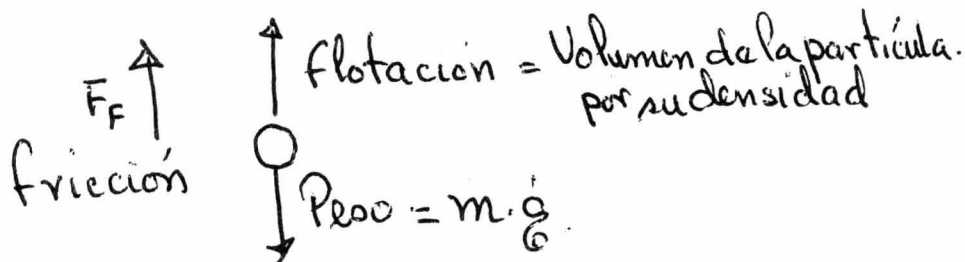
La flotación, la fricción y el peso de acuerdo al siguiente diagrama.

donde:

$m$  = masa

$g$  = gravedad

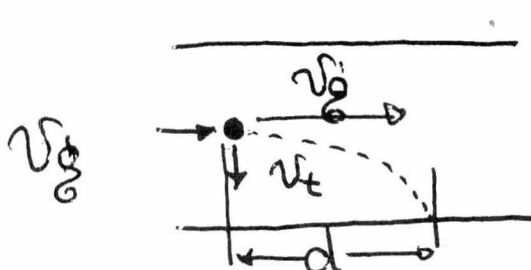
$\rho$  = densidad



Normalmente se tiene que el peso es mayor a la resistencia por flotación por lo que hay desplazamiento.

$$P_{\text{peso}} > \text{fricción}$$

Por otro lado supongamos la misma partícula en un tubo selector, observamos lo siguiente sobre la partícula.



donde:

$V_g$  = Velocidad del gas.

$v_t$  = Velocidad Terminal.

Conociendo las dos velocidades y la altura del ducto, podríamos predecir donde caera la partícula; con esto en forma general la ley de Stokes queda representada.

En el ciclón sucede igual, solo que la fuerza centrífuga substituye al peso y casi no influye la flotación.

En los ciclones la velocidad terminal de salida queda representada:

$$F_c = \frac{m_{partícula} V_{partícula}^2}{R \text{ de giro}}$$

$$F_g = V_{partícula} \rho_{partícula} g$$

$$F_c = V_p \rho_p \frac{V_p^2}{R_{ciclón}}$$

donde  $F_c$  = fuerza friccional

$F_g$  = fuerza de gravedad

$v$  = velocidad

$V$  = volumen

$R$  = radio

$g$  = gravedad

$\rho$  = densidad

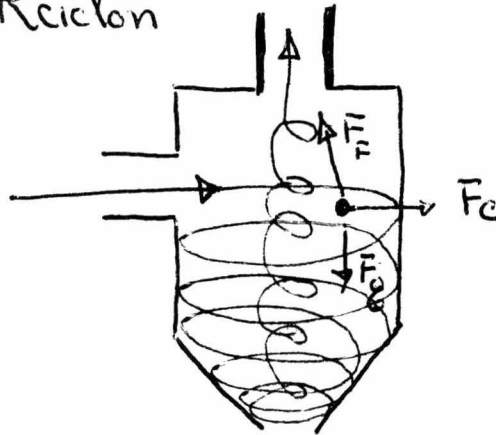
$m$  = masa

$V_r$  = Velocidad de la partícula con relación al gas

$C_d$  = Coeficiente de arrastre y forma de expresar la fricción

$A_p$  = Area de la partícula

$$F_F = \frac{C_d A_p \rho_p V_r^2}{2g}$$





El factor de separación quedara calculado de la siguiente manera:

$$S = \frac{F_c}{F_g} = \frac{V_p^2}{g R_c}$$

donde:  $R_c$ =radio del ciclón

La velocidad terminal maxima

$$V_c = \frac{D_p^2 \rho_p V_t^2}{18 \mu R_c}$$

donde:  $D_p$ =Diámetro de partícula

$\rho$ =Densidad de la partícula

$v_t$ =Velocidad terminal

$\mu$ =Viscosidad

$R_c$ =radio del ciclón

El tamaño critico de patícula con 100% de eficiencia.

$$D_{cp} = \sqrt{\frac{Q \mu (D - d_o) g}{2 \pi N V_i (w_p - w_g)}}$$

donde:  $Q$ =flujo de gas

$D$ =diámetro del ciclón (cuerpo)

$d_o$ =diámetro de salida del ciclón

$N$ =Número de vueltas del ciclón

$V_i$ =velocidad de entrada

$w_p$ =velocidad angular de la partícula

$w_g$ =velocidad angular del gas

$g$ =gravedad

$\mu$ =viscosidad

Una vez seleccionado el tamaño de partícula , recurrimos a los catálogos de los fabricante; para nuestro caso, recurrimos al catálogo de la -- S.F. de México S.A. para el ciclón C.K.D.B.

Con dicho tamaño de partícula, entramos en la gráfica hasta la velocidad de entrada y subimos a la curva de tamaño, obteniendo dos opciones: Una con sesenta y tres por ciento de eficiencia y la otra con sesenta y ocho por ciento, con lo cual nos damos perfecta cuenta de que este tipo de colectores no es adecuado para este polvo; por si quedara alguna duda acerca de la selección , con el flujo requerido, en la gráfica de capacidad, para determinar el tamaño de ciclón posible, se observan dos tamaños con velocidades de entrada bajas, lo que trae como consecuencia el que nos de eficiencias muy bajas; de donde concluimos que los ciclones como sistemas de limpieza de este tipo de polvos son inadecuados.

Cabe indicar que el equipo de coleccion que actualmente se tiene funcionando en esta compañía es del tipo de ciclones por lo cual es inadecuado y no sigue con las especificaciones basicas de su construcción.

**CAPACIDAD**

**CAIDA DE PRESIÓN ESTÁTICA — FLUJO DE GAS**

Velocidad del gas en la entrada

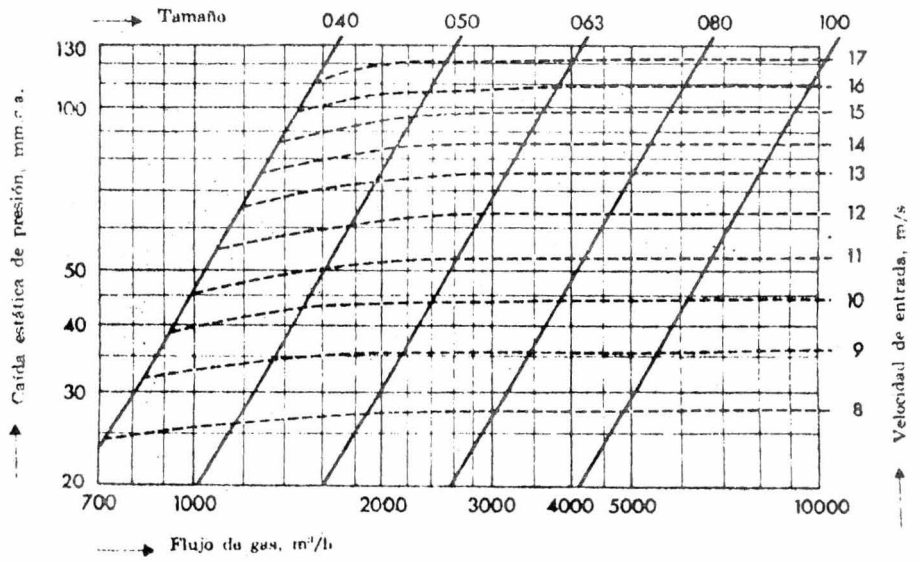
Velocidad máxima del gas:

- Polvo no abrasivo . . . 17 m/s
- Polvo abrasivo . . . . . 13 m/s

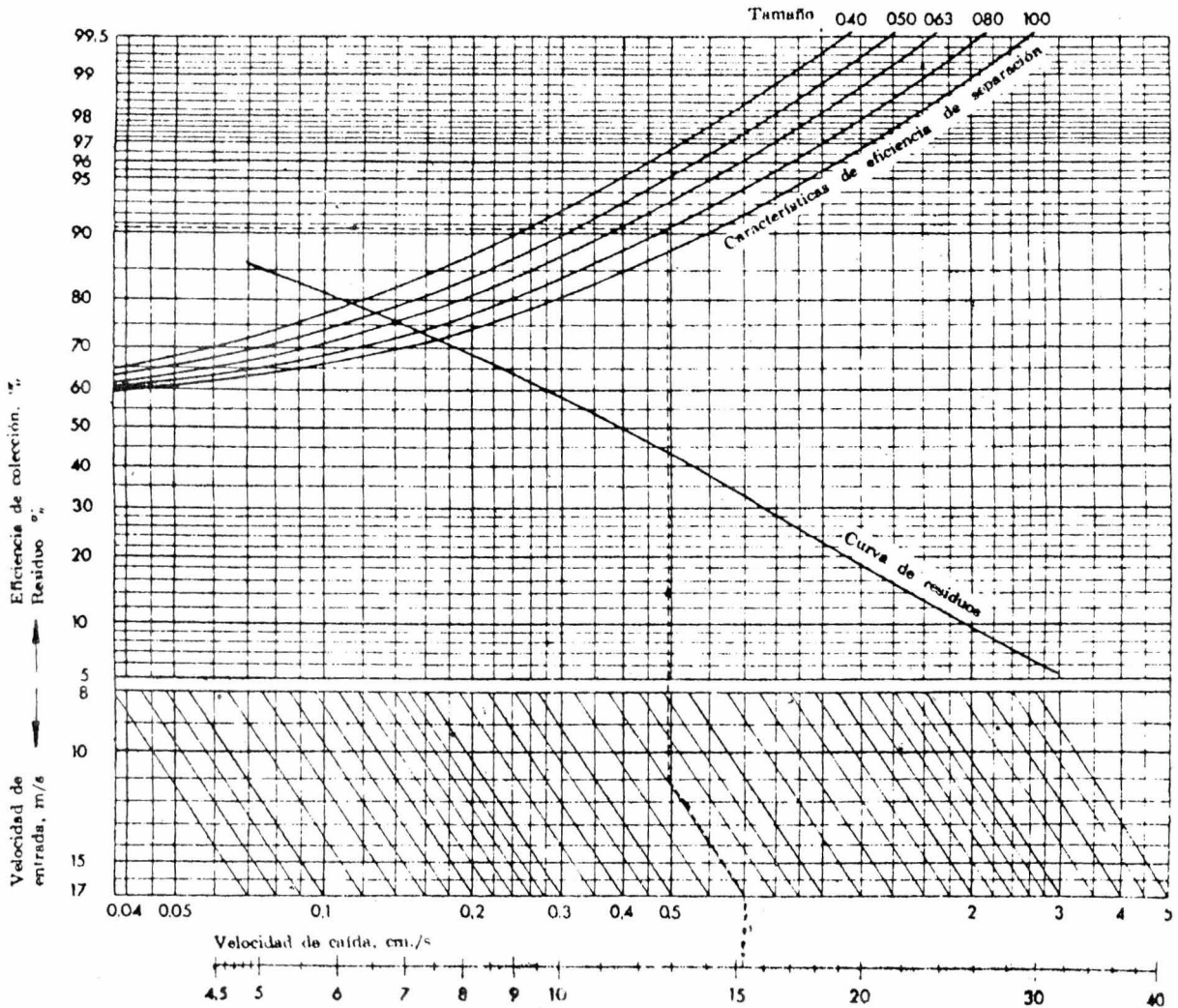
Velocidad mínima del gas . . . . . 8 m/s

La caída de presión mostrada en el diagrama corresponde a gas con un peso específico de 1.2 kg/m.

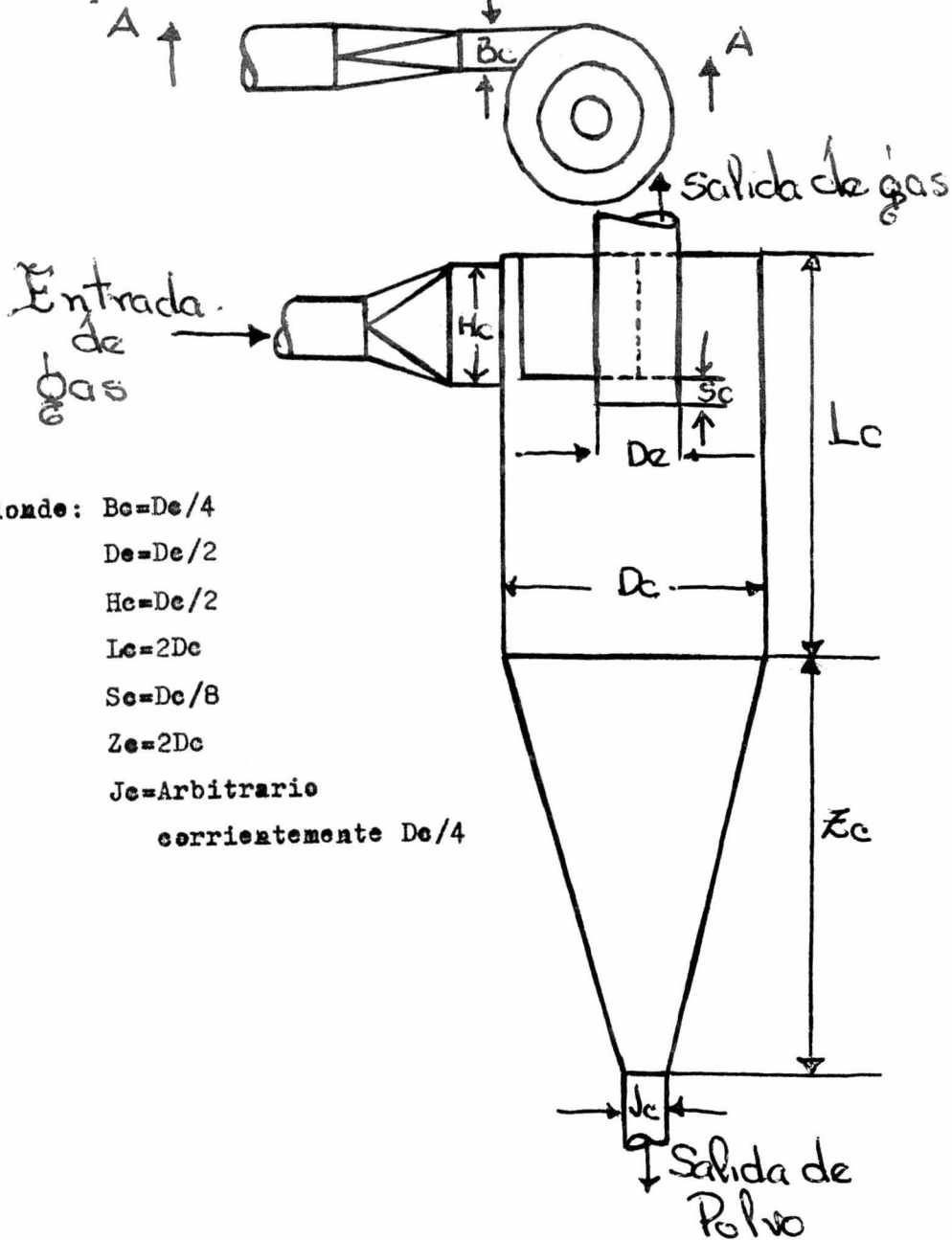
La caída de presión corresponde al ciclón con sección de salida.



**EFICIENCIA DE COLECCIÓN — VELOCIDAD DE CAIDA**



## Especificaciones básicas de construcción de Ciclones



CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

En relación al capitulo anterior en el que se demostre la baja efectividad de los colectores de polve ciclónicos empleados dentro de la industria Hulera, ya que se trabaja con partículas más pequeñas que el tamaño minimo que estos colectores puedan retener.

Bajo esta condición se recomienda para esta industria, el empleo de sistemas de limpieza de los siguientes tipos:

Ultrasonicos

Filtros de tela

De cama empacada

Filtro Hepa

Precipitadores Electrostáticos

De estos sistemas de colección, se seleccionara el que este más acorde con el tamaño de la fabrica , Con los recursos economicos de que se disponga, así como tambien del area de que se disponga para su colocación.

De los sistemas de limpieza anteriores, proporcione a continuación -- una serie de datos para la selección de un colector de polve a base de filtros de tela, indicando tipos y características de las telas más empleadas su resistencia a los agentes químicos, criterios de selección de las mismas.

Los datos del colector de polvos a base de filtros de tela son proporcionados en base a que se considera que son los que presentan mayor cantidad de ventajas, de colocación, economicas, uso, así como tambien la que e mejor se adapta al tipo de polvos con los que se trabaja y que queremos eliminar.

Los criterios de selección de equipo de colección de polvos, estan -- influenciados por los siguientes factores:

I.-Concentración y tamaño de partículas del contaminante

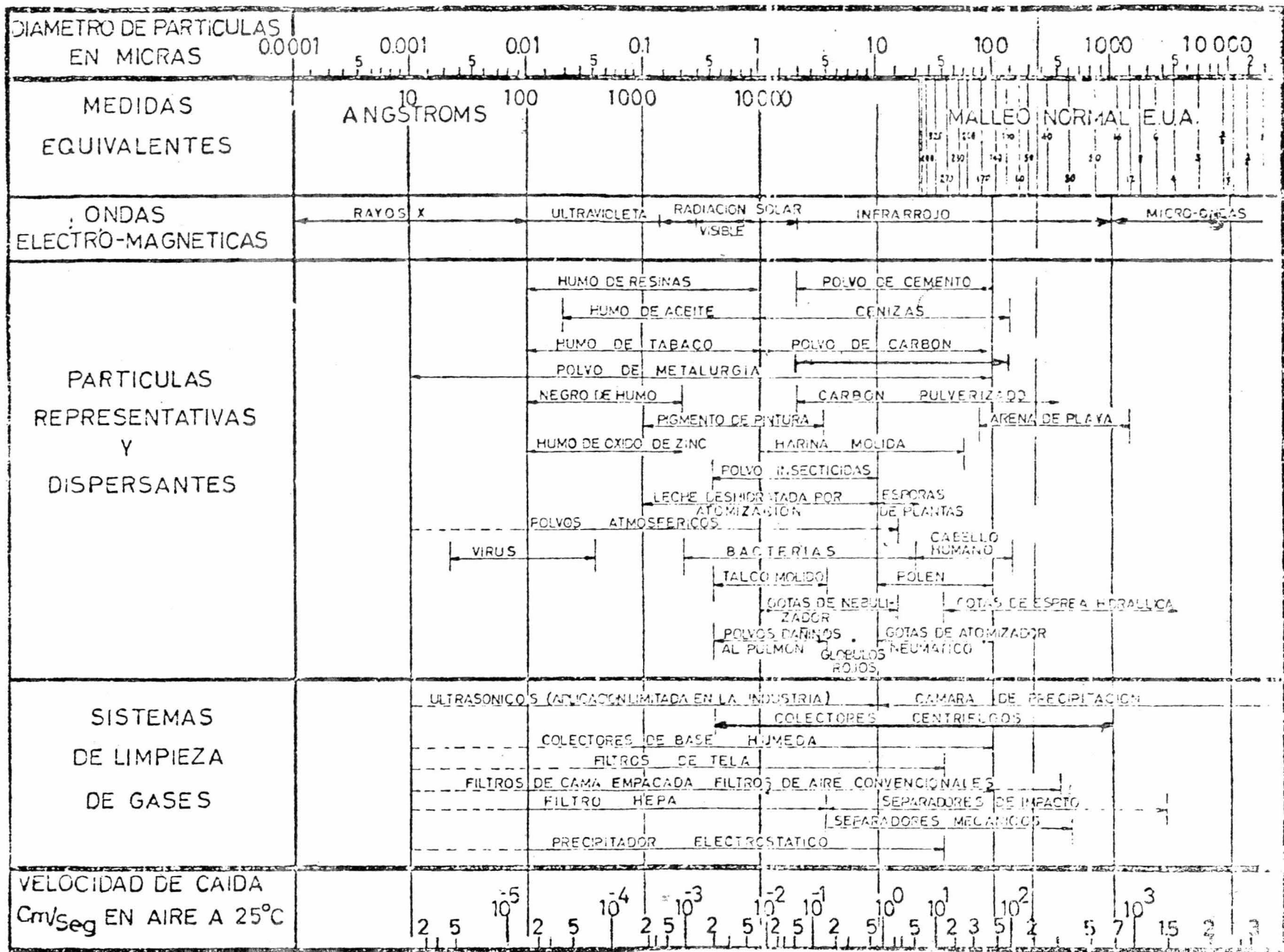
II.-Grado de colección requerida

III.-Características del aire o corriente gaseosa que arrastra estas -- partículas.

IV.-Características del contaminante( Propiedades Físicas).

V.-Métodos de disposición

En la industria existen prácticamente tres categorías de colección de polvos mediante bolsas, tomando en cuenta la limpieza de las mismas; en el proceso se diferencian dos periodos basicos.



I.-Ciclo de Filtrado

II.-Ciclo de Limpieza.

Para el sacudimiento de las bolsas tenemos tres tipos diferentes:

Mécanico

Por aire reverse

Por aire comprimido

Como medio filtrante se pueden emplear infinidad de tipos de fibras-- y materiales, de los cuales tenemos

Delcrón

Vidrie

Mieretain

Crysel

Nylon

Nomex

Orlón

Pelipropileno

Teflón

Sarga

Lana

Algodón

Tafetán

Satín

En la actualidad, la filtración seca y húmeda, utilizando telas, es aceptada como el método más práctico y efectivo para el control de polvos y suspensiones.

De ahí que se deban considerar numerosos factores para seleccionar -- la tela ó tejido más adecuado para un uso determinado; la selección de la fibra adecuada, repercutira en una mayor eficiencia, menor costo, mínimo mantenimiento y el más bajo consumo de energía.

De los tejidos más comúnmente usados, encontramos al tafetán, la sarga y el satín, de los que proporcionamos su construcción básica así como también sus propiedades más importantes. en la tabla # 1



La tabla número 2 nos indica en forma general las características de los siguientes materiales:

**Vidrio.**-Es empleado en todos aquellos medios en los cuales las temperaturas de operación son mayores de 550°F, baja flexibilidad, resistencia a la abrasión; se debiera emplear únicamente en aquellos casos donde la temperatura así lo indique.

**Nomex(Nylon).**-Puede ser usado a temperaturas superiores a 450°F incluyendo, resiste fluoruros, distinto al vidrio, buena flexibilidad, resistente a la abrasión, tiene amplio range de aplicaciones, incluyendo cemento negro de humo, metales no ferrosos e industrias de acero.

**Nylon.**-Es una de las fibras producidas más resistentes a la abrasión- su alta elasticidad lo hace ideal para condiciones donde se tenga una flexibilidad continua, se puede usar en filtraciones húmedas, bajas temperaturas y atmosfera alcalina.

**Orlón y Crylor.**-Ofrecen una buena combinación de resistencia a la abrasión y degradación calorífica en condiciones húmedas y secas; una característica notable es la habilidad de resistir una atmósfera ácida en caliente, haciendo de esta fibra una buena selección de gases de escape. - El crylor esta disponible en forma de filamento y el orlón únicamente como materia prima.

**Polypropileno.**-Es relativamente una nueva fibra, la cual esta ganando aceptación ya que, combina las virtudes de claridad, alta resistencia a los acidos y bases, con la importancia de su bajo costo.

La selección de la fibra, permite a una industria, obtener una torta de descarga apropiada ya que esta mezcla abrasiva es virtualmente nula. El polipropileno es una excelente selección para aplicaciones de filtración húmeda.

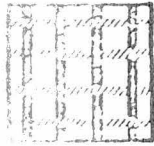
**Teflón.**-Es usado en donde se tienen temperaturas extremas y problemas químicos, es la fibra más resistente químicamente manufacturada. Su alto precio limita su empleo por lo que en aplicaciones específicas puede resultar ser la fibra más económica (en sentido literal).

**Madera.**-Es usada primordialmente en condiciones de baja temperatura donde la resistencia a la abrasión es importante. Esta fibra es desplazada por las demás fibras en cuanto a características y usos.

La tabla número 3 es una recopilación de datos para la selección de fibras en la forma más adecuada.

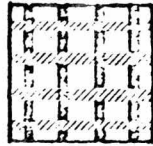
La tabla número 4 nos muestra claramente la acción de los agentes químicos sobre las diferentes fibras.

Como conclusión final podemos indicar que para la recolección de este tipo de polvos es necesario realizar con posterioridad un estudio que reúna todos los datos para tal fin.



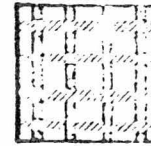
TAFETAN

ESTE TEJIDO ES EL MAS ECONOMICO, EL MENOS PERMEABLE Y EL DE MAYOR RETENCION, PERO EL QUE MAS FACILMENTE SE TAPA.



SARGA

LA SARGA TIENE MEDIANA RETENCION, SU RESISTENCIA A LA ABRASIONES BUENA, SU RADIO DE FLUJO ES BUENO.



SATIN

EL SATIN ES EL DE MEJOR RETENCION, POR LO QUE OFRECE LA MEJOR DESCARGA BUENA RESISTENCIA A LA OBTURACION.

COMO SELECCIONAR  
EL TEJIDO MAS  
ADECUADO

COMO SELECCIONAR  
EL TIPO DE HILO  
MAS ADECUADO

| TIPO DE TEJIDO E HILO | CARACTERISTICA PRIMORDIAL DE LA TELA |           |                      |          |            |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------|----------|------------|
|                       | RADIO DE FLUJO                       | RETENCION | DESCARGA DE LA TORTA | SEQUEDAD | OBTURACION |
| TAFETAN               | 3                                    | 1         | 3                    | 3        | 3          |
| SARGA                 | 2                                    | 2         | 2                    | 2        | 2          |
| SATIN                 | 1                                    | 3         | 1                    | 1        | 1          |
| MONO                  | 1                                    | 3         | 1                    | 1        | 1          |
| MULTI                 | 2                                    | 2         | 2                    | 2        | 2          |
| FIBRA CORTA           | 3                                    | 1         | 3                    | 3        | 3          |

1- BUENO 2- REGULAR 3- MALO

TABLA # I

|   | Algodon | Crylor | Dacron | Dynel | Vidrio | Nomex | Nylon | Orlon | Polipropileno | Teflon | Madera |
|---|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|---------------|--------|--------|
| Temperatura máxima de Operación Recomendada<br>°F | 225     | 284    | 300    | 180   | 550    | 450   | 250   | 275   | 225           | 500    | 200    |
| Resistencia a la Abrasión                         | G       | G      | E      | G     | P      | E     | E     | G     | E             | F      | G      |
| Resistencia al Aire Caliente                      | G       | G      | G      | F     | E      | E     | G     | G     | G             | E      | F      |
| Resistencia al Calor húmedo                       | G       | G      | F      | F     | E      | E     | G     | G     | F             | E      | F      |
| Resistencia a los Acidos Minerales                | P       | G      | G      | G     | E      | F     | P     | G     | E             | E      | F      |
| Resistencia a los Acidos Orgánicos                | G       | G      | G      | G     | E      | E     | F     | G     | E             | E      | F      |
| Resistencia a los ALCALIS                         | G       | F      | G      | G     | P      | G     | G     | F     | E             | E      | P      |
| Resistencia a los Agentes Oxidantes               | F       | G      | G      | G     | E      | G     | F     | G     | G             | E      | P      |
| Resistencia a los SOLVENTES                       | E       | E      | E      | G     | E      | E     | E     | E     | G             | E      | F      |

E-exelente G-Buena F-regular P-malo.

TABLA # 2

## SELECCION DE FIBRAS


 GUIA

*resistencia basico de fibra*

| FIBRA  | RESISTENCIA A LA TRACCION | RESISTENCIA A LA ADERISION | TEMPERATURAS MAXIMAS DE OPERACION RECOMENDADAS |     |                           |     | RESISTENCIA QUIMICA |         | SOPORTA LA COMBUSTION | PROPIEDADES ESPECIALES  | CLASIFICACION QUIMICA GENERAL |
|--------|---------------------------|----------------------------|--|-----|---------------------------|-----|---------------------|---------|-----------------------|---|-------------------------------|
|        |                           |                            | EXPOSICIONES LARGAS (MESES)                    |     | EXPOSICIONES CORTAS (MIN) |     | ACIDOS              | ALCALIS |                       |   |                               |
|        |                           |                            | °C   | °F  | °C                        | °F  |                     |         |                       |   |                               |
| CRON*  | A                         | B                          | 135  | 275 | 160                       | 325 | B                   | C       | Si                    | Rápidas degradaciones ocurren en presencia de calor y humedad. Mantiene los dobles.           | Polyester                     |
| RIO    | A                         | D                          | 260  | 500 | 315                       | 600 | C                   | D       | No                    | Uso limitado debido a bajas cualidades de flexibilidad-Abrasión.                              | Vidrio                        |
| ROTAIN | B                         | C                          | 125  | 260 | 150                       | 300 | B                   | C       | Si                    | Buen comportamiento en general sin sobrepasar las temperaturas recomendadas.                  | Acrilica                      |
| SEL*   | B                         | C                          | 125  | 260 | 150                       | 300 | B                   | C       | Si                    | Buen comportamiento en general sin sobrepasar las temperaturas recomendadas.                  | Acrilica                      |
| ON     | A                         | A                          | 95   | 200 | 120                       | 250 | D                   | A       | Si                    | Permanece suave y plegable cuando se expone al calor.   | Poliamide                     |
| EX*    | A                         | B                          | 220  | 425 | 260                       | 500 | C                   | A       | No                    | Relativamente costosa. Esta sujeta a Hidrólisis cuando se expone a ciertas condiciones.       | Poliamide                     |
| ON*    | B                         | C                          | 115  | 240 | 135                       | 275 | B                   | C       | Si                    | Buen comportamiento en general sin sobrepasar las temperaturas recomendadas.                  | Acrilica                      |
| PLENO  | A                         | B                          | 95   | 200 | 120                       | 250 | A                   | A       | Si                    | Es afectada por algunos solventes orgánicos. Estira si es sometida a cargas por largo tiempo. | Poli propileno                |
| OM*    | C                         | C                          | 250  | 450 | 260                       | 500 | A                   | A       | No                    | Resistencia química excelente. Costosa.   | Poli fluor etileno            |
|        | C                         | C                          | 95   | 200 | 120                       | 250 | C                   | D       | No                    | Puede ser afilada.  | Protéica                      |
| ON*    | B                         | C                          | 80   | 180 | 105                       | 225 | D                   | A       | Si                    |   | Celulosa                      |

celulosa  
sintética  
regular  
fibra

\*M.R. DE POLICRON DE MEXICO, S.A.

\*M.R. DE CELULOSA Y DERIVADOS, S.A.

\*M.R. DE DUPONT

TABLA # 3

RESISTENCIA DE FIBRAS

LOS AGENTES

QUÍMICOS

TABLA # 4

ALGODÓN  
CRYLOR  
DACRON  
DYNEL  
VIDRIO  
NOMEX  
NYLON  
ORLON  
PAPEL  
POLIETILENO  
POLIPROPILENO  
TEFLON  
MADESA

| Temp. °F                      | 225 | 284 | 300 | 180 | 550 | 450 | 250 | 275 | 200 | 150 | 225 | 500 | 200 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>AGENTES OXIDANTES</b>      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | R   | R   | R   | R   | R   | -   | S   | R   | R   | N   | R   | R   | N   |
| Cloro                         | R   | R   | R   | R   | R   | -   | N   | R   | R   | N   | R   | R   | N   |
| Ozono                         | -   | R   | R   | R   | R   | -   | -   | R   | -   | S   | S   | R   | N   |
| Peróxido de Hidrógeno         | S   | S   | -   | S   | R   | S   | S   | S   | S   | N   | R   | R   | N   |
| Permanganato de K             | S   | R   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | S   | R   | R   | R   | N   |
| Dicromato de K                | S   | R   | R   | S   | R   | -   | S   | R   | S   | N   | N   | R   | N   |
| Dicromato de Sodio            | S   | S   | R   | R   | R   | -   | S   | R   | S   | S   | R   | R   | N   |
| Cromato de Sodio              | R   | -   | --  | R   | R   | -   | -   | -   | R   | R   | S   | R   | N   |
| <b>AGENTES ORGÁNICOS</b>      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Acetona                       | R   | R   | R   | N   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   |
| Acetato de Etilo              | -   | R   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | -   | N   | S   | R   | -   |
| Alcohol                       | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | R   | R   | R   |
| Alfa Nafthol                  | R   | R   | S   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | R   | S   |
| Amoniaco                      | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | S   | R   | S   |
| Benceno                       | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | S   | R   | R   |
| Bromoformo                    | -   | R   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | -   | S   | S   | R   | -   |
| Cloroformo                    | -   | R   | N   | R   | R   | R   | R   | R   | -   | R   | R   | -   | -   |
| Etanol                        | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | S   | R   | S   |
| Etanol Etilico                | R   | R   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   |
| Etanol                        | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | R   | R   | R   |
| Formol                        | -   | R   | R   | R   | R   | -   | -   | R   | -   | N   | -   | R   | -   |
| Glicerol                      | R   | R   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Hidróxido de Sodio            | -   | R   | R   | N   | R   | R   | R   | R   | -   | S   | S   | R   | -   |
| Hidróxido de Potasio          | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | S   |
| Hidróxido de Amoniaco         | -   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | -   | S   | R   | R   | -   |
| Hidróxido de Sodio            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   |
| Hidróxido de Potasio          | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | R   | R   | R   |
| Hidróxido de Amoniaco         | -   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | -   | N   | -   | R   | -   |
| Hidróxido de Sodio            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | S   | R   | R   |
| Hidróxido de Potasio          | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | N   | S   | R   | R   |
| <b>AGRIOS</b>                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | -   | -   | R   | S   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | -   | -   | R   | S   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   | R   | S   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   |
| Aldehido (en agua)            | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | S   |

R: Recomendada para las mejores condiciones

N: No recomendada

S: Satisfactoria para largos concent. y temperatura





## RECOMENDACIONES

El como contrarrestar la acción del polvo ha sido una preocupación --- de muchas personas y si bien se han logrado grandes avances, quedan gran-- des problemas por resolver.

Las enfermedades profesionales creadas por los polvos son relativamen-- te poco estudiadas por los técnicos, que al igual que conocen los procesos y métodos de operación, desconocen muchos de los riesgos que estos impli-- can.

Los métodos de prevención deben aplicarse al mismo tiempo que se pla-- nifica o proyecta un proceso industrial. Los métodos más comunes para lo-- gar este propósito y mantener a un nivel óptimo la salud de los trabaja-- dores parten del principio de eliminación del riesgo en su origen.

Estos métodos pueden ser:

1.-Reducir o eliminar la fuente de contaminación.- Esto se puede lo-- gar teniendo un sistema adecuado de ventilación.

2.-Sustitución de sustancias nocivas por otras menos perjudiciales o-- que presenten el menor riesgo posible.- Normalmente esto se ve sujeto a -- las limitaciones que presenta el proceso dentro de su formulación y desa-- rrollo.

3.-Cambios en el proceso.- Eliminando en esta forma los peligros de -- enfermedades profesionales; es difícil poder explicar este principio, sin embargo, al automatizar al máximo la planta, se podría llegar a lograr ese propósito, ya que se reduce por una parte, el número de personas sujetas -- a la exposición del polvo y la concentración del existente en la atmósfera

Este cambio se vera siempre limitado por el costo del equipo y por -- las agrupaciones obreras.



4.-Evitar la dispersión de agente contaminante.- Esto se logra aislando en cabinas cerradas o herméticas las áreas de mayor producción; el aislamiento a menudo se ve acompañado por ventilación por extracción, tomando en cuenta el hecho de que mientras más hermetico sea el proceso, menor cantidad de contaminantes se tendran.

5.-Protegiendo al trabajador con equipo de seguridad adecuado al tipo de fabrica como:

Zapatos de suela anti derrapante y casquillo de acero

Respiradores

Escafandras

Anteojos

Ropa adecuada

Guantes

Casco, etc.

Estos sistemas son molestos para el operador y generalmente se muestra apatico y no quiere emplearlos.

6.-Educando al trabajador para que acepte y use adecuadamente su -- equipo de protección personal.

7.-Enseñarle y darle oportunidades para que desarrolle hábitos de higiene.

8.-Supervisión efectiva

9.-Realizando exámenes médicos periódicos para descubrir enfermedades con tiempo.

10.-Manteniendo cierto orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo.

11.-Tener las instalaciones adecuadas para el desarrollo de hábitos - de higiene dentro de la planta.

12.-Contar con las instalaciones necesarias para el buen funcionamiento de la industria.

Los métodos que más se emplean son los de ventilación por extracción- y la mecanización del equipo, eliminando las operaciones manuales.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO  
JOHN H. PERRY  
TERCERA EDICION  
1969 MC. GRAW HILL  
INDUSTRIAL SAFETY  
ROLAND P. BLAKE  
PRIMERA EDICION  
1970 PRENTICE HALL INC.  
DESIGN OF EXHAUST SYSTEMS  
ALDEN  
INDUSTRIAL PRESS  
DATOS PROPORCIONADOS POR  
LA SUBSECRETARIA DE MEJORA-  
MIENTO DEL AMBIENTE.  
MEXICO S.S.A.  
RUBBER TECHNOLOGY  
SECOND EDITION  
RUBBER DIVISION OF THE AMERICAN  
CHEMICAL SOCIETY  
1973 VAN NOSTRAND REINHOLD  
HULE MEXICANO Y PLASTICOS  
REVISTA TECNICA INDUSTRIAL  
MEXICO 1975  
TOXICOLOGIA  
CALABRESE ASTOLFI  
1964 KAPELUZ  
CICLON C.K.D.B.  
CATALOGO INDUSTRIAL  
1975 S.F. DE MEXICO S.A.  
AIR POLLUTION  
STERN  
SECOND EDITION  
1973 ACADEMIC PRESS INC.

INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA

BADGER Y BANCHERO

1965 MC. GRAW HILL

AIR POLLUTION TECHNOLOGY

DEAN E. PAINTER

1974 RESTON PUBLISHING COMPANY INC.

DATOS DE NACIONAL FINANCIERA

1975 MEXICO