

19
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA EL
CONTROL DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA
EN UNA PLANTA DE FUNDICION A PRESION
DE ALUMINIO

INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL
Que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO METALURGICO

p r e s e n t a

JUSTO SOTELO LOPEZ



México, D. F.



1998

262505

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EXAMENES PROFESIONALES
FÁC. DE QUIMICA



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.

JURADO ASIGNADO :

| | |
|----------------------|---|
| PRESIDENTE | PROF. EUSEBIO CANDIDO ATLATENCO TLAPANCO |
| VOCAL | PROF. TERESITA ROBERT NUÑEZ |
| SECRETARIO | PROF. JOSE ALEJANDRO GARCIA HINOJOSA |
| 1er. SUPLENTE | PROF. GERARDO ARAMBURU PEREZ |
| 2do. SUPLENTE | PROF. SERGIO GARCIA GALAN |

**TEMA DESARROLLADO EN CROUSE HINDS DOMEX S.A. DE C.V.
AV. JAVIER ROJO GOMEZ No. 1170 , MEXICO D. F. C.P. 09850**

ASESOR DEL TEMA


EUSEBIO CANDIDO ATLATENCO TLAPANCO

SUSTENTANTE


JUSTO SOTELO LOPEZ

Agradezco a :

*A Dios, por haberme dado la felicidad de
haber alcanzado este anhelo.*

*A mis Padres y a mis Hermanos, por su apoyo
y comprensión, por sus consejos, por todo ...*

*A Magdalena y a mis Hijos, por el cariño que
me dan, por su paciencia, por ser mi motivo.*

*A mis Amigos, que sinceros
me han brindado su amistad ...*

*A mis Maestros, por su sabiduría,
por ser la guía para mi formación.*

A mi Universidad ...

INDICE

| | PAGINA |
|--|-----------|
| CAPITULO 1 INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO 2 GENERALIDADES. FUNDAMENTOS TEORICOS | 4 |
| 2.1 CONCEPTOS GENERALES | 5 |
| 2.2 FUNDICION DE ALUMINIO | 7 |
| 2.3 TECNOLOGIA DEL METAL. EL ALUMINIO. | 9 |
| 2.4 TECNOLOGIA DEL MOLDE. MAQUINAS DE FUNDICION A PRESION | 11 |
| 2.5 LA COMBUSTION. AGENTE ENERGETICO | 17 |
| CAPITULO 3 ANTECEDENTES | 18 |
| 3.1 PROCESO DE FUNDICION A PRESION DE ALUMINIO EN CROUSE HINDS DOMEX S.A. DE C.V. | 19 |
| 3.2 EL DIESEL COMO AGENTE ENERGETICO | 21 |
| CAPITULO 4 NATURALEZA DEL PROBLEMA | 23 |
| 4.1 CONTAMINANTES GENERADOS EN EL PROCESO DE FUNDICION A PRESION | 24 |
| CAPITULO 5 TECNICAS IMPLANTADAS | 29 |
| 5.1 INSTALACION DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE CONTROL DE CONTAMINANTES | 30 |
| 5.2 LAVADORES DE GASES. TIPO SCRUBBER. TIPO VENTURI | 33 |
| CAPITULO 6 ANALISIS DE RESULTADOS | 49 |
| 6.1 MONITOREOS EN CHIMENEAS. | 50 |
| 6.2 MONITOREOS EN AREA LABORAL. | |
| CAPITULO 7 CONCLUSIONES | 58 |
| CAPITULO 8 BIBLIOGRAFIA | 62 |
| ANEXO I LAY - OUT Y MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE CONTROL | |
| ANEXO II NORMA OFICIAL MEXICANA. SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE | |
| ANEXO III NORMA OFICIAL MEXICANA. SECRETARIA DEL TRABAJO | |

CAPITULO 1
INTRODUCCION

INTRODUCCION

La Contaminación Ambiental .

Este problema cada día mas grave, acapara la atención tanto a nivel nacional como mundial, debido a que el medio ambiente se ha degradado en un breve lapso más de lo que se pueda imaginar. En la década de los años 80's la economía mundial creció a pasos agigantados, sin embargo en el mismo período se tuvo la máxima destrucción ambiental que se haya registrado en la historia de la humanidad.

Un factor muy importante que contribuye a la contaminación es la falta de educación ambiental en general y la falta de concientización sobre este grave problema, ya que todo indica que entre más se avanza tecnológicamente, la naturaleza se deteriora cada vez más y con ella el ser humano. El número y variedad de los contaminantes en el aire aumenta peligrosamente y continuamente a medida que el hombre produce y utiliza nuevas sustancias químicas que, sumadas a los residuos generados por los numerosos procesos industriales, penetran en el medio ambiente en distintas proporciones. Sin embargo el desarrollo industrial y tecnológico de un país no puede ser detenido, debido a la enorme importancia que esto representa.

En un reconocido esfuerzo por controlar la contaminación, actualmente, los gobiernos de muchos países en conjunto con diversas organizaciones del sector privado, así como importantes empresas industriales han iniciado significativos programas, los cuales están dirigidos específicamente al establecimiento de pautas a seguir para la protección al medio ambiente.

Una forma de asegurarse que las organizaciones cumplan con los requisitos sobre la protección al medio ambiente, ha sido la elaboración de documentos sistemáticamente estructurados:

- Leyes y Normas Ambientales de carácter obligatorio - Normas Oficiales Mexicanas -
- Normas Ambientales de carácter voluntario - ISO 14000 en todo el mundo -

Derivándose como resultante de estos programas, que las empresas industriales se vean obligadas a instalar equipos y sistemas de control de las emisiones contaminantes en el marco de sus actividades productivas.

La compañía Crouse Hinds Domex S.A. de C.V. (C.H.D.), consciente del grave problema de contaminación ambiental que sufre la Ciudad de México decidió desde el inicio de la década de los años 90's formar parte del grupo de empresas industriales con un enfoque real hacia la protección ambiental, iniciando un programa total de control dentro de todas sus actividades de empresa, preocupándose por cubrir las 4 áreas funcionales y principales que conforman a la ecología: aire, agua, residuos y ruido.

Sus esfuerzos han sido dirigidos hacia su planta de Fundición de aluminio, la cual representa una gran importancia, no solo por ser el área donde se fabrican sus principales productos, sino porque sus procesos son los principales generadores potenciales de emisiones. El proceso de Fundición a Presión de Aluminio involucra a su vez operaciones específicas de fabricación que generan varios de los contaminantes; el interés de implantar un adecuado control de éstos motivó a llevar a cabo el desarrollo de este trabajo, el cual se fundamentó específicamente sobre la labor del diseño, lo cual incluyó desde las bases de cálculo, la investigación, estudio de los materiales y equipos tecnológicamente más adecuados, hasta la supervisión sobre la instalación de todo el sistema de control por parte de un proveedor designado.

Es de manera muy relevante resaltar que el compromiso actual de la compañía CHD es mantener el equilibrio entre el desarrollo paralelo de la productividad de empresa con un enfoque permanente hacia la protección del medio ambiente.

CAPITULO 2
GENERALIDADES. FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1 CONCEPTOS GENERALES .

Por el tipo de temas y conceptos que van a ser tratados en este trabajo, se considera relevante incluir los conceptos que se definen a continuación, los cuales se encuentran establecidos en su forma original en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que rige en nuestro país:

ref. (10)

AMBIENTE: Es el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, físicos, químicos y biológicos, que propicien la existencia, transformación y desarrollo de organismos vivos.

CONTAMINANTE: Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

CONTAMINACION: La presencia en el ambiente de uno o mas contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudique o resulte nocivo a la vida, la flora, o la fauna o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

EQUIPOS DE COMBUSTION: Todos aquellos aparatos o mecanismos relacionados con la combustión o quema de combustibles, incluyendo incineradores, calderas, recipientes a presión equipos para la quema de basura, de combustibles o de cualquier material combustible, de los cuales se emiten los productos de la combustión. Se incluyen los aparatos que generan calor y que pueden emitir productos de la combustión, así como los procesos mecánicos, metalúrgicos, químicos y de fabricación, que puedan emitir humo, materia en suspensión u otros contaminantes.

HORNO: Equipo o aparato que se utiliza para trabajar o transformar las sustancias a temperaturas superiores al ambiente y donde al menos uno de los materiales que intervienen en el proceso es calentado a temperaturas de ignición. También se define como un espacio encerrado en el que se produce calor mediante la oxidación química de un combustible. El diseño geométrico debe proveer un recipiente apropiado para la reacción de combustión. Este equipo se considera fuente fija.

EMISION CONTAMINANTE: La descarga directa o indirecta a la atmósfera de toda sustancia o energía incluyendo, pero no limitándose a, olores, partículas, vapores, gases o cualquiera de sus combinaciones.

EQUIPO DE CONTROL LAVADOR DE GASES: Cualquier sistema, equipo, aditamento o dispositivo que prevenga, reduzca o anule las emisiones de acuerdo a los límites establecidos en las normas ambientales. Se define también como un proceso o equipo que se utiliza para la limpieza de gases, donde los contaminantes son separados del flujo gaseoso, ya sea al entrar en contacto con un líquido (la mayor de las veces agua), por empaque húmedo, aspersión, burbujeo u operaciones equivalentes.

2.2 FUNDICION DE ALUMINIO .

ref. (13)

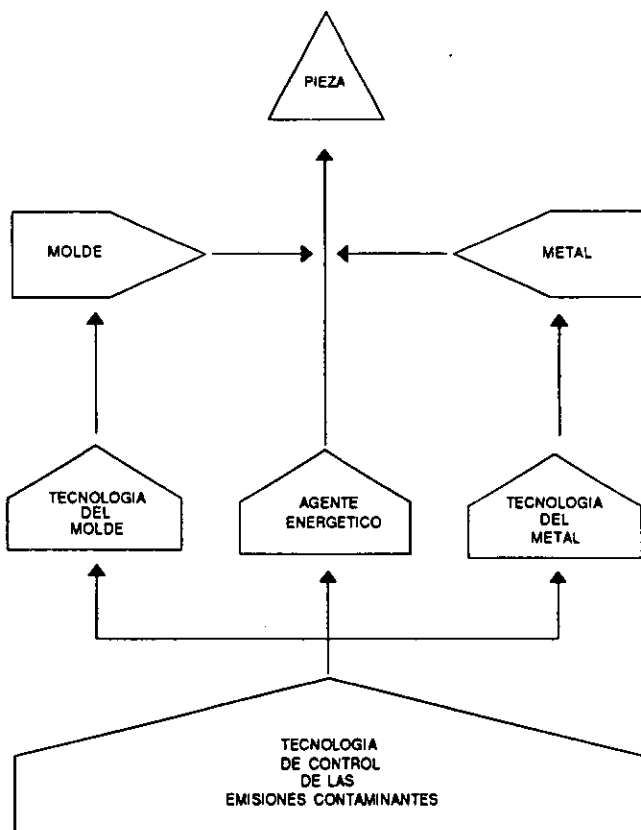
En términos generales, La Fundición se considera un proceso de producción de un alto grado de complejidad - relativamente hablando - ; se le asigna este calificativo porque, en la actualidad, es muy complejo el llevar a cabo el control de sus diversos elementos, no solamente los factores técnicos de producción que lo conforman, sino por el control de las emisiones contaminantes al medio ambiente que son generadas en este proceso. Es por esto que actualmente cualquier proyecto de fabricación e instalación de equipo nuevo relacionado al proceso de fundición deberá incluir el control de las emisiones contaminantes. Los elementos principales que conforman al proceso de fundición son los que se mencionan a continuación:

- METAL
- MOLDE
- AGENTE ENERGETICO
- TECNOLOGIA DEL METAL
- TECNOLOGIA DEL MOLDE
- TECNOLOGIA DEL CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES

Existe una interrelación muy importante entre estos elementos, ya que en la actualidad, si falta o falla alguno de estos, sería casi imposible el lograr los objetivos establecidos para la producción de piezas. La interrelación que se menciona puede ser indicada en el diagrama anexo, FIGURA 1.

En la actualidad es recomendable que el departamento de Ingeniería de Proyectos de cada empresa en general contemple la inclusión del elemento Tecnología del Control de Emisiones Contaminantes en cada nuevo proyecto a desarrollar - el cual potencialmente pueda generar contaminación - ; para cumplir con la actual normatividad y leyes ambientales gubernamentales.

FIGURA 1 . ESTRUCTURA GENERAL DEL PROCESO DE FUNDICION



2.3 TECNOLOGIA DEL METAL . EL ALUMINIO

ref. (14)

Este es un metal relativamente " joven ", su historia se escribe prácticamente en los últimos cien años, sin embargo su desarrollo en el aparato productivo ha sido muy importante; por sus excelentes propiedades actualmente compite y ha sustituido a materiales importantes y "tradicionales" - acero, plásticos, madera, cobre, vidrio, etc. - ; además de la versatilidad en su aplicación, desde su aparición, ha ido reduciendo aceleradamente su costo de producción y elaboración. Es importante mencionar que por su gran abundancia en la corteza terrestre ocupa el primer lugar como metal y el tercero como elemento. Después de la evolución en sus procesos, iniciando con su producción y finalizando con su uso o utilización, este metal representa un alto rendimiento como material recuperable.

Propiedades físicas y químicas del aluminio :

- Baja densidad (2.7 g/cm^3) en su forma pura
- Buena conductividad eléctrica y térmica
- Alta resistencia a la corrosión
- Antimagnético
- Buena apariencia superficial. Magnífico reflector de la luz y facilidad de acabado
- Punto de fusión 660°C
- Resistencia mecánica: en forma de aleación es alta; en forma pura es baja

En forma pura el aluminio presenta algunas desventajas, para superar las deficiencias, a finales del siglo pasado y principios de este se iniciaron desarrollos intensivos en la producción de aleaciones con resultados altamente sorprendentes, utilizando elementos aleantes tales como: zinc, silicio, magnesio, estaño, níquel, manganeso, antimonio, hierro, plata e iridio, los cuales logran elevar sus propiedades tanto físicas como químicas.

Aleaciones de Aluminio. En función del proceso tecnológico al cual están destinadas, se clasifican en dos familias:

- Aleaciones destinadas a procesos de deformación plástica.
- Aleaciones para fundición.

Aleaciones Aluminio-Silicio. El silicio es el principal elemento en la elaboración de piezas fundidas de aleaciones de aluminio, entre las principales características que proporciona su presencia en este tipo de aleaciones se mencionan las siguientes:

- Buena colabilidad
- Bajo coeficiente de dilatación
- Baja contracción por solidificación
- Alta resistencia al desgaste
- Alta resistencia a la corrosión
- Facilita la soldabilidad
- La característica más importante es que puede modificarse su estructura, lo cual implica el poder lograr un aumento en las propiedades mecánicas.

En la compañía Crouse Hinds Domex, específicamente en el área de Fundición a Presión se utilizan como materia prima diversas aleaciones Aluminio-Silicio de tipo comercial.

EL HORNO DE CRISOL

ref. (14)

Este tipo de horno es usado primordialmente en la fusión de las diferentes aleaciones de aluminio que son utilizadas en la compañía Crouse Hinds Domex. Estos equipos constan fundamentalmente de un quemador, un crisol y una cámara de combustión. Estos tres importantes elementos conforman un cuerpo de tipo cilíndrico el cual generalmente es construido con una envolvente de placa de acero de ½ pulgada de espesor, con un revestimiento de protección de ladrillo refractario aislante. En la parte central se coloca el crisol -generalmente de carburo de silicio- ; entre el crisol y el revestimiento refractario se

encuentra la cámara de combustión, sobre la cual se hace incidir el flujo de calor o energía calorífica, la cual, es generada a través del quemador; el aluminio es fundido dentro del crisol, FIGURA 2 .

En la planta de Crouse Hinds Domex se utilizan hornos de crisol de dos tipos:

- 1.- Estacionario o de mantenimiento - holding -
- 2.- Basculantes. Estos cuentan con un mecanismo de tipo mecánico para realizar procesos continuos de fusión-vaciado, con cargas de preparación de cada dos horas aproximadamente es realizado cada ciclo. Estos hornos proveen de material a los del tipo estacionario.

* Los dos tipos de hornos utilizados en esta empresa tienen una capacidad de 300 kg.

2.4 TECNOLOGIA DEL MOLDE . MAQUINAS DE FUNDICION A PRESION

ref. (12)

Este sistema se considera un proceso mecánico de colada, en el cual se obtienen las piezas a partir del metal fundido - generalmente aluminio - ; el cual es comprimido en un molde que consta de dos o más partes, con la característica principal de ser metálico y permanente. El proceso de llenado en este caso, ya no está sometido esencialmente a la influencia de la gravedad - como ocurre en la fundición de arena o coquilla - ; sino que se apoya mucho más en la transformación de la energía de presión en energía cinética que actúa sobre el metal fundido. La obtención de una elevada presión de colada, así como velocidades de circulación relativamente elevadas, precisa de máquinas de inyección modernas y potentes propiamente dichas, que han sido desarrolladas para mantener el molde en posición, apertura y cierre del mismo, así como la compresión del metal fundido. Hoy en día, casi sin excepción, estas máquinas están accionadas hidráulicamente, FIGURA 3 .

La característica principal del proceso de Fundición a Presión es la producción de piezas de paredes muy delgadas, de alta precisión y de formas complicadas, con una elevada calidad superficial y gran exactitud.

FIGURA 2

HORNO DE CRISOL DE 300 kg DE CAPACIDAD

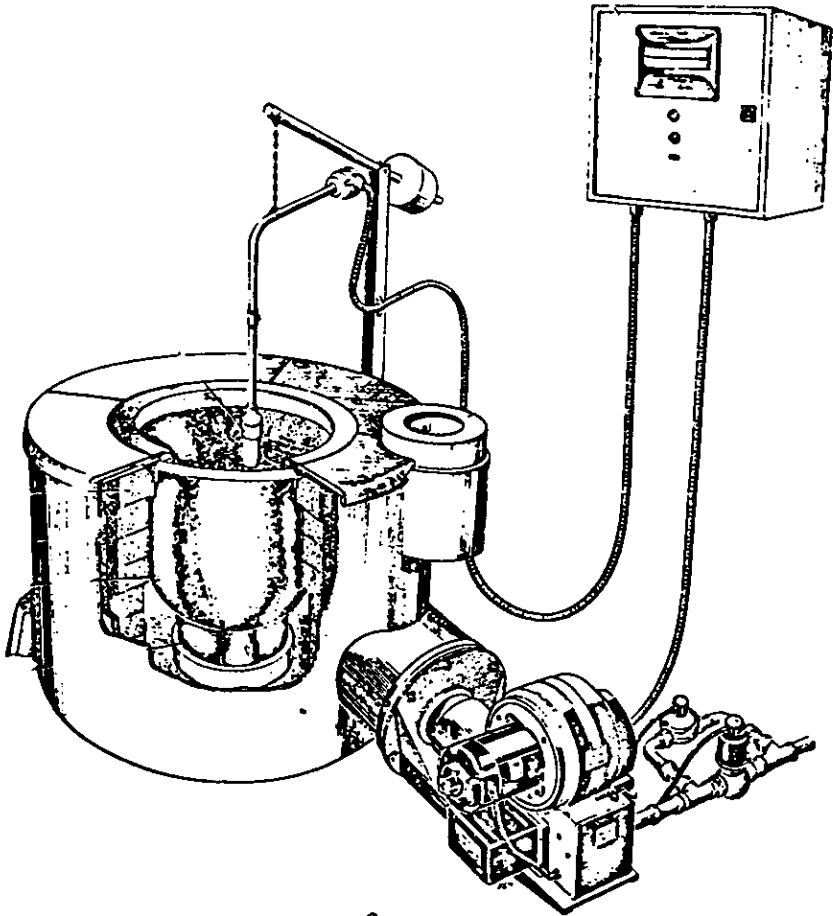
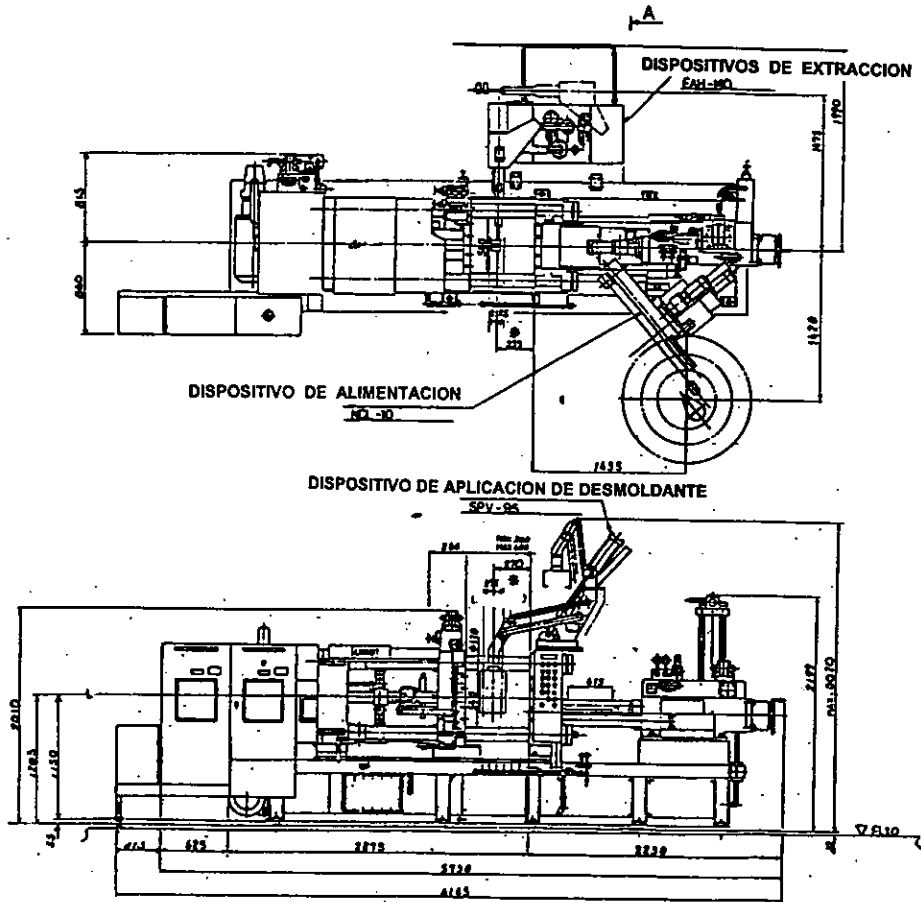


FIGURA 3



MAQUINA DE CAMARA FRIA HORIZONTAL, FUERZA DE CIERRE 500 ton

EL MOLDE .

ref. (12)

Una de las partes más importantes de una máquina de Fundición a Presión es el molde ó matriz, ya que en éste se encuentra impresa la forma o figura de la pieza a obtener. El molde para la colada a presión es un molde de tipo permanente, metálico, sometido a fuertes cargas mecánicas y térmicas. Este es construido con materiales altamente resistentes al calor, por ejemplo acero aleado con tungsteno o aleaciones especiales; el cuerpo básicamente esta constituido por dos partes: uno de los semimoldes - lado de alimentación del metal fundido se fija sobre la placa portamoldes estacionaria de la máquina de inyección, mientras que el otro semimolde - lado expulsor - se fija sobre el portamoldes móvil . Ver FIGURAS 4 Y 5 .

EL DESMOLDANTE

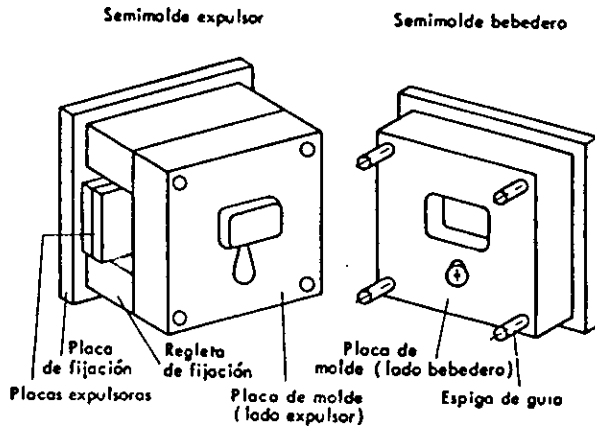
ref. (12)

Este material tiene una función muy importante en el proceso de operación del molde, ya que tiene como misión el evitar que la pieza se adhiera en las paredes del cuerpo, así mismo al hacer la función de lubricación, disminuye el rozamiento de los elementos deslizantes de éste, facilitando la separación segura de la pieza al efectuarse la expulsión. El desmoldante deberá tener las siguientes características:

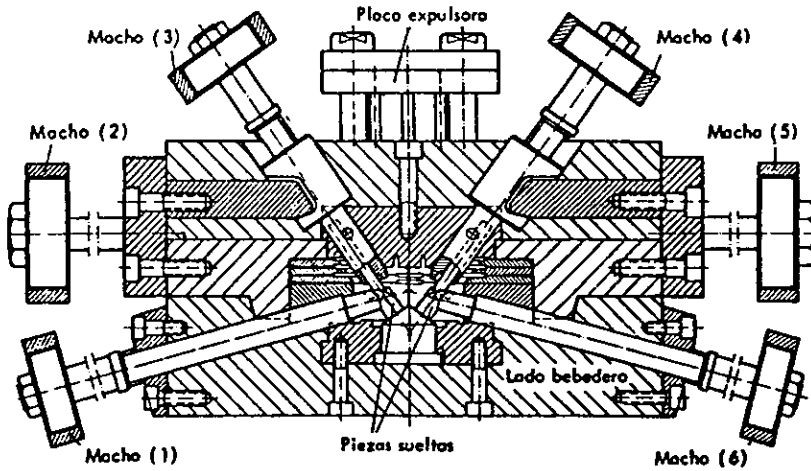
- No deberá formar residuos en la superficie del molde ni en la pieza inyectada
- No deberá atacar al acero del molde
- No deberá generar gases contaminantes al medio ambiente

Desde el punto de vista de su composición química, los desmoldantes se dividen en separadores pigmentados, con pigmentación reducida y sin pigmentación. Como pigmentos se utilizan sobre todo grafito y polvo metálico, como vehículo aglutinante se utilizan hidrocarburos - aceites - y recientemente agua para evitar la emisión de contaminantes. Los separadores se utilizan en forma pastosa y en forma fluida pulverizable, para ser aplicados en forma de rociado.

FIGURA 4



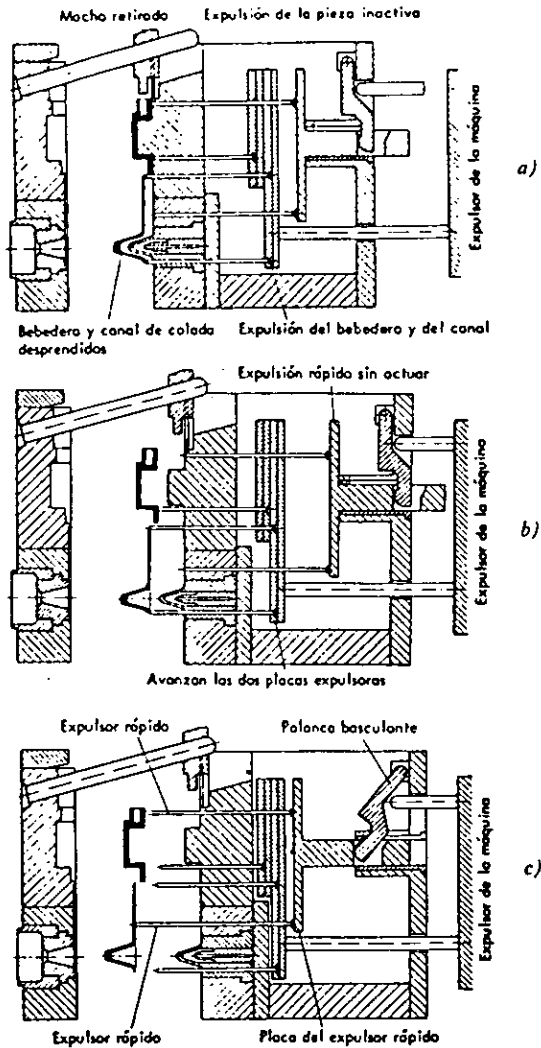
Constitución de un molde



Molde para una cabeza de cilindro, con seis machos móviles

FIGURA 5

MACHOS MÓVILES



Expulsión de tres etapas por separación del ataque del canal de colada [7]: (a) desprendimiento del canal de colada, (b) desprendimiento de la pieza inyectada, (c) expulsión rápida

2.5 LA COMBUSTION . AGENTE ENERGETICO

En términos generales la obtención de piezas coladas o fundidas se lleva a cabo a través de adecuados procesos de transformación de estado de la materia del metal a utilizarse: ref. (7)

SOLIDO ----- LIQUIDO ----- SOLIDO

Para lograr esta transformación de estado son necesarios los elementos siguientes:

- Energía calorífica - combustible -
- Equipo de combustión - horno -

La combustión es la reacción química que existe entre el oxígeno y un combustible obteniéndose como resultado energía calorífica y productos de la reacción.



La mayoría de los combustibles utilizados en los procesos de combustión son mezclas de hidrocarburos, al ocurrir una reacción de combustión generalmente los productos de reacción son dióxido de carbono y vapor de agua; al existir una insuficiente cantidad de oxígeno los productos finales podrían contener monóxido de carbono, hidrógeno, hidrocarburos sin reaccionar y carbón libre. Una combustión perfecta es obtenida con la mezcla y reacción de las cantidades exactas - estequiométricas - de combustible y oxígeno, de tal manera que no deriven residuos. En los procesos de combustión, el oxígeno utilizado usualmente proviene del aire atmosférico, si en la reacción existe demasiado oxígeno - exceso de aire - se dice que la mezcla es "pobre" y que la flama obtenida es oxidante, el exceso de oxígeno generalmente se considera que no provoca contaminación. Si existe demasiado combustible en la reacción de combustión se dice que la mezcla es "rica" y por lo tanto la flama obtenida es reductora, también esta es llamada una combustión incompleta, este tipo de reacción por lo tanto producirá emisiones contaminantes en diversas cantidades de:

- Monóxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos - Compuestos Orgánicos Volátiles - COV's -
- Humos - partículas de carbón -

CAPITULO 3
ANTECEDENTES

3.1 EL PROCESO DE FUNDICION A PRESION DE ALUMINIO EN C.H.D.

Hasta antes del año de 1992, en la planta de Fundición de C.H.D. no se había establecido ningún programa de control ambiental en la realización de sus actividades de producción, y posterior y gradualmente hasta el año de 1995 en el proceso de Fundición a Presión, con esto indicamos que los contaminantes estaban siendo enviados directamente hacia la atmósfera. Las actividades principalmente generadoras de emisiones contaminantes podrían ser observadas en el diagrama anexo, FIGURA 6, y señalarse mas detalladamente de la siguiente manera:

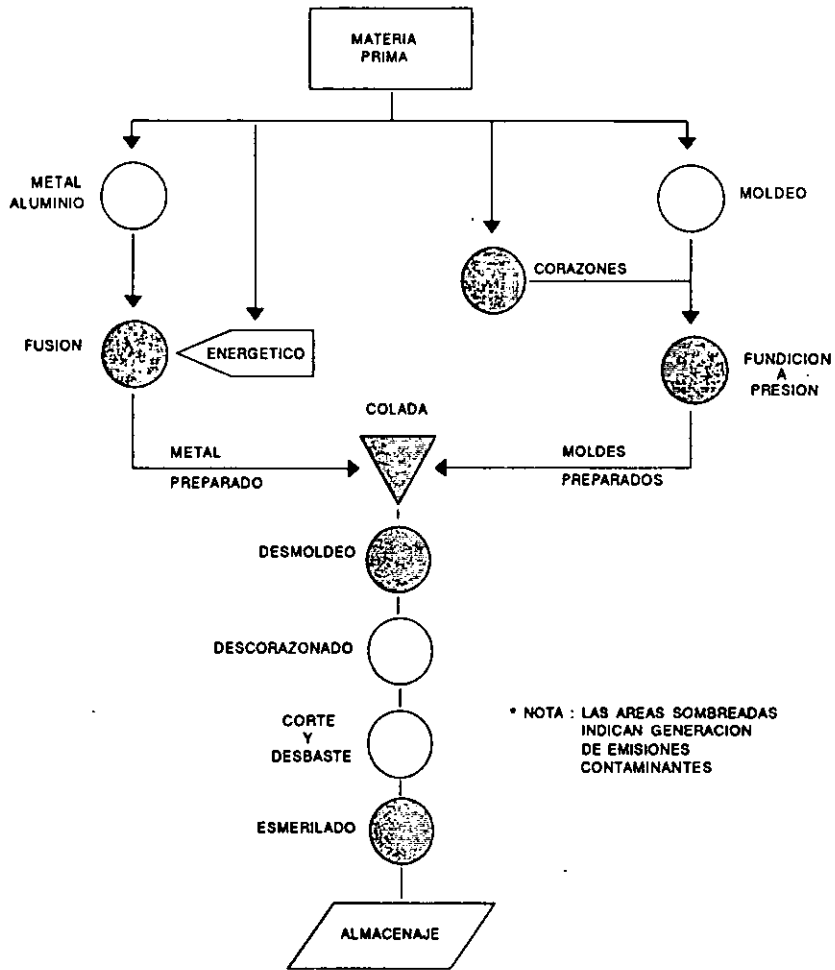
1.- **Combustible.** Se utilizaba Diesel como agente energético en todos sus hornos de fusión de aluminio, el cual esta clasificado como un agente altamente contaminante. Las características de este tipo de combustible serán explicadas en una sección mas adelante.

2.- **Proceso de fusión de Aluminio.** Los hornos de fusión no contaban con ningún equipo de control de las emisiones contaminantes generadas durante las actividades de fusión del metal; está comprobado que este proceso es una de las partes mas críticas de la Fundición en lo relacionado a la generación de elementos contaminantes al ambiente.

3.- **Materia Prima.** a) **Desmoldantes,** estos materiales son aplicados en las paredes de los moldes que tienen la figura de las piezas a obtener para evitar que éstas, ya fundidas, se adhieran a las caras del mismo, dichos desmoldantes contenían como base en su materia prima compuestos orgánicos que también generaban altas cantidades de contaminantes.

b) **Fundentes y Desgasificantes para el Aluminio fundido.** Estos materiales forman parte del proceso primario de fusión, ésta es considerada la actividad más crítica de fusión del metal, por su alta contribución en la generación de contaminantes. Tampoco esta parte del proceso estaba controlada en esta Compañía.

FIGURA 6. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DE FUNDICION CHD



3.2 EL DIESEL COMO AGENTE ENERGETICO .

Los combustibles líquidos derivados del petróleo están compuestos por mezclas de hidrocarburos pesados, los cuales son producidos por procesos de destilación y fraccionamiento. Se tiene una gran variación en sus características desde destilado volátil ligero semejante al keroseno, hasta el aceite denominado comercial y comunmente - combustible No. 6 - ; el cual es muy viscoso, semejante al combustóleo. El diesel que se distribuye comercialmente en México está clasificado como aceite combustible No. 4 - en EE UU se conoce como Fuel Oil No. 4 - .

Los aceites combustibles son hidrocarburos que contienen en su composición química:

- De 83 a 88 % de Carbono
- De 6 a 12 % de Hidrógeno
- El resto lo componen Azufre, Agua y Material sólido particulado.

La norma CS12-48 del Departamento de Comercio de los EE UU propociona una lista de 5 grados de aceites combustibles. El aceite combustible No. 1 tiene una densidad de cerca de 0.8 g/cm^3 , y el aceite No. 6 tiene una densidad que algunas veces excede el valor de 0.98 gr/cm^3 .

La TABLA 1 muestra la gama de valores de API para aceites combustibles de diferentes grados y el valor de sus poderes caloríficos superiores en BTU / GAL. A su vez en la TABLA 2 se pueden observar las características comparativas en relación a la composición química de los mismos aceites combustibles mencionados.

Cabe hacer mención que el poder calorífico del Diesel es mayor comparativamente al poder calorífico del gas L.P. sin embargo, la generación de emisiones contaminantes es mayor en el diesel y su control es a su vez mas difícil.

TABLA 1 . PODER CALORIFICO DE ACEITES COMBUSTIBLES

| GRADO NUMERO | GRADOS API | PODER CALORIFICO (BTU / GAL) |
|-----------------|---------------|--------------------------------------|
| 1 | 35-40 | 136 000 |
| 2 | 30-36 | 138 500 |
| 4 | 24-29 | 141 000 |
| 5 | 18-22 | 148 500 |
| 6 | 14-16 | 152 000 |

TABLA 2 . COMPOSICION QUIMICA DE ACEITES COMBUSTIBLES

| GRADO NUMERO | C | H | S | O | N | CENIZAS | OTROS |
|-----------------|------|------|------|-----|-----|---------|-------|
| 1 | 86.6 | 13.3 | 0.14 | -- | -- | -- | -- |
| 2 | 87.3 | 12.5 | 0.21 | -- | -- | -- | -- |
| 4 | 86.4 | 11.6 | 1.99 | -- | -- | 0.018 | 0.2 |
| 5 | 88.7 | 10.7 | 0.57 | -- | -- | 0.02 | 0.4 |
| 6 | 88.3 | 9.3 | 0.85 | 0.7 | 0.3 | 0.04 | 0.2 |

CAPITULO 4
NATURALEZA DEL PROBLEMA

4.1 CONTAMINANTES GENERADOS EN EL PROCESO DE FUNDICION A PRESION

Las actividades clasificadas como las principales generadoras de emisiones contaminantes al aire en el proceso de Fundición a Presión de Aluminio en la compañía Crouse Hinds Domex son como se menciona a continuación:

1.- Proceso de combustión del gas L.P.: Aunque este es un combustible que arde con una flama excepcionalmente "limpia", si no se maneja en forma adecuada, puede generar varios tipos de contaminantes tales como: a) residuos o cenizas, b) humo u hollín, c) óxidos de nitrógeno.

2.- Proceso de Desmoldeo de piezas de aluminio fundidas. El principal problema que representan los actuales desmoldantes es la generación de partículas de tamaño submicrónico, generalmente en forma de aerosoles. Esto es provocado principalmente por los materiales que forman parte de esta sustancia, tanto pigmentos, como vehículos aglutinantes que la conforman.

3.- Proceso de fusión de aluminio y su preparación. Esta actividad esta considerada como la parte mas crítica en relación a la generación de contaminantes al aire, por las siguientes razones: a.-) El proceso de fusión del aluminio secundario involucra las subprácticas adicionales de DEPURACION, esto consiste en la acción de adicionar los fundentes adecuados al metal fundido para la remoción de óxidos, gases u otras impurezas. Las principales emisiones contaminantes provenientes de estos materiales generalmente consisten de fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno y cloro en estado gaseoso, cloruro de aluminio, cloruro de magnesio, fluoruro de aluminio, fluoruro de magnesio, óxido de aluminio, óxido de magnesio, cloruro de zinc, óxido de zinc, fluoruro de calcio, cloruro de calcio y cloruro de sodio. No todos podrían estar presentes al mismo tiempo y muchos otros en menor cantidad podrían ser emitidos en ciertos casos específicos. Los fundentes generalmente están compuestos por sales de:

- Sulfatos - Cloruros - Carbonatos - Fluoruros

Los principales constituyentes de estos contaminantes son humos que están formados en su mayor proporción por cloruro de sodio y pequeñas cantidades de óxido de aluminio y magnesio, las partículas que forman el humo son de un tamaño que se encuentra en el rango de 2 - 0.1 micras. Los humos colectados muestran corrosividad en estado seco, y cuando son colectados por medios húmedos forman un lodo altamente corrosivo. Las cantidades de fundente que normalmente son usadas para los diferentes tipos de cargas metálicas al horno son las siguientes:

- Metal de primera fusión: 0.3 - 0.5 %
- Retornos, sistemas de colada y alimentación: 0.5 - 1.0 %
- Chatarra, escorias, metal muy sucio: 1.0 - 3.0 %

La fundición de aluminio de PRIMERA FUSION -esto significa utilizar en mayor proporción lingote en conjunto con retornos- ; aun con la adición de fundentes, resulta en una baja generación de emisiones contaminantes al aire. Sin embargo la fusión de chatarra de aluminio frecuentemente requiere de un equipo para el control de las emisiones contaminantes. La chatarra incluye aluminio contaminado con aceite, grasa, desmoldante, etc. La clasificación de los contaminantes generados en estas actividades pueden ser observados en la TABLA 3 y 3A

CONTAMINACION DE LA COMUNIDAD . FACTORES DE CONTRIBUCION

ref. (5)

Los factores que contribuyen a la creación de un problema de contaminación del medio ambiente de la comunidad son: a-) Por efectos de la naturaleza y b-) Causados por el hombre. Los factores naturales son básicamente meteorológicos, algunas veces geográficos, los cuales quedan generalmente fuera del control de la mano del hombre. Pero los factores humanos involucran la emisión de contaminantes que producen efectos graves del medio ambiente; los efectos naturales restringen la dilución normal de estos contaminantes, por ejemplo, las inversiones térmicas, velocidades bajas del viento, el esquema geográfico etc. Los factores humanos están, principalmente en primer lugar, relacionados por la enorme

TABLA 3

| Tamaños Equivalentes | Unidades Angstrom | | Unidades Angstrom | | Unidades Angstrom | | Unidades Angstrom | | Unidades Angstrom | |
|-------------------------------|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|
| | 10 | 100 | 10 | 100 | 10 | 100 | 10 | 100 | 10 | 100 |
| Ondas Electromagnéticas | Rayos X | | Ultravioleta | | Infrarrojo | | Infrarrojo Largo | | Microondas | |
| | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| Definiciones Técnicas | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| Coloides Comunes | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| Partículas Típicas y Coloides | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |
| | Sólidos Líquidos | | Vapor | | Aire | | Aire | | Aire | |

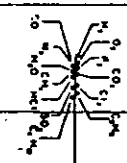


TABLA 3A

| Métodos para el Análisis de Partículas | Ultrasonidos | | Métodos | | Métodos para la Limpieza de Gases |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| | Ultrasonidos | Métodos | Ultrasonidos | Métodos | |
| Equipos para la Limpieza de Gases | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |
| | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |
| Asentamiento Gravitacional | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |
| | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |
| Coeficiente de Espesamiento para Partículas cm ² /s | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |
| | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Ultrasonidos | Equipos para la Limpieza de Gases |

enorme cantidad de vehículos en las ciudades con alta población demográfica y en segundo lugar por las actividades asociadas a los procesos industriales de producción, arrojando una relación aproximada de contribución del 75% de la primera con un 25% de la segunda.

Hasta hace algunos años los contaminantes frecuentemente implicados incluían los siguientes:

- Compuestos de azufre, sulfatos, sulfuros, óxidos.
- Mercaptanos, fluoruros
- Polvos de todos tipos, metálicos, humos, etc.

Pero durante los pasados 20 años, otro tipo más grave de contaminación se ha venido presentando, producido por la reacción fotoquímica de compuestos orgánicos y los óxidos de nitrógeno en la presencia de la energía solar, específicamente los compuestos de hidrocarburos y dióxido de nitrógeno, obteniéndose como producto de la reacción OZONO - O₃ -. Este es un gas de los denominados inestables, incoloro y de olor ocre. Este compuesto actúa paradójicamente de dos maneras diferentes sobre los seres vivos que habitamos este planeta; por una parte es benéfico y por otro lado dañino, esto depende del lugar en que se encuentre en la atmósfera.

Es decir, el gas ozono en las capas altas de la atmósfera es benéfico porque protege a los seres vivos de los rayos que provienen del espacio exterior, principalmente de las radiaciones ultravioletas del sol, - absorbe y filtra estos rayos - . Por otro lado, al encontrarse este gas sobre la superficie de la tierra, se convierte en un contaminante muy peligroso y dañino, debido a que es un poderoso irritante del sistema respiratorio del ser humano, pues afecta desde la boca, nariz, garganta, produciendo además irritaciones oculares y disminuyendo la agudeza visual. Su efecto sobre los tejidos vivos estriba en su extraordinaria avidéz por las lipoproteínas, a las cuales degenera dando lugar a: -) Alteraciones a las membranas celulares y -) Superoxidación de enzimas atacando a las mucosas y provocando infecciones, así como diversos enfisemas.

CAPITULO 5
TECNICAS IMPLANTADAS

5.1 INSTALACION DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE CONTROL DE CONTAMINANTES

Diseño e instalación de un sistema de tratamiento de aire contaminado en CHD.

El diseño de este sistema precisó de nuestra personal valoración de todas las posibles medidas correctivas y de los métodos de control y tratamiento para asegurar una solución eficaz y económica del problema; posteriormente fué necesario que realizáramos una investigación a fondo del problema completo, lo cual incluyó la fuente de emisión y el escape a la atmósfera de las emisiones contaminantes.

Nuestra valoración del problema de contaminación y el diseño de los sistemas de control incluyó los siguientes puntos básicos:

- 1.- Examen del proceso que genera las emisiones, así como de las instalaciones
- 2.- Reunión de datos, información y pruebas
- 3.- Establecimiento de los criterios de diseño
- 4.- Valoración del sistema de control de la contaminación
- 5.- Valoración de los costos
- 6.- Elección del equipo y sistema de control
- 7.- La fabricación e instalación fueron realizadas por un proveedor designado

El programa completo de control, el cual se constituyó de estos siete puntos básicos lo ejecutamos en tres fases: ref. (3)

I - VALORACION , ESTUDIO DE INGENIERÍA BASICA

II - INGENIERIA DE DETALLE Y FABRICACION

III - INSTALACION .

La fase inicial o de valoración la emprendimos para definir el problema de contaminación , un examen del proceso e instalaciones de la fábrica nos proporcionó información para el diseño, así como para describir el proceso de fabricación e identificar las fuentes de contaminación;

haciendo un análisis detallado para determinar las propiedades de las emisiones, esto incluyó una valoración a escala piloto del equipo de tratamiento para obtener datos mas definidos para el diseño del sistema de control.

Las normas ambientales gubernamentales, así como los reglamentos que involucran datos de control, fueron reunidos para establecer criterios básicos de diseño, definiendo las características y límites de las descargas y la calidad exigida de las emisiones.

Además para lograr obtener un eficaz sistema de tratamiento se debieron tomar en cuenta 5 factores importantes:

- Recolección
- Tratamiento previo
- Selección del dispositivo de control
- Dispersión de las emisiones finales
- Eliminación de los contaminantes recolectados

La inspección de las instalaciones la iniciamos con una comprensión a fondo del proceso de manufactura, se preparó un diagrama simplificado que describe la secuencia de las operaciones de fabricación, detallando los flujos de fluidos y condiciones. También una importante información preliminar la pudimos obtener con un análisis de los materiales como materia prima, clasificándolos de acuerdo con la fuente de emisión y la cantidad descargada en la atmósfera.

Después se siguió el flujo de los contaminantes potenciales hasta las instalaciones de fabricación para determinar cual representa la fuente de emisión, la causa, y el remedio posible. Fué necesario reunir los suficientes datos para determinar si convenía tener en cuenta la corrección de escape en las fases de diseño, incluyendo la valoración de los procedimientos de operación, prácticas de mantenimiento y la posibilidad de una sobrecarga del equipo.

Se analizó a detalle cada una de las emisiones encontradas en las instalaciones, identificando los contaminantes con la información y datos para la definición del problema.

Los datos que son considerados los mas importantes y necesarios para el diseño son:

1.- El volumen de la emisión

2.- La velocidad de emisión

3.- La concentración y las características de cada uno de los contaminantes emitidos

La frecuencia de emisión y las concentraciones máximas de contaminación establecen la magnitud del problema, la naturaleza se determina según los contaminantes esten produciendo daños a la salud de los trabajadores, molestias, olores u otros efectos nocivos al medio ambiente.

Equipo para el control de la contaminación. La selección de los equipos a diseñar, fabricar e instalar se basaron en la clasificación de los siguientes tres grupos: ref. (2)

1.- Equipos para el control de material contaminante en forma de partículas

2.- Equipos para el control de emisiones contaminantes en forma de gases o vapores

3.- Equipos mixtos para el control de emisiones contaminantes en forma de mezcla de partículas, gases y vapores

Para el diseño de los equipos de control de contaminantes existen otros principios muy importantes que debieron ser considerados:

- Eficiencia de colección
- Costo inicial
- Costos de operación y mantenimiento
- Espacio
- Arreglo
- Materiales de construcción

Además para la selección de los equipos se tomaron en cuenta los siguientes factores significativos:

1.- Características de las partículas contaminantes. Las que involucran el rango de tamaño de partícula, forma o configuración, densidad, propiedades fisicoquímicas tales como tendencia a aglomerarse, corrosividad, tendencias higroscópicas, inflamabilidad, toxicidad , etc.

2.- Características de los gases o vapores. Tales como la temperatura, presión, humedad, densidad, viscosidad, punto de condensación, conductividad eléctrica, corrosividad, inflamabilidad, toxicidad, etc. Ver TABLA 4 .

3.- Factores del proceso. Tales como rango volumétrico del gas, concentración del gas o partículas, variación en el flujo de gas, requerimiento de la eficiencia de colección, presiones, requerimiento de calidad del producto, etc.

4.- Factores de operación. Incluyendo limitaciones estructurales tales como tamaño del área espacio, limitaciones del material del equipo, presión, temperatura, corrosión, etc.

5.2 LAVADORES DE GASES

ref. (2)

En la actualidad las técnicas de diseño de equipo para el control de emisiones contaminantes al aire han sido agrupadas en cuatro clases:

- A) Separadores inerciales**
- B) Colectores húmedos**
- C) Casas de bolsas**
- C) Precipitadores electrostáticos. Simples y Dobles**

Por el tipo de contaminantes que son generados en el proceso de Fundición a Presión de aluminio en la empresa Crouse Hinds Domex unicamente describiremos los colectores del tipo húmedo, tipo Scrubber y tipo Venturi, de los cuales se eligió uno de cada tipo para instalarse en el proceso mencionado.

TABLA 4 . RANGO DE VELOCIDADES DE CAPTURA

| CONDICIONES DE DISPERSION DE LOS CONTAMINANTES | EJEMPLOS DE PROCESOS | VELOCIDAD DE CAPTURA ft/min |
|--|---|--------------------------------|
| GENERADO A UNA VELOCIDAD MUY BAJA , CASI CERO AIRE EN ESTADO CASI INMOVIL | EVAPORACION DE TANQUES ; DESENGRASE , ETC. | 50-100 |
| GENERADO A UNA VELOCIDAD BAJA , MOVIMIENTO MODERADO Y PERMANENTE DEL AIRE . | SPRAYS ; LLENADO INTERMITENTE DE CONTENEDORES SOLDADURA ; GALVANIZADO | 100-200 |
| GENERACION ACTIVA , DENTRO DE ZONAS DE MOVIMIENTO RAPIDO DEL AIRE . | PINTADO DE PIEZAS CON PINTURA CON APLICACION ESPREADA , ENVASADO DE RECIPIENTES , PROCESOS DE MOLIENDA , LIMPIEZA | 200-500 |
| GENERACION A UNA ALTA VELOCIDAD INICIAL Y DENTRO DE ZONAS A MUY ALTA RAPIDEZ EN EL MOVIMIENTO DEL AIRE | PULIDO , LLAMAMIENTO , CORTE DE MADERA , COMBUSTION , ETC. | 500-2000 |
| DE CADA CATEGORIA MOSTRADA SOBRE EL RANGO DE VELOCIDAD DE CAPTURA , UNA ADECUADA ELECCION DEPENDE DE ALGUNOS FACTORES QUE DEBERAN TOMARSE EN CUENTA , COMO SE MUESTRA A CONTINUACION : | | |
| LIMITE MAXIMO DEL RANGO | | |
| 1.- CORRIENTES DE AIRE EN EL AREA , FACILIDAD DE CAPTURA | 1.- CORRIENTES DE AIRE MUY SIGNIFICATIVAS | |
| 2.- CONTAMINANTES DE BAJA TOXICIDAD | 2.- CONTAMINANTES CON ALTA TOXICIDAD | |
| 3.- PRODUCCION BAJA O INTERMITENTE | 3.- ALTAS PRODUCCIONES , JORNADAS GRANDES | |
| 4.- CAMPANAS GRANDES - MASAS GRANDES DE AIRE EN MOVIMIENTO | 4.- CAMPANAS PEQUEÑAS - CONTROL DIRECTO Y LOCALIZADO | |
| LIMITE MINIMO DE RANGO | | |

Colectores de Tipo Húmedo. Teoría de la Colección.

Los principales mecanismos por los cuales los líquidos pueden ser usados para remover aerosoles de los flujos gaseosos son por:

- 1.- Humectación de las partículas por contacto con un líquido en forma de gotas.
- 2.- Remoción de partículas al contacto con la superficie de líquidos de colección.

Los diversos diseños que actualmente se fabrican usan varios métodos de humectación sobre las partículas contaminantes con el fin de removerlas del flujo de gases.

Los colectores de este tipo tienen las siguientes ventajas:

- Trabajan a una presión constante.
- No presentan problemas secundarios en la disposición de partículas colectadas.
- Pueden manejar las altas temperaturas que pudieran tener los gases involucrados.
- Pueden manejar gases corrosivos o aerosoles. Al diseñarse el equipo deberán considerarse materiales de fabricación resistentes a la corrosión.
- Los requerimientos de espacio son razonablemente pequeños.
- La disposición del agua residual para su tratamiento, generalmente, no es costosa.

La eficiencia de colección varía consecuentemente con la diferencia del diseño, muchos colectores declinan en su eficiencia para partículas entre 1 y 10 micrones, en relación a esto recientes investigaciones indican que la eficiencia de colección está directamente relacionada con la capacidad de potencia para forzar el flujo de gases a través del colector y la inyección del agua o líquido a utilizarse. El proceso de contacto de un gas-aire contaminado con el líquido en un scrubber resulta en una disipación de energía mecánica dentro de la turbulencia provocada por la velocidad y presión del flujo.

Mecanismos para la humectación de la partícula:

- 1.- **Impacto con las gotas inyectadas.** Un spray es dirigido en cierta dirección para

atravesar el flujo de partículas, se calcula que el tamaño de partícula de las gotas esparcidas es cercano a los 100 micras, si el tamaño es mayor a los 100 micrones se obtienen muy pocas gotas, lográndose poca eficiencia, y si el tamaño de las gotas es menor a 100 micras las gotas no tendrán la suficiente fuerza, obteniéndose también baja eficiencia.

2.- Difusión. En este otro mecanismo se utiliza el inyectado fino, este se torna efectivo debido a que, cuando las gotas líquidas están dispersas entre las partículas contaminantes, éstas tienden a depositarse debido a un movimiento Browniano o de Difusión.

3.- Condensación. Si el gas es enfriado abajo del límite al pasar a través del colector, esto dará como resultado que se obtenga la condensación de la mezcla, las partículas de polvo actúan como núcleos de condensación. Este incremento efectivo en el tamaño de partícula hace más fácil la subsecuente colección. La condensación es un importante mecanismo para gases que están inicialmente calientes.

4.- Humidificación y Precipitación Electroestática. Este método ha sido sugerido como un mecanismo que facilita la colección de partículas por medio de la aglomeración. Sin embargo este método no es muy común, debido a que no tiene una participación importante como mecanismo de colección.

Actualmente en su mayoría los equipos lavadores de gases por vía húmeda utilizan como principal mecanismo o vía de colección al agua; pero en algunos casos se utilizan algunos agentes mezclados con esta para mejorar o aumentar la eficiencia de colección.

LAVADOR DE GASES TIPO SCRUBBER .

ref. (2)

Concepto y Partes Fundamentales. Este es un equipo lavador de gases por vía húmeda; como todo equipo anticontaminante está diseñado de forma tal que el objetivo principal es lograr separar los contaminantes del aire. Este es un equipo de fabricación relativamente sencilla, pero de aceptable eficiencia; consiste de un cuerpo, generalmente fabricado de placa de acero y en casos especiales es fabricado de materiales anticorrosivos, por

ejemplo de fibra de vidrio. Además este cuerpo deberá ser muy resistente a los esfuerzos de presión interna previamente calculados, este equipo consta de las siguientes partes en su interior:

- 1.- Ductos de entrada / salida
- 2.- Difusores
- 3.- Espreas
- 4.- Mamparas interiores
- 5.- Sistema de alimentación de la solución
- 6.- Sistema de drenaje

Principio de Funcionamiento. El aire que se induce por los ductos de entrada es acelerado por los difusores al disminuir bruscamente el área de la sección transversal de los mismos, provocando esto un efecto de fuerte choque a alta velocidad entre los gases y el espejo de agua, el efecto obtenido es una elevada turbulencia dentro del equipo, lo cual unido al aumento de presión y de humedad, provoca que los contaminantes del gas pasen a la solución a causa de las propiedades fisicoquímicas de esta: higroscopía, presión de vapor, solubilidad, polaridad, tensión superficial, etc. Su estructura de fabricación puede observarse en la FIGURA 7

LAVADOR DE GASES TIPO VENTURI.

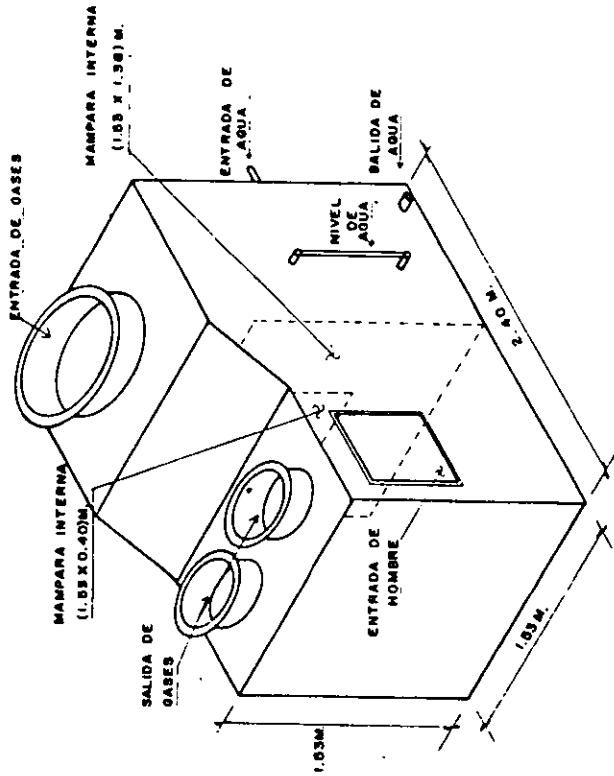
ref. (2)

Este también es un equipo lavador de gases por vía húmeda, considerado de muy alta eficiencia, especialmente removedor de partículas submicrónicas asociadas con humos y aerosoles, en el rango de 0.5 a 5 micras.

Este equipo consiste básicamente de un tanque de acero tipo cerrado, conectado a un ventilador centrífugo de alta presión, una motobomba eléctrica y una garganta de alta velocidad.

FIGURA 7

LAVADOR DE GASES.



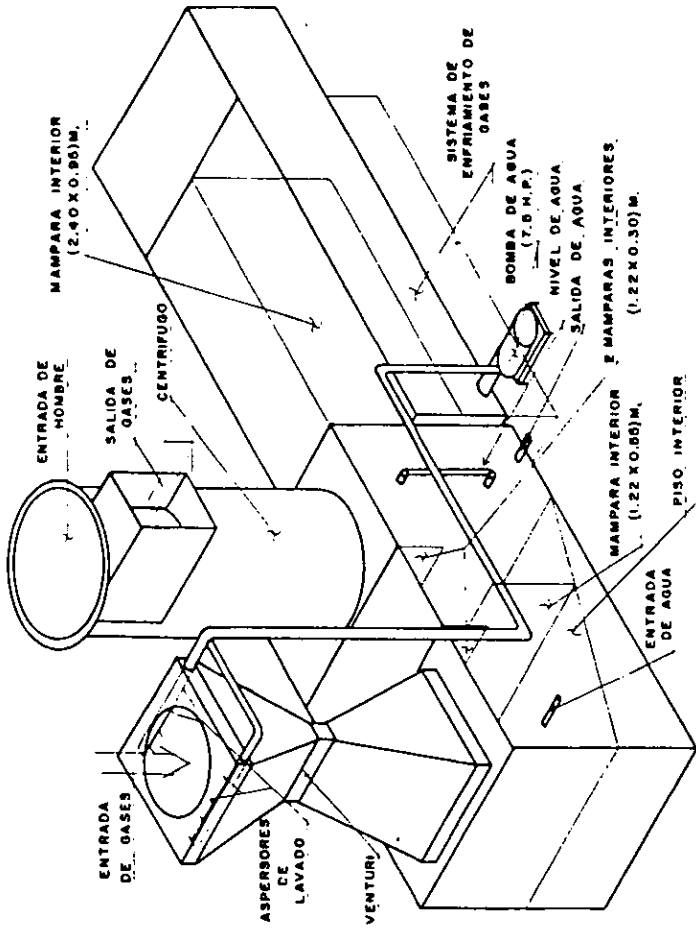
Principio de Funcionamiento. El flujo de gas contaminado se hace pasar a través de un ducto al cual se le ha reducido su sección transversal para provocar que el flujo de gas saturado sea acelerado a una alta velocidad. Al pasar por la garganta - en la cual se inyecta una cortina de agua - se produce la remoción de las partículas que prácticamente son arrancadas de la corriente gaseosa debido al alto grado de turbulencia, atomización e impacto que se produce en esa zona. Una vez que se ha limpiado el gas de los contaminantes, se reduce la velocidad del flujo y se hace pasar a través de diversas mamparas y de un separador centrífugo con la finalidad de retirar el agua atomizada. La estructura correspondiente a este equipo puede observarse en la FIGURA 8.

DISEÑO DE DUCTOS.

En cualquier sistema de extracción con circulación mecánica, el extractor o extractores deberán tener la capacidad adecuada en cuanto a la cantidad de aire y una presión estática igual o ligeramente mayor que la resistencia total que se tiene en el sistema de ductos. El tamaño de los ductos deberá ser diseñado y calculado de tal manera que las velocidades máximas de aire no causen ruidos molestos ni pérdidas excesivas de presión.

Los ductos grandes reducen las pérdidas por fricción, pero esto es directamente proporcional a la potencia del extractor. En general, debe hacerse un trazado de ductos tan directo como sea posible, tratando de evitar vueltas muy agudas, es muy importante no instalar ductos muy desproporcionados, ya que para un ducto rectangular es buena práctica que la relación del lado mayor al menor sea hasta de 6 a 1; y esta relación nunca debe exceder de 10 a 1. De preferencia se deben utilizar ductos de tipo circular, debido a que se tiene una mayor pérdida por fricción en ductos de tipo rectangular del mismo valor de área de sección transversal.

FIGURA 8



LAVADOR T. VENTURI

Procedimiento para el Diseño de ductos en CHD :

ref. (1) y (6)

1.- Se llevó a cabo un trazado del sistema de la forma mas conveniente posible, calculando los diferentes ductos de manera que se obtuviera una distribución adecuada, para facilitar la construcción de los mismos. En el anexo I se presenta un ejemplo de cálculo.

2.- De acuerdo con la carga de extracción, se calcularon las necesidades de aire - pies cúbicos por minuto - PCM - para cada salida de ducto, zona o división del área de proceso.

Los cálculos fueron realizados en base a la TABLA 5, FIGURA 9 y FIGURA 10.

3.- Se determinó el tamaño de los ductos ramales de salida empleando las velocidades aptas o caídas de presión para extraer la cantidad necesaria de aire.

4.- Se calculó el tamaño de cada ducto basándose en los métodos siguientes:

a) Método de Velocidad Supuesta. Se estima la velocidad en cada una de las diferentes secciones del ducto, esto de acuerdo con la buena práctica: se suman las pérdidas en cada una de las partes del sistema para determinar la pérdida total. La velocidad mayor se tiene a la salida del extractor y la velocidad en el ducto principal es disminuida posteriormente en varios ramales de salida. En general este método solo se aplicará para el trazado de sistemas de ductos relativamente simples, y el control de flujo en los diferentes ramales depende sobre todo de las compuertas que se tengan instaladas.

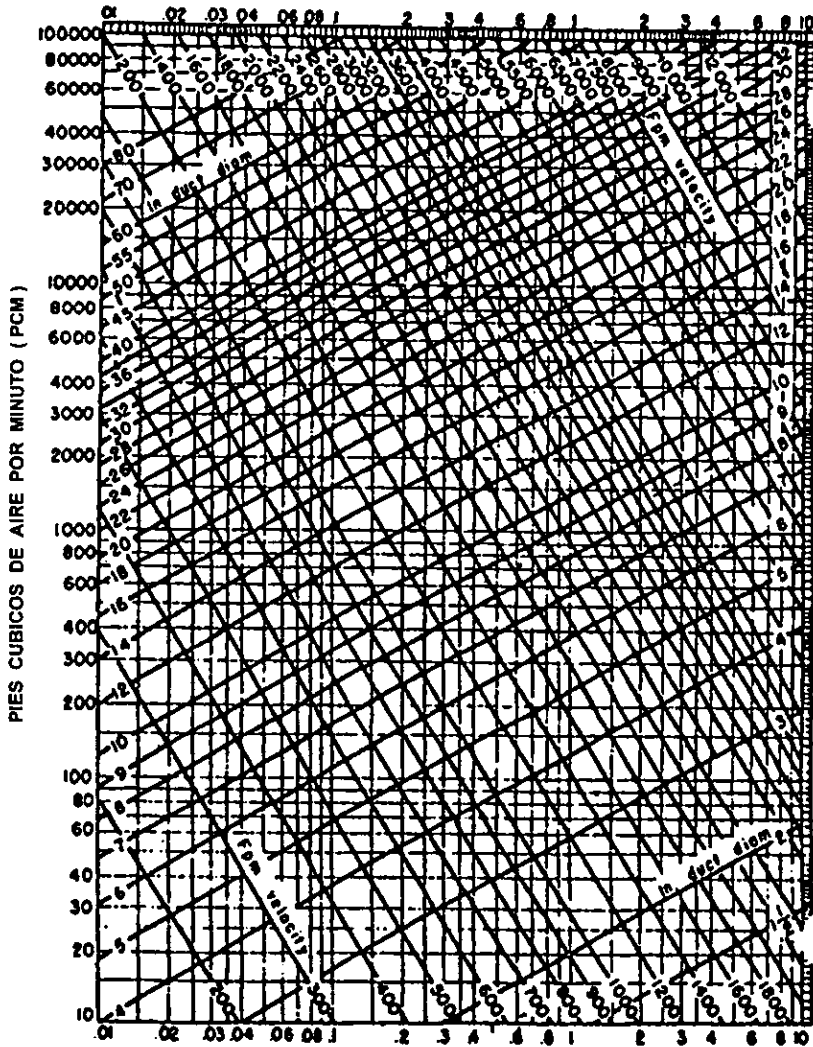
b) Método de Caída de Presión Constante o Método de Igual Fricción. El ducto es dimensionado de tal manera que las pérdidas de presión por pie de longitud sean constantes. Puede ser posible que las resistencias en los ductos ramales sean esencialmente iguales, a menos que se tenga mucha diferencia en sus longitudes. Cuando se aplica este método se acostumbra determinar la caída de presión de acuerdo con la velocidad deseada en el ducto principal, en la parte más alejada del ventilador los ductos ramales deben tener compuerta para una mejor operación.

* Para la determinación de la suma de las pérdidas por fricción deberán utilizarse como base las TABLAS 5 y 6.

TABLA 6 . RANGO DE VELOCIDADES DE CONDUCCION EN DUCTOS

| NATURALEZA DEL CONTAMINANTE | EJEMPLOS DE MATERIALES | VEL. DE DISEÑO ft./min |
|------------------------------|--|---------------------------|
| GASES Y VAPORES | TODOS LOS GASES Y VAPORES | 1000-2000 |
| HUMOS | HUMOS DE OXIDOS DE ALUMINIO , ZINC , ETC | 2000-2500 |
| POLVOS MUY FINOS Y LIGEROS | HARINAS , RESIDUOS DE ALGODON , ETC. | 2500-3000 |
| POLVOS SECOS | POLVOS FINOS DE HULE , DEL MOLDEO DE BAKELITA , DE ALGODON , DE JABON , ETC. | 3000-4000 |
| POLVOS INDUSTRIALES EN GRAL. | POLVOS DE PULIMENTO , MADERA , GRANITO ARENA SILICA , ARCILLAS , CALIZA , CARBON TEXTILES , CAFE , ETC. | 3500-4000 |
| POLVOS DE ALTA DENSIDAD | ASERRIN , LIMADURAS METALICAS , POLVOS DE FUNDICION , DE PLOMO , BRONCE , ARENA SILICA , ETC. | 4000-4500 |
| MEZGLAS | POLVOS DE PLOMO CON PARTICULAS , POLVOS DE CEMENTO , ASBESTO , CORTEY DESBASTE DE TUBOS DE FIERRO , ETC. | 4500 Y MAS |

TABLA 6 CAIDA DE PRESION DEL AIRE EN DUCTOS RECTOS
en pulgadas columna de agua por cada 100 pies de longitud



DISEÑO DE CAMPANAS .

En relación al diseño de estas partes importantes de los sistemas de control se adoptó el criterio de las campanas altas tipo Canopy para emisiones calientes, esta decisión fue tomada debido a que el equipo a controlar principalmente lo forman los hornos de crisol, y lo anterior fué realizado tomándose como base de cálculo las ecuaciones adaptadas de SUTTON's (ref. Industrial Ventilation)

Fórmula empírica: $D_c = 0.5 X_f^{0.88}$

donde:

Dc: El diámetro de la columna caliente al nivel de la cara de la campana en ft .

Xf: La distancia desde el punto fuente hipotético a la cara de la campana .

Derivándose la siguiente ecuación:

$$X_f = Z + Y$$

en la cual:

Z: distancia desde la fuente de emisión caliente al punto fuente hipotético

Y: altura desde la superficie superior de la fuente de emisión a la campana de captura

Tomando en cuenta:

$$A_c = \frac{1}{4} \pi D_c^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D_s^2$$

$$D_f = D_c + 0.8 y$$

$$A_f = \frac{1}{4} \pi D_f^2$$

En donde:

A_c: área de la columna caliente al nivel da la cara de la campana

A_s: área de la superficie superior de la fuente de emisión caliente

Ds: diámetro de la fuente de emisión caliente

Df: diámetro de la campana de captura de las emisiones

Af: área de la campana de captura de las emisiones

$$V_f = \frac{8 (A_s)^{1/3} (A_t \cdot f)^{5/12}}{X_f^{1/4}} = \text{fpm (pies por minuto)}$$

Vf: velocidad de captura de las emisiones

Con lo cual se obtiene el flujo (Qt):

$$Q_t = V_f A_c + 100 (A_f - A_c) = \text{cfm (pies cúbicos por minuto)}$$

ver FIGURAS 9 y 10

FIGURA 9 . DIMENSIONES USADAS PARA DISEÑAR CAMPANAS

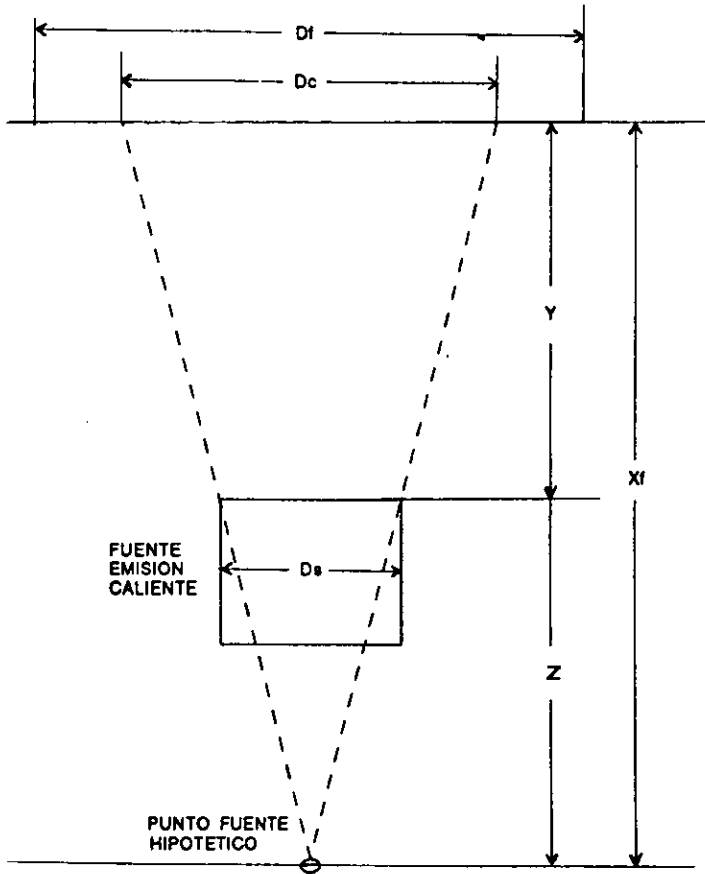
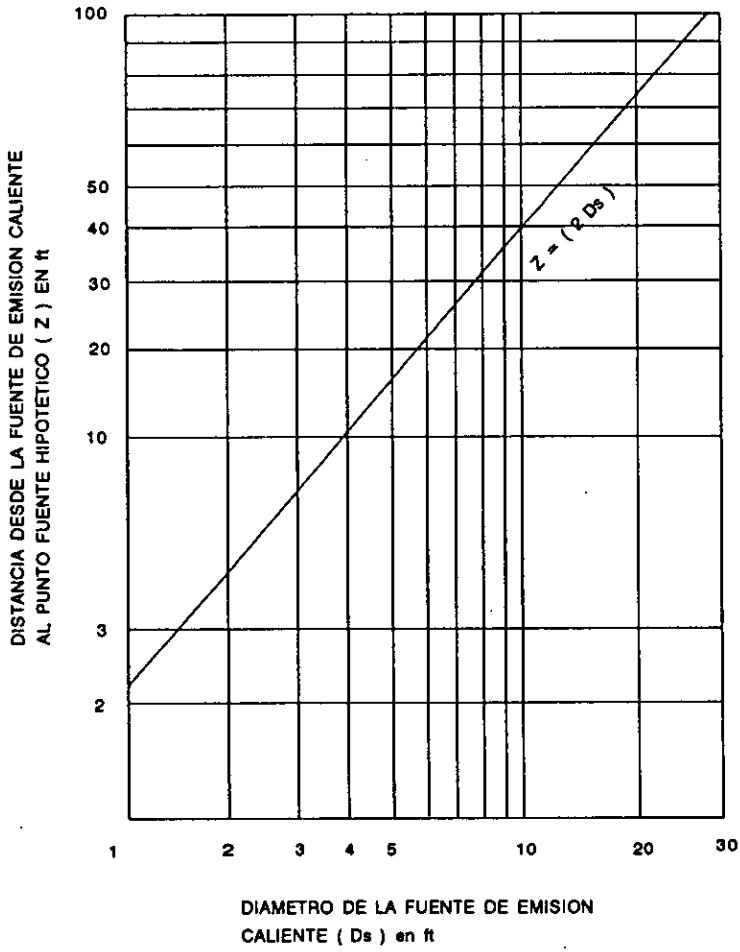


FIGURA 10 . VALOR DE Z PARA CALCULOS DE CAMPANAS



Realización de los proyectos .

Una vez que fué reunida toda la información necesaria (información técnica), así como todos los datos requeridos, además de que se tuvieron a la mano todos los elementos indirectos (información sobre la legislación y normatividad ambiental aplicable), por parte de la compañía CROUSE HINDS DOMEX se seleccionó a la compañía VERIFICACIONES ECOLOGICAS INDUSTRIALES S.A., a la cual se le contrató para llevar a cabo el DESARROLLO, FABRICACION E INSTALACION de los equipos requeridos que iban a conjuntar los sistemas de control de las emisiones contaminantes.

El conjunto de equipo que se instaló consistió de dos sistemas de control, y es como se menciona a continuación:

1.-) Hornos de Fusión de Aluminio. Para el control de las emisiones contaminantes provenientes de este proceso, consistente en 4 hornos, se instaló un filtro lavador de gases tipo **VENTURI**.

2.-) Máquinas de Inyección de Aluminio. Para el control de las emisiones contaminantes provenientes de estos equipos, consistente de 3 máquinas, se instaló un equipo lavador de gases tipo **SCRUBBER**.

La instalación de los equipos mencionados, el arreglo de éstos dentro del área de Fundición a Presión, así como los parámetros de diseño en forma condensada, desarrollados por la compañía responsable de concretar este proyecto se presentan en el ANEXO 1.

CAPITULO 6
ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 MONITOREOS EN CHIMENEAS. NORMA OFICIAL MEXICANA

La mejor manera de verificar la eficiencia de los sistemas de control de los equipos instalados en el área de Fundición a Presión de la compañía CROUSE HINDS DOMEX fué mediante una serie de monitoreos o análisis de los gases en el punto de desfogue o expulsión de estos (después de haber pasado por el sistema de control, el cual está compuesto por las secciones de captura, conducción y lavado). Los resultados que se obtuvieron, así como la metodología del análisis debieron ser comparados con los límites marcados por las normas ambientales gubernamentales aplicables, quedando los valores obtenidos por debajo de los límites indicados, éstos pueden observarse en la TABLA 7, así como la NORMA ECOLOGICA aplicable puede observarse en el ANEXO II .

6.2 MONITOREOS EN AREA LABORAL. NORMA OFICIAL MEXICANA

Otra forma complementaria y muy efectiva de verificar la efectividad de los equipos instalados, consistió en realizar un análisis o monitoreo de las áreas contiguas y muy cercanas al proceso que está generando las emisiones contaminantes, (esta medida se encuentra establecida en la normatividad de la Secretaría del Trabajo), aplicándose la metodología de tomar varias muestras en lugares estratégicamente elegidos. De la misma manera los valores obtenidos deberían compararse con los límites marcados en las normas gubernamentales correspondientes, y por supuesto los valores obtenidos tendrían que estar por debajo de los límites indicados. De la misma forma, después de instalados los sistemas de control en el area mencionada de CHD, se llevaron a cabo los análisis o monitoreos mencionados. Los resultados obtenidos pueden observarse en la TABLA 8, asi como la NORMA DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO APLICABLE se puede observar en el ANEXO III.

15

TABLA 7. RESULTADOS DE MONITOREOS EN CHIMENEAS

| AÑO | CONTAMINANTE | |
|------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | PARTICULAS | OXIDOS DE NITROGENO |
| 1995 | 15.20 mg/m ³ | 24.80 ppm |
| 1996 | 8.43 mg/m ³ | 2.90 ppm |
| 1997 | 4.04 mg/m ³ | 12.90 ppm |
| ** LIMITE MAXIMO PERMISIBLE | 324.1 mg/m ³ | 220 ppm |

** LIMITES ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-ECOL/1984

TABLA 8. RESULTADOS DE MONITOREOS EN AREA LABORAL

| AÑO | CONTAMINANTE | |
|------|------------------------|------------------------|
| | HUMOS DE ALUMINIO | LIMITE PERMISIBLE ** |
| 1995 | 0.20 mg/m ³ | 5.00 mg/m ³ |
| 1996 | 0.17 mg/m ³ | 5.00 mg/m ³ |
| 1997 | 0.15 mg/m ³ | 5.00 mg/m ³ |
| | | |

** LIMITES ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-STPS-1994

RESULTADOS
MONITOREOS EN CHIMENEA
POR LABORATORIO DE SERVICIO
EXTERNO AUTORIZADO



Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.

CROUSE HINDS DOMEX S.A. DE C.U.

TABLA COMPARATIVA DE EMISIONES CONTAMINANTES

EQUIPO : CHIMENEA DEL AREA DE FUNDICION PLANTA A-B

NORMA : NON-043-ECOL/1993

FECHA : 16/MAYO/96

| CONTAMINANTE | NIVEL MAXIMO PERMISIBLE mg/m3 | EMISION REPORTADA mg/m3 | COMPARATIVO | |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| | | | DENTRO DE NORMA | FUERA DE NORMA |
| MATERIAL PARTICULADO | 277.32 (1) | 0.43 (1) | X | |
| | 275.23 (2) | 0.43 (2) | X | |
| OXIDOS DE NITROGENO | NO EXISTE | 2.9 ppm | | |

| CONTAMINANTE | Mg/Mr |
|---------------------------|-------|
| OXIDOS DE NITROGENO (NOx) | 0.007 |
| BIOXIDO DE CARBONO (CO2) | 449.3 |



★ MAY 31 1996 ★

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA

NOTA : (1) Resultados del primer muestreo
(2) Resultados del segundo muestreo

Verificaciones Ecológicas

Carretera 200 km 410

Del Valle, D.F.

Tel: 575 90 94

Fax: 575 22 39

Verificaciones Ecológicas S.A. de C.V. Del Valle 03100 México, D.F. Tels. 575-90 94, 559 21 52 FAX 575 22 39



Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.

CROUSE HIDNS DOMEX S. A. DE C. V.

TABLA COMPARATIVA DE EMISIONES CONTAMINANTES

EQUIPO: PLANTA DE FUNDICION A-B

NORMA : NOM-843-ECOL/1993

FECHA: 14/MAYO/97

| CONTAMINANTE | NIVEL MAXIMO PERMISIBLE ng/m3 | EMISION REPORTADA ng/m3 | COMPARATIVO | |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| | | | DENTRO DE NORMA | FUERA DE NORMA |
| MATERIAL PARTICULADO | 324.18 (1) | 4.04 (1) | X | |
| | 325.28 (2) | 5.04 (2) | X | |
| OXIDOS DE NITROGENO | 228 ppm (v) | 12.95 ppm(v) | X | |

NOTA: (1) Resultados del primer muestreo
(2) Resultados del segundo muestreo



RESULTADOS
MONTTOREOS EN AREA LABORAL
POR LABORATORIO DE SERVICIO
EXTERNO AUTORIZADO

CROUSE HINDS DOMEX, S. A. DE C. V.

RESUMEN DE RESULTADOS

POLVOS Y HUMOS DE ALUMINIO

| PUNTO | NOMBRE PUESTO | AREA | CONTAMINANTE | CPT-STPB mg/m ³ | ACGIH mg/m ³ | RESULTADO mg/m ³ |
|-------|--|---|-------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1 | | FUNDICION CORTE Y ACABADO Planta B, Esmeriladora 16 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 5.796 |
| 2 | Juana Ruiz Castillo Operadora | FUNDICION CORTE Y ACABADO Planta B, Esmeriladora 16 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 3.025 |
| 3 | Gil Aparicio Juárez Operador | FUNDICION CORTE Y ACABADO Planta B, Asentadora CA23 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 1.440 |
| 4 | | FUNDICION CORTE Y ACABADO Planta B, Asentadora | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 0.335 |
| 5 | Nonia Della Salazar Cedillo Operadora | FUNDICION CORTE Y ACABADO Hunter, Esmeriladora CA 20 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 22.840 |
| 6 | | FUNDICION CORTE Y ACABADO Hunter, Esmeriladora CA 20 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 0.104 |
| 7 | Benito Vázquez González Operador | CORTE Y ACABADO FAP Y MP Esmeriladora CA 26 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 56.047 |
| 8 | | CORTE Y ACABADO FAP Y MP Esmeriladora CA 26 | POLVO DE ALUMINIO | 10 | 10 | 11.998 |
| 9 | | FUNDICION MOLDEO Planta B, Vaciado de Aluminio | HUMOS DE ALUMINIO | 5 | 5 | 0.114 |
| 10 | | FUNDICION MOLDEO Planta A, Máquina Hunter 3 | HUMOS DE ALUMINIO | 5 | 5 | 0.130 |
| 11 | José Luis Ruiz Saldívar Vaciador | FUNDICION MOLDEO Planta B, Vaciado de Aluminio | HUMOS DE ALUMINIO | 5 | 5 | 0.156 |
| 12 | Alejandro Palomares Mtz. Vaciador | FUNDICION MOLDEO Planta A, Máquina Hunter 3 | HUMOS DE ALUMINIO | 5 | 5 | 0.121 |

CROUSE HINDS DOMEX, S. A. DE C. V.

**RESUMEN DE RESULTADOS
HUMOS DE ALUMINIO**

| PUNTO | NOMBRE PUESTO | AREA | CONTAMINANTE | CPT-0176 mg/m ³ | ACOH mg/m ³ | RESULTADO mg/m ³ |
|-------|---|---|-------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | JOEL FLORES Vendedor Mag. Hunter No. 1 | HUNTER | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.08 |
| 2 | JOSE LUIS PEREZ GUTIERREZ Vendedor Mag. Hunter No. 2 | HUNTER | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.04 |
| 3 | | HUNTER Mag. Moldeadora Hunter No 2 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.12 |
| 4 | | HUNTER Máquina Hunter No.1 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.11 |
| 5 | MAURICIO AWILA Vendedor | HORNOS | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.06 |
| 6 | | HORNOS Palpato entre máquinas M28 y M19 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.03 |
| 7 | | HORNOS Máquina moldeadora M14-1 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.03 |
| 8 | JOSE LUIS RUIZ Vendedor | HORNOS | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.08 |
| 9 | JOSE ROSENDO HERNANDEZ Herrero | HORNOS | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.08 |
| 10 | | HORNOS Elevador de arena SAM-8 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.08 |
| 11 | MANUEL GRANADOS Herrero | MOLDEO PERMANENTE | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.10 |
| 12 | | MOLDEO PERMANENTE Máquina SPE-4 | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.10 |
| 13 | JUAN CARLOS FALCON Operador de máquina LIBE | FUNDICION A PRESION | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.17 |
| 14 | | FUNDICION A PRESION Junta a máquina LIBE (FPU-1) | HUMOS DE ALUMINIO | 0 | 0 | 0.08 |

CAPITULO 7
CONCLUSIONES

- La instalación del sistema de control de la contaminación en el área de Fundición a Presión de la compañía Crouse Hinds Domex, el cual consiste de dos equipos de extracción, lavado y separación de los contaminantes, resolvió de manera radical el problema de contaminación que se presentaba en el ambiente laboral de este departamento; esto se ve reflejado en los resultados obtenidos desde el año de 1995 (ref. TABLAS DE RESULTADOS 7 Y 8)

- La integración de algunos elementos alternos a este sistema han dado como resultado una mejora continúa en lo relacionado al control de las emisiones contaminantes, estos elementos consisten de lo siguiente:

a) Se llevó a cabo el cambio de combustible del proceso de combustión, pasando de diesel a gas L.P.

b) Se hizo un cambio de la materia prima del desmoldante, sustituyendo los materiales base solvente por base agua.

- Los cambios realizados han dado como resultante que en la actualidad la operación de este proceso no represente ningún riesgo tanto a la salud de los trabajadores ni impacto ambiental negativo hacia la comunidad circundante de la compañía.

- Los resultados que se han obtenido desde el año de 1995, como consecuencia han cumplido satisfactoriamente con las especificaciones marcadas en las normas oficiales mexicanas, las cuales en la zona metropolitana del valle de México han ido transformándose de manera muy exigente.

- La instalación de este sistema de control representó una fuerte inversión de dinero para esta compañía; sin embargo actualmente todos los procesos de este tipo están obligados

indirectamente por el gobierno a realizar este tipo de inversiones (para tener derecho a la licencia de funcionamiento es necesario que este tipo de procesos cumplan con la legislación y la normatividad ambientales vigentes)

- Por lo tanto es recomendable que en el desarrollo de los nuevos proyectos sobre procesos de fundición se considere de manera relevante el elemento sobre control de las emisiones contaminantes como parte fundamental.

CAPITULO 8
BIBLIOGRAFIA

- 1.- Design of Industrial Exhaust Systems
John L. Alden . Editorial The Industrial Press. 1983
- 2.- Environmental Engineering. Peavy / Rowe / Tchobanoglous.
Editorial Mc. Graw - Hill. 1985
- 3.- Air Pollution Manual Control Equipment
American Industrial Higieniest Association, 1968
- 4.- Ecología -Contaminación -Medio ambiente
Turk-Turk-Wittes. Editorial Interamericana. 1973
- 5.- La Industria y la Contaminación del Aire
R.D. Ross. Editorial Diana. 1974
- 6.- Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice -
American Conference of Governmental Industrial Higieniests. 1960
- 7.- Combustion Handbook
North American Mfg. Co. Richard J. Reed. 1981
- 8.- Air pollution Control Theory
Martin Crawford. Editorial Mc Graw Hill. 1976
- 9.- Plant and Process Ventilation
Hemeon. Editorial Industrial Press. 1985

- 10.- **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**
Editorial Porrúa. Décimo Tercera Edición Actualizada. 1988

- 11.- **Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994**
Diario Oficial dela Federación.

- 12.- **Fundición a Presión**
Ernest Brunhuber. Editorial Gustavo Gili. 1972

- 13.- **Fundamentals of Metal Casting**
Addison-Wesley Publ. Co. Reading, MA, 1963

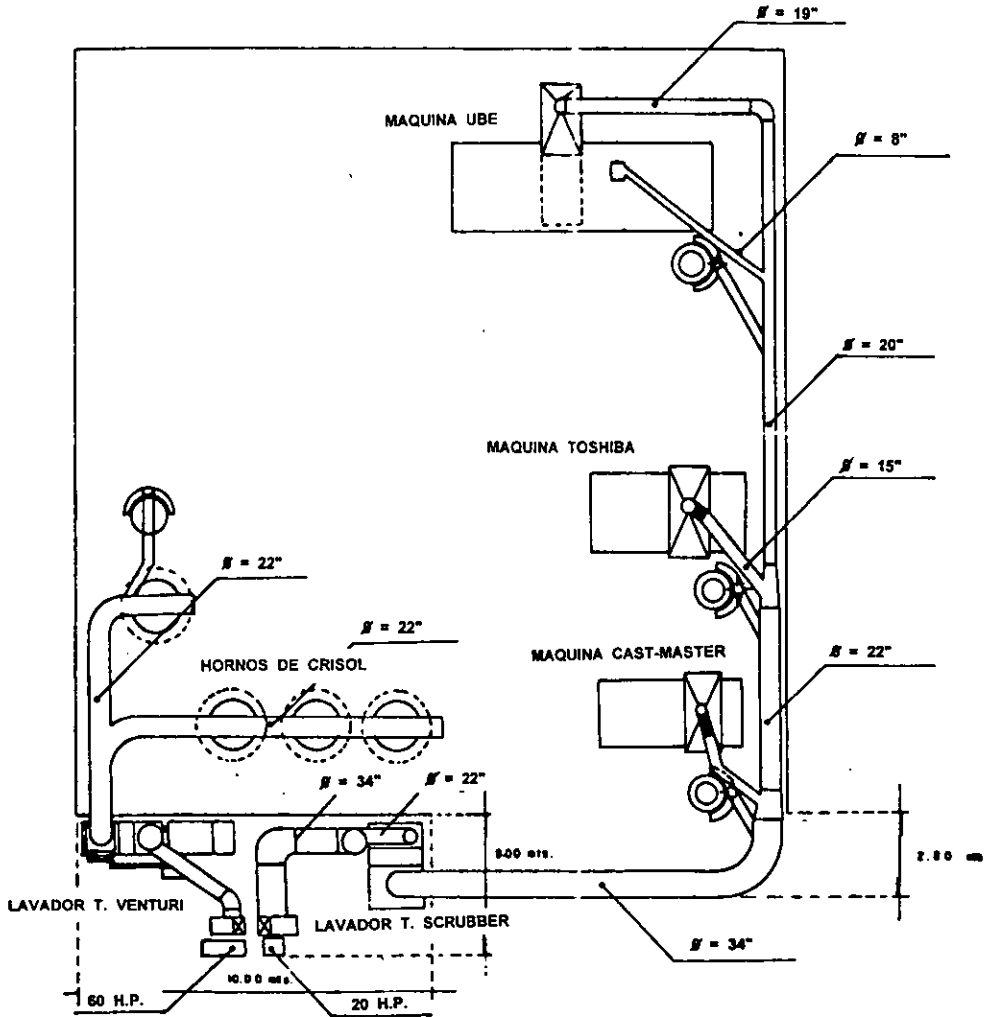
- 14.- **Aluminum Casting Technology**
American Foundrymen's Society, Inc., 1968

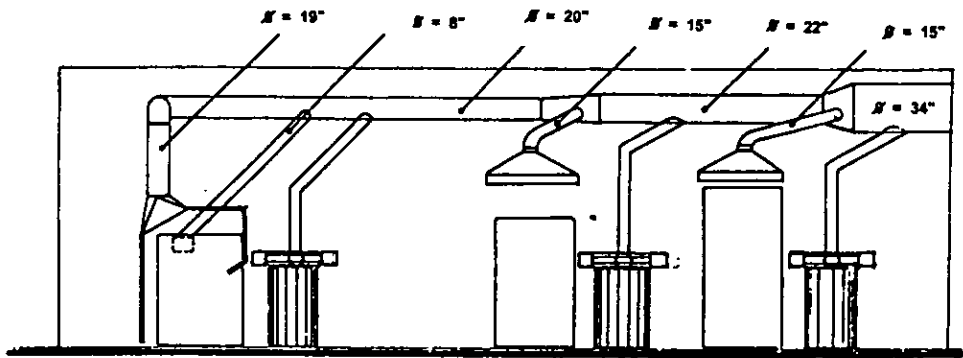
ANEXO 1

LAY - OUT

PLANTA

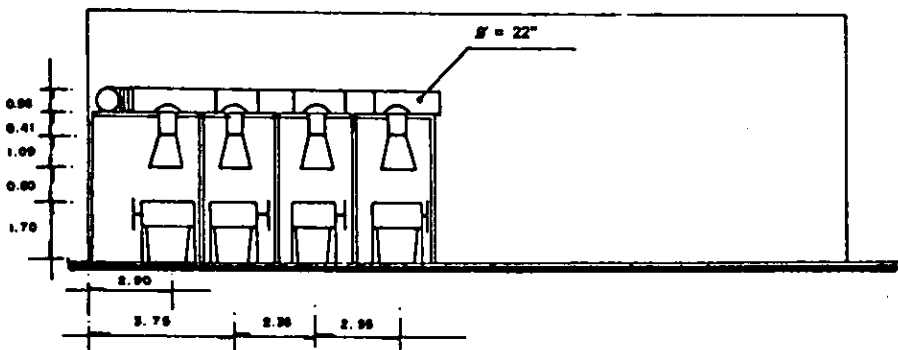
ARREGLO GRAL. DUCTERIA Y CAMPANAS





ELEVACION

DUCTERIA Y CAMPANAS EN INYECTORAS.



ELEVACION

DUCTERIA Y CAMPANAS EN CRISOLES

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

MEMORIA DE CALCULO

(CONDENSADO)

VEISA

Verificaciones Ecológicas Industriales, S.A. de C.V.

BALANCEO DE OUCERIA POR PV.

EMPRESA: PROUSE HINDS, S.A.
 DIRECCION: AV. RUIJO GOMEZ
 ATENCION: ING. JUSTO SOTELO
 *EPTO: INYECTORAS

MATERIAL: LAMINA GALVANIZADA CALIBRE: 27 - 24 TIPO: REDONDA

HOJA No. 1/1

ORJULO: A.U.T.
 DISEÑO: R.S.L.
 REVISO: J.M.G.S.

| | 1-A | 2-A | A-B | 3-B | B-C | 4-C | C-D | 5 | 6 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 IDENTIFICACION DEL SEGMENTO | 6617 | 430 | 3144 | 2421 | 9721 | 4518 | 14547 | 14547 | |
| 2 VOLUMEN REQUERIDO PPM | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | |
| 3 VELOCIDAD MINIMA DE TRANSPORT PPM | 19.0 | 3.0 | 20.0 | 11.0 | 22.0 | 15.0 | 34.0 | 34.0 | |
| 4 DIAMETRO DEL DUCTO pulg. | 1.97 | 0.14 | 2.18 | 0.66 | 2.64 | 1.23 | 6.31 | 6.31 | |
| 5 AREA DEL DUCTO pie ² | 3.361 | 3.154 | 3.275 | 3.668 | 3.662 | 2.307 | A | 2.307 | |
| 6 VELOCIDAD ACTUAL EN DUCTO PPM | 0.70 | 0.62 | 0.67 | 0.84 | 0.85 | 0.33 | V | 0.33 | |
| 7 PRESION DE VELOCIDAD EN DUCTO *C.A. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | A | 0 | |
| 8 C/R AREA DE RANURA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 A VELOCIDAD EN RANURA PPM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 N PRESION DE VELOCIDAD *C.A. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | O | 0.00 | |
| 11 U FACTOR DE PERDIDA | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | R | 1.78 | |
| 12 M/R FACTOR DE ACELERACION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 13 A PERDIDA TOTAL POR VP | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | |
| 14 P S PRESION ESTATICA TOTAL *C.A. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 15 I FACTOR DE PERDIDA EN ENTRADA | 0.25 | 0.25 | 0 | 0.25 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | |
| 16 A FACTOR DE ACELERACION | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 17 PERDIDA A LA ENTRADA POR VP | 1.25 | 1.25 | 0 | 1.25 | 0 | 1.25 | 0 | 0 | |
| 18 N PERDIDA ENTRADA DUCTO | 0.69 | 0.78 | 0.00 | 1.05 | 0.00 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | |
| 19 OTRAS PERDIDAS *C.A. | | | | 0.12 | | | | 2 | |
| 20 J/A CAIDA DE PRES. EN CAMP | 0.88 | 0.78 | 0.00 | 1.05 | 0.00 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | |
| 21 LONGITUD DUCTO RECTO | 11.5 | 10 | 30 | 20 | 16 | 20 | 50 | 28 | |
| 22 FACTOR DE FRICCION (H) | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |
| 23 PERDIDA DE FRICCION POR VP | 0.123 | 0.550 | 0.30 | 0.41 | 0.142 | 0.283 | 0.270 | 0.151 | |
| 24 ING. DE COCOS DE 90° | 2 | 1 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 3 | 0 | |
| 25 PERDIDA EN COCOS POR VP | 0.54 | 0.27 | 0 | 0.14 | 0 | 0.133 | 0.81 | 0 | |
| 26 No DE ENTRADAS DE AIRE | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 27 PERDIDA EN ENTRADAS POR VP | 0 | 0.18 | 0 | 0.18 | 0 | 0.18 | 0 | 0 | |
| 28 FACTOR PERDIDA/NIERTOS ESP. | | | | | | | | | |
| 29 PERDIDA EN DUCTO POR VP | 0.663 | 1.000 | 0.30 | 0.73 | 0.142 | 0.598 | 1.08 | 0.15 | |
| 30 CAIDA DE PRES. EN DUCTO *C.A. | 0.47 | 0.62 | 0.20 | 0.61 | 0.12 | 0.51 | 0.36 | 0.05 | |
| 31 CAIDA DE PRES. TOTAL EN DUCTO *C.A. | 1.35 | 1.39 | 0.20 | 1.66 | 0.12 | 1.56 | 0.36 | 2.00 | |
| 32 PRESION ESTATICA ACUMULADA *C.A. | -1.35 | -1.39 | -1.66 | -1.66 | -1.78 | -1.56 | -2.14 | -4.14 | |
| 33 PRESION ESTATICA PRINCIPAL *C.A. | -1.39 | -1.39 | -1.66 | -1.66 | -1.78 | -1.56 | -2.14 | -4.14 | |
| 34 VOLUMEN CORREGIDO PPM | 6.714 | | 7.300 | | 4.648 | | | | |
| 35 PRESION DE VELOCIDAD FINAL *C.A. | 0.72 | 0.73 | 0.73 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | |



**Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.**

EQUIPO DE CONTROL No. 2

INYECTORAS DE ALUMINIO.

DESCRIPCION:

SISTEMA DE EXTRACCION Y FILTRACION PARA HUMOS, PARTICULAS QUE CONSTA DE CUATRO CAMPANAS, MANGUERAS FLEXIBLES, DUCTOS, LAVADOR DE GASES, VENTILADOR CENTRIFUGO, CHIMENEA C/PTOS DE MUESTREO Y PLATAFORMA PARA MUESTREO.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO:

CAMPANAS DE SUCCION:

| SUCCION No. | APLICACION: | AREA DE SUCCION: pies² | VELOCIDAD DE SUCC: ppm. | FLUJO SUCCION: PCM. |
|------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1 | MAQ. *UBE* | 8.07 | 820 | 6.617 |
| 2 | MAQ. *UBE* | 0.86 | 500 | 430 |
| 3 | MAQ. *TOSHIBA* | 9.68 | 250 | 2.420 |
| 4 | MAQ. *CAST MASTER* | 18.07 | 250 | 4.517 |

ACCESORIOS:

**3 REGULADORES DE FLUJO
TIPO MARIPOSA.**

LAVADOR DE GASES:

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| DIMENSIONES: | 2.50 x 1.50 x 1.80 mts. |
| TIPO: | SCRUBBER |
| MAT. DE CONSTR: | PLASTICO REF. C. F/V. |
| CAPACIDAD: | 14,000 PCM |
| TEMP. MAX. DE OP: | 60 °C |
| PRESION DE T: | 2.5° C.A. |
| VEL. ENTRADA: | 2,307 ppm. |
| VEL. GARGANTA: | 3,402 ppm. |
| LIQUIDO LAVADOR: | H2O. |



**Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.**

| | | |
|-------|---|------------------|
| Vg | Velocidad del gas en la garganta = | 15300 pies/min. |
| Vs | Vel. de Succión Rec. = | 220 pies/min. |
| Vt | Velocidad de transporte rec. = | 4 000 pies/min. |
| %D | Factor de saturación = | 59 % |
| μ | Viscosidad = | 0,097 lb/h-pie |
| TRb | TR equivalente = | 222,6 BTU/lb |
| Tfb | Tfe equivalente = | 179,6 BTU/lb |
| Tw' | Temperatura supuesta comprobada = | 345,23 °F |
| Pg | Caída de presión en la garganta = | 20,89 pulg. C.A. |
| Trt | Tiempo de retención de H2O en el tanque = | 10 min. |
| Vt | Volumen del tanque de recirculación = | 3 m3 |
| ξ | Factor de eficiencia para el ventilador = | 0,6 adimensional |
| Pot | Potencia del ventilador (requerida) = | 55,6 H.P. |

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO:

CAMPANAS DE SUCCION:

| SUCCION No. | APLICACION: | AREA DE SUCCION: DE SUCC: pies² | VELOCIDAD DE SUCC: ppm. | FLUJO DE SUCCION: PCM. |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | HORNO DE CRISOL | 6,85 | 220 | 1,507 |
| 2 | HORNO DE CRISOL | 6,85 | 220 | 1,507 |
| 3 | HORNO DE CRISOL | 6,85 | 220 | 1,507 |
| 4 | HORNO DE CRISOL | 6,85 | 220 | 1,507 |

ACCESORIOS:

TODAS LAS CAMPANAS CUENTAN CON REGULADORES DE FLUJO TIPO MARIPOSA CON FRENO
ASI COMO CON MECANISMOS QUE PERMITEN EL DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LAS MISMAS.



**Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.**

DATOS DE LA SUCCION.

| | |
|--------------------------|------------------------|
| DIAMETRO DEL CRISOL = | 1.64 pies |
| DIAMETRO DE CAMPANA = | 2.95 pies |
| AREA DE CAMPANA = | 6.85 pies ² |
| ALTURA DE LA CAMPANA = | 2 pies |
| No. DE CAMPANAS ACT. = | 2 |
| VELOCIDAD DE SUCC. = | 220 ppm. |
| GASTO A COND. NORMALES = | 3.013 PCM. |
| TEMP. ESTIMADA DEL GAS = | 932 °F |
| PRESION ACTUAL = | 23.01 pulg. Hg. |
| GASTO A COND. ACT. = | 10.156 PCM |
| VOLUMEN SATURADO = | 5.992 PCM |

DATOS DEL DUCTO DE TRANSPORTE.

| | |
|-------------------------|------------------------|
| VEL. DE TRANSPORTE = | 4000 pies/min. |
| AREA DEL DUCTO = | 2.54 pies ² |
| DIAM. DUCTO PRINCIPAL = | 1.80 pies |
| DIAM. SUCCION CAMPANA = | 1.33 pies |

DATOS DEL EQUIPO DE CONTROL.

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| TAMAÑO DE PARTICULA = | 1 - 3 MICRAS |
| CAIDA DE PRESION REC. = | 20 pulg C.A. |
| EFICIENCIA ESPERADA = | 99.99 % |
| AREA DE GARGANTA = | 0.39 pies ² |
| VEL. EN LA GARGANTA = | 15.300 ppm. |
| CAIDA DE PRESION = | 20.89 pulg C.A. |
| POTENCIA DEL VENTILADOR = | 55.62 H.P. |
| AGUA REQUERIDA = | 102.00 GPM |
| VOLUMEN DEL TANQUE = | 3 m3 |
| RELACION LIQUIDO-GAS = | 17.00 GPM/1000 pc. |
| PRESION DE INYECCION = | 50 Lb/pulg ² |



**Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.**

VENTILADOR:

| | |
|-------------------|--|
| OPERACION: | CENTRIFUGO |
| TIPO: | 400 |
| TAMAÑO: | H421M |
| ARREGLO: | CCW |
| CARCASA: | ACERO |
| AREA DE SUCC: | 2.29 pies ² |
| CAPACIDAD: | 10,600 PCM. |
| VEL. ANGULAR: | 1,745 RPM. |
| PRESION ESTATICA: | 22" C.A. |
| CONSUMO: | 60 HP. |
| MOTOR: | 4 POLOS 3 FASES. |
| ACCESORIOS: | CUBREBANDAS, DRENAJE, PTA. DE INSPECCION Y DISCO DE ENFRIAMIENTO. |

CHIMENEA:

| | |
|-----------------------|------------------------|
| MAT. DE CONSTRUCCION: | ACERO AL CARBON. |
| CALIBRE: | 16 |
| ARMADO: | BRIDAS C/TORNILLO |
| SELLADO: | C/SILICON. |
| DIAM. INT: | 2.33 pies. |
| AREA SECC. TRANS: | 4.28 pies ² |
| ALTURA TOTAL: | 28.00 pies. (NOM) |
| ALTURA PUERTOS: | 23.00 pies. (NOM) |
| No. DE PUERTOS: | 2 |
| DIST. ANGULAR: | 90° |
| DIAMETRO PUERTOS: | 0.333 pies. (NOM) |
| LARGO PUERTOS: | 0.333 pies. (NOM) |



Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.

HOJA DE RESULTADOS

| | | |
|-----------------|--|----------------------------------|
| Adl | Area del ducto de transporte = | 2,54 pies ² |
| Ag | Area de la Garganta = | 0,39 pies ² |
| Asr | Area de succión redonda = | 6,85 pies ² |
| Atd | Area de transferencia disponible = | 352,10 pies ² |
| Atr | Area de transferencia requerida = | 366,12 pies ² |
| c | Capacidad calorífica del gas = | 0,248 BTU/lb-°F |
| cd | Factor de densidad = | 1,325 adimensional |
| chc | Factor de hc = | 0,27 adimensional |
| Dg | Diámetro de la garganta = | 0,70 pies |
| ρg1 | Densidad del gas en la succión = | 0,0219 lb/pie ³ |
| ρg2 | Densidad del gas saturado = | 0,0508 lb/pie ³ |
| Do | Diámetro exterior del ducto = | 1,816 pies |
| De | Diámetro de succión = | 2,95 pies |
| Dt | Diámetro del ducto de transporte = | 1,798 pies |
| e | Espesor de la lámina del ducto = | 0,0091 pies |
| FM | Flujo Másico = | 13,346 lb/h |
| GCA | Gasto a Condiciones actuales = | 10,156 PCM |
| GCN | Gasto a Condiciones normales = | 3,013 PCM |
| ρo | Masa Velocidad = | 5,256,59 lb/h-pie ² |
| JS | Gasto (Volumen) Saturado = | 5,991,82 PCM |
| h | Humedad del gas = | 2 % en volumen |
| hc | Referencia $0.27(T^*/Do)*0.25 =$ | 1,055 BTU/h-pie ² *F |
| hi | Pérdida de carga (calor) en el ducto = | 4,262 BTU/h-pie ² *F |
| hio | Pérdida de carga en el Diámetro ext. = | 4,220 BTU/h-pie ² *F |
| Ho' | Coefficiente global de trasp. de calor = | 1,86 BTU/h-pie ² *F |
| ho | $hc + hr =$ | 3,330 BTU/h-pie ² *F |
| hr | Referencia $3.1 \times 0.734 =$ | 2,275 adimensional |
| Jh | Número de Reynolds (transformado) = | 270 adimensional |
| k | Termoconductividad = | 0,0308 BTU/h-pie ² *F |
| L | Relación líquido-gas = | 16,95 GPM/1000PCM |
| Ldt | Longitud del ducto de transporte = | 62,34 pies |
| Lr | Agua requerida para el lavado = | 102 GPM |
| PI | Presión del agua de lavado = | 50 lb/pulg ² |
| PN | Presión Normal = | 29,92 "Hg. |
| PR | Presión Real = | 23,01 "Hg. |
| Q | Calor a disipar = | 573,774,9 BTU/h |
| Re | Número de Reynolds = | 97,434,0 adimensional |
| Tfe | Temperatura Final Esperada = | 1,212 °R |
| Tm | Temperatura media = | 842 °F |
| TN | Temperatura Normal = | 537 °R |
| TR | Temperatura real de succión = | 1,392 °R |
| Ts | Temperatura de saturación del gas = | 600 °R |
| Tw | Temp. supuesta de la pared del ducto = | 500 °F |
| T* | Temperatura Logarítmica = | 423 °C |
| T* _m | Temperatura Logarítmica Media = | 761,46 °F |



**Verificaciones Ecológicas
Industriales S.A. de C.V.**

VENTILADOR:

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| OPERACION: | CENTRIFUGO |
| TIPO: | "B" |
| TAMAÑO: | 30 |
| ARREGLO: | ANTICHISPA |
| CARCASA: | FV. |
| AREA DE SUCC: | 6.30 pies² |
| CAPACIDAD: | 14,756 PCM. |
| VEL. ANGULAR: | 1,318 RPM. |
| PRESION ESTATICA: | 6" C.A. |
| CONSUMO: | 20 HP. |
| MOTOR: | 4 POLOS, 3 FASES. |

CHIMENEA:

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| MAT. DE CONSTRUCCION: | F. DE V. |
| CALIBRE: | 3/16" |
| ARMADO: | BRIDAS C/TORNILLO |
| SELLADO: | C/SILICON. |
| DIAM. INT: | 2.83 pies. |
| AREA SECC. TRANS: | 6.30 pies² |
| ALTURA TOTAL: | 28.70 pies. (NOM) |
| ALTURA PUERTOS: | 22.64 pies. (NOM) |
| No. DE PUERTOS: | 2 |
| DIST. ANGULAR: | 90° |
| DIAMETRO PUERTOS: | 0.333 pies. (NOM) |
| LARGO PUERTOS: | 0.333 pies. (NOM) |

ANEXO II
NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-085-ECOL-1994
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE R. N. y P.

describe en el plano sin elaborado a escala 1 1000 en octubre de 1994, por la Delegación de la Secretaría de Desarrollo Social en el Estado de Coahuila y autorizado por la Dirección General del Patrimonio Inmobiliario Federal de la propia Secretaría.

Que la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, mediante oficio número 401/26 08 94/1144 de fecha 26 de agosto de 1994, manifiesto su anuencia en que se retire de su servicio la fracción del inmueble que se menciona en el considerando cuarto del presente, toda vez que no le es de utilidad en el presente ni en un futuro previsible.

Que la Delegación de la Secretaría de Desarrollo Social, en el Estado de Coahuila, mediante oficio número FOO-119-12-1962/94 de fecha 20 de octubre de 1994, emitió dictamen precedente respecto al destino del inmueble objeto del presente ordenamiento.

Que en virtud de que ha quedado debidamente integrado el expediente respectivo, con base en las disposiciones de la Ley General de Bienes Nacionales y siendo propósito del Ejecutivo Federal dar un óptimo aprovechamiento al patrimonio inmueble federal, he tenido a bien expedir el siguiente

ACUERDO

ARTICULO PRIMERO.- Se retira del servicio de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y se destina al servicio del Gobierno del Estado de Coahuila, el inmueble a que se refiere el considerando cuarto del presente ordenamiento, a fin de que lo utilice en la instalación de oficinas administrativas.

ARTICULO SEGUNDO.- Si el Gobierno del Estado de Coahuila, diere al inmueble que se le destina un aprovechamiento distinto al previsto en este Acuerdo, sin la previa autorización de la Secretaría de Desarrollo Social o lo dejare de utilizar o necesitar, dicho bien con todas sus mejoras y accesiones pasará a la administración de esta última Dependencia.

ARTICULO TERCERO.- La Secretaría de Desarrollo Social, en el ámbito de sus atribuciones, vigilará el estricto cumplimiento del presente ordenamiento.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintiocho días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y cuatro - El Secretario de Desarrollo Social, Carlos Rojas Gutiérrez.- Rúbrica.

NORMA Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica - Fuentes fijas - Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de dióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.

CARLOS ROJAS GUTIERREZ, Secretario de Desarrollo Social, con fundamento en los artículos 32 fracciones I, XXIV y XXV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social; 5o. fracciones I y VIII, 6o. último párrafo, 8o. fracciones I y VII, 36, 37, 111 fracción I, del 161 al 169, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 7o fracciones II y IV, 16, 25, 46 y 49 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 46, 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Que esta Norma Oficial Mexicana fue expedida con carácter emergente en dos ocasiones., con las claves NOM-PA-CCAT-019/93 (NE) y NOM-CCAT-019-ECOL/1993 (NE).

Que la misma Norma fué expedida por segunda ocasión con la clave NOM-CCAT-019-ECOL/1993 (NE), y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de noviembre de 1993.

Que atendiendo a las opiniones de los sectores involucrados, se determinó modificar los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de contaminantes generados por los procesos de combustión que usan combustibles líquidos y gaseosos, e incluir combustibles sólidos.

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación del respectivo proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a los que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvieron a disposición del público para su consulta.

1. Objeto.

Norma Oficial Mexicana para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión; así como los niveles máximos permisibles de emisión de dióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

2. Campo de aplicación.

Norma Oficial Mexicana para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, será de observancia obligatoria para el uso de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como para los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado. Será obligatoria igualmente sólo en emisiones de dióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.

Se exceptúan los equipos domésticos de calentamiento de agua, de calefacción y las estufas utilizados en casas habitación, escuelas, hospitales y centros recreativos, en las industrias cuando estos equipos sean utilizados en las áreas de servicios al personal, sin embargo, aplicará para el caso de industrias, comercios y servicios, cuando los equipos y sistemas de combustión en lo individual o la suma de varios rebasen los 10 cc de capacidad nominal en cada instalación.

También se exceptúan los quemadores industriales de campo, el sistema de regeneración de las plantas de desintegración catalítica, las plantas recuperadoras de azufre y los procesos de calentamiento directo que producen dióxido de azufre adicional al proveniente del combustible.

3. Referencias.

- NMX-AA-01 Determinación de la densidad aparente visual de humo.
- NMX-AA-09 Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot.
- NMX-AA-10 Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases que fluyen por un conducto.
- NMX-AA-23 Terminología.
- NMX-AA-35 Determinación de dióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión.
- NMX-AA-54 Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto.
- NMX-AA-55 Determinación de dióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto.

4. Definiciones.

4.1 Calentamiento directo.

La transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso.

4.2 Calentamiento indirecto.

La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

4.3 Capacidad nominal.

La potencia térmica de diseño de un equipo de combustión indicada por el fabricante.

4.4 Certificado de emisión.

El documento expedido por la Secretaría de Desarrollo Social que acredita la cantidad de contaminantes a la atmósfera que puede emitir una fuente fija en un año de acuerdo a su capacidad nominal y al nivel regional de emisiones.

4.5 Combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos.

4.5.1. Los combustibles sólidos se refieren a las variedades de carbón mineral cuyo contenido fijo de carbono varía desde 10% hasta 90% en peso y al coque de petróleo.

4.5.2. Los combustibles fósiles líquidos o gaseosos son los derivados del petróleo y gas natural tales como petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasóleo, gas L.P., butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

4.6 Ciclo combinado

Proceso para la obtención de calor en dos etapas que incluye en la primera, la generación de gases de combustión y la expansión de los mismos y en la segunda, transferencia y recuperación del calor con propósito de generación de energía eléctrica.

4.7 Consumo energético horario

Es la cantidad empleada de un combustible por hora multiplicada por su poder calorífico y se expresa en MJ/h.

4.8 Densidad de humo

TABLA 4.
1994 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1997

| CAPACIDAD DEL GRUPO DE CONSTRUCCION S.U.B. | TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO | DENSIDAD DEL FUMO Numero de mancha u opacidad | PARTICULAS (PT) mg/m ³ (µg/10 ⁶ kcal) | | SÓLIDO DE AZUFRE ppm V (µg/10 ⁶ kcal) | | ÓXIDOS DE NITRÓGENO ppm V (µg/10 ⁶ kcal) | | EXCESO DE AIRE DE COMBUSTION % volumen (4) | | | |
|--|------------------------------|--|---|-------------|--|-------------|---|-------------|--|-------------|-------------|----|
| | | | ZMCM | ZC | RP | ZMCM | ZC (5) | RP | | ZMCM | ZC (3) | RP |
| Hasta 5,250 | Combustibles Sólidos | 4 | NA | NA | NA | 1100 (4.08) | 2100 (7.80) | 2600 (9.81) | NA | NA | NA | 60 |
| | Gases Líquidos | 3 | NA | NA | NA | 1100 (4.08) | 2100 (7.81) | 2600 (9.81) | NA | NA | NA | 50 |
| | Gases | 0 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | |
| | Líquidos | NA | 100 (0.142) | 600 (0.852) | NA | 1100 (4.08) | 2100 (7.80) | 2600 (9.81) | 270 (0.588) | 300 (0.801) | 400 (1.064) | |
| De 5,250 a 43,000 | Gases | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 270 (0.583) | 300 (0.787) | 400 (1.023) | |
| | Líquidos | NA | 100 (0.142) | 650 (0.904) | NA | 1100 (4.08) | 2100 (7.81) | 2600 (9.81) | 180 (0.481) | 300 (0.801) | 400 (1.065) | |
| | Gases | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 180 (0.466) | 300 (0.787) | 400 (1.023) | 40 |
| | Sólidos | NA | 70 (0.105) | 435 (0.644) | NA | 1100 (4.32) | 2100 (8.24) | 2600 (9.81) | 150 (0.448) | 280 (0.785) | 400 (1.122) | |
| Más de 110,000 | Líquidos | NA | 70 (0.098) | 500 (0.710) | NA | 1100 (4.12) | 2100 (7.81) | 2600 (9.81) | 160 (0.427) | 280 (0.748) | 400 (1.089) | 30 |
| | Gases | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 140 (0.409) | 280 (0.716) | 400 (1.023) | |

Notas y significados de siglas en Anexo I.

ANEXO III
NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-010-STPS-1994
SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

SEGUNDA SECCION

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1994, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-010-STPS-1994. RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE PRODUZCAN, ALMACENEN O MANEJEN SUSTANCIAS QUIMICAS CAPACES DE GENERAR CONTAMINACION EN EL MEDIO AMBIENTE LABORAL

ARSENIO FARELL CUBILLAS, SECRETARIO DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL, CON FUNDAMENTO EN LOS ARTICULOS 16, 40 FRACCIONES I Y XI DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL; 512, 523 FRACCION I, 524 Y 527 ULTIMO PARRAFO DE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO; 3o. FRACCION XI, 38 FRACCION II, 40 FRACCIONES I Y VII, 41 A 47 Y 52 DE LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION; 2o., 3o. Y 5o. DEL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, Y 5o. DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL, Y

CONSIDERANDO

Que con fecha 2 de julio de 1993, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 48 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana:

Que en sesión de fecha 7 de julio de 1993, el expresado Comité consideró correcto el Anteproyecto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con fecha 19 de julio de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto de que dentro de los siguientes 90 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que habiendo recibido comentarios de la Cámara de la Industria Huleira y la Cámara Minera de México a través de la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, el

Comité Consultivo Nacional procedió a su estudio y resolvió sobre los mismos en sesión de fecha 26 de octubre de 1993;

Que con fecha 16 de marzo de 1994 en cumplimiento de lo previsto en el artículo 47, fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas otorgadas a los comentarios recibidos:

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que con fecha 26 de octubre de 1993, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

Norma Oficial Mexicana: NOM-010-STPS-1994. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

1. Objetivo.

Establecer medidas para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de acción sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores, así como los niveles máximos permisibles de concentración de dichas sustancias, de acuerdo al tipo de exposición.

1.1 Campo de Aplicación.

La presente NOM-STPS debe aplicarse en todos los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral.

2. Referencias.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 123 Apartado "A", fracción XV;

Ley Federal del Trabajo, artículos 512 y 527;

Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Título Octavo, Capítulo I.

3. Requerimientos.

3.1 Los patrones deben:

3.1.1 Adoptar medidas preventivas tomando en cuenta la naturaleza del trabajo y en su caso lo siguiente:

- A) Las características físico-químicas, y toxicológicas de las sustancias.
- B) Las características de las fuentes generadoras.
- C) Las características, la naturaleza, el tiempo y la frecuencia de la exposición de los trabajadores a dichas sustancias.

TABLA I
NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE LOS
(sólidos, líquidos y gaseosos)

CONTAMINANTE PARA EXPOSICION LABORAL

CPT: Concentración Ponderada en el Tiempo (8 horas de exposición)

CCT: Concentración para Exposición de Corto Tiempo.

P: Concentración Pico.

| No. | CONTAMINANTE | CPT | | CCT | |
|-----|--|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| | | ppm (a) | mg/m ³ (b) | ppm (c) | mg/m ³ (d) |
| 001 | ABATE | - | 10 | - | 20 |
| 002 | ACEITE MINERAL NIEBLA | - | 5 | - | 10 |
| 003 | ACEITE VEGETAL NIEBLA (excepto aceites irritantes) | - | 8.1 | | |
| 004 | ACETALDEHIDO | 100 | 180 | 150 | 270 |
| 005 | ACETATO DE ETERMONOMETILENGLICOL (acetato de metil celosolve, piel) | 25 | 120 | 35 | 170 |
| 006 | ACETATO DE ETILO | 400 | 1400 | | |
| 007 | ACETATO DE ISOAMILO | 100 | 525 | 125 | 655 |
| 008 | ACETATO DE ISOBUTILO | 150 | 700 | 187 | 875 |
| 009 | ACETATO DE ISOPROPILO | 250 | 950 | 310 | 1185 |
| 010 | ACETATO DE METILO | 200 | 610 | 250 | 760 |
| 011 | ACETATO DE N-AMILO | 100 | 530 | 150 | 800 |
| 012 | ACETATO DE N-PROPILO | 200 | 840 | 250 | 1050 |
| 013 | ACETATO DE N-BUTILO | 150 | 710 | 200 | 950 |
| 014 | ACETATO DE SEC-AMILO | 125 | 670 | 150 | 800 |
| 015 | ACETATO DE SEC-BUTILO | 200 | 950 | 250 | 1190 |
| 016 | ACETATO DE SEC-HEXILO | 50 | 300 | | |
| 017 | ACETATO DE TER-BUTILO | 200 | 950 | 250 | 1190 |
| 018 | ACETATO DE VINILO | 10 | 30 | 20 | 60 |
| 019 | ACETILENO | C | | | |
| 020 | ACETONA | 1000 | 2400 | 1260 | 3000 |
| 021 | ACETRONITRILO (piel) | 40 | 70 | 60 | 105 |
| 022 | ACIDO ACETICO | 10 | 25 | 15 | 37 |
| 023 | ACIDO FORMICO | 5 | 9 | | |
| 024 | ACIDO FOSFORICO | - | 1 | - | 3 |
| 025 | ACIDO NITRICO | 2 | 5 | 4 | 10 |
| 026 | ACIDO OXALICO | - | 1 | - | 2 |
| 027 | ACIDO SULFURICO | - | 1 | | |
| 028 | ACIDO TIOGLICOLICO | 1 | 5 | | |
| 029 | ACIDO TRICLOROFENOXIACETICO (2,4, 5 T) | - | 10 | | |
| 030 | ACRILAMIDA | - | 0.3 | - | 0.6 |
| 031 | ACRILATO DE BUTILO | 10 | 55 | | |

| | | | | | |
|-----|--|------|--------|-----|------|
| 032 | ACRILATO DE ETILO (piel) | 5 | 20 | 25 | 100 |
| 033 | ACRILATO DE 2-HIDROXIPROPILO (piel) | 0.5 | 3 | | |
| 034 | ACRILATO DE METILO (piel) | 10 | 35 | | |
| 035 | ACRILONITRILLO | 2 A2 | 4.5 A2 | | |
| 036 | ACROLEINA | 0.1 | 0.25 | 0.3 | 0.8 |
| 037 | AGUARRAS (trementina) | 100 | 560 | | |
| 038 | ALCANFOR SINTETICO | 2 | 12 | | |
| 039 | ALCOHOL ALILICO (piel) | 2 | 5 | 4 | 10 |
| 040 | ALCOHOL DIACETONICO (4 hidrox 4 metil 2-pentanono) | 50 | 240 | 75 | 360 |
| 041 | ALCOHOL ETILICO (etanol) | 1000 | 1900 | | |
| 042 | ALCOHOL FURFURILICO (piel) | 10 | 40 | 15 | 60 |
| 043 | ALCOHOL ISOAMILICO | 100 | 360 | 125 | 450 |
| 044 | ALCOHOL ISOBUTILICO | 50 | 150 | 75 | 225 |
| 045 | ALCOHOL ISOPROPILICO (piel) | 400 | 980 | 500 | 1225 |
| 046 | ALCOHOL METILICO (metanol, piel) | 200 | 260 | 250 | 310 |
| 047 | ALCOHOL N-BUTILICO (piel) | 50 | 150 | | |
| 048 | ALCOHOL SEC-BUTILICO | 100 | 305 | 150 | 455 |
| 049 | ALCOHOL TER-BUTILICO | 100 | 300 | 150 | 450 |
| 050 | ALDRIN (piel) | - | 0.25 | - | 0.75 |
| 051 | ALGODON (povos) | - | 0.2 | - | 0.6 |
| 052 | ALUDUM | - | 8.1 | | |
| 053 | ALUMINIO, ALQUILOS | - | 2 | | |
| 054 | ALUMINIO (humos de soldadura) | - | 5 | | |
| 055 | ALUMINIO, METAL Y OXIDO | - | 10 | - | 20 |
| 056 | ALUMINIO, SALES SOLUBLES | - | 2 | | |
| 057 | ALUMINIO (povos de piro) | - | 5 | | |
| 058 | 2-AMINO ETANOL (etanol amina) | 3 | 8 | | |
| 059 | 4-AMINO DIFENIL (p-xantamina) | A.3 | A.3 | - | A.3 |
| 060 | AMONIACO | 25 | 18 | 35 | 27 |
| 061 | ANHIDRIDO ACETICO | 5 | 20 | | |
| 062 | ANHIDRIDO FTALICO | 1 | 6 | 4 | 24 |
| 063 | ANHIDRIDO MALEICO | 0.25 | 1 | | |
| 064 | ANCIDINA (isómeros o. y p.) (piel) | 0.1 | 0.6 | | |
| 065 | ANILINA Y HOMOLOGOS (piel) | 2 | 10 | 5 | 20 |
| 066 | ANTIMONIO Y COMPUESTOS (como Sb) | - | 0.5 | | |
| 067 | ATRAZINA | - | 10 | | |
| 068 | ANTU (alfa naftil tiurea) | - | 0.3 | | 0.9 |
| 069 | ARSENIATO DE CALCIO (como Ca) | - | 1 | | |
| 070 | ARGON | C | C | | |
| 071 | ARSENIATO DE PLOMO (como Pb) | - | 0.15 | - | 0.45 |
| 072 | ARSENICO (soluble como As) | - | 0.2 | | |
| 073 | ARSENIA | 0.05 | 0.2 | | |
| 074 | ASBESTOS (todas sus formas) | A.1 | A.1 | | |
| 075 | ASFALTO (petróleo) HUMOS | - | 5 | - | 10 |
| 076 | BARIO (compuestos solubles como Ba) | - | 0.5 | | |