

I. JUSTIFICACION

JUSTIFICACION:

Estudios realizados por la empresa con anterioridad, el nivel interior de contaminación está por encima de los niveles máximos permisibles por la Norma Oficial Mexicana -010-STPS-1994; además se percibió visualmente gran cantidad de polvo en el aire y en el piso. Lo cual puede afectar el estado físico de los trabajadores, ya que hay enfermedades causadas por la penetración de ciertas cantidades de polvo al sistema respiratorio, además puede alterar el estado de ánimo de los trabajadores (GENL, 1993)

Por la política desarrollada y estudios realizados por la empresa se pudo constatar la preocupación por la salud y el bienestar de sus trabajadores, además, si no se atiende el problema puede implicar una sanción por parte de las autoridades, por lo cual es muy importante encontrar una solución permanente y segura

La solución propuesta disminuye los puntos críticos de emisión de contaminación, así como la posible interacción del hombre en la producción de la contaminación (Limón, 1991.)

Lo anterior es un factor importante en la disminución de pérdidas económicas, como en el caso de la materia prima diseminada en el suelo, así como las de "tiempo-obrero", ya que el tiempo utilizado en la recolección del material del suelo podría emplearse en aumentar la producción. Además de una mejoría del aspecto del interior de la empresa.

El Tratado de Libre Comercio, así como estándares de calidad, exigen el aumento de la productividad, lo cual hizo factible la realización del presente proyecto, ya que en relación costo-beneficio se da en corto plazo.

En una visita realizada al interior de la empresa, para analizar las necesidades de producción, se observó derramamiento de arena de moldeo en el piso y partículas en el ambiente. Al trabajar en equipo se sugirió una solución a corto, mediano y largo plazo, con resultados positivos para el esquema que se planteó. Además de que se cuenta con el apoyo de personal capacitado pues en su organigrama se aprecia el puesto de

superintendente con carrera de ingeniería, gerente de mantenimiento y diversos ingenieros del área de producción, para corregir estos puntos.

II. ANTECEDENTES

II. ANTECEDENTES

Desde que el hombre se organizó en tribus, aprendió a utilizar el fuego, construyendo sus herramientas y armas, las primeras para construir sus viviendas y utensilios y las segundas para defenderse de sus agresores y dedicarse a la caza para la supervivencia, desde ésta época el hombre ha estado expuesto a peligros los cuáles se han acompañado de lesiones y de muerte.

Al correr los años, las actividades del hombre cada día han sido más complicadas. A mediados del siglo XIX, con el advenimiento de la Revolución Industrial se produjo potencialmente la fuerza de trabajo, hasta ese entonces muscularmente

Como en otras partes del mundo, la industria del hierro y el acero se desarrolló en México a fines del siglo pasado y en Monterrey se inicio en el año de 1900 con la construcción de la Fundidora Monterrey, S.A ,que ocupó durante muchos años el primer lugar en el país, en la producción siderúrgica.

El hierro constituye una de las bases de nuestra civilización por el hecho de que este metal es uno de los más utilizados, gracias a sus valiosas propiedades, pero también al hecho de que los minerales de hierro son abundantes y fácilmente accesibles (Mendoza)

El hierro se encuentra prácticamente en toda la corteza terrestre, de la que constituye aproximadamente el 5% . Se halla en mayor abundancia en el interior de la tierra. Estudios realizados por algunos investigadores suponen que el núcleo terrestre se compone de una masa de hierro y níquel a unos 4000° C y sometida a presiones muy altas.

Los minerales de hierro, normalmente óxidos, (combinaciones de hierro y oxígeno), proceden del magma fundido del interior de la tierra.

El hierro no se emplea casi nunca sólo, sino combinado con otros elementos y especialmente con el carbono, cuya proporción caracteriza los tres tipos fundamentales del hierro:

- Fundición
- Hierro dulce
- Acero

Los métodos que se emplean actualmente para la obtención del hierro no tienen más de 100 años de antigüedad.

En 1885, Bessemer inventó un procedimiento para obtener acero, inyectando aire a través del arrabio fundido y quemando así el carbono. Esta fue la primera vez que se trabajó con hierro líquido, pues hasta entonces, el hierro y el acero salían en lingotes, para ser trabajados después a mano, en torjas (Mendoza)

La empresa TALLERES INDUSTRIALES, S A de C V del giro Metal Mecánico, ubicada en la calle Violeta No. 633, Colonia Victoria, se dedica a la fundición de hierro para la creación de piezas metálicas como tubería sanitaria, molinos manuales para nixtamal, accesorios automotrices, partes mecánicas, hidrantes y comales

Su actividad laboral comenzó en agosto de 1934, y siempre se ha preocupado por la salud y el bienestar de sus trabajadores y las familias de éstos

El proceso ahí empleado incluye hierro y acero fundido. La materia prima para la fundición es el coque, el arrabio y la chatarra, lo cual es introducido a un horno. El material fundido es llevado en ollas especiales transportadas a través de unos monorrieles, hacia el área de vaciado. Este se realiza en forma automática y manual, en moldes de arena compuesta principalmente por arcilla la cual es mezclada y triturada en el molino de arena, y es transportada por bandas elevadas, hacia las diferentes máquinas de moldeo; automáticas y semiautomáticas, en donde se producen dos tipos de moldes: unos para piezas compactas y otros para piezas huecas. En estos últimos se utilizan corazones de arena sílica, los cuales son diseñados, moldeados y elaborados en una área adjunta, en donde se encuentran las máquinas que los producen. Una vez vaciado el hierro o el acero en los moldes, se espera un corto lapso de tiempo para su solidificación. Posteriormente se liberan las piezas de los moldes, cuya arena es reutilizada y la pieza es transportada a máquinas que por medio de postas y aire despegan los restos de arena. De esta forma se obtiene el producto deseado. Posteriormente pasa por varios procesos hasta su acabado (UANL, 1985).

La arena utilizada en los moldes del proceso de vaciado, de la liberación de la pieza enfriada, y en la banda transportadora de material son las causantes del problema.

II.1. PARTICULAS EN EL AIRE

A pesar de que las partículas representan solo el 9 por ciento de la masa total de los contaminantes del aire producidos por el hombre, para 1973, el riesgo potencial de este tipo de contaminantes es mucho mayor. Las partículas presentan un riesgo para los pulmones; incrementan las reacciones químicas en la atmósfera; reducen la visibilidad; aumentan la posibilidad de la precipitación, la niebla y las nubes, reducen la radiación solar, con los cambios en la temperatura ambiental y en las tasas biológicas de crecimiento de las plantas; y ensucia las materias del suelo. La magnitud del problema en cada una de las áreas descritas es una función del rango del tamaño de las partículas presentes en la atmósfera local, la concentración de las partículas y las composiciones química y física de las partículas (OMS).

II.2. NATURALEZA DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

El tipo de contaminantes que se encuentran en el lugar de trabajo son dependientes de los procesos utilizados. Se dividen en grupos de acuerdo a sus características físicas.

Estos grupos son: Gases y Vapores

Partículas

Olores

II 2 a PARTICULAS

Este grupo esta dividido en particulas liquidas y sólidas. En el grupo de **partículas sólidas** existen tres categorias basadas en el tamaño y el método de evolución.

Polvos son formados por materiales sólidos orgánicos e inorgánicos y reducidos de tamaño por procesos mecánicos como pulverizado, molido, etc. El rango de tamaño de estas particulas van desde las visibles hasta las submicroscopicas, pero lo principal que concierne al Ingeniero Ambiental son aquellas menores de 10 micras, ya que estas son respirables y se suspenden en el aire por un corto periodo de tiempo, con el consiguiente daño pulmonar.

Vapores son formados de materiales solidos por evaporacion, condensacion, y por reacciones moleculares de gases. Metales como el fierro cuando son fundidos, producen vapores que se condensan en la atmosfera y forman particulas metálicas que oxidan al fierro. El tamaño de estas particulas varian de 1 a 0.0001 micras. Los materiales organicos sólidos pueden formar humos de la misma manera.

Humos son productos de una combustión de materiales orgánicos y son caracterizados por densidad óptica.

El tamaño de estas particulas son usualmente menores de 0.5 micrometros.

Aerosol son una dispersión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en medios gaseosos.

Niebla es aerosol visible.

Ceniza fina son partículas de ceniza finamente divididas arrastradas por el gas de la combustión. Las partículas pueden contener combustible no quemado.

Nebulina es la dispersión de pequeñas gotas de líquido de suficiente tamaño como para caer desde el aire.

Hollin es una aglomeración de partículas de carbón.

Las **partículas líquidas** son a veces clasificadas como nieblas, pero su distinción es poco clara. Las partículas líquidas son producidas por atomización o condensación del estado gaseoso. Aquí existen varias condiciones atmosféricas en las que las combinaciones de partículas líquidas y sólidas están presentes (First)

En general, las partículas arrastradas por el aire varían su tamaño desde 0.001 a 500 micras, con la mayor parte de la masa de partículas presentes en la atmósfera con una variación de 0.1 micras, muestran un comportamiento similar al de las moléculas y están caracterizadas por grandes movimientos aleatorios causados por colisiones con las moléculas del gas. Las partículas mayores de 1.0 micras, pero menores de 20 micras, tienden a seguir el movimiento del gas por el que son llevados. Las partículas mayores de 20 micras poseen velocidades de asentamiento significativas; por tanto, el aire las arrastra durante períodos relativamente cortos (Williamson).

Las velocidades de asentamiento de las partículas con una densidad de 1g/cm^3 son variadas, estos valores indican la razón por la que existe una diferencia significativa en el comportamiento de las partículas.

La concentración de partículas se expresa usualmente como la masa total de las partículas en un volumen dado de gas. Las unidades básicas para la concentración de partículas son los microgramos por metro cúbico, a pesar de que las unidades de gramos por pie cúbico están bien establecidas en la literatura más antigua ($1.0\text{ g/ pie}^3 = 2.29\text{ g/m}^3 = 2.29 \times 10^6\text{ microgramos/m}^3$) (Wark).

Además de la concentración promedio de partículas en masa por volumen unitario, es importante tomar nota de la distribución de tamaños por conteo de partículas y por volumen en la atmósfera urbana. Las partículas dentro del intervalo de 0.0 a 1.0 micras constituyen solo el 3% por volumen. No obstante, el número de partículas dentro de dicho intervalo es abrumador comparado con el resto de la muestra. Las partículas dentro de dicho intervalo son capaces de introducirse a los pulmones. Desde el punto de vista de la salud, no se trata tanto de bajar la carga de polvo atmosférico total en una área urbana, sino de disminuir el fuerte conteo de partículas en el intervalo de los tamaños pequeños (Wark)

En general, según Wark y colaboradores, las partículas presentes en la atmósfera en el intervalo de tamaños por debajo de 1 micra, se producen por condensación, mientras que las partículas mayores son el resultado, o bien de la trituración (pulverización, o la combustión). Los procesos de molienda en seco son rara vez eficientes en la producción de partículas menores de pocas micras. La combustión puede producir 4 tipos diferentes de partículas. Se forman por los siguientes modos.

El calor puede evaporizar materiales que se condensan posteriormente, produciendo partículas entre 0.1 y 1.0 micras

Las reacciones químicas del proceso de la combustión pueden producir partículas de cúmulos moleculares inestables de corta duración por debajo de aproximadamente 0.1 micras.

Los procesos mecánicos pueden liberar cenizas o partículas de combustible de 1.0 micras o mayores.

Si intervienen aspersiones de combustibles líquidos, pueden que se escapen directamente una ceniza muy fina.

La combustión parcial de los combustibles fósiles pueden producir hollín.

Las fuentes estacionarias de emisiones de partículas se pueden dividir en clases tales como domésticas y comerciales, industriales y de energía (OMS).

Las principales fuentes industriales de la contaminación por partículas en industrias como industrias de hierro y acero tienen como fuente de emisión altos hornos, hornos para la producción de acero, y máquinas de sintetización y las partículas son de hierro, polvo y humo, algunos métodos de control utilizados son los ciclones, casas de bolsas, precipitadores electrostáticos, colectores húmedos. En el caso de las fundiciones de hierro gris las fuentes de emisión son hornos de cubilote, sistemas de vibración, fabricación de corazones, las partículas son de óxido de hierro, humo, polvo aceitoso, vapores metálicos. Algunos métodos de control son los lavadores, colectores centrifugos secos (TMS).

La prevención de la contaminación del aire proveniente de fuentes industriales se inicia dentro de la fábrica o planta. No es necesario tener que depender de dispositivos de limpieza de los gases y de chimeneas altas de descarga a fin de reducir las emisiones y dispersar y diluir las sustancias perjudiciales a concentraciones tolerables a nivel del suelo, cuando el control del proceso y del sistema sea efectivo en evitar la formación y descarga de los contaminantes al aire, como

- Limpieza de los gases
- Reubicación de la fuente
- Sustitución del combustible
- Cambios del proceso
- Práctica operatoria adecuada
- Clausura de la fuente
- Dispersión (OMS)

II.2..b. CARACTERISTICAS DEL DIAMETRO DE UNA PARTICULA

Antes de deducir las características de la distribución del número o masa (peso) de una colección de partículas es importante tratar el tema del propio diámetro de la partícula, puesto que tanto la distribución de la masa como los datos de eficiencia fraccionaria son función del diámetro de la partícula. En teoría, si todas las partículas presentes fueran

esféricas, la definición del diámetro de la partícula quedaria entonces bien clara. No obstante, las partículas sólidas, por lo general, no son esféricas, sea cual fuera su origen en los procesos industriales o naturales. Por tanto, la medición de una dimensión lineal que representa un diámetro, no resulta obvia (Stockman).

El diámetro de una partícula, basada en una área superficial, d_{SA} , se define como el diámetro de una esfera que tenga la misma área superficial de la partícula considerada.

El diámetro volumétrico de una partícula verdadera, d_V ; se define como el diámetro de una esfera que tenga el mismo volumen que la partícula de que se trata. También se puede definir un diámetro en términos de un tipo específico del comportamiento de la partícula.

El diámetro de Stokes, d_S , es el diámetro de una esfera con la misma densidad de la partícula no esférica que cae libremente en un flujo laminar a la misma velocidad terminal que la partícula no esférica.

El diámetro aerodinámico equivalente, d_A se define de manera similar al diámetro de Stokes, excepto, que se toma una esfera que tenga la densidad de 1 gramo/ cm^3 . Es posible definir otros tipos de diámetros. De aquí resulta que existe un cierto número de bases para los datos de la distribución de la masa y la eficiencia fraccionaria en términos del tipo específico de diámetro seleccionado para el análisis (Stockham).

Para tratar el número o la distribución de datos de masa con una mayor amplitud, es útil establecer primero alguna notación y nomenclatura. Como las muestras de partículas contienen un número extraordinario de partículas, se supondrá que los tamaños (diámetros) tienen una distribución continua (en comparación con la distribución discreta). Esto significa que la colección de partículas se puede analizar en términos de un intervalo diferencial de los tamaños de las partículas (EPA).

Se define como $N(d_p)$ como el número de distribución acumulada, esto es como el número de partículas cuyos diámetros sean iguales o menores que d_p , y N es el número total de partículas de todos los tamaños (Wark).

II.2.c. DISTRIBUCION DE LAS PARTICULAS

Con frecuencia es provechoso caracterizar toda una colección de partículas por medio de un solo diámetro. Los diámetros típicos utilizados con este fin son los modales, medianos y promedios o medios. El diámetro modal se define como aquel diámetro en donde ocurre el mayor número de partículas. Se tienen dos valores medianos para los diámetros de las partículas que han demostrado ser útiles en los estudios de la contaminación, se trata del diámetro mediano del número (conteo) y el diámetro mediano de masa. Son especialmente útiles cuando las partículas son esencialmente esféricas el diámetro *mediano del número*, d_M , es aquel diámetro para el que 5 por ciento de las partículas son mayores (o menores), por conteo, que d_{NM} . El diámetro mediano de masa (volumen), d_{MM} es aquel diámetro para el cual la masa de todas las partículas mayores de d_{MM} constituye el 50 por ciento de la masa total (Wark).

El diámetro medio (o aritmético), d_{medio} , se encuentra, en general, por la suma de todos los valores de la variable, que luego se divide por la suma del número total de muestras.

Por tanto, los valores modales, medianos y medios de una distribución de partículas son tres medidas frecuentemente usadas para indicar la situación general de la distribución a lo largo de la coordenada del diámetro de un trazado similar. Es importante tener alguna medida de la amplitud de la distribución. Una medida de la amplitud o dispersión, se llama varianza v^2 (Stockham).

II.2.d VELOCIDAD TERMINAL O DE ASENTAMIENTO DE UNA DE LAS PARTICULAS

Un método básico para remover las partículas consiste simplemente en el asentamiento por gravedad. Esta técnica se utiliza tanto por la naturaleza como por los diseñadores de equipo industrial. Hay un parámetro importante que determina su utilidad; se trata de la velocidad terminal o de asentamiento (rapidez) de una partícula V_f . Se define como la velocidad descendente constante que alcanza la partícula en una dirección paralela al campo gravitacional terrestre, según sobrepase las fuerzas debidas a la flotación y la resistencia de fricción (Wark).

II.3. ORIGEN Y CLASIFICACION DEL POLVO EN LA INDUSTRIA

Se produce una inmensa cantidad de polvo al triturar (beneficio de minerales), moler, barrenar, cribar, cambiar material de una correa transportadora a otra, transportar y también al maquilar, tanto al rectificar como al terminar o pulir, al cardar lino y algodón, al desmoldear en las fundiciones, etc. (Spedding).

El contenido de polvo del aire se caracteriza por el peso de polvo por unidad de volumen (mg/m^3) o por el número de partículas contenidas en 1 cm^3 . Para que el polvo quede totalmente definido es preciso conocer ambas cantidades (Evans).

Según las normas de la URSS para el diseño de edificios industriales (H 101-54), el contenido de polvo no tóxico en el aire en la zona de trabajo no debe exceder los $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ si el polvo contiene más del 10% de cuarzo o amianto; para los demás polvos no tóxicos el máximo permisible es de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (OMS).

El polvo puede tener consecuencias adversas para la salud de los trabajadores. Esta descrito en la literatura, que la inhalación prolongada de grandes cantidades de polvo que

contenga sílice (Si_2O) o amianto puede ocasionar silicosis o la asbestosis respectivamente. La arena cuarzosa y de río, que están constituidas por sílice, se usan ampliamente en las fundiciones como constituyentes de la arena de moldeo y arena para machos, para chorrear las piezas fundidas, etc. Son también la materia prima principal para producir cerámica, vidrio, porcelana, etc (Baturin)

Los polvos industriales expelidos por las aberturas y sistemas de ventilación causan la contaminación atmosférica en los alrededores de las fábricas y los barrios habitados (Wadden).

El polvo industrial acostumbra ser una mezcla de partículas de sustancias diferentes una de las cuales es la predominante. Las diferentes clases de partículas también se distinguen por sus propiedades físicas.

En condiciones industriales, las partículas de una nube de polvo pueden cubrir una amplia gama de tamaños que va desde fracciones de una micra hasta 100 micras. La distribución por tamaños se determina por su origen, el tipo de maquinado, el nivel de exposición, etc. (Wadden).

II.4. FUENTES DE CONTAMINACION EN INTERIORES

Los obreros pasan en promedio 8 horas del día en el interior de los edificios, por lo que en los estudios sobre el efecto de los contaminantes del aire sobre la salud del hombre se han de tener en cuenta las diferentes concentraciones de sustancias de este tipo a las que se exponen las personas durante el día (Stern)

II 4.a. CONCENTRACION DE LOS CONTAMINATES DE INTERIORES

Estudios con SiO_2 revelan que la concentración de este gas en recintos cerrados es solo un 20% de la presente en espacios abiertos. Una experiencia, que consiste en dejar entrar en una habitación, a través de una ventana, una ráfaga de aire contaminado de SiO_2 controlando continuamente la concentración del gas, puso de manifiesto que ésta disminuye según un proceso de primer orden, con una vida media de 40 a 60 minutos, lo cual revela el significativo efecto ejercido por la superficie de las paredes en el comportamiento del SiO_2 en recintos cerrados (Spedding)

II.4.b. INTERACCION DE LOS CONTAMINATES CON LOS MATERIALES DE INTERIORES.

El SiO_2 muestra gran capacidad para ser absorbido. En los últimos años se ha investigado la capacidad de sorción para el SiO_2 de muchos materiales de interiores.

Medidas de la concentración de SiO_2 en interiores y exteriores de algunas casas alemanas revelan que las superficies internas pierden su capacidad de sorción de SiO_2 con el tiempo, fenómeno que es muy importante en superficies pintadas y enlucidas. Por consiguiente, en las casas antiguas la concentración de SO_2 , se aproxima, con el tiempo, a la concentración exterior (Evans).

II.5. VENTILACION LABORAL

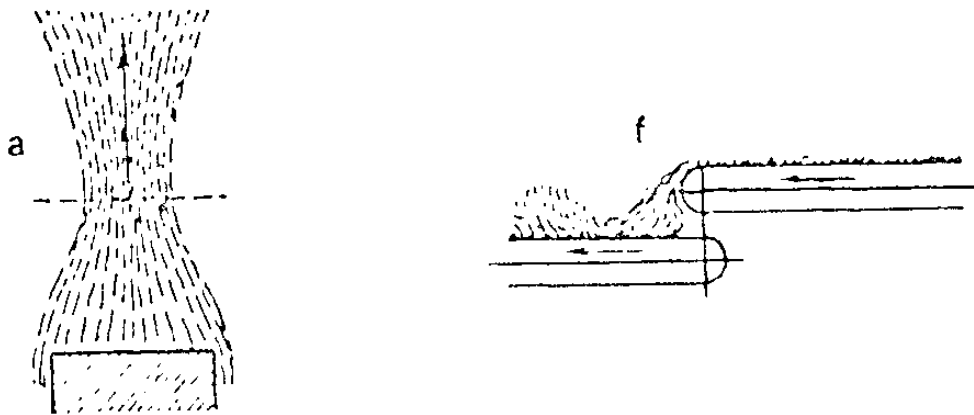
Esencialmente, la ventilación es la ciencia que estudia como regular la renovación de aire en los edificios

Para la solución de los problemas de ventilación general se precisa saber la cantidad de impurezas que se incorporan a aire por unidad de tiempo, siendo también esencial el conocimiento de los mecanismos de propagación y cómo pueden ser modificados mediante ventilación (Baturin).

La cantidad de aire requerido para la ventilación se puede reducir considerablemente extrayendo aire en las zonas donde la concentración de las impurezas sea más elevada. Las concentraciones de los contaminantes según las normas difieren sus niveles de acuerdo a si es en el exterior, (en la chimenea) o en el lugar de trabajo , siendo esta última una concentración más baja. Esta estratificación de concentraciones se obtiene suministrando el aire puro a un nivel cercano al suelo y extrayendo el aire viciado por la parte más alta del edificio. Si el aire puro entrara por el techo, al descender modificaría la concentración de los estratos, al mezclarse con aire viciado, dando por resultado que si no se aumentase el suministro de aire puro la concentración de CO en la zona de trabajo subiría hasta 0.01 g/m³ más. Para mantener la concentración deseada sería necesario incrementar la cantidad de aire suministrado en una proporción de 1.5 aproximadamente. Por consiguiente, la cantidad de aire que es preciso renovar depende directamente de la disposición de los elementos de ventilación (Wadden).

Para los oasis de aire es necesario conocer las condiciones que harán posible que un espacio rodeado de paredes laterales de unos 2 metros de altura abierto por la parte superior se mantenga lleno de aire puro y fresco a pesar de estar rodeado de aire caliente o contaminado (Baturin).

Para obtener una buena ventilación y sobre todo para decidir los sitios donde conviene colocar aspiradores es necesario tener una idea general de la naturaleza de las corrientes de aire que se originan en los focos de polución. Los dibujos esquemáticos siguientes están destinados a proporcionar cierta idea de dichas corrientes



El dibujo *a* muestra una corriente ascendente de aire originada por un cuerpo caliente cualquiera (un molde lleno de metal fundido, un baño industrial de agua o solución acuosa caliente, etc.). Este tipo de corrientes además de calor, pueden arrastrar gases, vapores o polvos nocivos.

En el esquema *f* se muestra la corriente de aire polvoriento que se origina cuando se vierte material en polvo. Cuando se vierte el material se libera el aire que éste lleva atrapado, pero arrastra consigo gran cantidad de partículas diminutas. Además, el aire así liberado aumenta la presión. Este fenómeno ocurre cuando se transfiere material de una banda transportadora a otra, cuando se carga una tolva, etc (Baturin)

Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. La forma geométrica del edificio
2. La situación e importancia de los focos que cambien el estado y composición del aire, en particular los que constituyen fuentes de calor (o frío) y de gases.
3. Las corrientes originadas por las fuentes que acabamos de mencionar.
4. Situación de las entradas y salidas de aire en el edificio, así como su tipo y dimensiones.

Las condiciones en que debe mantenerse al aire en la zona de trabajo (llamese zona de trabajo al espacio comprendido entre el nivel del suelo y el nivel de respiración, e cual oscila entre 1.5 y 2.0 metros). Se determina por consideraciones de higiene. Una vez establecidas estas condiciones se calculan los parámetros del aire entrante y saliente.

Los principales problemas de la aerodinámica de la ventilación, la cual se basa en la aerodinámica general son que cantidad de aire debe introducirse, como introducirlo y por donde, como extraer el aire viciado y en general como diseñar un sistema de ventilación que resulte sencillo, eficaz, y económico. La aerodinámica estudia el flujo interno y externo y así mismo la teoría del chorro libre (Baturin)

Las impurezas que alteran el estado y composición del aire se propagan en forma de chorros en la mayoría de los casos. La acción recíproca entre los chorros de aire y su circulación en el edificio determinan la distribución de las temperaturas, las concentraciones de gases y sus velocidades (OMS)

Es importante para la ventilación la rama de la aerodinámica que estudia los procesos de aspiración, ya que es necesario conocer la Ley de la variación de la velocidad en función del área de la boca de aspiración, la distancia a la boca, la velocidad inicial y los movimientos del aire en el interior del edificio (Evans)

II.5.a. EL POLVO Y SUS PROPIEDADES EN RELACION A LA VENTILACION

Las propiedades físicas de una sustancia finamente suspendida en el aire y las que posee la misma sustancia cuando forman masa compactas son muy distintas. La diferencia se debe a que las partículas presentan una superficie de contacto con el aire mucho mayor, lo cual aumenta enormemente el número de moléculas activas tanto físicas como químicamente (Wadden).

Las sustancias que se queman en presencia de aire con toda normalidad como el azúcar, el carbón, y el almidón, si se muelen hasta convertirlas en polvo fino, explotan con gran fuerza al iniciarse la ignición (Wadden)

La mayor superficie de contacto que presentan las sustancia molidas acelera el intercambio de moléculas entre la fase dispersa y el medio (Wadden)

II.5.a 1. CLASIFICACION DE LAS PARTICULAS DE ACUERDO A LOS RIESGOS DE TRABAJO

La clase I incluye los polvos muy inflamables. Cualquier fuente de calor, por ejemplo la que se genera al encender una cerilla es suficiente para inflamarlos. En esta clase estan incluidos los polvos de azúcar, dextrina, corcho, almidón, cacao, y harina de arroz.

La clase II incluye los polvos que solo se inflaman en presencia de una fuente de calor poderosa (arco eléctrico, mechero de bunsen) como el polvo de cuero, serrín, tortón de semillas oleaginosas, salvado, seda, etc.

La clase III incluye los polvos no inflamables en condiciones de la industria debido a que presentan un mayor tamaño de partículas y a que contienen un elevado porcentaje de materias no explosivas. Esta clase incluye el tabaco, carbon metalúrgico, carbón vegetal, hollín de fundición, coque, grafito, etc. (EPA).

II 6. INSTRUMENTACION PARA DETERMINAR LA CONCENTRACION DE UN CONTAMINANTE

La determinación de la cantidad de un contaminante, presente en una corriente de gases de escape, o en el ambiente atmosférico, requiere mucho cuidado y el uso de una instrumentación sensible puesto que, en cualesquiera de los casos, la concentración del contaminante que interesa, es pequeña. Debido a la similitud de los requisitos básicos para obtener un muestreo preciso de los gases y de los tipos empleados de instrumentación, ambas áreas se tratarían juntas (Wark).

II 7. DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A LAS PARTICULAS TRANSPORTADAS POR EL AIRE

La exposición de partículas transportadas por el aire ocasiona retención de una cierta cantidad de polvo en los pulmones, que no puede medirse directamente en el hombre.

El grado de exposición se determina indirectamente según la concentración de partículas transportadas por el aire, la duración del trabajo y la tasa de ventilación pulmonar.

En la determinación de la concentración de partículas en el aire pueden emplearse dos métodos:

La determinación del número de partículas en un volumen determinado (recuento de partículas) o su masa (método gravimétrico). El método de recuento de partículas se empleaba en forma exclusiva hasta los años sesenta, pero desde entonces se ha reemplazado en la mayoría de los países por el método gravimétrico. Sin embargo, el recuento de partículas sigue siendo el método más importante para determinar la acumulación de polvos fibrosos

A fin de poder comparar las antiguas medidas basadas en el recuento de partículas con los valores gravimétricos, se ha tratado de convertir el recuento de partículas en concentración de masa. Eso sólo es posible cuando se conoce la distribución del tamaño de las partículas y la densidad específica relativa al polvo. En el caso del polvo no se puede dar un factor general de conversión.

Ayer y colaboradores, valiéndose de técnicas de muestreo simultáneo con golpeador (recuento de partículas) y de instrumentos gravimétricos determinaron que en los depósitos de granito de Vermont 10 millones de partículas por pie cúbico (mpppc) equivalen a una concentración de polvo de cuarzo inhalable de 100 microgramos/m³ (polvo total que contiene de 25% a 35% de sílice libre)

Therriault y col. encontraron una relación un poco diferente en la que 10 mpppc (353 partículas/ml) corresponden a 80 microgramos de cuarzo/m³ (tamaño inhalable).

II.8. DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE LA MASA DE LAS PARTICULAS TRANSPORTADAS POR EL AIRE

Los métodos de muestreo y análisis de polvo empleados en la práctica pueden dividirse en tres clases principales, a saber:

a) Recolección sin segregación por tamaño (muestra de polvo total):

Las muestras de polvo recogidas de esta forma pueden analizarse más detalladamente empleando técnicas como el recuento de partículas (microscópica óptica), el análisis gravimétrico (verificación del peso de la muestra) y el análisis clínico. Esas muestras pueden analizarse también para determinar la distribución de las partículas según el tamaño empleando técnicas como microscopía, elutriación y sedimentación.

b) Recolección con segregación por tamaño:

Este tipo de muestreo implica alguna forma de separación de las partes de la muestra de polvo recogida, según el tamaño de la partícula en el momento del muestreo. Eso puede ser, por ejemplo, la separación en dos partes (inhalables y no inhalables) o en muchas otras, cada una de las cuales corresponde a un tamaño determinado. Esas muestras pueden examinarse más detalladamente mediante análisis gravimétrico, recuento de partículas o análisis químico.

c) Determinación del tamaño sin recolección.

Se pueden determinar las características del tamaño de las partículas de una nube de polvo, por ejemplo, mediante análisis eléctrico u óptico del tamaño, sin recoger ninguna muestra.

La mejor forma de determinar la exposición a las partículas transportadas por el aire que causan la clase de neumoconiosis es mediante evaluación de la fracción inhalable de polvo.

II.9. ANALISIS DE PARTICULAS

La mayor parte de los dispositivos empleados en el muestreo de los contaminantes de partículas en el aire, son meramente colectores. El análisis de partículas y la determinación de su cantidad se deberán efectuar por separado. Como las partículas se pueden encontrar en las fases tanto sólidas como líquidas, puede que se requieran diversos tipos de colectores. En muchos casos, los diferentes colectores podrán ser utilizados en serie. Se deberá tener cuidado e impedir acumulación de partículas sobre las paredes de la sonda de muestreo y el tubo de conexión. Se deberá también hacer notar que si los colectores de partículas preceden a los muestreadores de gas, puede ocurrir que los gases que se desee aislar puedan ser adsorbidos o experimentar una reacción química sobre las superficies de las partículas acumuladas. Se debe evitar esta situación indeseable (Wadden)

Los mecanismos básicos empleados en la operación de estos colectores son del mismo tipo que los usados en grandes dispositivos de control de las partículas, por esta razón, estos colectores se pueden considerar colectores en miniatura. Quizá el filtro constituye el colector de uso más generalizado. Se dispone de gran variedad de elementos filtrantes básicos: discos de papel, papel plegado, algodón, bolsas de lana o asbesto, fibras de vidrio o de lana, rejillas de alambre, etc. Pequeñas torres empacadas húmedas, simples dispositivos de burbujeo, y lavadores venturi, se utilizan como colectores de depuración o lavado. También se dispone de precipitadores eléctricos y pequeños separadores ciclónicos. Se usan mucho los impactadores. En estos dispositivos, el gas contaminado fluye a través de un pequeño orificio y choca contra la platina de un microscopio o sobre la superficie de un líquido. Cierta cantidad de partículas se acumula en la superficie. En la mayoría de los casos se distribuye una serie de orificios y superficies colectoras, de modo tal que el tamaño del orificio se reduce progresivamente. Así se recogen partículas cada vez menores, y en cada platina de microscopio se acumula un intervalo limitado de tamaño de partículas. Se reporta que cuando se utilizan velocidades sónicas, se acumulan partículas de tamaños tan pequeños como de 0.1 micrómetros, por medio de impactadores húmedos (Wadden).

Se pueden utilizar conjuntos graduados de rejillas de tela metálica o un microscopio para medir el tamaño de las partículas recogidas. Se puede utilizar la química húmeda para determinar la composición química de las partículas. Se trabaja en la actualidad en el desarrollo de dispositivos y procedimientos que utilicen rayos láser a fin de poder medir las partículas arrastradas por el aire. La intensidad del rayo es atenuada en proporción a la concentración y tamaño de la partícula presente en el rayo. Se pronostica que en el futuro los láseres tendrán una amplia aplicación (Wark)

II.10. ANALISIS DE AIRE PARA CONTAMINANTES EN EL LUGAR DE TRABAJO

El equipo de muestreo para la evaluación de exposiciones ocupacionales marco una evolución a través de varias en dirección a la disminución del mismo. Por ejemplo, durante 1920 se usó el impinger Greenberg-Smith muestreador de aire para gas y partículas. Este equipo fue desplazado en 1930 por el midget impinger, el cual es de menor tamaño y requiere de una bomba más pequeña. Últimamente los impinger han sido desplazados por los muestreadores manuales consistentes en filtros de membranas y pequeñas baterías para materiales particulados (First)

El 11 de enero de 1982 se realizaron evaluaciones de agentes físicos contaminantes a petición del sindicato de la empresa metal mecánica Talleres Industriales S.A. de C.V.

II.11. ESTRATEGIA DE MUESTREO

La situación sencilla e ideal de tener a un solo trabajador dedicado a una operación ordinaria sin estar sujeto a variaciones ambientales apreciables raramente ocurre de la práctica. Por tanto, es necesario tomar una muestra representativa de varios trabajadores a fin de determinar el grado de exposición y las variaciones correspondientes. La concentración de diversas clases de polvo en el aire que respiran durante su turno de trabajo puede fluctuar hasta 100 veces, la naturaleza física y química del polvo también puede variar. Es posible que los trabajadores realicen diferentes oficios en un sitio o que desplacen de un punto a otro; algunos trabajos pueden implicar continuo movimiento. Los oficios pueden variar durante el día o la semana laboral, ya sea al azar o siguiendo una pauta regular, y lo mismo las condiciones del medio entre las estaciones de verano e invierno. Es preciso tener en cuenta los siguientes factores para calcular la manera válida el grado de exposición en un tiempo determinado: localización (lugar donde se debe tomar la muestra), duración (clase de muestreo), tiempo (momento oportuno para tomar la muestra), y número de muestras que se deben recoger.

La localización del muestreo debe seleccionarse de acuerdo con la finalidad del mismo; cuando se trata de determinar el grado de exposición de los trabajadores, la localización más representativa es la zona de respiración, que se puede definir como una esfera de 60 cm de diámetro que rodea la cabeza del trabajador.

Se recomienda el empleo de muestreadores personales para poder tener en cuenta la movilidad de los trabajadores y dar una mejor indicación de la exposición. Como no es posible que cada trabajador lleve un muestreador, se pueden agrupar en "zonas de exposición" o en "grupos laborales", según factores tales como la similitud del trabajo, la movilidad y la similitud respecto a los peligros y a la clase de medio trabajo.

La duración del muestreo depende de factores tales como el volumen mínimo de la muestra necesaria (que está directamente relacionado con los requisitos y la sensibilidad del método analítico que se pretende emplear para realizar este muestreo) y la clase de efectos que para la salud tiene el agente en cuestión. Cuando el agente produce efectos crónicos, como los polvos que causan la neumoconiosis, la exposición media es el factor de mayor importancia y, por tanto, el muestreo debe cubrir todo el día o turno de trabajo. Una muestra tomada en un solo lugar no es representativa de la exposición media, que puede cambiar substancialmente durante el día.

Walton y sus colaboradores y Hurley y sus colaboradores han empleado un método basado en el muestreo ambiental retrospectivo en determinadas minas del Reino Unido en busca de una aproximación determinada más directa de la exposición acumulativa.

II.12. METODOS DE MUESTREO

El volumen de una muestra que va a ser colectada es dependiente de una estimación de la cantidad de material que se va a encontrar en la atmósfera, la sensibilidad del método analítico y la norma estándar. Muestra suficiente debe ser recolectada para una

cuantificación de cantidades reales y que no son mayores de la mitad de la norma y un décimo de la norma standard (First).

II.12 a METODOS DE MUESTREO PARA PARTICULAS

Las muestras de partículas se obtienen por un muestreo instantáneo o integrado. Las muestras instantáneas son usualmente tomadas por un konimetro o algo similar el cual toma en un pequeño volumen de aire altas velocidades a través de un plato de vidrio en el que las partículas son depositadas. Después de la deposición, las partículas son examinadas y cuantificadas por microscopia de campo brillante u opaco. Una muestra muy pequeña es necesaria como el número de partículas del aire exterior en miles de cientos de partículas por pie cúbico y en interiores contaminados la cantidad de partículas es aun mayor (Wadden).

Para muestras integrales o continuas de partículas, varias fuerzas físicas (gravedad, impacto, electroforesis, termoforesis y difusión) son empleados para coleccionar muestras. El tamaño de las partículas determina el muestreador que se debe utilizar y el volumen de la muestra depende de la concentración (Peterson).

II.12.b. DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PARTICULA

El término partícula es definido como una masa discreta de material sólido ó líquido. Si se desea determinar el tamaño de las partículas a la cual un individuo es expuesto, por lo que la muestra debe ser transportable para que refleje el patrón laboral lo más posible del individuo (Stockham).

El tipo y la naturaleza de las partículas suspendidas presentes deben ser bien definidas en cuestión de forma y transformación para un mejor desempeño del programa de muestreo. Por ejemplo si la partícula en suspensión presenta grandes agregados se elige una impactación inercial para la colección de partículas individuales, por lo que los agregados pueden ser fácilmente destruidos a partículas de menor tamaño. Los resultados subsiguientes durante la medición pueden, por lo tanto, tener o no relación con el tamaño y la forma de las partículas presentes en el medio. Esta situación debe ser prevenida estudiando inicialmente las partículas suspendidas presentes de acuerdo a su composición (líquida o sólida), forma, características y tamaño (MSAC).

Las partículas generalmente se clasifican de acuerdo a la forma en las siguientes categorías:

- 1) esférica
- 2) cúbica - irregular
- 3) hojuelas
- 4) fibrosa
- 5) flóculos condensados (agregados)

Las partículas esféricas se originan o existen como humos, polen, o como residuos producidos de la evaporación. Ejemplos de partículas cúbica-irregular son formas diminutas de minerales y *cinders*. Los minerales casi siempre asumen la forma de hojuelas. *Lint*, fibras naturales y asbestos son ejemplos de partículas fibrosas. Los humos de carbón, gases y otras partículas finamente divididas presentes en altas concentraciones se combinan para formar un aerosol compuesto de partículas largas en forma de agregados. Los agregados de este tipo son llamados *flóculos* (Stockham).

El rango de los tamaños de las partículas los cuales deben ser definidos para cualquier sistema es por lo general muy difícil. Aunque pensemos que este es el caso, el rango del tamaño de la partícula de interés y aquellas partículas que van a ser muestreadas no deben cubrir todo el espectro de tamaño de las partículas contenidas en el ambiente a

muestrear. Por lo tanto, el rango de tamaño de interés debe ser definido separadamente y establecer necesariamente con esta información la selección del método de muestreo y la técnica de medición (Peterson).

El tamaño de la partícula se mide invariablemente y reportada con su diámetro o radio actual o equivalente. El diámetro equivalente es determinado con una medición lineal directa de la partícula, así como en la partícula de forma cubo-irregular, o midiendo un parámetro de la partícula con la cual se relaciona su respectivo tamaño. Consecuentemente, el tamaño de la partícula tiene muchos significados y el investigador debe definir y emplear ese significado a los que más describa las partículas muestreadas (Peterson).

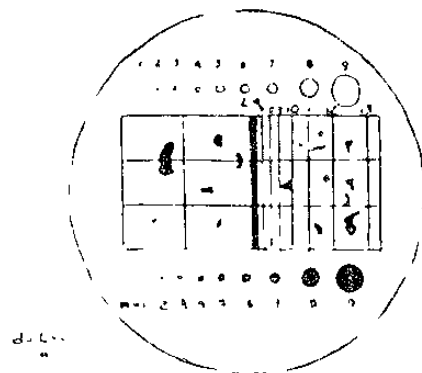
Cuando la muestra es transformada para una medición microscópica, la muestra de partículas es colectada en un filtro, plato precipitador o un colector líquido. En cualquier caso, las partículas colectadas son comúnmente medidas de acuerdo a los métodos propuestos por Martin G, Feret., o por el uso de un globo y graticulados circulares, (los reticulos de Porton son un ejemplo). El diámetro de Martin es la longitud de una línea horizontal que divide por la mitad el área de la partícula. El diámetro de Feret es la longitud de la dimensión horizontal más larga a través de la partícula que se ve al microscopio. Cuando se usa el globo y el graticule circular, el diámetro de la partícula es definido como el diámetro de un círculo cuya área es igual al área proyectada de la partícula observada.(Peterson).



DIAMETRO DE FERET



DIAMETRO DE MARTIN



GRATICULE CIRCULAR

El tamaño de la partícula determinado midiendo varios parámetros de la partícula otros que una directamente de una dimensión de tamaño lineal es transformada por lo cual significa como una sedimentación, permeabilidad, adsorción, difusión, y condensación de la formación del núcleo. Cada Método directo de medición resulta un dato unico del tamaño de la partícula. Los factores de conversión de un dato a otro son aplicables solo a la partícula para la cual un factor específico es determinado. Por lo tanto, un método universal para usarse en la selección de una muestra apropiada y el método de medición es seleccionado de acuerdo a los datos del tamaño de las partículas y la forma más estrechamente relacionada con el uso que se les daran a los resultados obtenidos (Williamson).

Las partículas deben ser de un tamaño heterogeneo, y cuando son medidos los resultados son presentados y estudiados por métodos estadísticos (Peterson)

Las partículas cuyo tamaño es inferior a 0.1 micras presentan, un movimiento desordenado llamado movimiento Browniano. Estas partículas o se asientan muy lentamente siguiendo una trayectoria zigzagueante (partículas de 0.1 - 0.05 micrómetros de radio) o no se asientan en absoluto, tomando parte en los movimientos moleculares del aire-radio de las partículas de 0.001 micrómetros o menor (en cuyo caso se difunde en todas direcciones). La distribución de tamaños de partículas en una nube de polvo no permanece constante. Son varios los factores que pueden ocasionar la coagulación de las partículas, y por lo tanto provocar su asentamiento.

Cada motita de polvo esta rodeada por una capa de aire adsorbido, cuya presión parcial es máxima en la superficie de la partícula y disminuye rápidamente con la distancia hasta ser igual a la presión atmosférica. Esta es la razón por la que los polvos finos no se aglutinan después de largos periodos de almacenaje, sino que fluyen como si fueran líquidos.

De acuerdo a la tabla de distribución por tamaño de partícula presentada por (Wadden) el porcentaje del número de partículas en aire de las fundiciones varia de la siguiente manera:

Tamaño medio de la partícula 1 2 micrómetros

Tamaño de la partícula	Porcentaje
0.0 - 0.49	-----
0.5 - 0.99	26.0
1.0 - 1.49	48.0
1.5 - 1.99	17.0
2.0 - 2.49	8.0
2.5 - 2.99	1.0

La mayoría de las partículas minerales, vegetales y animales contenidas en el polvo tienen un tamaño comprendido entre 6.0 y 25.0 micras y la mayoría de los polvos metálicos tienen un tamaño inferior a 2.0 micras

II.12.c. VELOCIDAD

El polvo fino se asienta muy lentamente. En la siguiente tabla dada al pie se encuentra el tiempo estimado en minutos, necesarios para la caída del polvo de sílice desde una altura de un pie, en aire quieto.

Tabla: I. Tiempo estimado en minutos necesarios para la caída de polvo de sílice.

Tamaño (en micrones)	Tiempo de caída (en minutos para 1 pie)
1/4	590.0
1/2	187.0
1	54.0
2	14.4
5	2.5

II.12 d EVALUACION DE MUESTRAS DE SUSTANCIAS DE RESPIRACION PELIGROSA

En los últimos años ha crecido el reconocimiento de la importancia del muestreo selectivo de polvo respirable, décadas atrás en las que las características de selección de tamaño del tracto respiratorio humano fueron ignoradas. El único método estándar que realizaba una discriminación de las partículas no respirables era el muestreador impinger de campo de luz con la técnica de conteo para pneumoconiosis que producen los polvos. Algunos aparatos atrapaban partículas alrededor de 3/4 de micras en un medio líquido. Las muestras eran analizadas por un conteo de partículas que se ubican al principio de una célula de conteo mojado y son visibles cuando se observa a través de una lente objetiva de 10x. Las partículas mayores de 10 micras observadas durante el conteo son tomadas como partículas no respirables por algunos higienistas ambientales. En las alternativas mostradas por los análisis gravimétricos de todas las partículas totales presentes en la muestra, no existe manera de diferenciar aquellas partículas de mayor tamaño (Lippmann).

La peligrosidad de las partículas varía de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Estas propiedades determinarán la toxicidad de la partícula y sus interacciones con el lugar en donde se deposite. Una consideración básica es que esta toxicidad de cada una de ellas varía grandemente con el sitio de deposición en el tracto respiratorio (Lippmann).

Existe un número mayor de subdivisiones en el tracto respiratorio que difiere marcadamente en estructura, tamaño y función, y en la cual tiene diferentes mecanismos para la eliminación de la partícula. Por lo que, una determinación completa de dosis tóxica de inhalación depende de la deposición regional y el tiempo de retención del sitio de deposición y a través de las rutas de eliminación, en conjunto como las propiedades de las partículas (Lippmann).

Se considera que el tamaño de las partículas de polvo que pueden entrar en los pulmones es inferior a 5 micras en la mayor parte de los casos, siendo el tamaño máximo de 10 micras, las partículas mayores se asientan sobre las membranas mucosas de los conductos respiratorios superiores (nariz y garganta). Las partículas de tamaño inferior a 5 micras son las más peligrosas por sus efectos en los tejidos pulmonares (CIS).

El punto de vista de que las partículas de 0.5 - 0.25 micras o menores son relativamente inofensivas, no es compartido por las autoridades modernas en materia de higiene. Hay fundamentos para creer que cuando estas partículas no se detienen en la nariz, pueden penetrar muy profundamente en los alveolos pulmonares.

Las investigaciones muestran que en aire de los locales industriales predominan las partículas inferiores a 10 micras, siendo inferiores a 2 micras entre un 40 - 90 por ciento. El porcentaje de partículas inferiores a 2 micrómetros es mayor en los minerales inorgánicos y polvos metálicos que los polvos orgánicos.

En 1964, Buck y Brown realizaron una investigación sobre los efectos de la contaminación del aire, en humanos, animales y plantas. Aquí se señalan los efectos producidos por diferentes contaminantes de acuerdo al tiempo de exposición, concentraciones máximas y mínimas y los efectos que pueden causar a la salud, las partículas orgánicas (de agentes asmagénicos) y los efectos consecuentes en la función pulmonar, mucosa, estrés severo y en el tejido orgánico. La concentración mínima de partículas orgánicas es de 0.02- 0.05 ppm y la máxima es de 0.60 - 0.80 ppm. El tiempo de exposición varía desde instantáneamente hasta 120 minutos, esto es de acuerdo al órgano afectado.

En el caso de partículas suspendidas y materia depositada existen desde los efectos de significancia epidemiológica con una concentración máxima de 500 microgramos por metro cúbico en 24 horas, hasta efectos de incomodidad con concentraciones máximas de

150 microgramos por metro cúbico a 1.5 microgramos por centímetro cuadrado de 24 horas a 30 días (Buck, 1964)

Crocker y colaboradores, en 1987, utilizaron una encuesta longitudinal de la Universidad de Michigan, con el fin de estimar los efectos de la contaminación del aire en la morbilidad. La investigación consiste en 2 etapas. En la primera, los autores buscan determinar la asociación entre mediciones de efectos agudos y crónicos de la salud y promedios anuales del CO₂, anhídrido sulfuroso y el total de partículas en suspensión, en los condados en que se hace el muestreo (Myrick, 1987)

En 1983 se realizó un estudio psicosocial de los trabajadores de la empresa. Al mismo tiempo se realizó un estudio general de las condiciones y medio ambiente en la etapa No. 4, analizando los accidentes registrados en los años de 1981, 1982, 1983 (Noviembre). en estos tres años se registraron un total de 390 accidentes de trabajo, de los cuales el 90% correspondió al área de producción

En 1988 se realizó un estudio específico de seguridad e higiene en el trabajo, sobresaliendo el área de producción con el 86.3% de los 88 casos registrados en la empresa, en el período de estudio de 1983

En 1990 se realizó un estudio general de las condiciones y medio ambiente de la empresa (etapa No.4) en conjunto con un Programa de Seguridad Anual (Etapa No 6). (IMSS, 1990)

II.13. EVALUACION DEL POI VO TOTAL

La meta del muestreo del polvo total consiste en obtener una muestra representativa de las partículas transportadas por el aire. Es posible usar diversas clases de instrumentos para el muestreo según la clase y el grado de exposición: por ejemplo muestreadores

personales con filtros de membrana y de alto volumen con filtro y precipitadores electrostáticos. Los elementos básicos de todo sistema de muestreo del polvo total son un movilizador de aire un contador y un cabezal de muestreo. La mejor forma de obtener datos sobre las concentraciones del polvo en la zona de respiraciones es mediante muestreo personal. El muestreador consta de un movilizador portátil de aire con un contador incorporado (que se sujeta de ordinario al cinturón del trabajador) y un portafiltros con filtro de membrana (se coloca de ordinario en la solapa o casco del trabajador para que este en la zona de respiración). Este método exige análisis gravimétricos de las muestras de polvo. Los filtros se pesan cuidadosamente antes y después del muestreo y la diferencia de peso se emplea junto con el volumen total de la muestra de aire para calcular la concentración media de polvo transportado por el aire durante el tiempo de muestreo.

II.14. EVALUACION DE POLVO INHALABLE

La finalidad del muestreo del polvo inhalable es extraer en forma selectiva una fracción de las partículas transportadas por el aire según se define en las curvas que simulan la acumulación de partículas en el comportamiento pulmonar de las vías respiratorias del ser humano. Los instrumentos seleccionados deben simular lo que ocurre en las vías respiratorias humanas después de la inhalación. En la práctica la recolección se realiza en dos etapas:

1) Con un precolector (preselector, preseparador), que retira de la muestra de polvo las partículas que tiene pocas posibilidades de llegar hasta los alveolos.

2) Con otra clase de colector, por ejemplo un filtro que recojera las partículas que pueden llegar hasta los alveolos , es decir la porción inhalable de polvo.

Los elementos básicos de todo sistema de muestreo de polvo inhalable son iguales a los del muestreo de polvo total, con excepción de que el cabezal de muestreo puede ser un precolector o un colector. También, en este caso se emplean muestreadores personales que

constan de una bomba (adjunto al cinturon del trabajador) con un contador incorporado y un cabezal de muestreo (que el trabajador puede llevar en la solapa), formado por un precolector centrifugo y un portafiltros con un filtro de membrana

En condiciones de producción definida, la proporción de polvo inhalable y total es relativamente estable, y la fracción inhalable puede determinarse a partir de la concentración del polvo total. Sin embargo, esa relación difiere según los cambios en los métodos de producción, por tanto, los resultados obtenidos no admiten comparación. En un estudio reciente se observó que la proporción de la fracción inhalable oscilaba entre 1.3% y 4.60% del polvo real, según la clase de trabajo

Se ha demostrado que el contenido de cuarzo de las muestras de polvo total y de la fracción inhalable es distinto. En el estudio citado se encontraron diferencias de casi 100%. Por tanto, las diferencias en las características de separación ocasionan diferencias en la evaluación del potencial fibrógeno de la exposición al polvo

Con esto se demuestran las dificultades para vigilar la acumulación de polvo transportado por el aire en el lugar de trabajo.

II.15. CARACTERISTICAS DEL APARATO UTILIZADO PARA DETERMINAR LA CONCENTRACION DE POLVO

IMPINGER

Es un aparato por medio del cual el aire es impulsado en cantidades determinadas, a alta velocidad, a través de una boquilla de pequeño diámetro, en dirección al fondo de un recipiente de vidrio parcialmente lleno de un líquido como agua, alcohol o una mezcla de estos líquidos. La alta velocidad con que las partículas de polvo chocan con el líquido,

determina su humedecimiento y su retención. Una porción de este líquido es luego examinada al microscopio y el número de partículas presente es contado

El "Midget-Impinger" toma muestras a razón de un décimo de pie cúbico por minuto y es operado por una bomba de mano, de cuatro cilindros, de ingenioso diseño. La bomba, actuando en conjunto con un regulador de vacío, mantiene una succión constante sin ser afectada por pequeñas variaciones en la uniformidad de manejo del manubrio. El aparato está contenido en una caja compacta y resistente, junto con diez tubos de vidrio calibrados, para la toma de muestras

Por su bajo peso, pequeñas dimensiones y fácil operatividad este moderno instrumento abre nuevos campos en la toma de muestras de polvo con el método "impinger". Localidades aisladas, espacios reducidos o confinados, falta de corriente eléctrica o de aire comprimido no representan obstáculos para el "Midget Impinger" (MSAC*)

II.16. CONCENTRACIONES AMBIENTALES MÁXIMAS PERMISIBLES (CAMP)

Los valores Umbrales o concentraciones ambientales máximas permisibles (CAMP) se refieren a las concentraciones de sustancias suspendidas en el aire y representan condiciones en las cuales se considera que casi todos los trabajadores pudieran exponerse repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos. Debido a que la susceptibilidad varía grandemente de un individuo a otro, la exposición a los niveles indicados pudiera producir incomodidad a algún trabajador hasta niveles inferiores, o agravar una condición o enfermedad profesional pre-existente.

Estas concentraciones máximas no deben considerarse como líneas divisorias entre concentraciones seguras o peligrosas, sino usarse a manera de guía en el control de los riesgos para la salud.

El grado en que pudieran excederse estas concentraciones durante períodos cortos, sin perjuicio para la salud, depende de un número de factores, tales como la naturaleza del contaminante, si las altas concentraciones hasta por períodos cortos producen un envenamiento agudo, si los efectos son acumulativos, la frecuencia con que ocurren las concentraciones altas y la duración de dichos períodos. Todos tienen que considerarse para llegar a una decisión de si existe una situación de peligro (ACGIH).

Las concentraciones máximas permisibles han sido formuladas en base a las mejores informaciones disponibles en la práctica industrial, la experiencia con trabajadores y los estudios efectuados usando animales y siempre que ha sido posible, combinando los tres. La base en que se han establecido los valores puede diferir de una sustancia a la otra. En algunos, el factor principal ha sido la protección a la salud, en tanto que en otros se ha tenido en cuenta la ausencia de irritación, narcosis, incomodidad y otras formas de malestar (ACGIH).

II 17. EQUIPO DE CONTROL DE PARTICULAS

Es necesario determinar cierto número de factores antes de poder hacer una apropiada selección del equipo de control. Entre los datos requeridos más importantes se encuentran los siguientes: las propiedades físicas y químicas de las partículas; el intervalo de la tasa de flujo volumétrico de la corriente del gas; el intervalo de las concentraciones de partículas que se podrían esperar (cargas de polvo); la temperatura y la presión de la corriente de flujo; la humedad; la naturaleza de la fase gaseosa como por ejemplo las características corrosivas y de solubilidad; y la condición requerida por el efluente tratado. Este último elemento de información puede ser el más importante, ya que indica la eficiencia de colección que se ha de cumplir, ya sea por una sola pieza de equipo o varias operando en serie. En muchos casos, las consideraciones anteriores limitan al ingeniero a uno o dos tipos básicos de equipo (Seinfeld)

A continuación se presentan las cinco clases básicas de equipo de colección de partículas.

Cámaras de sedimentación por gravedad

Separadores ciclónicos (centrifugos)

Colectores húmedos

Filtros de tela

Precipitadores electrostáticos (Seinfeld)

II.18 ORIGEN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para poder reconocer en toda su extensión la importancia de la Seguridad industrial en nuestros días, se ha visto la necesidad que existe de comentar la historia.

En Grecia hace algunos 3000 años, Herodoto mencionaba la compensación que un individuo debería pagar a otro al causarle daño; así pues, al referirme a la prevención de accidentes, no se está hablando de nada nuevo (Torres).

El hombre desde los primeros tiempos, se pensó que era indispensable prevenirse contra agentes externos que pudieran atentar contra su integridad física, su libertad o sus propiedades. Así fué como las tribus rodeaban de hogueras sus campamentos para repeler el ataque de las fieras, y se protegían de las tempestades recluyéndose en las cuevas; las ciudades así como algunas naciones, rodeaban sus recintos por medio de murallas para prevenir el ataque ó la invasión de pueblos enemigos (Hernandez).

Los medios mecánicos en la prevención en los principios de la humanidad, fueron casi simultáneas a la percepción del peligro; las armas duras y escudos de los antiguos guerreros, así como las botas y cascos en los tiempos más modernos, son otros tantos medios mecánicos de prevención.

La seguridad industrial, hasta tiempos más o menos recientes, era asunto de esfuerzo individual más que una forma de procedimiento organizado, surgió con el advenimiento de los que se llama la "Édad de la Máquina" (Torres)

Fueron los británicos al terminar el Siglo XVIII, los que progresaron en lo que respecta a sus industrias manuales; los artesanos que manejaban la madera, el metal y particularmente la industria textil, fueron grandes maestros en su oficio (Hernandez).

James Watt, inventó la máquina la maquina de vapor el año de 1766, y con ello transformó la fuerza manual en fuerza mecánica

Eli Whitney en 1793, inventó la despepitadora de algodón, trayendo como consecuencia la multiplicación de los riesgos (Torres)

En el desempeño de estas actividades, desde el punto de vista social, los ingleses fueron los que más se destacaron en la Seguridad, ya que fué la consecuencia lógico de su industria mecanizada (Hernandez)

II.18.a. LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MEXICO

A principios del siglo, el gobernador de México, Sr. Jose Vicente Villada y en Nuevo León el General Bernardo Reyes, estudiaron la forma de substituir la teoría de la culpa con la del riesgo profesional

La ley del gobernador de México, Sr Villada, fué aprobada el 30 de abril de 1904, en la que queda consignada clara y definitivamente, la teoría de los riesgos profesionales asentada en el Artículo III de dicha Ley "Cuando por motivo del trabajo encomendado a los trabajadores asalariados, ó que disfruten de sueldo, si estos sufre algún accidente que les cause lesión o enfermedad que les impida trabajar, la empresa en la cuál prestan sus servicios , estará obligada a indemnizar al trabajador sin perjuicio del salario, presumiendo

que el accidente sobrevino con motivo o en desempeño del trabajo encomendado, mientras no se pruebe lo contrario” (Hernandez)

En el estado de Nuevo León el general Bernardo Reyes, inspirado en las leyes europeas decreta el 9 de Noviembre de 1906, una Ley que impone a los patrones la obligación de indemnizar a los trabajadores por los accidentes que supieran; estas indemnizaciones fueron superiores a las de la Ley establecida por el Sr. Villada (Torres)

II 19 REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

En el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Artículo 135 describe lo siguiente:

Son contaminantes del ambiente de trabajo, los agentes físico y los elementos o compuestos químicos o biológicos, capaces de alterar las condiciones del ambiente del centro de trabajo y que, por sus propiedades, concentración nivel y tiempo de acción, puedan alterar la salud de los trabajadores.

El Artículo 136 expresa que cuando en los centros de trabajo, los contaminantes rebasen los límites máximos permisibles, los patrones deberán:

I.- Adoptar en su orden, algunas de las siguientes medidas:

- a) Substituir o modificar los agentes, elementos o sustancias que provoquen la contaminación, por otras sustancias o elementos que no causen daños.
- b) Reducir los contaminantes al mínimo.
- c) Introducir modificaciones en los procedimientos de trabajo en los equipos

II.- Cuando, por la naturaleza de los procesos productivos del centro de trabajo, no sea factible reducir los contaminante a los límites permisibles, los patrones deberán adoptar, en su orden, algunas de las siguientes medidas

- a) Aislar las fuentes de contaminación en los procesos, en los equipos y en las áreas
- b) Aislar a los trabajadores.
- c) Limitar los tiempos y frecuencias en que el trabajador este expuestos al contaminante
- d) Dotar a los trabajadores de equipo de protección adecuado.

II.20 LIMITES DE EXPOSICION RECOMENDADOS POR RAZONES DE SALUD

Los límites de exposición al polvo de sílice cristalina libre y al polvo de las minas de carbón se recomiendan como un promedio ponderado según el tiempo (Turno de 8 horas, semana laboral de 40 horas, 35 años de trabajo) de las concentraciones de polvo inhalable (definidas con un seprador de partículas por su tamaño que aparta el 100% de las partículas con un densidad relativa de 1 y diametro aerodinámico de 7.1 micrometros, 50% de las partículas de 5 micrómetros de diámetro; 25% de 3.5 micrómetros de diámetro; 5% de las partículas de 1 micrómetro de diámetro) tomadas en la zona de respiración (Esfera de 60 cm medida alrededor de la cabeza del trabajador).

El límite recomendado provisionalmente para el polvo de sílice cristalina libre es de 40 microgramos de sílice por metro cúbico. En minas de carbón con un contenido de sílice libre igual o inferior a 7% (masa) de la fracción de polvo mixto inhalable, se recomienda provisionalmente una cantidad que oscile entre 0.5 y 0.4 mg de polvo por metro cúbico. Los límites superiores a 0.5 mg de polvo por metro cúbico serán aplicables sólo cuando haya suficientes pruebas epidemiológicas de que el polvo de carbón en cuestión es relativamente inofensivo y de que existe un riesgo limitado de neumoconiosis simple del grado radiográfico durante toda la vida activa.

II.21 VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES Y DEL MEDIO DE TRABAJO

Los trabajadores expuestos al polvo de las minas de carbon y a otros polvos que contienen sílice deben someterse a observación médica ordinaria y sistemática. Los integrantes del Grupo de Estudio consideraron que el requisito mínimo para esa observación es un examen médico y una radiografía de los pulmones antes de asignar a cada individuo un trabajo en el que debe estar expuesto a polvo fibrogénico, y después de intervalos de 2-5 años.

II.22. ALGUNAS CONCLUSIONES SOBRE LOS LIMITES DE EXPOSICION PROFESIONAL RECOMENDADOS POR RAZONES DE SALUD

Todos los estudios epidemiológicos de exposición-respuesta evaluados presentan graves limitaciones. Por otra parte, algunos de los estudios de tipo "umbral" indican que hay una concentración de efecto nulo por debajo de un determinado grado de exposición.

Ashe y Bergstrom indican que menos de 50 microgramos de cuarzo por metro cúbico constituyen un nivel inocuo de exposición. La razón de esa diferencia es que en los depósitos de granito de Vermont no se produjo ningún caso de silicosis en las personas que trabajaron en un medio en que la concentración de cuarzo era inferior al límite estimado de 50 microgramos por metro cúbico por 25 años, el grado medio de exposición se acerca a 30 microgramos por metro cúbico. Esta concentración de respuesta nula ha sido comprobada principalmente por *McDonald y Oakes*.

Parece justificable recomendar un límite de exposición al polvo inhalable de sílice cristalina libre de 40 microgramos por metro cúbico, aunque casi únicamente sobre la base de los que se considera como los peores casos. Es preciso concluir que este límite de exposición recomendado por razones de salud (y quizá las normas fijadas para la sílice en

otro medios) se basan en pruebas insuficientes. Cabe concluir que se necesitan urgentemente más investigaciones.

II.23. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LARGOS PERIODOS DE EXPOSICION A POLVOS.

Existe un intenso y creciente interés en los efectos nocivos producidos por la respiración de polvo especialmente aquel que contienen sílice y produce la enfermedad pulmonar conocida con el nombre de silicosis.

El efecto de muchos de los tipos de polvo industrial sobre la salud, no es perfectamente conocido hasta ahora, ya que la reacción fisiológica de la mayor parte de ellos no se presenta sino después de varios años y el uso y el uso de muchos compuestos es relativamente nuevo. Las opiniones autorizadas coinciden en que todo polvo es dañino en cierta medida, si es respirado en suficiente concentración por un período de tiempo suficientemente largo. Es medida de seguridad la eliminación de todo polvo a límites que pueden ser considerados como buena práctica de ingeniería sanitaria (MSAC).

El polvo tóxico se considera usualmente aquel proveniente de materias venenosas, (como plomo, arsénico y sus compuestos) que producen lesiones en órganos tales como el sistema circulatorio, corazón, hígado, riñones, cerebro, y sistema nervioso. Cuando se inhala un polvo venenoso y se deposita en los pulmones, éste es disuelto y llevado por la sangre a todos los órganos y tejidos. Puede también depositarse en la boca o garganta por contaminación con las manos sucias, siendo posteriormente transmitido al organismo por vía digestiva.

El polvo perjudicial es aquel que generalmente es asociado con el aumento de enfermedades del aparato respiratorio (resfriados, bronquitis, neumonía, y tuberculosis). Muchos de estos tipos de polvo son molestos o irritantes para el trabajador y pueden

llegar a ser dañinos. No producen efectos directamente tóxicos ni forman tejido fibroso en los pulmones

El polvo fibrógeno es aquel que por su acción en los pulmones produce una enfermedad en los tejidos de este órgano reemplazando los tejidos fibrosos (de cicatrización)

La neumoconiosis es un término aplicado a cualquier enfermedad pulmonar desarrollada por la inhalación de polvo

La silicosis es una enfermedad de los pulmones en la cual el tejido normal es reemplazado por uno fibroso, debido a la inhalación de polvo de sílice libre (dióxido de silicio). Es una enfermedad específica, solamente causada por la inhalación de sílice libre, sin embargo, hay sospechas de que la presencia de otros tipos de polvo y ciertos gases, pueden aumentar el efecto de la sílice en los pulmones (MSAC)

Una de las formas de neumoconiosis que implica otros cambios en la estructura de los pulmones resulta en incapacidad para el trabajo, es la silicosis.

La silicosis puede existir sin manifestaciones aparentes o inconvenientes. Esta enfermedad resulta de la inhalación de partículas diminutas de sílice sin combinar. Se refiere comúnmente al dióxido de silicio (SiO_2) que generalmente se presenta en la arena corriente, pero que se encuentra ampliamente distribuido en rocas y minerales. El porcentaje de sílice en una mezcla de minerales en polvo es la base usual para evaluar los riesgos asociados con la inhalación de la muestra.

Para evaluar las exposiciones, hay que determinar primero la composición del polvo que queda suspendido en el aire que respiran los trabajadores.

Las operaciones que requieren trituración, rectificación o pulimento de minerales o mezclas de los mismos, frecuentemente no producen polvos en suspensión en el aire de la misma composición que los materiales elaborados. Por lo general nos interesa primordialmente el porcentaje de dióxido de silicio cristalino suspendido en el aire con otros polvos (CIS).

En muchas mezclas, el dióxido de silicio cristalino es más duro que el resto de la mezcla y la mayor parte de las operaciones de trituración y rectificación producen polvo que queda suspendido en el aire con un porcentaje menor de SiO₂ cristalino, que el de la mezcla mineral original. Ocasionalmente, cuando la operación de rectificación requiere una gran fuerza de impacto, se invierte la situación (CIS)

En materiales pulverizados, el SiO₂ cristalino se encuentra frecuentemente en partículas de tamaño mayor que los componentes más blandos; y así cuando es así, el manejo de los materiales pulverizados puede producir también un porcentaje mayor de los componentes más blandos en suspensión en el aire, según los métodos de manipulación empleados (CIS)

III.OBJETIVOS

OBJETIVOS DEL PROYECTO.

OBJETIVO GENERAL:

- Cuantificar la cantidad de partículas suspendidas y sedimentables en el ambiente interior de la empresa en el área de vaciado, transporte de arena de moldeo y cuantificar las pérdidas de materia prima para mejorar la calidad del aire, y se comparan los resultados con Leyes y Reglamentos de Seguridad e Higiene y ambientales

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Detectar los puntos de contaminación en los que hay mayor concentración de partículas
- Medir la concentración de partículas generadas por el manejo de la arena de moldeo
- Determinar las pérdidas de materia prima producidas al depositarse las partículas en el suelo y en el ambiente.
- Proponer un sistema de manejo de materia prima, para disminuir las pérdidas
- Proponer medidas para erradicar las acumulaciones de arena de moldeo.
- Proponer medidas para disminuir el nivel de riesgo de los trabajadores, por exposición a las actuales condiciones de trabajo.
- Proponer mecanismos para reducir o eliminar los factores que causen la emisión de partículas suspendidas y sedimentables en el ambiente.

IV. HIPOTESIS

HIPOTESIS:

- La cantidad de partículas dispersas en el área de mecanizado sobrepasa mínimo 2 veces lo permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS - 1994.
- La causa principal de la dispersión es por deterioro de la maquinaria.

V. METODOLOGIA

METODOLOGIA:

Con visitas preliminares se detectaron los problemas de contaminación existentes en esta empresa metal mecánica. Se habló con el Jefe del Depto. Médico, Seguridad e Higiene y Ecología, y se visualizaron posibles soluciones a estos problemas.

Se revisaron algunos estudios realizados con anterioridad a la empresa y bibliografía referente al tema.

Se tomaron fotos de los puntos de mayor concentración de contaminación y video del proceso de mecanizado.

Se identificó la empresa, los tipos de proceso, las características del material de estudio, y el área problema. (Prober, 1972)

Se investigó, mediante un análisis químico realizado en un laboratorio especializado y hojas de seguridad proporcionadas por la empresa, la composición de la materia prima.

Recopilación de datos:

La información que se requiere para la recopilación de datos se obtuvo de la Norma Oficial NOM-010-STPS 1994, anteriormente Instructivo No. 10* relativo 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 ambiente laboral de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social publicado en enero de 1992.

Se llevaron a cabo las siguientes actividades

I.- Reconocimiento:

* Giro de la empresa:

Empresa metal - mecánica

* Procesos y operaciones de producción

- Proceso de vaciado de hierro gris fundido en moldes de arena de moldeo.
- Desempacado del hierro gris enfriado de los moldes de arena de moldeo
- Transporte de material de arena de moldeo por bandas para su distribución
- Molineo y mezcla de materia prima para obtener arena de moldeo

* Características físico - químico de la materia prima , materiales auxiliares y subproductos

- La materia prima utilizada en este proceso son partículas de 100 - menores de 5 micras, y las materias primas utilizadas son Carbón marino, bentonita, arena silica, harina de madera

* El volumen manejado es de:

- 900 kg por día

* Identificación de áreas problema (internas).

- Area de prensas y vaciado de hierro gris fundido en moldes de arena de moldeo.
- Area de molino y mezcla de arena de moldeo.
- Desempacado de piezas enfriadas de los moldes de arena de moldeo
- Transporte de arena de moldeo por la banda distribuidora

* Ubicación de personal por area y puestos

- Area Molino: 9 trabajadores
- Area Prensas y vaciado de piezas chicas: 1 supervisor y 9 trabajadores
- Area Prensas y vaciado: 1 supervisor y 34 trabajadores
- Area Prensas y vaciado de piezas muy grandes: 5 trabajadores

- * Localización de fuentes generadoras de contaminación:
 - Vaciado de material de las tolvas a la chaquetas.
 - Derramamiento de material de la banda transportadora.
 - Derramamiento de material de banda vibradora para piezas frías
 - Derramamiento en el llenado de tolvas
 - Fugas en el molino
 - Fugas en el vaciado de materia prima a el molino
 - Falta de concentradores para el exceso de arena de moldeo al final de la banda distribuidora

- * Observación y opinión de las leyes
 - Norma Oficial Mexicana 010-STPS 1994 publicada en el Diario Oficial de la Federación del viernes 8 de julio de 1994

II Evaluación:

- Se estimó los potenciales que representaron las condiciones actuales de contaminación.
- Se evaluó la cantidad de contaminantes presentes antes y después de implementar una solución

* Muestreos de aire:

- *Se midió la cantidad de Partículas totales sedimentables en área de trabajo.*

Estos se realizó de la siguiente manera

Muestreo para partículas totales sedimentables:

Con este muestreo se pretendió obtener la cantidad de arena de moldeo depositada en el piso, usada en las diferentes áreas de mecanizado.

Cabe destacar que para este tipo de análisis no existe Norma Oficial Mexicana.

Se adopto la siguiente tecnica

Se realizaron tres análisis en cada punto de muestreo, en diferentes turnos de trabajo y diferentes días, tomando en cuenta que los días fueran lo más homogéneos posibles

1. Se utilizó un envase de plástico con una área de 0.0113 m² y un volumen de 2 lts, al cual se le agregaron de 100 ml a 150 ml de agua destilada, según la temperatura del punto de muestreo. Se colocó en el punto de muestreo destinado y se dejó por un período de 24 horas cada uno

Los puntos de muestreo fueron escogidos tomando en cuenta tamaño del área de mecanizado y la ubicación de las corrientes de aire, el número de muestras fue de 14. Se midió la altura entre la salida de la descarga de arena de moldeo y el punto de recepción de la materia prima para determinar la altura adecuada entre un punto y otro

En la banda transportadora se colocaron los colectores de polvo para recolectar el material que cae al piso, para después analizar los resultados, de la forma descrita anteriormente.

2. Una vez obtenida la muestra, se llevó con mucho cuidado al laboratorio, donde se vació en un crisol previamente tarado enjuagándose el recipiente con H₂O destilada tratando de extraer toda la muestra posible, se metió a la estufa que estaba a unos 100 C (esta temperatura no afecta la composición química de la materia prima recolectada en estos recipientes basándose en las hojas de seguridad), se dejó evaporar el agua contenida en la muestra hasta secar, después se pesó en la balanza granataria.

3. Se obtuvo el resultado de cada muestra mediante diferencia de pesos.

$$P_{\text{final del crisol + muestra}} - P_{\text{inicial del crisol}} = \text{Peso de la muestra}$$

4. Para obtener los resultados finales se realizó una relación **Peso/ área / tiempo** para determinar la cantidad de polvo acumulado en el piso en un periodo de 24 horas

$$\begin{array}{r} \text{gramos de muestra/24 horas} = 0.0113 \text{ m}^2 \\ x \qquad \qquad \qquad = 1 \text{ m}^2 \end{array}$$

- *Se midió la cantidad de Partículas Suspendingas Totales en el área de trabajo.*

Se realizó de la siguiente manera

Muestreo para partículas suspendidas totales:

Se utilizó un muestreador para partículas suspendidas totales marca *Six Flow*, con el cuál se estimó la cantidad de partículas suspendidas presentes en el ambiente del area de trabajo. En el área de mecanizado se trabajan 2 turnos, el primero es de las 8:00 de la mañana a 2:00 de la tarde y el segundo de 12:00 a 6:00 de la tarde. Este muestreo se realizó en 3 períodos, el primero al comenzar las actividades laborales, el segundo y tercero al medio tiempo de las actividades se escogió este período ya que es cuando esta todo el proceso en funcionamiento. Se realizó como sigue.

1. Los filtros de 20 cm de diámetro se acondicionaron en un desecador por 24 hrs a una temperatura controlada de 15° a 30° C ($\pm 3^\circ\text{C}$) y 50% de humedad relativa. Se revisó el filtro que no tuviera perforaciones con un área expuesta de 3 cm² de diámetro. El material del filtro fué de fibra de vidrio. Se numeraron cada uno de los filtros.

2. Se pesaron en la balanza analítica.

3. Se procedió a colocar un filtro en el muestreador con cuidado de no romperlo o mancharlo.

4. Se encendió el muestreador y se tomo muestra por 15 minutos recomendado por la NOM-010-STPS-1994. El aparato se trabajó con un flujo de 8.49 m³/min.

5. Se retiró el filtro, se guardó en un sobre previamente identificado con la fecha, la hora, el peso del filtro y el número de muestra. Se llevó al laboratorio para ser analizado.

6. En el laboratorio el filtro con muestra se sometió a las mismas condiciones de temperatura y humedad que las iniciales por 24 horas (método gravimétrico).

7. Se pesó el filtro.

8. Se realizaron los cálculos correspondientes (inciso A), obteniéndose los resultados en mg/m^3 .

$$A) \quad P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}} = P_{\text{muestra}} \quad \text{donde}$$

$P =$ peso

$$V = 0.849 t \quad \text{donde}$$

0.849 = Gasto del aparato en m^3/min .

$t =$ tiempo utilizado en el muestreo

$$P_{\text{muestra}} = \text{Volumen total de muestreo en } \text{m}^3/\text{min}$$

$$x = 1 \text{ m}^3/\text{min}$$

donde,

$x =$ peso en gramos en $1 \text{ m}^3/\text{min}$

$$x / 1000 = \text{mg}/\text{m}^3$$

9. Al momento del muestreo se midió la humedad relativa y temperatura del aire en cada punto de muestreo con un hidrotérmo-grafo.

- *Se midió la cantidad de Partículas Totales Respirables en el área de trabajo.*

Muestreo para partículas totales respirables:

El muestreo de aire se basó en la NOM-010-STPS-1994, en el que establece como muestreo personal al procedimiento de captura de la sustancia química, mediante equipo portátil de tipo personal que permite por su tamaño y características ser portado por el trabajador durante la jornada de trabajo o el período para el cual se efectúa el muestreo

Se realizó en el área de estudio de la siguiente manera

En este muestreo se obtuvo la concentración de partículas respirables y no respirables presentes en el ambiente laboral, del área de mecanizado

En el caso de las respirables no se contó con el ciclón indispensable para este análisis.

1. Se dividió el área de mecanizado en cuatro subáreas:

- 1) moldeo
- 2) moldeo piezas chicas
- 3) molino
- 4) Cope and Drag

2. Se obtuvo el número total de trabajadores que laboran por cada subárea, y se estableció el número de trabajadores a muestrear mediante la tabla 1 del punto 6.4.2 "Caso de muestreo ambiental" de la Norma Mexicana 010-STPS-94.

3. El muestreo se realizó con Midget-Impinger, aceptado para este tipo de muestreo por la Norma.

4. El muestreo se realizó en dos formas.

§.a) El primero, por medio de un filtro Whatman con una porosidad de 0.8 micrómetros.

§ b) Se sometió a una temperatura controlada de 15° a 30° C ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) y 50% de humedad relativa acondicionado en un desecador por 24 horas. Se revisó que el filtro no tuviera alguna perforación.

§ c) Se pesó en una balanza granataria

§ c). Se instaló con cuidado de no romperlo en el portafiltros personal conectado al Midget Impinger

§ d) Se colocó en el trabajador a nivel de pecho a su izquierda cerca del aparato respiratorio.

§ e) Durante 15 minutos se tomó la muestra, por medio de la bomba hidroneumática con un gasto de 2.83 lt/min. En algunos puntos de muestreo el tiempo fue menor debido a la alta peligrosidad del sitio, y a la alta concentración de partículas en el ambiente.

§ f). Se sacó el filtro y se guardó en un sobre. Se transportó al laboratorio para procesarlo.

§ g). Se utilizó el método gravimétrico. En éste se dejó en el desecador durante 24 horas, y se pesó en la balanza analítica

§ h). Se obtuvo el peso de la muestra mediante la siguiente relación:

$$P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}} = P_{\text{muestra}}$$

$$\text{Volumen de aire muestreado (m}^3\text{)} = (\text{flujo}) (\text{tiempo}) \\ (2.83 \text{ lt/min}) t$$

$$P_{\text{muestra}} = \text{Vol de aire muestreado} \\ x = 1 \text{ m}^3$$

5. Se comparan los resultados con la NOM-010-STPS-1994, en la sección B. Polvos minerales de la tabla de los Niveles Máximos Permisibles de Concentración de los Contaminantes para Exposición Laboral.

@ a) El segundo muestreo fue por medio de un burbujeador el cual se lavó perfectamente con agua, detergente *extran* y se enjuagó con agua destilada y alcohol etílico

@ b). Se agregaron 10 ml de alcohol etílico y se tapo para evitar cualquier contaminación

@.c). Se conectó al Midget-Impinger. Se le colocó al trabajador a nivel de pecho a su izquierda cerca del aparato respiratorio.

@.d). Durante 15 minutos se tomó la muestra, por medio de la bomba hidroneumática con un gasto de 2 83 lt/min. En 3 puntos de muestreo, 2 de la subarea de molino y 1 del área de vaciado, el tiempo fue menor debido a la alta peligrosidad del sitio, y a la alta concentración de partículas en el ambiente

@.e). Se procedió a analizar la muestra. En una Cámara New Bauer se agregaron 1ml de muestra y se cuentan número de partículas en una área de 1mm^2 , obteniendo del conteo de partículas, el número de partículas por mm^3 . El porcentaje de partículas de acuerdo a si son mayores o menores de 5 micras se realizó en un microscopio. Los resultados son en millones de partículas por metro cúbico (mmpmc)

- *Se midió el tamaño y la forma de la partícula*

Se realizó de la siguiente manera

Análisis de partículas por medio del microscopio de barrido:

Por medio de este análisis se obtuvo el forma y el tamaño de las partículas presentes en el ambiente laboral.

1. De los filtros de muestreo personal ya analizados, se obtuvo la muestra ahí contenida de partículas por dos métodos

1) a) En el primero, se lavó el filtro con alcohol etílico puro, con el portafiltros bacteriológico, éste se utilizó en forma inversa a la tradicional , se recogió el filtrado en un recipiente limpio y desechable para muestras biológicas. Se evaporó en una estufa el alcohol hasta un 90%.

1) b) Se recogió con una pipeta Pasteur y se vació sobre un pequeño cubreobjetos, el cual estaba pegado a una base de aluminio especial para el microscopio de barrido.

1) c) Se bañó con oro el cual es un cubridor iónico y carbon en un aparato Balzers Modelo SCD040, esto con el fin de poder observar mejor la muestra. Se colocó en el portamuestra y se observó al Microscopio Electronico de Barrido marca ISI Modelo Minisem-5 a 15 kilovoltios de energía de aceleración. Se tomó una fotografía por muestra con un rollo Polaroid blanco y negro (Clinton).

~.a.) En el segundo, se tomó el filtro y se cortó en una parte donde la muestra estuviera más concentrada (se revisó al microscopio el área donde las partículas estuvieran más juntas para una mejor observación al microscopio de barrido).

~.b) Se colocó en la base de aluminio y se bañó con oro y carbón

~.c.) Se colocó en el portamuestra y se observó al Microscopio Electrónico de Barrido marca ISI Modelo Minisem-5 a 15 kilovoltios de energía de aceleración y se tomó una fotografía por muestra con un rollo Polaroid blanco y negro (Clinton).

2. Utilizando las dos técnicas descritas se procedió a observar la forma de las partículas de cada fotografía

3. Se midió el tamaño por medio del método de Smith (Wark)

*Evaluación de tiempos y periodos de mantenimiento de maquinaria

Se realiza un mantenimiento general cada seis meses

* Tiempo de exposición de los obreros al ambiente de trabajo:

El tiempo de exposición de un obrero es de 8 horas diarias.

* Distancia mínima requerida para el vaciado de material en el piso, y si es necesario que se encuentre en el piso:

La distancia existente del vaciado de material al piso es de 2.50 mts de altura, y no es necesario que se deposite en el suelo, ya que puede vaciarse en contenedores

* Precisar las características del medio ambiente laboral (temperatura, humedad).

- El porcentaje de humedad relativa fluctúa de 40 a 66 %
- La temperatura fluctúa entre 24 a 29 grados Centígrados

III.- Control:

- Se proponen mecanismos para reducir la contaminación en el ambiente laboral.

PUNTOS LOCALIZADOS DE CONTAMINACION EN EL AREA DE MECANIZADO

Se observaron y analizaron los puntos de contaminación en el área de mecanizado determinando cada una de sus fallas

Estos puntos fueron los siguientes

- Banda transportadora
- Tolvas acumuladoras de arena de moldeo (zona moldeo)
- Vaciado de arena de moldeo a las tolvas
- Vaciado de arena de moldeo en los moldes
- Punto de descarga de la banda transportadora
- Zona de molino
- Deposición de arena de moldeo en el area de moldeo de piezas chicas

- Liberación de piezas de los moldes de arena

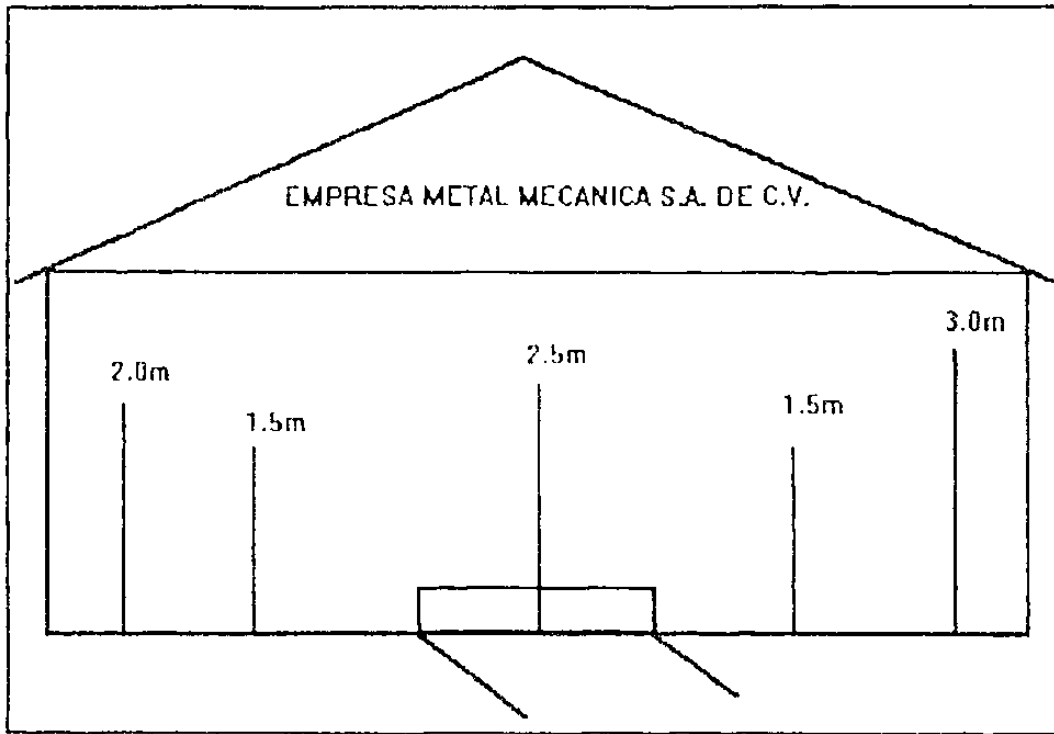
De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1994 publicada en el Diario Oficial de la Federación del viernes 8 de julio de 1994, dentro del punto 3.1.6. en el que especifica "Adiestrar y capacitar a los trabajadores y a los miembros de la comisión mixta en los procedimientos de seguridad y medidas preventivas para proteger su salud frente a los riesgos específicos" se realizaron pláticas en donde se integraba al trabajador a conocer que puede hacer por mantener limpio dentro y fuera del área de trabajo

Esto se realizó en 45 minutos cada conferencia, con la asistencia de 190 trabajadores.

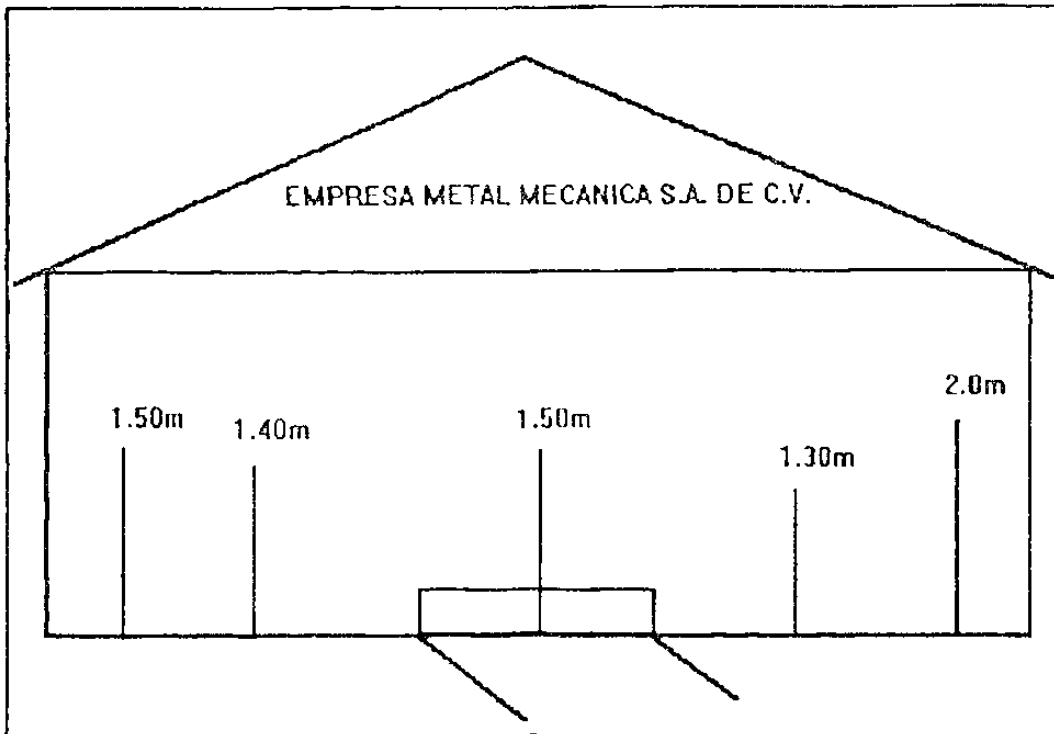
Una vez hecho lo anterior se propusieron soluciones de mayor permanencia. Se implantaran las soluciones en período posterior.

A continuación se muestran las alturas promedio a las cuales se realizaron los muestreos.

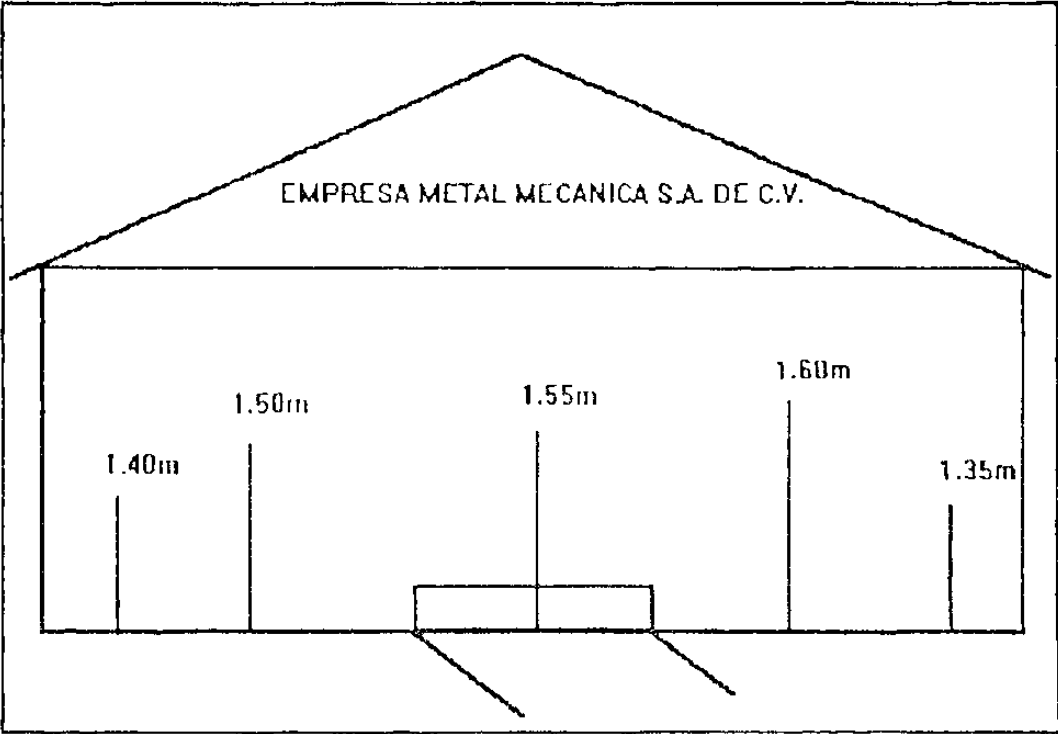
Dibujo 1 ALTURA PROMEDIO DE LOS PUNTOS DEL MUESTREO PARA PARTICULAS TOTALES SEDIMENTABLES



Dibujo 2. ALTURA PROMEDIO DE LOS PUNTOS DEL MUESTREO DE PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS



Dibujo3 ALTURA PROMEDIO DE LOS PUNTOS DEL MUESTREO DE PARTICULAS TOTALES RESPIRABLES



VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

RESULTADOS:

Los obreros pasan en promedio 8 horas del día en el interior de los edificios, por lo que en los estudios sobre el efecto de los contaminantes del aire sobre la salud del hombre se han de tener en cuenta las diferentes concentraciones de sustancias de este tipo a las que se exponen las personas durante el día (Stern)

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE POLVO TOTAL RESPIRABLE.

Los muestreos se dividieron en tres grupos y se analizó de acuerdo al número de individuos expuestos en cada área según la NOM-010-STPS-1994

En el área de MOLINO se encuentran 9 personas laborando, por lo que según la norma se deben muestrear 3 personas

Tabla 1. Resultados del muestreo para la determinación de polvo total respirable realizado en el área de molino.

NUMERO DE MUESTRA	RESULTADOS (mg/m ³)
1	52.50
2	35.55
3	35.33

Norma Oficial Mexicana NOM-010 STPS 1994 = 0.30 mg/m³

En el área de MOLDEO DE PIEZAS CHICAS se encuentran laborando 6 personas, por lo que según la norma oficial mexicana se deben muestrear 3 personas

Tabla 2 Resultados del muestreo para la determinación de polvo total respirable realizado en el área de moldeo de piezas chicas

NUMERO DE MUESTRA	RESULTADOS (mg/m ³)
1	7.06
2	14.13
3	21.20

Norma Oficial Mexicana NOM-010 STPS 1994 = 0.30 mg/m³

En el área de MOLDEO se encuentran laborando 34 personas, por lo que según la norma se deben muestrear 6 personas

Tabla 3 Resultados del muestreo para la determinación de polvo total respirable realizado en el área de moldeo.

NUMERO DE MUESTRA	RESULTADOS (mg/m ³)
1	14.13
2	49.46
3	28.26
4	21.20
5	7.06
6	42.40

Norma Oficial Mexicana NOM-010 STPS 1994 = 0.30 mg/m³

Los resultados obtenidos muestran que en el área de molino existe mayor concentración de contaminación por partículas con respecto a las demás subáreas de mecanizado.

La generación de partículas en esta subárea se debe a que los cambios de bandas de descarga se lleva a cabo mediante la caída de material de una a otra. Además que el vaciado de las bolsas de la materia prima para elaborar la arena de moldeo se lleva acabo de forma manual, sacudiendo la bolsa para eliminar todo material adherido a la bolsa, ocasionando nubes de polvo en esa zona, las cuales emiten gran cantidad de partículas sedimentables y suspendidas al ambiente laboral

Ashe y Bergstrom indican que menos de 50 microgramos de cuarzo por metro cúbico constituyen un nivel inocuo de exposición. La razón de esa diferencia es que en los depósitos de granito de Vermont no se produjo ningún caso de silicosis en las personas que trabajaron en un medio en que la concentración de cuarzo era inferior al límite estimado de 50 microgramos por metro cúbico por 25 años; el grado medio de exposición se acerca a 30 microgramos por metro cúbico. Esta concentración de respuesta nula ha sido comprobada principalmente por *McDonald y Oakes*.

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE POLVO TOTAL SEDIMENTABLE

Se realizaron dos muestreos

Tabla 4 Resultados del muestreo para la determinación de polvo total sedimentable realizado en el área de producción

MUESTRA	RESULTADOS (g / m ² / 24 hrs)	LUGAR
1	10 247	junto a oficinas
1	2 079	
2	13 955	arriba plataforma
2	53 707	
3	18 867	columna Bumper
3	28 849	
4	18 495	extinguidor mecanizado
4	3 681	
5	7 784	3 columna mecanizado
5	4 438	
6	5 176	5 columna mecanizado
6	5 292	
7	65 079	columna junto a bandas molino
7	19 115	
8	2118 053	barda separadora mecanizado
8	26 628	

9	8 530	Limite salida al patio
9	98 185	
10	-----	barda frente a prensas junto horno
10	117 76	
11	295 89	molino abajo plataforma
11	1418 30	
12	-----	
12	2 309	
13	34 92	molino arriba plataforma
13	2 929	

No existe Norma Oficial Mexicana

CANTIDAD DE ARENA DE MOLDEO DEPOSITADA POR AREA EN EL PISO DE MECANIZADO

Tabla 5. Representación gravimétrica de la pérdida de ARENA DE MOLDEO despositada en el suelo por área.

UBICACION	AREA (M ²) •A _T	CANTIDAD (g/ A _T m ² /24hrs)
Molino	64 m ²	19,585.301
Bumper	96 m ²	2,290.368
Pasillo divisor	32 m ²	363.04
Mecanizado piezas chicas	112 m ²	1,241.856
Mecanizado tolvas/prensas	50.4 m ²	29,981.952

* Area total en metros

Cada tolva es llenada con 1200 kg de arena de moldeo 3 veces al dia.

Se utilizan 400 kg/batch de carga en un ciclo de 90 a 105 seg

Al final de la banda se descarga al suelo 2 toneladas de arena de moldeo.

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE POLVO SUSPENDIDO TOTAL

Se realizaron tres muestreos en el mismo punto, esto para verificar los resultados

Tabla 6. Resultados del muestreo para la determinación de polvo suspendido total realizado en el área de producción

MUESTRA	RESULTADOS			LUGAR
	(mg/m ³)	% Humedad	Temp. C	
1	11.967	50	25	junto a oficinas
1	0.699	66	25	
1	0.7459	--	--	
2	2.908	50	25	arriba plataforma
2	9.377	65	26	
2	1.813	--	--	
3	4.66	44	27	Bumper
3	0.667	62	26	
3	1.185	--	--	
4	16.62	46	26	pasillo central piezas ch.
4	0.510	63	25	
4	1.845	--	--	
5	1.743	45	27	área hacia banda prensa
5	5.63	60	28	
5	3.439	--	--	
6	3.875	46	28	área prensas banda colec.
6	9.917	61	24	
6	3.651	--	--	
7	0.848	44	26	columna molino
7	8.162	65	25	
7	1.825	--	--	
8	6.9729	44	26	molino plataforma
8	4.664	62	24	
8	150.2	--	--	

9	4.21	46	25	molino bajo plataforma
9	11 263	62	25	
9	150 25	--	--	
10	8.3627	41	29	barda junto horno
10	5 830	61	25	
10	5 830	--	--	
11	4 852	41	29	prensas piezas gdes.
11	3 215	61	25	
11	3 215	--	--	
12	1 0011	40	29	area salida patio
12	2 308	65	24	
12	2 4500	--	--	
13	1.5783	46	26	extinguidor pasillo
13	0.628	65	24	
13	1 654	--	--	

Norma Oficial Mexicana NOM-010- STPS 1994

SiO₂ = NMP 10590 mppmc

$$\begin{aligned} & \frac{(97.18 \% \text{ cuarzo} + 10)}{30 \text{ mg/m}^3 (+5\% \text{ cuarzo})} \\ & = \mathbf{98.80 \text{ mppmc}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{(97.18 \% \text{ cuarzo} + 3)}{30 \text{ mg/m}^3 (+5\% \text{ cuarzo})} \\ & = \mathbf{0.30 \text{ mg/m}^3} \end{aligned}$$

NMP = Nivel máximo permisible

mppmc = millones de partículas por metro cúbico

Existe gran cantidad de partículas suspendidas en el medio ambiente laboral por los diferentes procesos de mecanizado que ahí se realizan. Como muestran los resultados, el área donde existen mayor concentración de contaminación es en el área de molino, y es razonable debido a que en esa subárea se muele la materia prima para formar la arena de moldeo que después se utiliza en las tolvas y prensas.

La mayoría de las concentraciones se encuentran fuera de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1994.

RESULTADOS DEL NUMERO DE PARTICULAS POR M³.

Para estos resultados se tomaron 4 muestras, una por grupo de trabajo, dentro del área total de mecanizado

Tiempo de muestreo = 15 minutos

Volumen de muestreo = 10 ml de alcohol

Flujo de muestreo = 0.014 m³

Tabla 7. Resultados del muestreo para la determinación del número de partículas por m³ realizado en el área de producción.

AREA	RESULTADOS		
	mppmc	mayores de 5 micras	menores de 5 micras
Moldeo tapas	416	33.243 (8 %)	382.303 (92 %)
Molino	542	86.64 (16 %)	454.875 (84 %)
Moldeo/Mecanizado	392	43.14 (11 %)	349.08 (89 %)
Bumper	1443	72.128 (5 %)	1370.45 (95 %)

Norma Oficial Mexicana 010-STPS-1994.

SiO₂ = NMP 10590 mppmc

$$\begin{aligned} & \frac{(97.18 \% \text{ cuarzo} + 10)}{100} \\ & = \mathbf{98.80 \text{ mppmc}} \\ & = 30 \text{ mg/m}^3 (+5\% \text{ cuarzo}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{(97.18 \% \text{ cuarzo} + 3)}{100} \\ & = \mathbf{0.30 \text{ mg/m}^3} \end{aligned}$$

NMP = Nivel máximo permisible

mppmc = millones de partículas por metro cúbico

Ayer y colaboradores, valiéndose de técnicas de muestreo simultáneo con golpeador (recuento de partículas) y de instrumentos gravimétricos determinaron que en los depósitos de granito de Vermont 10 millones de partículas por pie cúbico (mpppc) equivalen a una concentración de polvo de cuarzo inhalable de 100 microgramos/m³ (polvo total que contiene de 25% a 35% de sílice libre).

RESULTADOS DE LA FORMA Y TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN EL AREA DE MECANIZADO

Tabla 8 Resultados de la forma y tamaño de las partículas suspendidas colectadas por un burbujeador en el area de mecanizado.

AREA	FORMA (heterogénea)	TAMAÑO (rango en micrómetros)
Molino	irregular	31.25 - 3.00
Bumper	irregular	30.00 - 4.79
Mecanizado piezas chicas	irregular	17.14 - 7.14
Mecanizado prensas/tolvas	irregular	42.00 - 5.00

A continuación se muestran los tamaños de las partículas de algunas sustancias que forman la arena de moldeo y la arena de moldeo misma. Los tamaños pueden diferir de los resultados obtenidos en la tabla 8, porque estas muestras fueron tomadas antes que la arena de moldeo fuera mezclada.

Tabla 9. Tamaño de las partículas de algunas sustancias que forman la arena de moldeo

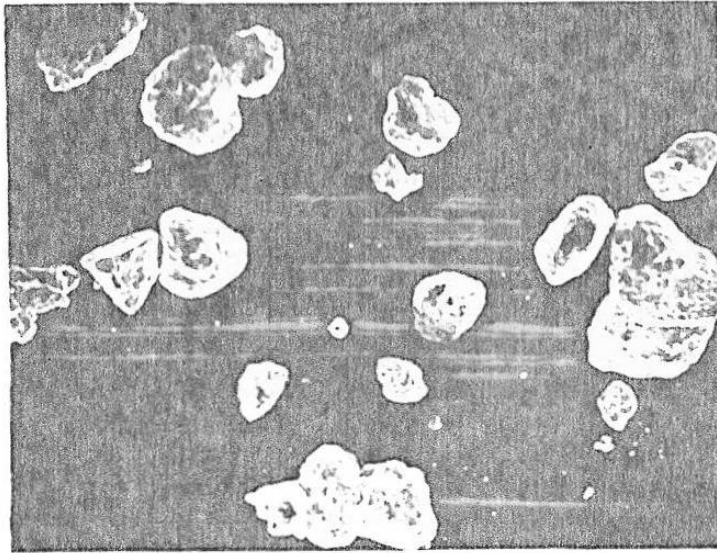
AREA	FORMA (Promedio)	TAMAÑO (rango en micrómetros)
arena de moldeo	irregular heterogénea	65.00 - 5.00
arena nueva	irregular triangular	310.00 - 200.00

La mayoría de las partículas minerales, vegetales y animales contenidas en el polvo tienen un tamaño comprendido entre 6.0 y 25.0 micras y la mayoría de los polvos metálicos tienen un tamaño inferior a 2.0 micras (Wadden).

Las partículas deben ser de un tamaño heterogéneo, y cuando son medidos los resultados son presentados y estudiados por métodos estadísticos (Peterson). Por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos, el tamaño de las partículas muestra un tamaño heterogéneo, así que no es necesario realizar un análisis estadístico.

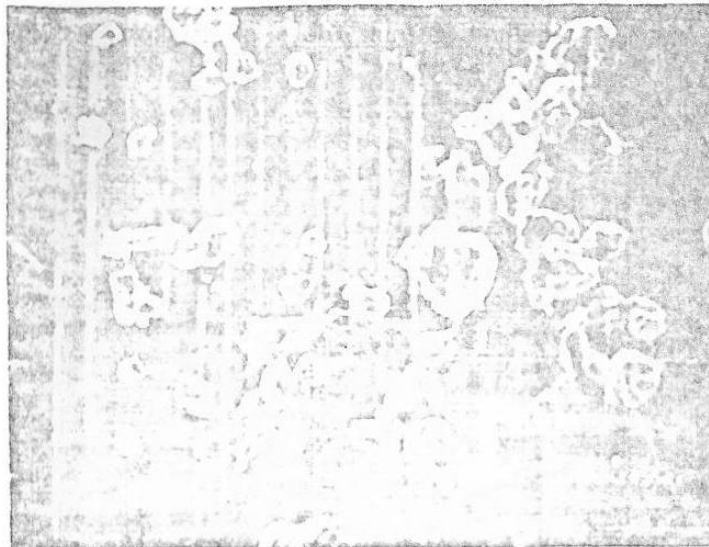
RESULTADOS DE LA FORMA Y TAMAÑO DE LAS PARTICULAS VISUALIZADOS POR MEDIO DE UN MICROSCOPIO DE BARRIDO.

Fotografía 1



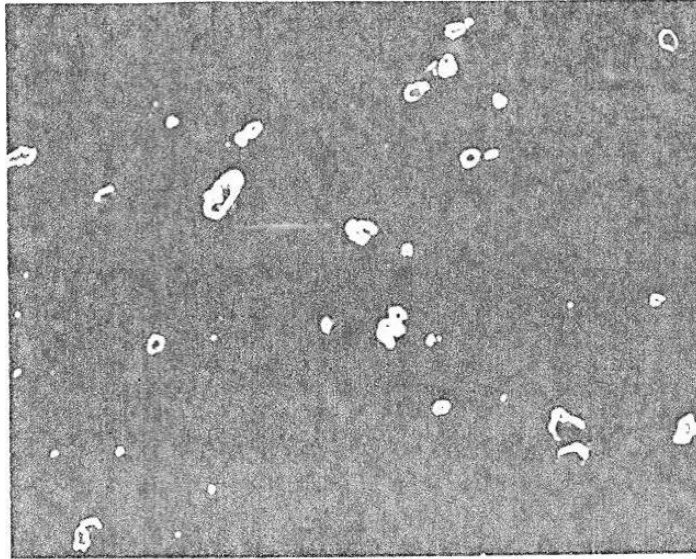
Partículas obtenidas de una muestra directa de arena de moldeo. Se uso un objetivo 50x, donde 5 mm equivalen a 50 micras

Fotografía 2.



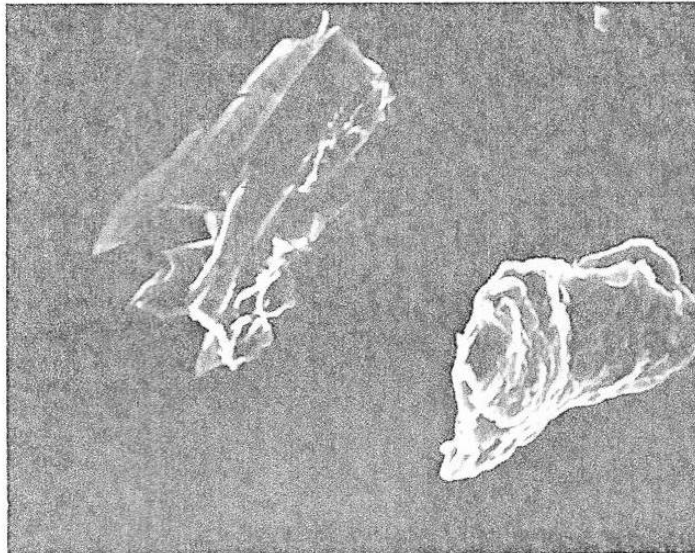
Partículas obtenidas a traves de un burbujeador de una muestra directa de arena moldeo. Se uso un objetivo 200x, donde 2 mm equivalen a 10 micras.

Fotografía 3



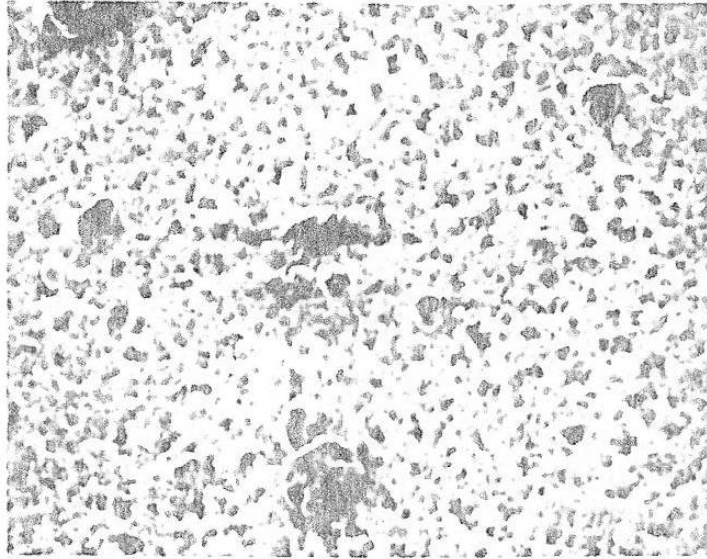
Muestra recolectada de partículas del área de mecanizado (tolvas/prensas) por medio de un filtro. Se uso un objetivo 200x, donde 2 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 4



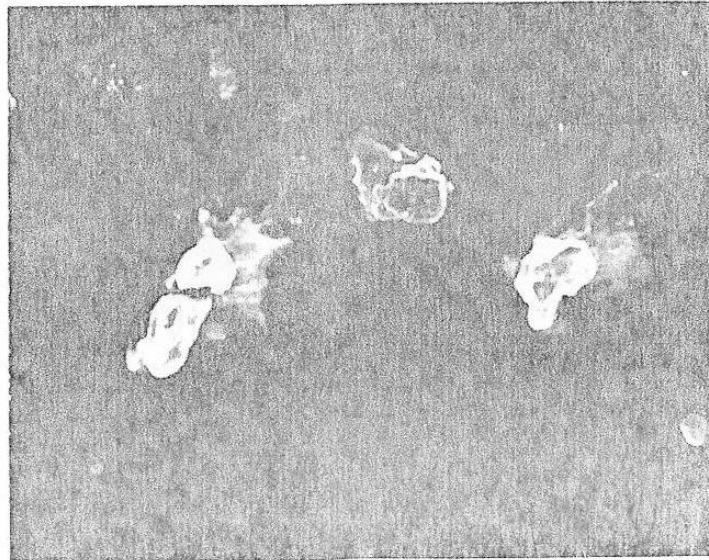
Muestra recolectada de partículas del área de mecanizado (tolvas/prensas) por medio de un filtro. Se uso un objetivo 1000x, donde 10 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 5



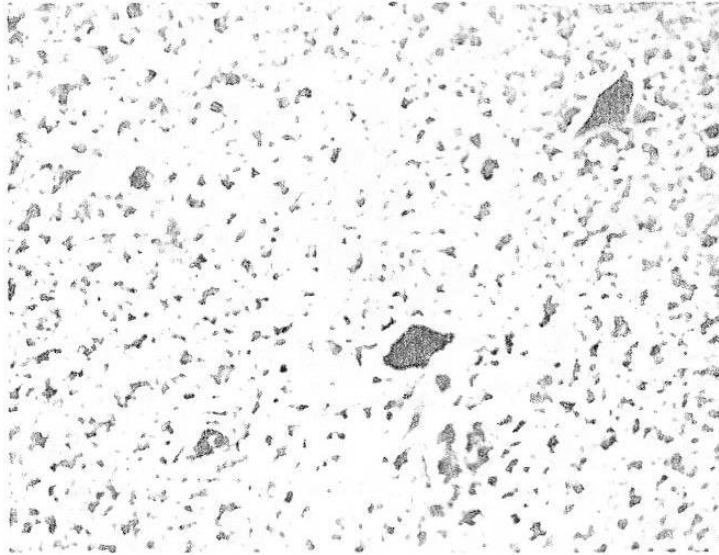
Muestra recolectada de partículas del área molino por medio de un filtro. Se uso un objetivo 700x, donde 7 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 6



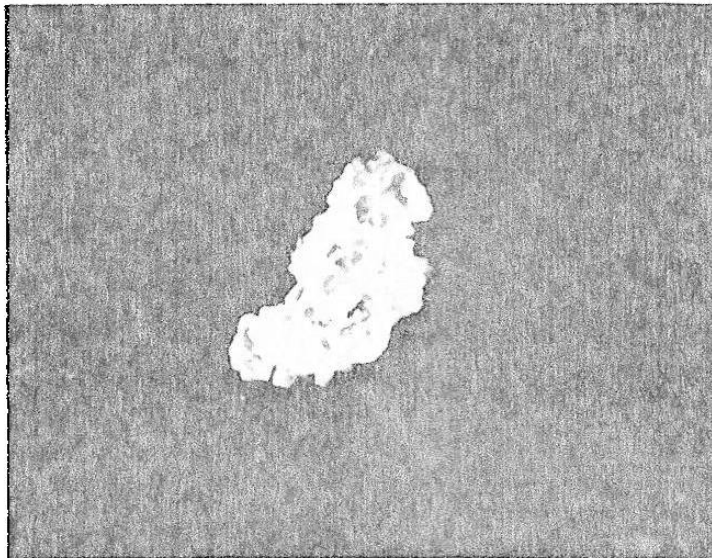
Muestra recolectada de partículas del área molino por medio de un filtro. Se uso un objetivo 400x, donde 4 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 7



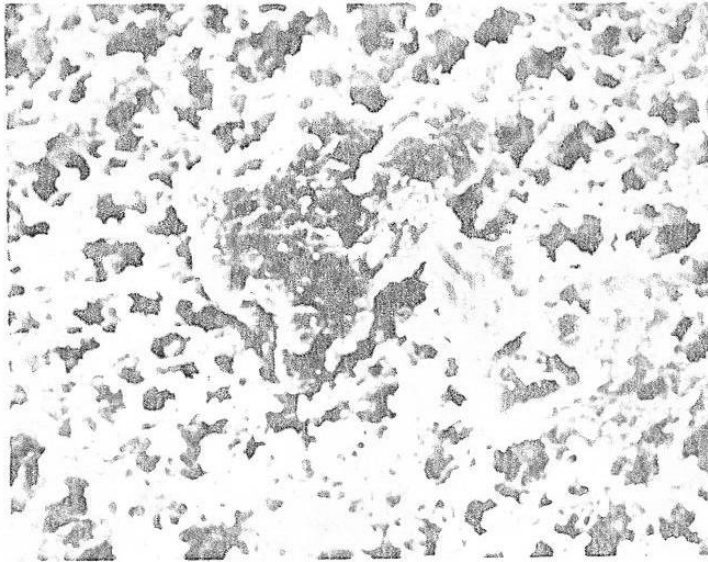
Muestra recolectada de partículas del area mecanizado piezas chicas por medio de un filtro. Se uso un objetivo 700x, donde 7 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 8



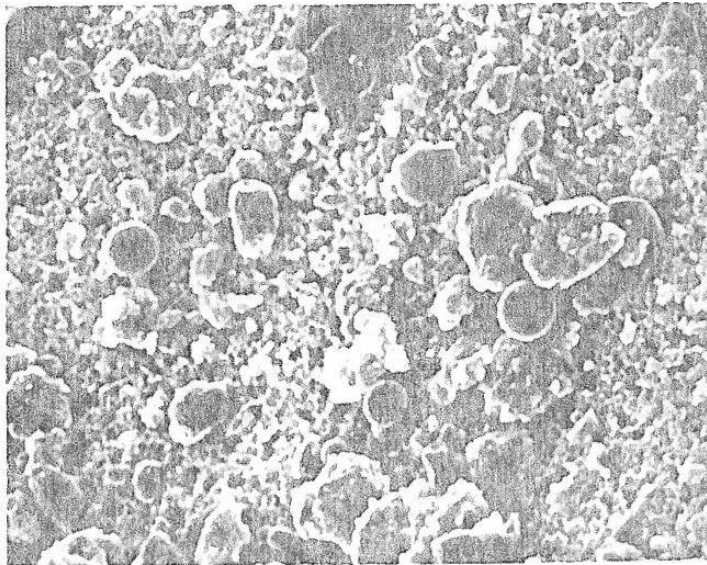
Muestra recolectada de partículas del area mecanizado piezas chicas por medio de un filtro. Se uso un objetivo 2000x, donde 0.2 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 9



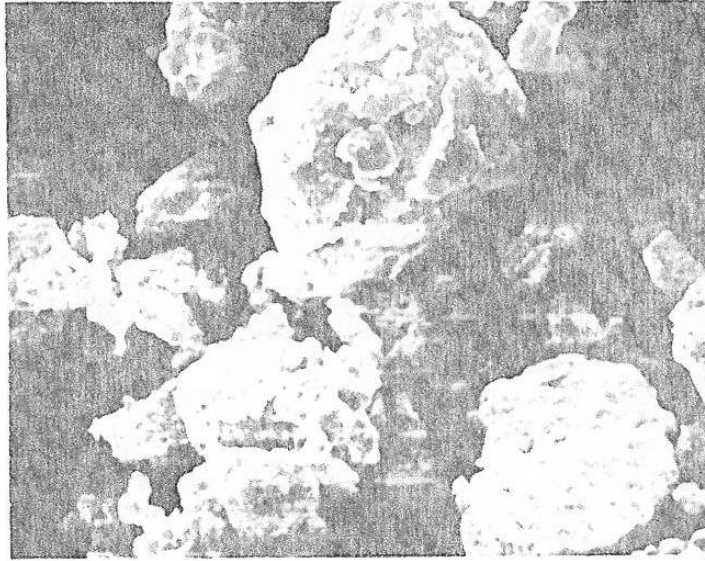
Muestra recolectada de partículas del área mecanizado piezas chicas por medio de un filtro. Se uso un objetivo 2000x, donde 0.2 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 10



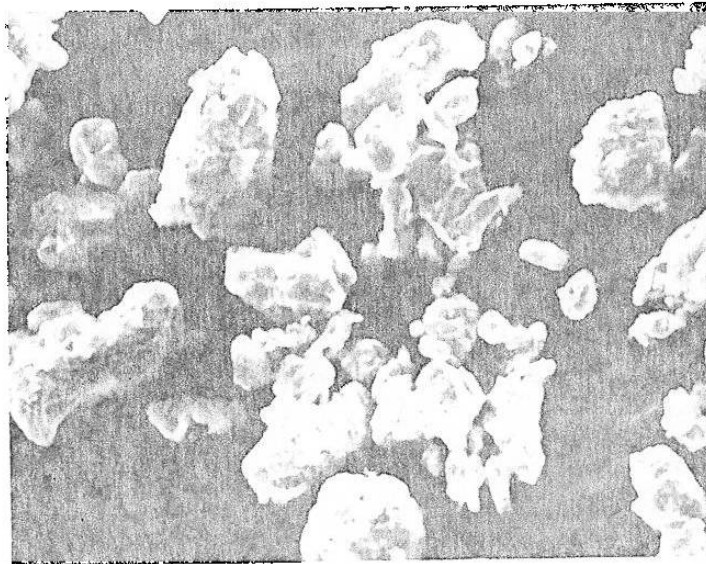
Muestra recolectada de partículas a través de un burbujeador del área de Bumper and Crag. Se uso un objetivo 700x, donde 7 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 11



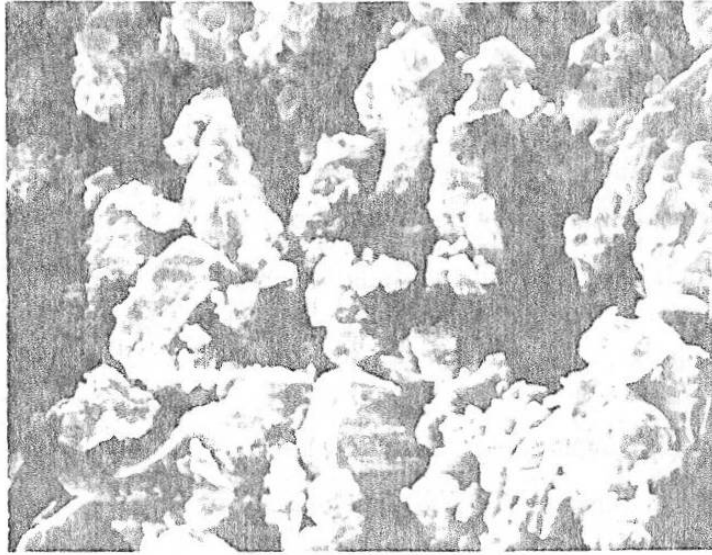
Muestra directa de partículas de una muestra de arena cálcica Se uso un objetivo 700x, donde 7 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 12



Muestra directa de partículas de una muestra de arena sodica Se uso un objetivo 1000x, donde 0.1 mm equivalen a 10 micras

Fotografía 13



Muestra directa de partículas de una muestra de carbon mmpo. Se utilizo un objetivo 700x donde 7 mm equivalen a 10 micras.

Fotografía 14



Muestra directa de partículas de una muestra de arena nueva. Se utilizo un objetivo 100x donde 1 mm equivalen a 10 micras.

El polvo industrial acostumbra ser una mezcla de partículas de sustancias diferentes, una de las cuales es la predominante. Las diferentes clases de partículas también se distinguen por sus propiedades físicas.

En condiciones industriales, las partículas de una nube de polvo pueden cubrir una amplia gama de tamaños que va desde fracciones de una micra hasta 100 micras. La distribución por tamaños se determina por su origen, el tipo de maquinado, el nivel de exposición, etc. (Wadden).

La forma de la partícula indica la peligrosidad de la misma, por lo que las muestras representaron un rango amplio de desigualdad entre ellas, siendo las más comunes de forma picuda.

RESULTADOS DE ESTUDIOS DE GABINETE

Se realizaron los estudios por parte del SERVICIO MEDICO INDUSTRIAL, a cargo del Dr. Jesus H. Garza Siller de la Universidad de Monterrey, con especialidad en Salud Ocupacional, ubicado en Dr. Coss Ote 721. Estos resultados fueron realizados a todos los trabajadores del área de mecanizado, molino, mecanizado de piezas chicas, y Bumper tomándose como referencia lo recomendado por la organización Internacional del Trabajo (OIT).

El estudio realizado fue una Teleradiografía de Torax, y se diagnosticó lo siguiente:

Tabla 9. Resultados obtenidos de un estudio de teleradiografía de Torax a todos los trabajadores.

ESTUDIO	RESULTADOS
Torax oseo y tejidos blandos	No se observan alteraciones en estos tejidos
Pleuropulmonares	No se observan infiltrados pulmonares, no hay evidencia de derrame pleural no adenomegalias mediastinales.
Cardiovascular	Índice cardiorácico, pedículo y flujo vascular pulmonar normales

El polvo puede tener consecuencias adversas para la salud de los trabajadores. Esta descrito en la literatura, que la inhalación prolongada de grandes cantidades de polvo que contenga sílice (Si_2O) o amianto puede ocasionar silicosis o la asbestosis respectivamente. La arena cuarzosa y de río, que están constituidas por sílice, se usan ampliamente en las fundiciones como constituyentes de la arena de moldeo y arena para machos, para chorrear las piezas fundidas, etc. Son también la materia prima principal para producir cerámica, vidrio, porcelana, etc (Baturín)

ORGANIGRAMA

EMPRESA METAL MECANICA

DIRECTOR GENERAL



GERENTE DE RELACIONES INDUSTRIALES



**JEFE DEL DEPARTAMENTO MEDICO,
SEGURIDAD E HIGIENE, Y ECOLOGIA
DR. JESUS MALACARA MUÑIZ**



**AREA AMBIENTAL
Q.B.P. NERLA ANGELICA SILVA URIBE**

En este caso aunque el trabajador a estado expuesto a este ambiente donde existe una alta concentración de silice, según los resultados, no se muestra ninguna alteración fisiológica por parte de los trabajadores analizados y que laboran en esa área

RESULTADOS DE LOS PUNTOS LOCALIZADOS DE CONTAMINACION EN EL AREA DE MECANIZADO

- **Banda transportadora:**

Se encuentra rota en algunas zonas , por lo que el movimiento de la misma causa que cierta cantidad de arena de moldeo se caiga

En algunas zonas los balines que se encuentran en el interior de los rodillos estan en mal estado, causando, que exista mayor vibración en la banda y que la inclinación no sea la adecuada, por consecuencia causa un derramamiento de arena de moldeo hacia el exterior de la misma

- **Tolvas acumuladoras de arena de moldeo (zona moldeo):**

Algunas de las tolvas se encuentran remendadas ocasionando que por las hendiduras se escapen de partículas.

- **Vaciado de arena de moldeo a las tolvas**

Como el vaciado de materia prima es semimecánico, existen problemas manuales, como el no fijarse cuando una tolva se encuentra llena y el material sigue llegando causando un derramamiento de materia prima. Esto sucede por la falta de cronología en el llenado de la tolva por el molinero

- **Vaciado de arena de moldeo en los moldes.**

Al vaciar la arena de moldeo a los moldes el exceso se retira con la mano hacia el suelo, ocasionando una acumulación de material alrededor de las mesas de trabajo.

- Punto de descarga de la banda transportadora

La arena de moldeo proveniente de la banda transportadora al no ser depositada en ninguna tolva llega al suelo, acumulándose una gran cantidad, este punto se encuentra en una zona de gran ventilación y como no está contenida en ningún recipiente, las partículas menores de 5 micras tienden a levantarse por la acción del aire

- Zona de molino

En esta área la concentración de partículas es muy alta, esto se debe al vaciado de materia prima para producir la arena de moldeo, además de que el molino necesita un mantenimiento, ya que se encuentra con algunas fisuras por donde las partículas se fugan.

- Deposición de arena de moldeo en el área de moldeo de piezas chicas.

La deposición de arena de moldeo en esta área se realiza en el suelo, lo que causa que el aire las levante, se observó que se encuentra cerca de una corriente muy importante.

- Liberación de piezas de los moldes de arena:

Las piezas se liberan de los moldes por medio de una banda vibratoria, lo ocasionando que las partículas de un diámetro menor se levanten con la agitación

MATERIALES USADOS EN EL AREA DE MECANIZADO

Bentonita
Carbón
Arena sílica
Harina de madera

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES USADOS EN EL MOLDEO

Carbón Marino:

Analisis químico:	
Materia volátil	31.35%
Carbón fijo	49.03%
Cenizas	19.62%
Azufre	0.90%

Arena sílica

Producto SL-50/55

Análisis físico:

Tamaño de la partícula: mayores de 0.150 mm	Porcentaje 90%
Mallas: 50,70,100	
Forma de grano:	subangular
Mineral de	cuarzo
Esfericidad Krumbein	0.8/0.9
Redondez	0.8/0.9
Dureza (Moh)	7.0
Gravedad específica	2.65
Punto de fusión	3100 F
Area teórica de superficie (cm ² /g)	158
Area real de superficie (cm ² /g)	137
Coefficiente de área	1.03
Permeabilidad básica	46
Contenido de humedad (seco)	<1
Demanda en ácido (pH 7)	<4
Finura (A.F.S.)del grano	87-97

Análisis químico:

% de SiO ₂	97.18%
pH: 7.5	

Bentonita

Análisis físicas:

Viscosidad aparente	16 cps min
Viscosidad plástica	7 cps min
Filtrado	17 cc max
Humedad	12 % max
Granulometría (malla 200)	90 %

Análisis químico

óxido de sílice	61.3 %
óxido de aluminio	19.8 %
óxido de fierro	3.9 %
óxido de magnesio	1.3 %
óxido de calcio	0.6 %
óxido de potasio	0.4 %
óxido de sodio	2.2 %
óxido de titanio	0.1 %

Gráfico natural

Análisis químico

Carbón fijo	69.28 ‰
Materia Volátil	2.98 ‰
Ceniza	27.74 ‰
Azufre	0.1 ‰
Humedad	2.7 ‰

VII. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Se pudo concluir que el nivel de contaminación por partículas suspendidas, totales respirables y no respirables, en el área de mecanizado de una empresa metal mecánica es superior a los Límites Máximos Permisibles marcados por la Norma Oficial Mexicana-010-STPS-94.

Las causas de esta contaminación se deben principalmente a la falta de mantenimiento preventivo, correctivo y proactivo en los distintos equipos y maquinarias utilizados en los procesos que ahí se desarrollan.

Los resultados de la concentración de partículas sedimentables en 24 horas mostraron que la pérdida de materia prima por deposición en el piso es significativa implicando inversión de maquinaria (como barredoras), y tiempo ya que se ocupan 8 horas diarias en limpieza y ordenamiento en el área de mecanizado.

Los resultados de la concentración de partículas respirables y no respirables presentados en las cuatro áreas un alto porcentaje de partículas menores de 5 micras, y esto pudiera traer como consecuencia problemas respiratorios en los trabajadores posteriormente, ya que los estudios radiológicos actuales demostraron que ningún trabajador del área de mecanizado presenta problemas en pulmón.

El área de mayor concentración de contaminación es el área de molino.

La evaluación de las medidas para disminuir la concentración de contaminantes y la factibilidad para instalar posteriormente propuestas en el presente proyecto, corresponderá al área de Producción. Por el momento solo se podrán proponer recomendaciones.

VIII. PROPUESTAS

PROPUESTAS PARA LA DISMINUCION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS, SEDIMENTABLES Y TOTALES EN EL AREA DE MECANIZADO.

Métodos de control:

Algunos de los métodos de control incluyen enclaustramiento, ventilación general con dilución, control de la humedad y el empleo de dispositivos de protección personal

El método más seguro y eficaz de control del polvo es el enclaustramiento total de los procedimientos productores de polvo con escape dentro del recinto, para mantener una presión negativa dentro del mismo. Con frecuencia este método resulta impráctico, pero ciertas piezas del equipo pueden cubrirse. En otros casos, puede emplearse un recinto total que tenga solamente aberturas de alimentación o tolvas con suficiente escape para asegurar el movimiento del aire continuamente en estas aberturas.

En los casos en que sean numerosas las fuentes generadoras de polvo, muy esparcidas y no muy intensas individualmente, la mejor solución pudiera ser la instalación de equipos de extracción de polvos y una ventilación adecuada. Pero puede ser caro e ineficaz si las ubicaciones de escape no se colocan propiamente y si la ventilación se aplica sin una consideración adecuada de equilibrar el escape con una buena ubicación del aire caliente suministrado. Todo el aire que se extrae de una planta tiene que ser administrado de alguna fuente. Generalmente llega a tener la temperatura del aire de la planta antes de ser expulsado.

A pesar del perfeccionamiento de los respiradores, muchos trabajadores los consideran incómodos y no los aceptan con la misma disposición que otros elementos de protección personal, tales como cascos, zapatos de seguridad, gafas protectoras.

De todos modos, los respiradores para polvo tienen una aplicación definida y no está fuera de lugar exigir su uso cuando se requiera protección temporal en concentraciones altas. Los respiradores no son incómodos si se llevan durante varios períodos cortos. Puede pedirse a los trabajadores que escojan entre varios estilos, para implantar el uso de los que tengan más aceptación. Quizá la mayor oposición al uso de respiradores provenga del grado de supervisión que se ejerca obligando a los usuarios cuando lo llevan. Lo mismo que con otros dispositivos y procedimientos, el ejemplo de los supervisores contribuirá grandemente a generalizar su uso (CIS)

De acuerdo a las características del lugar y debido a la concentración de partículas presentes en el subárea de molino, se recomienda el encerrar todo el proceso por medio de una caseta de manejo de materia prima

Se propone la automatización del sistema de distribución de arena de moldeo a las tolvas, y en los procesos de vaciado de material del molino hacia las tolvas, ya que esto contribuiría a disminuir la cantidad de materia prima en el traslado de esta hacia las tolvas. Además se evita una propagación de las partículas emitidas al medio laboral de las otras subáreas.

Un estricto uso de equipo de seguridad, para protección del trabajador.

En la banda transportadora de arena de moldeo que rodea toda el área de mecanizado se propone la instalación de cubiertas en las zonas de transferencia y conectarlos a un sistema de ducto de colector de polvo. Se recomienda la restauración de la banda ya que se encontró tramos donde la banda mide 20 pulgadas y otros donde mide 30 pulgadas ocasionando con esto un excedente de materia prima para la capacidad de las bandas, por lo que es necesario que se revise el ancho de la banda y que no se alimente más arena de la que el ancho de la banda pueda soportar, ya que esto ocasiona un excedente de la capacidad de la misma. Los baleros y nivelación de rodillos los cuales ayudan a que la banda siga su curso requieren un cambio, ya que se encontró que estos están en mal estado

En el molino se propone mecanizar el mezclado con una tolva en el molino para recolectar y agregar el material al molino.

La arena de moldeo es el principal problema en el área de mecanizado es necesario realizar un buen control de la misma, y esto no indica que se realice una gran inversión, ya que algunos de los problemas detectados pueden solucionarse fácil y económicamente.

Mantenimiento:

Es imposible tener un programa eficaz de saneamiento a menos que se mantenga un buen orden y limpieza en una planta, y se haya informado a los trabajadores de la necesidad de tomar estas medidas.

El buen orden y limpieza es una medida de control importante. El polvo que se deja acumular en los pisos, vigas, tuberías, y estructuras elevadas, puede diseminarse fácilmente por toda la planta.

Cuando se trabaje con polvos peligrosos -- tales como plomo y sílice-- muchos trabajadores pueden resultar expuestos a concentraciones nocivas a menos que regularmente se limpie bien la zona de trabajo.

Muchas plantas tienen implantado un programa de limpieza regular usando aspiradoras de polvo. No se recomienda el empleo de mangueras de aire.

Es necesario educar al trabajador para que siga regularmente las reglas de seguridad que protegen su salud y bienestar (CIS*).

El mantenimiento adecuado de equipos, edificios, y de las instalaciones resulta ser una herramienta muy útil en los programas de saneamiento industrial.

Existe cuatro tipos de mantenimiento, los cuales son

- Mantenimiento correctivo: corresponde a un mantenimiento de mejoramiento
- Mantenimiento preventivo: es un programa en que se le da servicio a la máquina por cierta cantidad de tiempo o por producción o por horas de servicio.
- Mantenimiento predictivo: se realiza un monitoreo por medio de instrumentos, (muy costoso).
- Mantenimiento proactivo: Es un mantenimiento en el que se trata de eliminar la contaminación ambiental para eliminar los polvos u otras sustancias para que no llegue a las máquinas y no las afecte (Es una nueva filosofía del Japón).

Un nuevo tipo de mantenimiento que ayudara a evitar la contaminación en el área de mecanizado es un mantenimiento proactivo en el cual implica un programa para disminuir o erradicar la cantidad de polvo generada por el proceso, ayudando a una mayor vida útil de la maquinaria y dispositivos que participan en el proceso. Esto ayudaría a que la vida media de la maquinaria dure más, ya que disminuye hasta un 50% por el ambiente existente en la empresa.

Actualmente se realiza un mantenimiento correctivo, y se pretende que en un periodo no mayor de un año se logre llegar a realizar un mantenimiento preventivo, el cual reduciría pérdidas y aumentaría la vida útil de la maquinaria

LX. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

American Conference of Governmental Industrial Hygienist

1968. Concentraciones ambientales maximas permisibles (CAMP), Reunión anual de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Consejo Interamericano de Seguridad. N.Y., E.U.A.

American Conference of Government Industrial Hygienist*

1972. Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants, 4 edición, Cincinnati, Ohio

Buck.S.F., Brown A.A., Tobacco Research Council .

1964, Research Paper, Num 7

Consejo Interamericano de Seguridad*

1968. Evaluación y control de los riesgos de las enfermedades profesionales, N.Y. E.U.A.

Consejo Interamericano de Seguridad

1968. Polvos que producen neumoconiosis. N.Y. E.U.A.

EPA.

1973. Air Pollution Engineering Manual. 2nd. edition., May.

Evans, U.R.

1972. Mechanism of rusting under different conditions. Br. *Corros. J.* , 7, 10-14.

First, Melvin W. ., sc. D.,

1972 Air Sampling and Analysis for Contaminants in work places, Harvard School of Public Health. p A-1.

Gobierno del Estado de Nuevo León.

1993, Instructivo del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo ,
Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Hernandez Guerra Jaime

1970 Aspectos Generales de la Seguridad Industrial y la importancia académica de las mismas, Dic , IMA , U A N L , Mty , N L p 1-8

IMSS

1990 Estudio general sobre las condiciones y medio ambiente de una empresa, N L

Limon Benjamin., M.Herrejon.,

1991. Calidad del aire de Ciudad Universitaria, Mty ,FIC , UANL.

Lippman, Morton , Ph. D.

1972. Respirable Dust Sampling. Institute of Enviromental Medicine, New York University. p. G-1.

Mendoza F.L.

Investigación de Factores de Riesgo, Fundidora Monterrey, pg 142.

Mine Safety Appliances Company

1968. Importantes preguntas y repuestas concernientes al polvo. MSA International. México.

Mine Safety Appliances Company*

1968. Equipos para la toma de muestras de polvo, humo y niebla MSA International. México

Myrick F.A.,

1987 Evaluación de Costo-Beneficio, 3 edición, Ed LIMUSA, pg 87

Organización Mundial de la Salud (OMS)

1968. Investigaciones sobre contaminación del medio. OMS Serie de informes técnicos. Suiza. p.13-43

OMS

1986. Limites de exposición profesional recomendables por razones de salud para algunos polvos minerales (Silice y Carbón), Informe de Grupo de Estudios de la OMS, OM de la Salud de Ginebra, España p 22-30, 69-71

Peterson, Carl M., Ph.D.

1972. Aerosol Sampling of Airborne Microorganism, University of Minnesota School of Public Health. p. F-1.

Prober R.,

1972 Handbook of environment Control, Air Pollution, CRC PRESS, Vol I.

Stockham D., John.. Edward g. F.

1979. Particle size analysis., 3 edición, Ed Ann Arbor Science, Michigan. p.1,13,77, 111-125.

Spedding

1981. Contaminacion Atmosférica Ed Reverté, S.A España p. 75-78.

Stern, A.C.

1968. Air pollution, 2 edición Academic Press, New York, vol 1

The metals Society, (TMII)

1974. Engineering aspects of pollution control in the metal industries. London 27-29, November.

Torres Diaz Raúl

1970 Organización y Funcionamiento de la seguridad en la industria siderúrgica.
Mayo., FIME, U.A.N.I., Mty., N.L. p 1- 7

UANL, F.P.S.,

1985. Estudio de una empresa (TISA), Mty., N.L.

Wark Kenneth, C., F., Warner

1990 Contaminación del aire, origen y control 1 edición, Mexico, Ed. LIMUSA. p.
193 - 235, 607 - 609.

Wadden A. Richard, Peter A. Sheff.

1987. Calidad del aire en interiores Talleres de impresiones editoriales, S.A.,
1 edición. México. p.56, 104, 124

Williamson Samuel, J.

1973. Fundamentals of air pollution. Addison-Wesley Publishing Company. 1 edición.
N.Y. p.350.