

19 11225



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACION 4 SURESTE DEL DISTRITO FEDERAL  
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 32

"ASOCIACION ENTRE TIEMPO DE EXPOSICION Y  
CONCENTRACION DE POLVO DE TALCO CON LA  
PRESENCIA DE TALCOSIS EN TRABAJADORES  
EXPUESTOS EN UNA EMPRESA DE COSMETICOS"

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO

P R E S E N T A  
PABLO ZAMUDIO MARTINEZ

ASESORES:

DRA. MARIA MARTHA MENDEZ VARGAS

DR. MANUEL C. ORTEGA ALVAREZ

DR. PABLO LOPEZ ROJAS



IMSS

MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



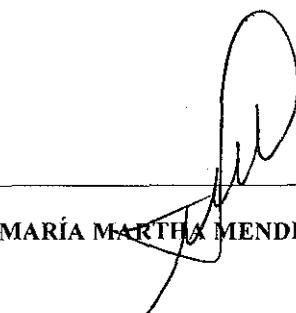
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**TESIS ASESORADA Y SUPERVISADA POR:**



---

**DRA. MARÍA MARTHA MENDEZ VARGAS.**



---

**DR. MANUEL C ORTEGA ALVAREZ.**

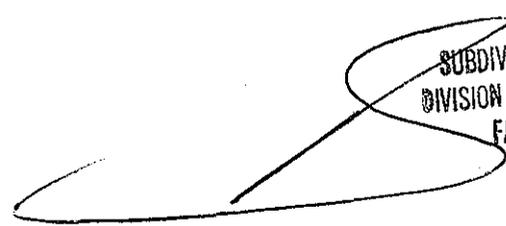


---

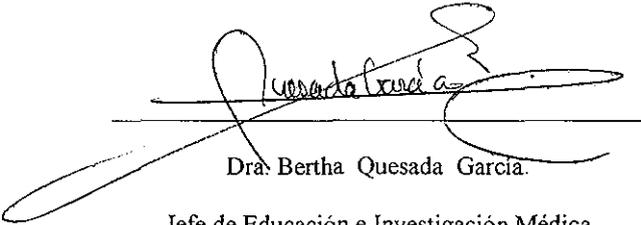
**DR. PABLO LÓPEZ ROJAS.**



**SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.**



**Instituto Mexicano del Seguro Social**  
**Hospital General de Zona No 32 "Villa Coapa"**



Dra. Bertha Quesada García.

Jefe de Educación e Investigación Médica

**H. G. Z. No. 32**  
**VILLA COAPA**



**IMSS**

**JEFATURA DE EDUCACION**  
**E INVESTIGACION MEDICA**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por permitirme vivir rodeado de bendiciones y de personas que me quieren.

**A mis padres** y por sus consejos y amor con el que me guiaron para llegar a ser un profesionista de éxito.

**A la mujer que me ama** y que siempre me brindo su apoyo incondicional para que alcanzara esta meta que me fije, alentándome a seguir adelante cuando mas lo necesite.

**A mis hijas Miriam y Lulú** que supieron alentarme con su cariño y comprensión durante todo este tiempo y que fueron una de las razones para superarme y ser mejor cada día.

**A mi tía Aída** que como una madre siempre me ha alentado para superarme y ser un hombre de bien.

**A la Dra Ma. Martha Méndez V.** Por sus ayuda para realizar esta tesis brindándome la enseñanza profesional y consejos que me servirán para ejercer la Medicina del Trabajo.

**Al Dr. Manuel Ortega y al Dr. Pablo López** por sus enseñanzas y orientación que me brindaron como profesores y amigos.

**A todos mis compañeros de la especialidad** por su apoyo y amistad que me brindaron durante los dos años de la especialidad.

**A todos los médicos del IMSS, del INER, la UNAM, ingenieros, laboratorio de toxicología y personal administrativo** que me brindaron su apoyo para realizar esta tesis

## DEDICATORIA

**A mi Madre** que se encuentra con Dios y desde ese sitio siempre ha compartido conmigo todos mis momentos de triunfos, alegrías y tristezas, alentándome su recuerdo para seguir adelante en las metas que me he fijado y para seguir firmemente mis ideales.

Pablo Zamudio Martinez.

## INDICE

| CONTENIDO                  | PAGINA |
|----------------------------|--------|
| RESUMEN                    | 1      |
| ANTECEDENTES               | 2      |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14     |
| JUSTIFICACIÓN              | 15     |
| OBJETIVOS                  | 16     |
| HIPÓTESIS                  | 17     |
| MARCO CONCEPTUAL           | 18     |
| METODOLOGÍA                | 21     |
| RESULTADOS                 | 31     |
| DISCUSIÓN                  | 34     |
| CONCLUSIONES               | 38     |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 40     |
| ANEXOS                     | 42     |
| TABLAS                     | 47     |

## Resumen

### "ASOCIACIÓN ENTRE TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y CONCENTRACIÓN DE POLVO DE TALCO CON LA PRESENCIA DE TALCOSIS EN TRABAJADORES EXPUESTOS EN UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS"

Zamudio Martínez Pablo; Méndez Vargas Martha. Ortega Álvarez Manuel. López Rojas Pablo  
México D.F.

Hospital General de Zona No. 32 "Villa Coapa" IMSS

#### Objetivo

Identificar la asociación entre el tiempo de exposición y la magnitud de inhalación de polvo de talco y Talcosis en los trabajadores del área de polvos de una empresa de cosméticos.

#### Material y método:

Estudio observacional, transversal, encuesta descriptiva prospectiva; realizado durante los meses de julio a octubre del 2001. Se efectuaron 24 encuestas (síntomatología respiratoria y antecedentes laborales en ambiente con polvo) a igual número de trabajadores de las áreas de envasado y molienda de talco cosmético, con edades entre 21 –50 años, con antigüedad mínima de un año en el área de talcos, en los puestos de trabajo de operador, molinero y abastecedor de materia prima. A los 24 trabajadores se les tomó una teleradiografía de tórax en proyección posteroanterior leída aplicando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 1980. Para determinar la presencia de Talcosis (neumoconiosis por polvo de talco), clasificándose en base a la profusión de las lesiones encontradas. En las áreas de proceso de talco cosmético se realizaron monitoreos ambientales con una bomba gravimétrica de alto flujo y filtros de cloruro de polivinilo (PVC), realizándose un total de 12 monitoreos para polvos respirables, 8 ambientales y 4 personales, los cuales reportaron niveles de polvo por arriba de los niveles máximos permisibles establecidos por la NOM-010-STPS-1999.

#### Resultados:

Se idéntico mediante el cuestionario que el 95.8% de los trabajadores no tienen exposición extra laboral a polvos, en relación a tabaquismo solo el 16.7% contestaron afirmativamente, tomando la antigüedad de exposición en años se agruparon en dos grupos uno con antigüedad hasta 3 años y otro hasta 6 años de exposición a talco, analizando los monitoreos ambientales se encontró que las áreas con mayor concentración de polvo en el ambiente laboral fueron molinos y envasado de talco, resultando los puestos de trabajo de molinero y abastecedor de materia prima los más expuestos a polvo respirable, de los resultados de la teleradiografía de tórax practicada a cada trabajador se esperaba que presentaran cambios y al analizarlas se encontró que el 100% (24 trabajadores) presentaron cambios radiográficos, siguiendo los criterios de la OIT, se encontró que el 75% presentan talcosis en grado leve y 25% en grado moderado, los cuales deben ser vigilados para evitar la progresión. El resultado del análisis analítico posterior a aplicar la prueba de Fisher se obtuvo un valor de OR: 3 con un índice de confianza del 95% con intervalos de (1.174 – 7.667) resultando una  $P = 0.028$ .

#### Conclusiones

De acuerdo a los resultados encontrados, se identificó una asociación significativa entre el tiempo de exposición mayor de 3 años y la presencia de neumoconiosis determinada principalmente por la teleradiografía de tórax (valor de  $p = 0.028$ ). Así también se determinó una frecuencia relativa mayor de 2 de adquirir la enfermedad exponiéndose por más de 3 años a polvo de talco OR de 3 (IC95 1.174 - 7.667) lo anterior se explica porque la magnitud de la exposición rebasa los valores fijados como seguros o valores umbrales límite.

La teleradiografía de tórax utilizando los criterios de la OIT de 1980 es una herramienta útil en la detección oportuna de las neumoconiosis en sus etapas iniciales y debe ser tomada en cuenta en los exámenes médicos de admisión, exámenes periódicos y de retiro para la prevención de la enfermedad y en caso de encontrarse enfermedad pulmonar por exposición a polvos aplicar las medidas de vigilancia, control y tratamiento para limitar que se ocasione mayor daño al trabajador.



## TITULO

"ASOCIACIÓN ENTRE TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y CONCENTRACIÓN DE POLVO DE TALCO CON LA PRESENCIA DE TALCOSIS EN TRABAJADORES EXPUESTOS EN UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS"

## ANTECEDENTES

El Trabajo se inicia desde que el hombre tiene la necesidad de satisfacer sus necesidades básicas, su existencia se debe a la actividad que el hombre desarrolla durante un poco mas de un tercio de su vida.

La Medicina del Trabajo es la disciplina que busca conocer los daños a la salud del hombre originados por el desempeño de su actividad laboral. Actualmente se define como la disciplina que estudia el proceso salud enfermedad del hombre en relación con su trabajo, sus funciones incluyen el estudio del ambiente de trabajo a partir de la cual se establece una relación causa efecto entre los agentes potencialmente nocivos presentes en el ambiente laboral y los daños a la salud identificados en los trabajadores expuestos (1)

**El especialista en Medicina del Trabajo no solo se encarga de diagnosticar y curar las enfermedades originadas por el trabajo, su finalidad principal es la de prevenir las enfermedades y establecer las medidas de control para evitarlas o diagnosticarlas en su etapa temprana, antes de que ocasionen una incapacidad fisico-funcional crónica y progresiva.**

Desde la antigüedad se ha visto una relación entre el trabajo y enfermedades que afectan al hombre, ya lo denunciaba **Jenofonte** que vivió del 430 al 354 a. de JC. " las artes llamadas mecánicas...estropean el cuerpo de quienes las ejercen...obligándoles a estar sentados a la sombra y algunos hasta a pasar el día frente al fuego. Cuando los cuerpos se debilitan no dejan tiempo para ocuparse de los amigos y del Estado." En el siglo XVIII, un eminente médico italiano, **Bernardini Ramazzini**, escribió el tratado "De Morbis Artificum Diatriba" que describía los padecimientos originados en los lugares de trabajo: " De los tugurios de los artesanos... que en este aspecto son como centros escolares de los que uno sale más instruido...he intentado sacar lo que mejor pueda", **Ramazzini** es considerado el padre de la Medicina del Trabajo y establece la pregunta clave para buscar la relación del trabajo y las enfermedades al cuestionarle a los pacientes ¿en qué trabaja?. Esto no quiere decir que el trabajo produzca enfermedades exclusivamente, la mayoría de las alteraciones que están expuestos a sufrir los trabajadores pueden ser padecidas en otros ambientes y circunstancias. (2)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El reconocimiento de las enfermedades relacionadas con el trabajo ha sido lento. Sin embargo existen padecimientos que se han podido identificar desde la antigüedad como enfermedades ocupacionales, y se ha tratado de prevenir la enfermedad o limitar su daño. Un ejemplo de estas son las enfermedades pulmonares que se presentaban en los trabajadores de minas en el siglo I d.c. Plinio el Viejo, mencionaba el uso de vejigas para cubrir nariz y boca como una forma primitiva de equipo de protección de las vías respiratorias.

Inicialmente, la lesión pulmonar fue asociada con ciertas profesiones y ocupaciones. En su tratado clásico de 1713, el médico italiano Bernardino Ramazzini revisó con detalle los sufrimientos de los mineros, cuya enfermedad ha sido conocida y descrita desde la antigüedad. Ramazzini citó con relación a los mineros que "los pulmones de esta clase de trabajadores son afectados, especialmente desde que están en contacto con el mineral en el aire, siendo el primer órgano sensible de lesión". (3).

En la actualidad cualquier sociedad industrializada utiliza y produce gran número de sustancias que pueden lesionar los pulmones. La lista de agentes es muy larga y sigue creciendo en base a los procesos de producción y sustancias de nueva creación. Dentro de estas industrias también existen sustancias con poca toxicidad pulmonar o ninguna. Por lo que la simple existencia de algún tipo de exposición en el sitio de trabajo de una persona diagnosticada con enfermedad pulmonar no indica necesariamente que la enfermedad está relacionada con el trabajo. Siempre se debe buscar la relación causa – efecto para considerarla como originada por el desempeño del trabajo. Es por lo anterior que el médico debe considerar esta posibilidad en el diagnóstico diferencial. (4)

La industria química en nuestro país representa una de las industrias de transformación más importantes como actividad económica ya que proporciona un gran porcentaje de fuentes de trabajo y además contribuye al desarrollo de nuevas tecnologías.

Dentro de las principales divisiones de la industria química se encuentra la elaboración de cosméticos. La cual se encarga de fabricar perfumes, polvos de talco compacto, talcos para uso higiénico, cremas y otros productos para ser aplicados sobre la piel con la finalidad de aumentar la belleza física del cuerpo humano o como medida higiénica. Este tipo de industrias genera un gran número de empleos y contribuye también con la economía formal e informal del país. Por lo que se ha originado un incremento de empresas transnacionales productoras de cosméticos y productos para la higiene personal. La demanda de los productos de belleza es elevada por lo que la producción es a gran escala y se requiere de empresas maquiladoras que se dedican a realizar parte de los procesos de sustancias básicas para la elaboración de sus productos.

La fabricación, molienda y envasado de talco para el aseo personal y de polvos comprimidos o compactos para cosméticos son los que con mayor frecuencia se maquilan en pequeñas empresas.

Para la elaboración de cosméticos y maquillaje se utiliza talco el cual pasa por varios procesos de producción que van desde la molienda para darle la textura requerida, el compactado, adición de colorantes y el envasado como polvo de talco. Estos compuestos están considerados como silicatos no asbestósicos que pueden ocasionar neumoconiosis. Las empresas maquiladoras no siempre cuentan con las medidas de ingeniería apropiadas para ofrecer las medidas de higiene y seguridad para el trabajador durante los procesos de producción.

El conocer el estado de salud de los trabajadores en empresas de transformación de productos químicos, como en la industria de cosméticos, es complicado por la gran variedad de sustancias químicas que se manejan durante sus procesos de producción. En ocasiones las sustancias por sí solas son inocuas pero al combinarse pueden representar serios problemas de salud para el trabajador que está expuesto en forma directa o indirecta.

Gran parte de las enfermedades pulmonares profesionales se deben a la exposición de agentes nocivos generados por los diferentes procesos industriales. Estos agentes se clasifican en físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos. Es necesario identificarlos y evaluarlos en el medio ambiente laboral, para comprender los efectos a la salud de los trabajadores, así como de las medidas para controlarlos.

Podemos definir como enfermedad de trabajo "a todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se ve obligado a prestar sus servicios" artículo 475 de la Ley Federal del Trabajo (LFT) (5)

Las enfermedades de origen laboral u ocupacional, constituyen un grupo de procesos patológicos cuya principal característica es la relación causal entre el trabajo y la aparición de la enfermedad. Dentro del espectro de las enfermedades de origen laboral u ocupacional, las afecciones del aparato respiratorio, auditivas y dermatológicas son las más frecuentes (6), circunstancia fácil de comprender debido a que son los órganos de la economía con una mayor interacción con los agentes ambientales (7)

El pulmón es un sitio donde comúnmente se presentan enfermedades profesionales. Los habitantes de zonas urbanas inhalan y retienen hasta 2 mg de polvo al día, y los trabajadores en ocupaciones donde hay mucho polvo pueden inhalar 10 a 100 veces esa cantidad. Lo notable es que muchas personas nunca desarrollan enfermedad por el ambiente, a pesar de su exposición a diversos agentes agresivos en forma potencial.(8)(9)

En México la Secretaría de Salud se ha dado a la tarea de realizar investigaciones para determinar la presencia de contaminantes ambientales de diferentes áreas industriales de la Ciudad de México y su asociación con la patología laboral. Encontrándose que en ocasiones la presencia de enfermedades pulmonares no solo pueden tener su origen en el medio ambiente laboral sino que también los niveles de contaminación atmosférica, crecimiento demográfico, condiciones climáticas, condiciones nutricionales y de inmunidad de los grupos etéreos pueden influir para que se presenten en forma más temprana la sintomatología respiratoria. (8)(10).

Si la causa de la enfermedad pulmonar es el trabajo, el diagnóstico y las relaciones de la enfermedad con la exposición exacta, deben ser lo más precisas posibles para garantizar que el paciente reciba el tratamiento adecuado. Se le debe otorgar la compensación correspondiente y prevenir el riesgo para otros trabajadores. Pero no siempre es posible establecer un diagnóstico definitivo ni obtener detalles exactos sobre la exposición industrial, sobre todo si el contacto ocurrió muchos años antes. (11)

En la mayor parte de los casos es necesario conocer la manera en que los pulmones reaccionan a las diversas sustancias y los tipos de exposición que son probables en las diversas ocupaciones. Es tan erróneo hacer un diagnóstico incorrecto de una enfermedad ocupacional, y transformar a un miembro productivo de la sociedad en alguien improductivo, así como no hacer el diagnóstico correcto. De esta forma se le niegan al trabajador los beneficios del tratamiento específico, cuando se disponga del mismo, y las compensaciones económicas a que tiene derecho cuando las merezca.

Se calcula que en un trabajo de 40 horas semanales se introducen aproximadamente unos 14,000 litros de aire en las vías aéreas. Las sustancias inhaladas durante ese tiempo son capaces de provocar casi todos los tipos de enfermedad pulmonar crónica por alteraciones de las vías aéreas y del parénquima pulmonar. La prevalencia de esta clase de enfermedades es muy elevada. En el Reino Unido se observó que el 7% de las consultas de atención primaria eran debidas a problemas relacionados con el trabajo y de ellas el 10% correspondían a síntomas respiratorios. (5).

En los reportes de la Organización Internacional del Trabajo (OIT.) Del año 1999 se reportó que cada año 160 millones de trabajadores sufren algún tipo de enfermedad profesional. (10) Algunas organizaciones norteamericanas reconocidas internacionalmente como la Asociación de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) han desarrollado una lista prioritaria de las enfermedades y lesiones principales relacionadas con el trabajo.

Se utilizaron tres criterios para elaborar esta lista:

1. - Frecuencia de la enfermedad o lesión.
2. - Gravedad en cada caso.
3. - Probabilidad para prevenirlas. (10)

Las enfermedades profesionales pulmonares son las primeras de esta lista. En NIOSH se estima que 1.2 millones de trabajadores están expuestos al polvo de sílice y que alrededor de 60 mil de los trabajadores expuestos sufrirán algún grado de neumoconiosis por sílice (silicosis). De unos 20 millones de trabajadores expuestos a asbesto se espera que entre 75 mil y 300 mil desarrollen cáncer relacionado con la exposición, en los próximos 50 años. (9)

Durante los últimos 25 años las bronconeumopatías han constituido una de las primeras causas de enfermedad de trabajo en México. Tal es el caso de las neumoconiosis (acumulación de partículas en los pulmones y las reacciones del tejido a la presencia de dichas partículas) y las bronquitis (inflamación inespecífica del tracto respiratorio). (11)

En la revisión de la Memoria Estadística de Salud en el Trabajo del año 2000, del Instituto Mexicano del Seguro Social, podemos observar los datos reportados a nivel nacional, durante dicho año, existieron afiliadas 776 020 empresas. Afiliados bajo el seguro de Riesgos de Trabajo se reportaron 12 418 761 trabajadores, **durante ese año se calificaron 5,557 casos como enfermedad de trabajo, su tasa reportada es de 4.5 por 10,000 trabajadores, de estas 2,270 corresponden a padecimientos pulmonares que representan el 41 % del total de las enfermedades de trabajo calificadas en el país, y el 10% corresponden a neumoconiosis debidas a otro tipo de sílice o silicatos** (6). Se dispone también de datos que provienen de las estadísticas oficiales de estudios epidemiológicos realizados en personal de riesgo, donde las enfermedades pulmonares se encuentran en los primeros lugares (7).

A escala nacional no es posible conocer cifras confiables de prevalencia de las enfermedades respiratorias ocupacionales. No se dispone de un sistema de registro y vigilancia epidemiológica como en otros países y se realiza un subregistro de las enfermedades ocupacionales. Al ser diagnosticadas no siempre se asocian con el trabajo que desempeña o desempeñó el paciente, y sobre todo porque están sujetas a ser reclamadas por el trabajador, el cual desconoce la patología que se puede presentar por los agentes a los que se expone durante su vida laboral.

En los servicios de salud de las empresas, las enfermedades respiratorias ocupan los primeros sitios de atención médica pero no siempre son asociadas con problemas de origen laboral por la falta de conocimiento del personal de salud y son tomadas como enfermedad general.

Entre las enfermedades pulmonares de origen ocupacional la más común, durante muchos años ha sido la neumoconiosis (silicosis, asbestosis, neumoconiosis por carbón, silicatos, metales, abrasivos, etc.). La Organización Internacional del Trabajo en la reunión de Bucarest (1969) estableció como neumoconiosis lo siguiente:

**Acumulación de polvo, inhalado, en los pulmones y las reacciones del tejido ante la presencia de este polvo. (4)**

El lugar en el que se depositan las partículas determina de forma notable la respuesta pulmonar. Las partículas se depositan en la vía respiratoria principalmente como consecuencia de tres procesos físicos: impactación, sedimentación y difusión. Las partículas de gran tamaño se depositan por impactación y sedimentación, generalmente en la nariz y en ocasiones en las vías aéreas de conducción. Las partículas pequeñas se depositan a nivel de los alvéolos produciendo una respuesta inflamatoria.

La reacción patológica al polvo varía mucho según la clase de polvo y la cantidad que se retiene. El que no se ha retenido también puede causar enfermedad, pero no se considera neumoconiosis. Debe insistirse en que el término neumoconiosis se refiere a un grupo heterogéneo de enfermedades específicas diferentes. El diagnóstico simple de neumoconiosis carece de utilidad clínica o epidemiológica; es necesario hacer el diagnóstico de una enfermedad específica, como silicosis, asbestosis, neumoconiosis de los mineros del carbón, talcosis, neumoconiosis por silicatos no asbestósicos, carburo de tungsteno, grafito, aluminio, tierra diatomacea y los efectos pulmonares de la inhalación de polvos de hierro, estaño y bario. (12)

La contaminación del medio ambiente del sitio de trabajo se debe a la existencia de fuentes contaminantes, por lo que es importante localizar las fuentes de donde provengan estos contaminantes y el sitio de trabajo con respecto a ellas. Dependiendo de la distancia a que se encuentre el trabajador los contaminantes pueden llegar a él por proyección física desde la fuente o por el fenómeno físico de la difusión en el aire. (11)

Se han establecido valores generales para muchas de las sustancias utilizadas en la industria, estas indican umbrales límites permisibles de las concentraciones de partículas, dadas en partículas por millón ó mg/m<sup>3</sup> por cada sustancia estudiada (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de USA.). Estas concentraciones son guías y no límites entre la salud y enfermedad relacionadas con el trabajo. (9)

Conocer estas concentraciones tiene como único propósito identificar factores de riesgo a vigilar. Hablando de polvo de talco este ha sido considerado desde hace muchos años como un polvo inerte sin una toxicidad específica, pero sus niveles de exposición no deben rebasar los 5 mg/m<sup>3</sup> para 8 horas de exposición continua para polvos respirables en semana de 40 horas.

Lo anterior está legislado en nuestro país en la norma oficial mexicana NOM-010-STPS 1999, donde se especifican los niveles máximos permisibles de exposición como CTP-STPS para polvos totales 10 mg/m<sup>3</sup> y para polvos respirables 5 mg/m<sup>3</sup> (13), en algunos países como Gran Bretaña lo estandarizan a 1 mg/m<sup>3</sup> pero existe controversia sobre los niveles exactos. (14)

Para evaluar cualquier exposición se deben considerar tres elementos importantes: el tiempo de exposición, puesto de trabajo y la susceptibilidad individual. Así como otros factores tales como el tabaquismo, que puede ser un factor sinérgico para la presencia de algunos daños a la salud. (11)

Las personas que trabajan en ambientes donde existen altas concentraciones de polvos inorgánicos, como los que contienen sílice, carbón, talco, asbesto o berilio, son más propensas a contraer enfermedades de tipo respiratorias, por su efecto fibrogénico, que aquellas que no laboran bajo estas condiciones.

La neumoconiosis se asocia con la inhalación de polvo inorgánico, la exposición mas estudiada es a polvo de sílice, pero existe gran asociación de la enfermedad con la exposición a polvos de silicato como es la exposición laboral a polvo de talco, para la fabricación de otras sustancias como es el caso de la fabricación de hule, cosméticos, pinturas, asfaltos y cerámica entre otros.

Una de las ramas industriales que más utiliza el talco, es la dedicada a la elaboración de productos cosméticos, teniendo como procesos de producción la molienda y envasado de talcos cosméticos. La exposición crónica a polvo de talco condiciona una neumoconiosis conocida como "Talcosis". Enfermedad profesional de poca frecuencia en el mundo y en nuestro país. Esto puede deberse a la pobre extracción del mineral y que en la mayoría de los casos se engloba el diagnóstico como neumoconiosis no especificando la causa de esta. Pero son múltiples las actividades laborales que utilizan este producto.

El talco es un silicato de magnesio hidratado, cuya fórmula principal es  $(Mg, Fe+2)3Si_4O_{10}(OH)_2$ , con los siguientes porcentajes teóricos de peso: 63% SiO<sub>2</sub>, 32 % MgO y 5 % H<sub>2</sub>O.

El Fe+2 puede sustituir hasta el 10 % de los átomos de magnesio. El aluminio en cantidades mínimas puede también sustituirlo. (15)(16)

El término talco abarca un grupo de minerales con composiciones que oscilan entre aquellas que se aproximan estrechamente a la composición teórica arriba indicada, y otros que aunque contienen cantidades apreciables de magnesio son

esencialmente mezclas de silicatos. Los cloritas de serpentina, silicatas, variedad de asbesto como la tremolita, antofilita, diopsida, jabón de piedra, pirofilita y esteatita han sido clasificados como talcos o rocas talcosas. El último término se refiere a las rocas talcosas que no contengan más de 1.5 % de cal, 15 % de óxidos de hierro y 4 % de óxido de aluminio.

El talco y el asbesto serpentina son silicatos de magnesio hidratado. Ambos tienen una unidad estructural consistente en una capa de hidróxido de magnesio que se encuentra entre dos capas de silicato, las partículas de talco se encuentran en forma plana o granular, mientras que las de asbesto se encuentran en forma de fibras.

Debido a que ambos minerales se derivan del mismo estrato geológico, el talco esta frecuentemente contaminado con diversas cantidades de minerales asbestiformes (tremolita, antofilita, crisotilo). Los términos talco puro o "platy" (no asbestiforme), y talco fibroso (asbestiforme) son utilizados para distinguir los minerales utilizados en la industria. La mayoría del talco industrial que es extraído de minas usualmente contiene diferentes cantidades de carbonatos principalmente en forma de magnesita, dolomita y calcita, los cuales no parecen ser de importancia patológica, pero en ocasiones pueden contener cuarzo (sílice cristalina) la cual es fibrogénica y también se ha considerado como productor de neumoconiosis en los mineros de talco. (17).

La textura, estabilidad y propiedades fibrosas o escamosas de los diversos talcos los hacen útiles para numerosos fines. Los más puros, esto es, los que casi se aproximan a la composición teórica, son finos en textura y color, por lo que se usan frecuentemente en cosméticos y preparaciones para tocador. Estos talcos se producen en los depósitos de Francia, Italia y China. Otras variedades, que contienen mezclas de diferentes silicatos, carbonatos y óxidos y quizá sílice libre, son de textura relativamente gruesa, siendo considerados como talcos industriales o comerciales. Este tipo de talcos se utilizan como cargas en pinturas y productos cerámicos (por ejemplo, vajillas, azulejo y porcelana usadas en artículos eléctricos). Dado que se obtiene en grandes bloques y se presta al cortado y aserrado, la piedra de talco (piedra de jabón) es muy útil para la fabricación de hornos de fusión para fábricas de papel tipo kraft, interruptores eléctricos, tapas de mesa, sumideros y lápices. La pirofilita se utiliza frecuentemente en los productos cerámicos. Los talcos también se usan en la industria del caucho como estiradores y polvos para espolvorear.

La mayoría de los talcos se extraen de minas subterráneas o canteras. En algunos casos puede ser necesaria la flotación para separar el talco de los minerales no deseados que pueden estar presentes en la roca.

El talco industrial se muele finamente después de un basto molido inicial y separación por contracorriente de aire. El talco utilizado en cosmetología suele ser seleccionado a mano, cernido, molido muy fino y pasado por un tamiz de tejido de

seda, debe de ser libre de asbesto para cumplir con las especificaciones que se exigen en este tipo de producto.(14)

El polvo de talco de las calidades industriales o comerciales no fue reconocido como agente capaz de producir enfermedades pulmonares hasta que Thorel reporto el primer caso de neumoconiosis por talco en 1896, asociada a la exposición con la esteatita. (17)

Durante la primera mitad del siglo XX se informó de casos cada vez más numerosos de neumoconiosis provocada por el talco. En 1948 se comprobó que aproximadamente un 10.4 % de los 751 obreros italianos expuestos al talco sufrían neumoconiosis: 29 de estos trabajadores demostraban fases avanzadas de la enfermedad que frecuentemente se asociaba a la tuberculosis. Las observaciones clínicas eran en gran medida negativas, pero el aspecto radiográfico mostraba una reticulación difusa, con una fina red que ni se desarrollaba en la fase nodular ni afectaba los nódulos linfáticos hilares. La composición en porcentaje del talco al que estaban expuestos estos obreros era la siguiente: sílice combinada, 61.77 %; óxido de magnesio, 31.29 %; óxido de hierro 0.68 %; óxido de calcio 0.41 %, y óxido de aluminio 0.38 %, No existía sílice libre. Se acepta en general que la inhalación continuada de importantes cantidades de polvo de talco, particularmente los de importancia industrial o comercial, como los que contienen serpentina, fibras de asbesto (tremolita, antofilita) o algunos minerales similares de talcosa, pueden producir una neumoconiosis sintomática.

Se ha expuesto recientemente la teoría de que puede ocurrir una neumoconiosis sintomática después de la exposición a talcos industriales mezclados con asbesto (tremolita, serpentina) y sílice libre, debido a las propiedades fibrogénicas de dichos contaminantes, pero que el talco puro como el utilizado en la industria de fabricación de cosméticos probablemente no provoca una neumoconiosis incapacitante. Se ha sugerido, por otra parte, que el componente de asbesto (tremolita) de la mezcla de talco puede ser el principal agente patogénico de las lesiones características que se observan en las neumoconiosis por talco, aunque aún no se ha determinado del todo el papel del talco puro y de la antofilita. (17)(18)

Desde entonces se ha reconocido al talco como una causa de neumoconiosis en mineros, molineros, trabajadores de caucho y otros grupos ocupacionales. Se incluye también el uso de talco de productos de consumo como una causa de fibrosis pulmonar. (19)

Probablemente, las propiedades aerodinámicas de las partículas de sílice y silicatos favorecen la entrada y la retención de partículas en los lóbulos superiores de los pulmones, pero su permanencia en las vías respiratorias sigue el patrón ventilatorio y la diferencia en la depuración de las partículas. No se sabe exactamente por qué las lesiones por sílice y silicatos predominan en los lóbulos

pulmonares superiores, mientras que la asbestosis tiende a concentrarse en las zonas inferiores de los pulmones.

Las partículas de 1 a 2 micras de diámetro entran a los bronquiolos terminales y a las unidades respiratorias, pero una proporción sustancial es removida por el aire espirado y por el sistema mucociliar de depuración pulmonar.

Muchas partículas son fagocitadas y eliminadas, mientras que otras son tomadas por las células epiteliales tipo I y por macrófagos en la unidad respiratoria y transportadas al intersticio, posteriormente a los vasos y ganglios linfáticos, por los macrófagos. Mas del 80 % de los silicatos es eliminado en un corto periodo, pero el mecanismo de depuración continua en forma indefinida

Las partículas más patógenas son las de menos de 1 micra de diámetro, y las retenidas en el pulmón son de 0.5 a 0.7 micras de diámetro. Las partículas entre 0.1 y 3 micras de diámetro se depositan dentro de alvéolos y las más pequeñas tienden a permanecer en la corriente aérea y son exhalados. Por lo tanto, los polvos más peligrosos son aquellos cuyas partículas miden de 1 a 5 micras y que suelen denominarse partículas respirables. (11)

Como resultado de la variabilidad del mineral, se han descrito, en la literatura, tres tipos de neumoconiosis por talco, estas son: Talco asbestosis, talco silicosis y Talcosis. (17)

Las manifestaciones clínicas de la enfermedad tienden a aparece después de la exposición prolongada a la inhalación de partículas de talco, el cual provoca alteraciones pulmonares que pueden llegar hasta la fibrosis, lo cual ha hecho considerarla por muchos años como una neumoconiosis, como tal se manifiesta por la aparición de trastornos respiratorios y radiológicamente por la aparición de infiltrado micronodular difuso. (15)

En México la Ley Federal del Trabajo contempla en su artículo 513 las enfermedades pulmonares, correspondiendo las fracciones: 17 (Silicosis) y la 27 (Talcosis o Esteatosis) (5)

Los aspectos clínicos, radiológicos y patológicos de la talcosis se parecen a los de la asbestosis, pero en las neumoconiosis por talco hay mayor tendencia a adquirir lesiones nodulares y es frecuente observar en las radiografías de tórax placas pleurales calcificadas, como las que origina la exposición al asbesto. (11)

Se ha observado neumoconiosis sintomática en obreros expuestos durante una media de 23 años al polvo del talco mezclado con asbesto y una pequeña cantidad de sílice libre, lo que no es una neumoconiosis simple por talco, sino una neumoconiosis mixta por sílice y asbesto además del talco.

Pero en estudios más recientes se han notificado casos de talcosis en trabajadores con exposición menor a 10 años, los cuales se reportaron como hallazgos histopatológicos y en los cuales su tele radiografía de tórax, en proyección antero posterior (Rx de tórax AP), fue negativa. (17)

Sin embargo los trabajadores que extraen este material de las minas y lo muelen están en mayor riesgo, pero también se ha descubierto la enfermedad en personas que usan productos refinados de talco en procesos industriales y en personas que solo tienen contacto con polvo de talco al espolvorearlo sobre la piel. (19)

La talcosis depende de la magnitud y tiempo de exposición, por lo que es de esperarse que a mayor tiempo y magnitud de exposición se produzca mayor daño pulmonar y que el grado de lesión pulmonar sea mas grave.(21)

La incidencia de cáncer en los órganos respiratorios se ha asociado igualmente con la exposición al polvo del talco industrial. Se ha afirmado que la mortalidad proporcional debida a carcinoma del pulmón y de la pleura entre los obreros del talco era superior a la de la población de control. Aún no se ha establecido una relación causal definida entre la exposición al polvo del talco y el carcinoma pulmonar. No obstante otros factores etiológicos como la presencia de iones metálicos y los silicatos mezclados en los polvos inhalados de talco industrial, pueden ser los que contribuyan a que aparezcan lesiones cancerígenas sobre todo porque son utilizados como talco. (22)

Para el estudio de las enfermedades bronco pulmonares de trabajo, la radiografía simple de tórax en proyección posteroanterior (PA), nos proporciona datos importantes para conocer si existen alteraciones a nivel pulmonar. Este estudio además de ser sencillo y de bajo costo, es una herramienta indispensable para evaluar a los trabajadores expuestos a polvo en sus áreas de trabajo y para la selección de trabajadores de nuevo ingreso a empresas e industrias donde existen procesos con exposición a polvos o que laboraron en este tipo de industrias. La radiografías deben ser leídas aplicando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 1980. (23)

Las imágenes del conjunto de opacidades que se obtienen de la tele radiografía de tórax son importantes para el estudio de las enfermedades bronco pulmonares de trabajo, permitiendo conocer si existe alteración pulmonar y el avance de esta.

Las opacidades parenquimatosas se han definido desde 1930 hasta 1980 en la clasificación de la OIT, esta clasificación se divide en dos, la completa que define la calidad técnica de las radiografías, las opacidades pequeñas, las opacidades grandes, el engrosamiento pleural, el borramiento del seno costofrénico, la calcificación pleural y signos adicionales. Dando una clasificación cualitativa y cuantitativa. (11)(23)

La clasificación corta o abreviada considera la calidad técnica, las opacidades pequeñas estudiándoles solo profusión, forma y tamaño, las opacidades grandes, los cambios pleurales, y los adicionales, que es más fácil y práctica para estudio de los trabajadores, por lo que en este estudio se prefirió esta clasificación para interpretar los estudios radiográficos de los trabajadores de la muestra tomada.

En el aspecto radiográfico es importante distinguir las opacidades pequeñas: redondeadas clasificadas como "p", "q", "r" y las irregulares "s", "t", "u", las cuales se clasifican tomando en cuenta la longitud del diámetro de las partículas. Para las redondeadas se les clasifica como "p" hasta 1.5 milímetros (mm) de diámetro, "q" mas de 1.5 mm hasta 3 mm, "r" mayores de 3 mm hasta alrededor de 10 mm. Para las irregulares se clasifican como "s" hasta 1.5 milímetros de diámetro, "t" mayor de 1.5 hasta 3 mm, "u" mas de 3 mm hasta alrededor de 10 mm.(11)(23)

La profusión es la concentración por unidad de área se expresa con 0, 1, 2, 3 y la profusión media se expresa por la cifra repetida, dividida por una diagonal 0/0, 1/1, 2/2, 3/3 las cuales se pueden representar en forma combinada dando un total de 12 categorías: 0/-, 0/0 (normal) 0/1, 1/0, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3 y 3/ mas por lo que en este estudio se tomaran de la siguiente manera. (11)

Para esta investigación se tomo la profusión de la siguiente manera 0/0 normal, 1/0 y 1/1 (profusión leve), 1/2 y 2/2 (moderada), 2/3 y 3/3 (grave).

En México la Ley Federal del Trabajo contempla en su artículo 513 las enfermedades pulmonares, correspondiendo las fracciones: 17 (Silicosis) y la 27 (Talcosis o Esteatosis)

La valoración de la incapacidad parcial o total permanente se hace tomando como base a las fracciones 369 a 375 y 379, del artículo 514 (tabla de enfermedades de trabajo de la Ley Federal del Trabajo) (5)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El diagnóstico de la mayoría de las enfermedades pulmonares profesionales exige un enfoque multidisciplinario, con sólido conocimiento de medicina interna, radiología torácica, fisiología pulmonar, inmunología clínica y otras disciplinas.

El médico debe pormenorizar los posibles antecedentes ocupacionales y recoger todos los datos referentes a características del lugar y puesto de trabajo. La duración de la exposición tomando no solo en cuenta el número de años de exposición continua o discontinua, sino también el tiempo transcurrido desde que inició la exposición hasta el momento del interrogatorio, ya que el cese de la exposición no implica necesariamente que no progrese la enfermedad.

Al revisar las estadísticas nacionales por enfermedad ocupacional durante los últimos 25 años las enfermedades de trabajo que ocupan el segundo lugar son las afecciones respiratorias, las cuales solo son superadas por los trastornos del oído y sorderas traumáticas (6),

Por lo que las bronconeumopatias han constituido una de las primeras causas de enfermedad de trabajo en México, tal es el caso de las neumoconiosis y la bronquitis industrial.

En la fase inicial de la neumoconiosis esta es asintomática, por lo que este padecimiento no es diagnosticado en forma oportuna y cuando se hace el trabajador presenta alteraciones pulmonares irreversibles, dando como consecuencia una incapacidad físico-funcional crónica y progresiva, que la Ley Federal del Trabajo contempla para otorgar a cada trabajador lesionado una compensación en dinero, proporcional al daño.

El diagnóstico de neumoconiosis por talco se establece con la exposición comprobada al talco y alteraciones radiográficas compatibles con el diagnóstico, las deben ser leídas con el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la O.I.T, 1980 radiografías

## **PREGUNTA CIENTIFICA.**

¿ EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y LA MAGNITUD DE LA EXPOSICIÓN A POLVO DE TALCO DE LOS TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS SE ASOCIA CON LA APARICIÓN DE TALCOSIS. ?

## **JUSTIFICACION**

Al hacer una revisión en libros y artículos de Neumología y Medicina Laboral, la información es escasa sobre TALCOSIS (neumoconiosis por talco), ya sea por el hecho de que no se ha investigado, o porque no se ha relacionado el padecimiento con procesos industriales donde se utiliza talco y solo se ha investigado esta enfermedad en trabajadores dedicados a la extracción del mineral directamente de minas de talco.

Tomando en consideración la composición química del talco, encontramos que es un silicato, el cual puede ocasionar daño pulmonar si es inhalado a concentraciones altas y por periodos prolongados.

Las partículas del polvo de talco utilizadas con fines cosmético y para higiene personal tiene un tamaño que se encuentran entre las 5 micras de diámetro, por lo que pueden llegar hasta los alvéolos provocando sedimentación y reacción inflamatoria en el tracto respiratorio.

## **OBJETIVO:**

Identificar la asociación entre el tiempo de exposición y la magnitud de inhalación de polvo de talco y Talcosis en los trabajadores del área de polvos de una empresa de cosméticos.

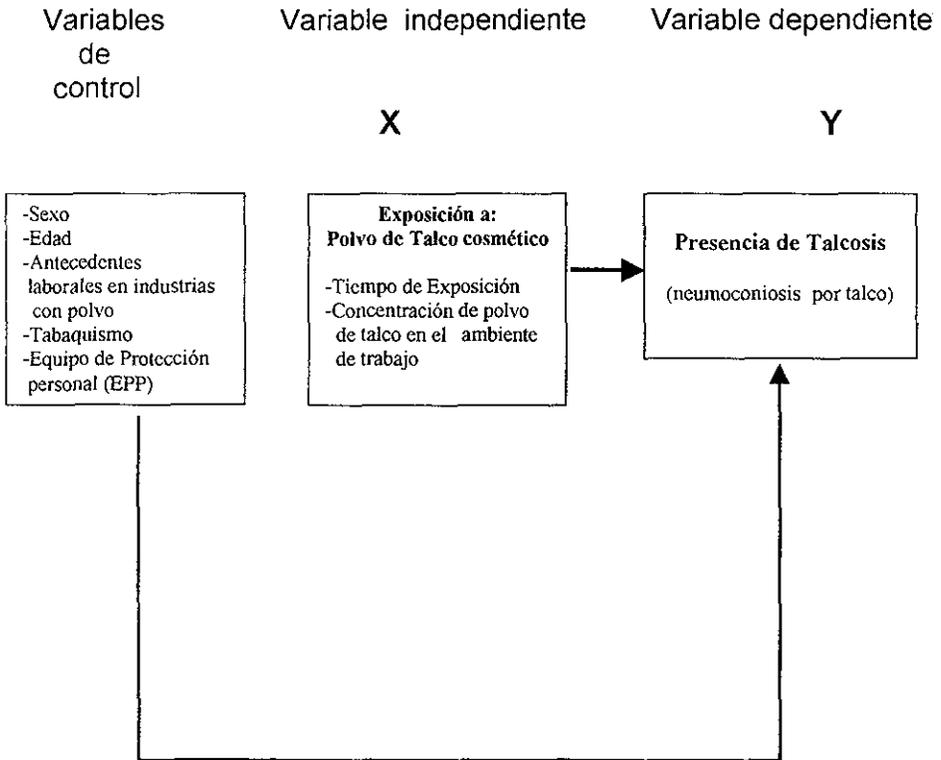
## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Determinar la presencia de talcosis en los trabajadores expuestos a polvo de talco.
2. Evaluar en el ambiente de trabajo la magnitud de la exposición a polvos de talco.
3. Determinar si existe asociación entre la magnitud de exposición a polvo de talco y aparición de talcosis.
4. Determinar si las variables tales como sexo, edad, tabaquismo y no usar equipo de protección respiratoria influyen en la asociación entre exposición a polvos de talco y aparición de talcosis.

**HIPOTESIS:**

EXISTE ASOCIACION ENTRE EL TIEMPO DE EXPOSICION Y LA MAGNITUD DE LA MISMA A POLVO DE TALCO DE LOS TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA DE COSMETICOS CON LA APARICIÓN DE TALCOSIS.

# Marco Conceptual



## **RECURSOS HUMANOS.**

- 1) Médico residente de segundo año de Medicina del Trabajo.
- 2) Médico especialista en Medicina del Trabajo, con amplia experiencia en Neumología Laboral.
- 3) Médico especialista en Medicina del Trabajo.
- 4) Médico especialista en Neumología
- 5) Médico especialista en Radiología
- 6) Ingeniero Industrial.
- 7) Técnico Radiólogo.

## **RECURSOS MATERIALES.**

- 1) Computadora, con programa Windows 98.
- 2) Hojas blancas tamaño carta para la aplicación de los cuestionarios.
- 3) Lápices
- 4) Calculadora científica.
- 5) Bomba gravimétrica de alto flujo marca: Bendix MSHA,
- 6) Filtros de PVC para polvos. (12)
- 7) Balanza analítica.
- 8) Porta filtros
- 9) Espirómetro portátil marca Datospir 120C con neumotacógrafo
- 10) Jeringa de calibración de 3 litros.
- 11) Tele radiografías de tórax.
- 12) Bascula con estatímetro.

## **FINANCIAMIENTO :**

El costo de la investigación fue financiado por la empresa, absorbiendo los gastos generados por las radiografías de tórax y la adquisición del espirómetro.

La bomba gravimétrica, los filtros y el apoyo para el pesado de los filtros fueron utilizando los servicios de apoyo en Salud en el Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

La papelería, impresora, tinta de impresión y gastos de transportación con los recursos del propio investigador

**LIMITE DE TIEMPO DE LA INVESTIGACION.-** El estudio de investigación se llevó a cabo del mes de Agosto del 2001 al mes de Octubre del 2001.

## BIOÉTICA

### Aspectos Éticos:

Para este estudio se han tomado en consideración las declaraciones que consideran la salud como un derecho fundamental al que todos los seres humanos tienen natural derecho, independientemente de sus condiciones biológicas, sociales y políticas destacando las siguientes: en primer término el Código de Nuremberg, 1947, considerado éste como el documento más importante de la época actual con respecto a una conducta ética que garantice los derechos fundamentales de todo individuo participante en una investigación experimental, indica como primer postulado que el consentimiento voluntario de dicho sujeto es absolutamente esencial. La Declaración sobre los derechos humanos y salud, firmada en Ginebra en 1948 por la Asociación Médica Mundial; modificada en 1968. Declaración de Helsinki (1964), revisada en Tokio (1975) y en Venecia (1983). Declaración sobre el Código Internacional de Ética Médica (1949).

Declaración de Manila (1981), donde se subraya el derecho de consentimiento bajo información, particularmente en países en desarrollo. Así como lo establecido en la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, de 1984, con última reforma el 05/01/2001, Título Quinto "Investigación para la salud", Capítulo único Art. 100 Fracción I-VII. (24).

Por lo tanto se considera que este estudio de investigación no afecta la salud de los trabajadores ni los intereses de la empresa, se realiza con fines educativos dentro del marco legal bien establecidos y se da a conocer mediante el consentimiento bajo información a los trabajadores.

Se tienen los recursos necesarios para poder desarrollar esta investigación, así como la autorización de los representantes legales de la empresa donde se realice este estudio y la autorización de los trabajadores estudiados.

# METODOLOGÍA

## 1. DISEÑO DE ESTUDIO.

|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Se trata de un estudio de tipo: | Transversal, observacional       |
| Direccionalidad:                | Unidireccional                   |
| Tipo de estudio:                | Encuesta descriptiva prospectiva |
| Temporalidad:                   | Prospectiva                      |
| Causalidad:                     | Causa – Efecto                   |
| Interferencia del investigador  | Observacional                    |

## 2. UNIVERSO DE TRABAJO.

Total de trabajadores del área de envasado, compactado y molienda de talcos en una empresa perteneciente a la rama de industrias de fabricación de cosméticos, ubicada en el Distrito Federal.

## 3. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Se tomaron todos los trabajadores que pertenecen a las áreas de envasado, compactado y molienda de talco cosmético de la empresa.

## 4. CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION

Se incluyeron todos los trabajadores que se encuentran laborando en procesos industriales de la empresa donde se utiliza talco para fabricación de cosméticos o envasado de talco para higiene personal.

Por lo que se realizó un análisis de los puestos de trabajo para seleccionar al personal expuesto en forma directa con polvo de talco, los puestos se incluyeron son: trituración, molienda, mezclado, llenado de tolvas y envasado, agrupados en tres categorías de trabajo: molinero, abastecedor, operador.

## **INCLUSIÓN.**

- Trabajadores de la empresa donde se procesa y envasa polvo de talco para la elaboración de cosméticos y productos para higiene personal.
- Sexo: indistinto
- Edad: 20 a 50 años
- Que haya laborado en el área de talcos por un periodo mínimo de un año
- Que desee participar en el estudio y de su consentimiento por escrito.

## **NO INCLUSIÓN.**

- Trabajadores de otras áreas de la empresa donde no se procesa talco.
- Trabajadores con antecedentes de patología bronco pulmonar previa a su ingreso en el trabajo (EPOC, Asma, Tuberculosis, Fibrosis, Neumoconiosis, Cor-Pulmonale, etc.)
- Trabajadores que no deseen participar.
  
- Sé excluirán a los trabajadores con exposición anterior a cualquier tipo de polvos de sílice y asbesto por las lesiones pulmonares relacionadas con la exposición a este tipo de agentes ampliamente estudiados en la industria.
  
- Trabajadores que rehúsen efectuarse la Radiografía (RX) de Tórax y espirometría, y que no se muestren cooperadores para los monitoreos personales.
- Trabajadores que no concluyan su estudio

## **ELIMINACIÓN.**

- Trabajadores que terminen su contratación, estén incapacitados temporalmente para laborar y quienes fallezcan, que la RX de Tórax no pueda ser valorada o sea de mala calidad

## 5. ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.

### DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES:

#### Variable Dependiente

##### Neumoconiosis:

**Definición conceptual:** Acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones del tejido en presencia de este polvo (Bucarest 1971)

**Definición operacional:** padecimiento pulmonar producido por la inhalación de polvo, que presente cambios en el parénquima pulmonar por acumulación de polvo de talco y se compruebe mediante radiografía de tórax usando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la OIT 1980.

**Escala de medición:** cualitativa, nominal, dicotómica.

**Indicador de medición:**

1. NO presenta cambios radiológicos
2. SI presenta cambios radiológicos

#### Variables Independientes

##### EDAD CRONOLÓGICA:

**Definición conceptual:** Tiempo que una persona ha vivido, se considera al lapso de tiempo comprendido entre la fecha de nacimiento y los años cumplidos(25)

**Definición operacional:** se considera al lapso de tiempo comprendido entre la fecha de nacimiento y los años de edad cumplidos del trabajador al momento del estudio, el cual se obtendrá del cuestionario directo aplicado al trabajador. (25)

**Escala de medición:** Cuantitativa, discontinua

**Indicador de medición:** Tiempo en años.

## **SEXO:**

**Definición conceptual:** Diferencia biológica y social que define al hombre y a la mujer.

**Definición operacional:** Se considera como femenino o masculino

**Escala de medición:** Cualitativa, nominal, dicotómica.

**Indicador de medición:**

- 1) Femenino
- 2) Masculino.

## **ANTIGÜEDAD LABORAL:**

**Definición conceptual:** Tiempo transcurrido desde el día que se obtiene un empleo

**Definición operacional:** Se considera el tiempo que tiene un trabajador laborando en la empresa.

**Escala de medición:** Cuantitativa, discontinua.

**Indicador de medición:** Tiempo en años cumplidos.

## **TABAQUISMO:**

**Definición conceptual:** Intoxicación aguda o crónica producida por el abuso del tabaco.

**Definición operacional:** Hábito presente en el trabajador por el consumo de tabaco en forma regular y activa.

**Escala de medición:** Cualitativa, nominal, dicotómica

**Indicador de medición:**

1. **Positivo:** presenta el hábito
2. **Negativo:** no presenta el hábito.

## INDICE TABAQUICO

**Definición Conceptual y Operacional:** Es la cantidad de cigarros que se fuma una persona calculado de la siguiente manera: Núm. de años que ha fumado la persona multiplicado por el número de cigarros al día, dividido entre una constante que es veinte, resultando en el número de paquetes por año que se ha fumado una persona.

**Escala de medición:** Cuantitativa, discontinua.

**Indicador de medición:** Número de paquetes por año. considerándose positivo con un índice tabáquico mayor de 5 paquetes/año.

## USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Definición conceptual:** Conjunto de ropas y aditamentos para uso del personal que trabaja, con la finalidad de evitar daños en su persona. Un método de proporcionar seguridad a los trabajadores, en caso de accidente o aislarlo de una situación peligrosa (sonidos de gran magnitud, polvos, humos, vapores etc.) que sea parte de la operación normal. (5)(9)

**Definición operacional:** uso de respirador para polvos marca 3M modelo N92Y, se evaluó su uso de acuerdo a la frecuencia en base a las visitas realizadas al puesto de trabajo y corroborar si lo usan o no lo usan en forma adecuada.

**Escala de medición:** Variable cualitativa nominal dicotómica.

**Indicador de medición:**

- 1) Siempre lo usa
- 2) Frecuentemente lo usa.
- 3) No usa.

## EXPOSICIÓN EXTRALABORAL

**Definición conceptual:** espacio de tiempo durante el cual las personas toman contacto con diversos agentes que pueden o no presentarse en el ambiente laboral y sin relación con el mismo

**Definición operacional:** Trabajador que refiere el antecedente de exposición a polvo en otra industria y/o actividad laboral.

**Escala de medición:** Cuantitativa nominal dicotómica

**Indicadores de medición:** 1) SI laboro en otra empresa  
2) NO laboro en otra empresa

## OCUPACION:

**Definición conceptual:** Actividad remunerada de un individuo que le permite conseguir los satisfactores materiales y ubicación en una sociedad.

**Definición operacional:** Tipo de actividad principalmente realizada por el individuo en su trabajo, de acuerdo a la clasificación de empleos emitida por la Organización Internacional del Trabajo,

**Escala de medición:** Variable cualitativa nominal politómica.

**Indicador de medición:**

- 1) **Operador:** realiza actividades de envasado o compactado del polvo de talco cosmético.
- 2) **Abastecedor:** encargado de llenar las tolvas de la maquina de envasado de talco.
- 3) **Molinero.** Realiza la molienda fina de la materia prima de talco para darle la textura requerida en el producto a envasar

## POLVO DE TALCO COSMETICO:

**Definición conceptual:** silicato hidratado natural de magnesio contiene a veces un poco de silicato de aluminio se usa como polvo protector y lubricante de uso cosmético que se aplica sobre la piel o sobre sus anexos para cambiar la apariencia, para protegerla, embellecerla o volverla atractiva

**Definición operacional:** el mismo pero el polvo de talco debe ser libre de asbesto

## EXPOSICIÓN A POLVO DE TALCO COSMÉTICO.

**Definición conceptual:** exposición a partículas sólidas, inanimadas, inorgánicas, suspendidas en el aire, la duración de la exposición incluye años, exposición actual, y no necesariamente se relaciona con los años trabajados en la industria, la duración de las exposiciones no discrimina el nivel de exposición; por esta razón éste dato se debe relacionar con dosis, exposición acumulativa y la intensidad de exposición. (26)

**Definición operacional:** Trabajadores expuestos por vía respiratoria a polvo de talco de grado cosmético libre de fibras de asbesto. Se considera al trabajador que dentro de sus actividades laborales en su puesto de trabajo, maneja o tenga contacto por vía respiratoria con polvo de talco.

En relación a los índices de exposición ambiental, se tomara en cuenta la duración e intensidad de exposición.

**Duración de la exposición.** Se determinará mediante historia laboral, los meses y/o años efectivos de exposición previa a polvo de talco en su área de trabajo.

**Escala de medición:** Cuantitativa discreta

**Indicadores de medición:** Años cumplidos

## INTENSIDAD DE EXPOSICIÓN:

**Definición conceptual:** concentración de polvo de talco en el área de trabajo a que se expone el trabajador por vía respiratoria durante su jornada de trabajo.

**Definición operacional:** se determinara mediante monitoreo sensorial y armado con relación al puesto de trabajo y que dentro de sus labores tenga contacto por vía respiratoria con polvo de talco

**Escala de medición:** Cualitativa, ordinal.

Indicadores de medición:

1. **Exposición leve:** concentración de polvo de talco menor a 5 mg/m<sup>3</sup> en el ambiente de trabajo.
2. **Exposición moderada:** que se encuentre laborando a una concentración de 5 mg/m<sup>3</sup> en el ambiente de trabajo.
3. **Exposición severa:** que este expuesto en forma continua a concentraciones mayores de 5 mg/m<sup>3</sup> en el ambiente de trabajo.

## **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

La recolección de datos se realizó en un formato de captura que se diseñó específicamente para tal objetivo, tomando como base un cuestionario de la Sociedad Americana del Tórax y adecuando las preguntas para exposición a polvos de talco. (ANEXO B)

## **PROCEDIMIENTO.**

El presente estudio se llevó a cabo en tres fases:

### **Primera fase:**

La primera acción tuvo como objetivo la selección de una empresa de la rama química que se dedique a la fabricación y elaboración de productos cosméticos, y que dentro de sus procesos de trabajo se contara con la molienda y envasado de talco de grado cosmético.

Cuando la empresa fue seleccionada se concertó una cita con la gerencia de Seguridad y Protección Ambiental de esta empresa para solicitar la autorización de realizar el estudio y se abordaron puntos relevantes como el impacto financiero que se deroga en caso de presentarse patología originada por el desempeño laboral, así como las ventajas que se pueden obtener posterior al análisis de todos los casos de talcosis detectados y sobre las recomendaciones en aspectos de salud en el aspecto preventivo.

Una vez que se logró la aceptación del proyecto de estudio se procedió de la siguiente manera.

- a) Se realizó un monitoreo sensorial por las áreas de la empresa en que se utiliza polvo de talco, observando gran acumulación de polvo de talco dentro de las áreas.
- b) Para la selección de la muestra de estudio, se siguieron los criterios bioéticos obteniendo la autorización de los trabajadores y de la empresa para realizar el estudio. (Anexo A)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- c) Se elaboro un cuestionario para evaluar la sintomatología respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de talco cosmético, este cuestionario fue adaptado por el investigador tomando en consideración los criterios de un cuestionario avalado por la Sociedad Americana de Tórax. (Anexo B)
- d) Se decidió utilizar para el diagnóstico de neumoconiosis la interpretación de tele radiografías de tórax tomadas a los trabajadores expuestos a polvo de talco cosmético, decidiendo el área de salud ocupacional de la empresa el laboratorio clínico particular donde se realizarían los estudios, una vez seleccionado el lugar se concertó una cita con el técnico radiólogo del laboratorio clínico para que los estudios los realizara el mismo, con el mismo aparato y establecer las características técnicas tomando los lineamientos de la O.I.T. de 1980 para radiografías de tórax, y la realización de espirometría para valorar si existen cambios en la función pulmonar de los trabajadores que presentaran cambios en el estudio radiográfico.

### **En la segunda fase:**

- a) El investigador aplico el cuestionario diseñado a cada uno de los trabajadores de la muestra seleccionada, a este cuestionario no se le realizo prueba piloto por ser similar a un cuestionario avalado por la Asociación Americana del Tórax, también se les explico la importancia de la realización del estudio radiográfico y prueba de función respiratoria para tener el estudio integral del trabajador.
- b) Se realizo un concentrado de todas las variables del cuestionario para su análisis y posterior aplicación de pruebas estadísticas.
- c) Se realizo monitoreo ambiental de polvos totales en las áreas de trabajo donde se muele, compacta y envasa talco cosmético, Para monitorear se utilizo una bomba gravimetrica marca: Bendix MSHA, la cual fué calibrada por un ingeniero en seguridad estando presente el médico residente, utilizandose un calibrador de flujo marca Mini Buck, obteniéndose una calibración a 3.71 litros/min, el investigador solicito apoyo al laboratorio de toxicología del IMSS HGZ 32 para que se le proporcionaran los filtros de Cloruro de polivinilo (PVC) para el muestreo de polvo, los filtros fueron pesados en una balanza analítica certificada del laboratorio de toxicología por personal calificado.

Los monitoreos se realizaron en los puntos que se seleccionaron previamente tomando en cuenta el puesto de trabajo, el tiempo de exposición y la ubicación de la fuente generadora de contaminación ambiental.

Los monitoreos los realizó el propio investigador siguiendo la técnica específica y con una duración del monitoreo de 6 horas en cada punto, solo un punto se monitoreó por 4 horas por problemas técnicos con la bomba de muestreo y se hizo la corrección matemática, en total se tomaron 12 muestras, 8 ambientales y 4 muestreos personales, de estos 1 en molino de talco, 1 en molino de compactos, 2 en el área de envasado de talco, y 1 en el área de compactado, una vez concluidos se pidió al laboratorio de toxicología que pesara los filtros nuevamente por la misma persona y en la misma balanza analítica, de esta forma se sacó el peso final para evaluar la concentración de polvo de talco en el ambiente laboral, los resultados obtenidos de los monitoreos se analizaron y se compararon con la NOM-010-STPS 1999, tomando como referencia la concentración máxima permisible para polvos respirables que es de 5 mg/m<sup>3</sup>. (Anexos D) (tabla 14).

- d) Se recabaron todas las tele radiografías de tórax para evaluar si la técnica era la adecuada, siguiendo los criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 1980 y las que no cumplieron con este criterio se solicitaron nuevamente previa autorización del trabajador en estudio, las placas se calificaron siguiendo los criterios de la OIT de 1980 por 4 observadores independientes, dos médicos Neumólogos del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, un médico especialista en Medicina del Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social con amplios conocimientos en Neumología Laboral y un médico con especialidad en radiología de la radioteca de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### **Tercera fase:**

Se elaboró una base de datos para hacer el análisis estadístico y emitir los resultados obtenidos.

## **RESULTADOS**

La empresa cuenta con 746 trabajadores, de los cuales 24 trabajadores están expuestos a polvo de talco cosmético en las diferentes áreas donde se realiza el proceso de molienda, compactado y envasado de polvo de talco cosmético, la exposición de los trabajadores es de 8 horas diarias durante 5 días con un total de 40 horas a la semana.

Las áreas de talco se encuentran aisladas del resto de los procesos de la empresa y el personal que labora en ellas es fijo y no existe rotación de personal, estas áreas cuentan con un sistema de extracción para polvos, el cual opera en forma inadecuada por no tener las campanas de extracción la ubicación exacta en los puntos críticos del proceso donde se genera la salida de polvo de talco al medio ambiente de trabajo.

Dentro de estas áreas se realizaron los monitoreos ambientales fijos y personales, de los cuales 5 muestras resultaron con niveles de polvo respirable superiores a los 5 mg/m<sup>3</sup> valor considerado en la NOM-10-STPS como máximo permisible, los puntos con mayor exposición corresponde a los puestos de trabajo de molineros y al del abastecedor de talco en el área de llenado, observándose que en el área de molinos se rebasan los niveles hasta en un 100% por lo que son las áreas mas criticas de exposición. (Anexo C y D)

## **ANALISIS ESTADISTICO.**

Posterior a la obtención de los datos, se capturaron en una base de datos para ser utilizada en programas Epi-info, SPSS y Excell para el reporte de los resultados obtenidos, los cuales fueron comentados con los asesores.

Los resultados obtenidos del análisis de la población estudiada son los siguientes:

Se aplicaron un total de 24 encuestas a igual numero de trabajadores de las áreas de talco, se conformaron 3 grupos etarios de los cuales el de mayor prevalencia fue el de edades comprendidas entre los 31 a 40 años ( 14 trabajadores que constituyen el 58.3 % de la población). El segundo grupo con edades de 21 a 30 años ( 7 trabajadores, 29.2 %) y el tercer grupo con edades entre 41 y 50 años (3 trabajadores, 12.5 %). (tabla 1)

Distribución de la población por sexo, femenino (19 trabajadoras que constituyen el 79.2 %) y masculino ( 5 trabajadores, 20.8 %). (Tabla 2).

En la distribución de la población por puesto de trabajo el puesto de operador (19 trabajadores, constituyo el 79.2 %). El de molinero ( 4 trabajadores, 16.6 %) y abastecedor de materia prima ( 1 trabajador, 4.2 % ). (tabla 3)

Con relación a la antigüedad en la empresa, se encontró que el grupo con menos de 5 años de antigüedad fue el predominante con un total de 20 trabajadores (83.3%), donde la mediana de la antigüedad en la empresa fue de 7 años con un rango mínimo de 1 año y uno máximo de 14 años. (tabla 4)

Así mismo se encontró que 16 trabajadores (66.7 %) con menos de 3 años de exposición a polvo de talco fue el grupo predominante, 5 trabajadores (20.8 %) con exposición de 4 a 6 años y 3 trabajadores 8 (12.5 %) con exposición mayor a 6 años. (tabla 5)

En la distribución por turno de trabajo, el turno matutino constituye el 83.3 % (20 trabajadores). El resto correspondió al turno vespertino 16.7 % (4 trabajadores). (tabla 6)

Al analizar la exposición extra laboral a polvo se encontró que el 95.8 % (23 trabajadores) no tienen exposición extra laboral y solo el 4.2 % ( 1 trabajador) estuvo expuesto a polvo pero se descarto la exposición a sílice y fibras de asbesto en el interrogatorio. (tabla 7)

Con relación al tabaquismo se encontró que el grupo sin antecedente de tabaquismo fue el predominante con un total de 20 trabajadores ( 83.3 % ) y con antecedentes de tabaquismo 4 trabajadores (16.7 %) pero con un índice tabaquismo menor a uno por lo que no es significativo. (tabla 8)

Analizando el uso adecuado del equipo de protección respiratoria proporcionado en la empresa al realizar las visitas a las áreas de talco el investigador pudo observar que 62.5 % (15 trabajadores) lo utilizan en forma correcta con un buen sellado del respirador, utilizándolo durante toda la jornada laboral sin retirárselo dentro del área y el 37.5 % (9 trabajadores) lo utilizan en forma inadecuada, permitiendo entrada de polvo respirable por una inadecuada colocación y mal sellado del respirador o por retirárselo en varias ocasiones durante la jornada. (tabla 9)

De los resultados de la tele radiografías de tórax practicada a cada trabajador se esperaba que en la exposición a talco se presentaran opacidades medianas redondeadas.

Al revisar estas radiografías se encontró que el 100% (24 trabajadores) presentan cambios radiográficos siguiendo los criterios de la O.I.T. ( tabla 10)

En la clasificación de la tele radiografía de tórax 45.8 % (11 trabajadores) presentan opacidades redondeadas tipo “q” y 54.2 % (13 trabajadores) opacidades irregulares tipo “t”. (tabla 11)

Se encontró que 18 trabajadores ( 75 %) presentan talcosis en grado leve y 6 trabajadores ( 25 %) en grado moderado. (Tabla 12) los cuales deben ser vigilados para evitar la progresión calificados conforme a la Ley Federal del Trabajo utilizando el artículo 513 fracción 27 y la tabla de valuación del artículo 514 de dicha ley.(5)

### **Resultado del análisis analítico:**

Posterior a aplicar la prueba exacta de Fisher para poblaciones pequeñas y comparar los casos de talcosis de acuerdo a la antigüedad laboral de los trabajadores estudiados, se obtuvo un valor de **OR: 3** con un índice de confianza del **95%** con intervalos de **(1.174 – 7.667)** resultando una **P = 0.028**. Entre los trabajadores de menos de 3 años y los de mas de 3 años de exposición a polvo de talco.

**Por lo tanto se establece que los trabajadores con mas de 3 años de antigüedad de exposición a polvo de talco tienen un riesgo 2 veces mayor de presentar talcosis que los que tienen menos de 3 años de exposición o que no se exponen a polvo de talco.**

## DISCUSIÓN

Las enfermedades respiratorias se han encontrado durante los últimos veinte años dentro de las primeras 10 causas de enfermedades del trabajo, estas enfermedades se encuentran definidas en la Ley Federal del Trabajo en su artículo 513 como enfermedades de trabajo y en su artículo 514 se encuentran incluidas para su valuación de la fracción 369 a la fracción 379. Este tipo de enfermedades son las más reclamadas por demandas laborales.

Entre las enfermedades pulmonares de origen ocupacional la más común, durante muchos años ha sido la neumoconiosis (silicosis, asbestosis, y en menor cantidad de casos neumoconiosis por carbón, silicatos, talco, metales, abrasivos, etc.)

La OIT en 1969 definió como neumoconiosis la acumulación de polvo en los pulmones y que desencadena una reacción tisular en el parénquima pulmonar. La más conocida de las neumoconiosis es la asociada a exposición a polvo de sílice, pero la exposición a silicatos del tipo del asbesto es frecuente en la industria de transformación. De estos silicatos el talco, puede ocasionar una neumoconiosis conocida como talcosis.

En el caso de talco puro se menciona que este proviene de minas localizadas en Francia, Italia y China, pero la pureza del talco no es al 100%, por lo regular el talco se encuentra asociado a pequeños porcentajes de cuarzo y asbesto, por lo que una exposición a talco 100 % puro no existe. En la empresa de cosméticos donde se realizó el estudio, se mostraron las especificaciones físico químicas del talco el cual es importado de China y es libre de asbesto, lo que nos hace suponer que la exposición a este tipo de talco no es tan agresiva, y que es posible encontrar alteraciones pulmonares en menor tiempo que el reportado tomando en cuenta la concentración de talco en el ambiente de trabajo, al realizar el estudio del ambiente de trabajo por monitoreo sensorial encontramos que existía exposición a polvo de talco. Se comprobó con los monitoreos ambientales y personales que se rebasaban los niveles máximos permisibles para este tipo de agente. En la mayoría de los artículos sobre talcosis se menciona que la neumoconiosis se manifiesta por exposiciones a más de 20 años, pero algunos autores mencionan que la exposición a talco por menos de 20 años puede dar alteraciones anatomopatológicas sin que se presente sintomatología respiratoria.

Es difícil establecer el tiempo de exposición a polvo de talco con la aparición de datos radiológicos dado que Vallyathan y colaboradores (17) en 1981 reportaron en un estudio realizado en 7 trabajadores expuestos a polvo de talco por un periodo mayor de 10 años y solo 2 de ellos presentaban cambios radiográficos y los otros 5 se consideraron con una radiografía de tórax interpretada como normal, pero que al realizarse estudios anatomopatológicos de tejido pulmonar se encontró gran acumulación de polvo de talco en tejido pulmonar aunque la radiografía se halla reportado como normal.

La escasa investigación sobre este padecimiento laboral no ha permitido nuevas reconsideraciones tal vez por que es un padecimiento que no es tan frecuente como otro tipo de neumoconiosis o que si se llega a presentar se reporta solo como neumoconiosis sin especificar el agente causal. En la mayoría de los libros de texto en medicina laboral se menciona la talcosis pero no se cuenta con amplia información al respecto, las publicaciones sobre casos reportados son escasas y la mayoría de las veces son de trabajadores expuestos en minas y no en empresas de transformación, Thorel (17) en 1896 reporto el primer caso neumoconiosis por talco, pero la exposición no era a talco puro, sino a combinación de talco con otros minerales y a fibras de asbesto, en la mayoría de los casos reportados de talcosis el mineral de talco se encuentra asociado a asbesto o a sílice.

Gamble J.F y Fellner W. (21) en 1979 realizaron un estudio epidemiológico en trabajadores de una mina de talco, estudiando a 121 mineros que tenían en promedio 10 años de exposición a polvo de talco, encontraron cambios radiográficos en la mayoría de ellos y mencionaron que la concentración de polvo en el ambiente laboral y la asociación con mayor tiempo de antigüedad de exposición, inflúa en la aparición de cambios radiológicos.

El lugar en el que se depositan las partículas determina de forma notable la respuesta pulmonar. Las partículas se depositan en la vía respiratoria principalmente como consecuencia de tres procesos físicos: impactación, sedimentación y difusión.

Las partículas de gran tamaño se depositan por impactación y sedimentación, generalmente en la nariz y en ocasiones en las vías aéreas de conducción. Las partículas pequeñas se depositan a nivel de los alvéolos produciendo una respuesta inflamatoria.

Nosotros no obstante, para los objetivos del estudio nos apoyamos solo en la interpretación radiográfica a pesar de que la población estudiada tenia menos de 10 años de exposición a polvo de talco cosmético.

Sobre la base de que la sintomatología respiratoria se presenta indistintamente en sujetos que inhalan partículas de polvo de talco y otro tipo de silicatos no encontramos antecedentes de exposición a otro tipo de polvos, solo 1 trabajador

de los 24 estudiados había laborado en empresas generadoras de polvo durante un año y la industria donde se expuso no estaba relacionada con productos con sílice o asbesto, por lo que no se considero importante el antecedente partiendo de que se ha demostrado que la población de la ciudad de México esta expuesta a la inhalación continua de partículas de polvo por efecto de la contaminación ambiental de la ciudad y a la exposición de otro tipo de irritante y desafortunadamente por la gran variedad de sustancias a las que se exponen los trabajadores, es difícil determinar la principal causa de otras enfermedades respiratorias.

Por ejemplo, Maldonado y colaboradores (26) en un grupo de 68 trabajadores de diferentes industrias expuestos a irritantes sensoriales y a otros contaminantes no sensoriales, no demostraron diferencias clínicas, funcionales y radiológicas significativas excepto al comparar a los fumadores intensos con los no fumadores además las neumoconiosis son asintomáticas durante su evolución y solo dan síntomas cuando se complican.

En nuestro estudio además de haber encontrado una gran prevalencia de sintomatología de afección irritativa en vías aéreas superiores manifestada por tos, también hubo una asociación estadísticamente significativa ( $p = 0.028$ ) entre el tiempo de exposición a polvo de talco y la presencia de neumoconiosis no presentando otros factores confusores concomitantes como el tabaquismo u otras actividades extra laborales con exposición a partículas de polvo que no sean las propias del medio ambiente de la ciudad de México. Además encontramos un OR de 3 (IC 95%=1.174 - 7.195) lo cual nos habla de una probabilidad mayor de presentar la enfermedad de acuerdo al mayor tiempo de exposición (> 3 años) a polvo de talco. A pesar de que se dividió a los grupos de acuerdo a la cantidad de exposición, los puestos fueron dinámicos por lo que cuantitativamente no podemos inferir la magnitud de exposición con relación a la presencia de neumoconiosis.

Así mismo en nuestro estudio no se encontró una correlación directamente proporcional entre los trabajadores que presentaron neumoconiosis y la presencia de sintomatología referida en el cuestionario, lo cual está de acuerdo con estudios realizados al respecto de otras patologías en donde no se relaciona la presencia de los síntomas con los hallazgos funcionales

Son pocos los estudios que han encontrado una relación entre la exposición menor a 10 años a polvo de talco y la presencia de cambios en la tele radiografía de tórax. La mayoría son en relación con la exposición a mas de 10 años y a polvo de talco con otro compuesto agregado como cuarzo y asbesto. En la literatura mundial, hay pocos estudios específicamente con exposición a polvo de talco cosmético como lo que se manejan en el presente estudio.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Salvo algunas dificultades técnicas en la realización de los monitoreos ambientales en las áreas de producción de talco cosmético y la exposición a contaminantes propios de la ciudad de México, no hubo limitante alguna.

Nosotros utilizamos como valores predeterminados de la interpretación radiológica los criterios de la OIT de 1980 para radiografías de tórax, la cual es poco conocida por médicos de otras especialidades y que solo algunos médicos del trabajo tiene experiencia en la interpretación de las radiografías, consideramos que esta no fue una limitante para nuestro estudio.

## CONCLUSIONES

La neumoconiosis, sigue siendo una de las enfermedades pulmonares mas frecuentes en la industria moderna, antiguamente se conocia la enfermedad en trabajadores que se dedicaban a la extracción de minerales directamente de minas, pero actualmente la industria moderna a pesar de los grandes adelantos en cuestiones de ingeniería industrial en sus procesos, seguridad e higiene, maquinaria mas sofisticada y equipos de protección personal mas específicos, sigue presente la neumoconiosis, lo que nos hace pensar que esta patología de tipo laboral no ha podido ser erradicada y controlada aun en los inicios del siglo XXI, por lo que es importante establecer medidas de control y prevención de la enfermedad para las generaciones futuras.

Sobre la antigüedad de exposición encontramos que el 81.5 % de la población trabajadora de estas áreas tiene menos de 6 años de exposición a polvo de talco, descartándose exposición a polvos extra laboral y que los estudios radiográficos interpretados con cambios indicativos de neumoconiosis fueron en el 100 % de los trabajadores expuestos, 25 % presentan alteraciones en grado moderado y el 75 % alteraciones en grado leve, tomando en consideración lo anterior los trabajadores estuvieron expuestos directamente a altos niveles de contaminación por polvo de talco por arriba de los máximos permisibles lo que explica la presencia de cambios radiológicos antes de los 6 años de exposición, lo que nos hace concluir que la exposición a polvo de talco por arriba de los limites máximos permisibles sin la utilización de equipo de protección respiratoria específico es un condicionante para que se presente la enfermedad antes de 10 años de exposición.

De acuerdo a los resultados encontrados, se identifico una asociación significativa entre el tiempo de exposición mayor de 3 años y la presencia de neumoconiosis determinada principalmente por la tele radiografía de tórax (valor de  $p = 0.028$ ).

Así también se determinó una frecuencia relativa mayor de 2 de adquirir la enfermedad exponiéndose por más de 3 años a polvo de talco OR de 3 (IC95 1.174 - 7.667) lo anterior se explica porque la magnitud de la exposición rebasa los valores fijados como seguros o valores umbrales limite.

Existió una presencia elevada de otros síntomas relacionados a la exposición de polvo de talco, como conjuntivitis, rinitis e irritación faríngea que manifiestan los trabajadores durante la jornada laboral. Lo anterior es debido a que el polvo de talco también actúa como irritante primario.

Es importante mencionar que el equipo de protección respiratoria que utilizaban anteriormente, consistía solo en un cubre bocas quirúrgico, el cual no protege de la inhalación de partículas de polvo de talco y que a partir de un año a la fecha se les doto de respirador para polvos el cual es obligatorio usar dentro del área y que solo el 62.5 % lo utilizan en forma adecuada, esto puede deberse a falta de capacitación sobre el uso de equipo de protección respiratoria.

La teleradiografía de tórax utilizando los criterios de la OIT de 1980 es una herramienta útil en la detección oportuna de las neumoconiosis en sus etapas iniciales y debe ser tomada en cuenta en los exámenes médicos de admisión, exámenes periódicos y de retiro para la prevención de la enfermedad y en caso de encontrarse enfermedad pulmonar por exposición a polvos aplicar las medidas de vigilancia, control y tratamiento para limitar que se ocasione mayor daño al trabajador.

Tomando en cuenta que la neumoconiosis se presenta por la inhalación de partículas de polvo en el ambiente laboral, es necesario contar con las medidas de control del agente en el ambiente laboral mediante sistemas que permitan aislar la fuente generadora de polvos, así como sistemas de extracción diseñados para evitar la contaminación del área de trabajo reduciendo de esta forma los niveles de exposición y brindando mayor protección a los trabajadores

Por lo tanto el objetivo del estudio se cumplió en cuanto a la asociación entre el tiempo de exposición y concentración de polvo de talco y presencia de neumoconiosis en trabajadores expuestos al mismo en una empresa de cosméticos.

No sabemos hasta donde participo la susceptibilidad personal para la presentación temprana de la enfermedad ya que este es un parámetro que aún no se puede medir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez C. F. La Salud en el Trabajo. Editorial. Novum. México, D.F. 1988. Primera edición. pp 53 – 5.
2. Desoille M. Medicina del Trabajo. Edit. Masson. España segunda edición 1994 pp.7-12.
3. Hanspeter R. Witschi an Jerold A. Last. Toxic Responses of The Respiratory System. En el capítulo 15 del libro Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons Fifth Edition. Ed. McGrawhill, 1996.
4. International Labour Office. Encyclopedia of Occupational Health and Safety – 4th Edition 1998;3:77.1-77.38.
5. Ley Federal del Trabajo; México 2000, Ediciones Fiscales ISEF, 6ª edición. pp 109-238.
6. IMSS. Memoria estadística de salud en el trabajo. 1999. Coordinación de Salud en el Trabajo. pp 1-38
7. Martínez G.E. Rego F.G. Enfermedades respiratorias de origen ocupacional. Archivos de bronconeumología. Diciembre 2000. No 11. Vol. 36 pp 631-644.
8. Acta Médica del INER. Secretaría de Salud. México. 1997. Vol. 1. pp 18-20.
9. La Dou J. Medicina Laboral y Ambiental. Editorial Manual Moderno. México D.F. 1999. pp 3-7.
10. Oficina Internacional del Trabajo, Enfermedades pulmonares, colección de módulos. Italia 1999
11. Maldonado T.L., Méndez V.M.M. Enfermedades bronco pulmonares de trabajo. Editorial Auroch. México. 1999. Primera Edición. pp. 1-115.
12. Zenz C. Dickerson O. Hovath E. Occupational Medicine Mosby. Editorial Mosby. 1994. pp 167.
13. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. NOM.010-STPS-1999
14. I.P. Wells. P.A. Dubbins. W.F. Whimster. Pulmonary disease caused by the inhalation of cosmetic talcum powder. British Journal of Radiology. 1979. 52. 586-588.
15. Kleinfeld. M. Messite. J. Zaki. M.H. Mortality experiences among talc workers : a follow-up study. Journal of Occupational Medicine. Vol. 16. No. 5. Mayo 1974. pp. 345-349.
16. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Salud. Séptima Edición. 2000. Tomo I. Pp. 463, 605, 606.

17. Val Vallyathan N. Craighead J.E. Pulmonary pathology in workers exposed to nonasbestiform talc. *Human Pathology*. Vol. 12. No 1. Enero 1981.
18. Scancarello G. Romeo R. Sartorelli E. Respiratory disease as a result of talc inhalation. *JOEM*. Vol. 38. NO. 6. Junio 1996. pp 610- 616.
19. Key N. Douglas R. Gracey. Pulmonary talcosis from cosmetic talcum powder. *Jama*. July 31. 1972. Vol. 221. No 5. pp 492-493.
20. Gould.S.R, Barnardo.D.E Respiratory distress after talc inhalation. *British Journal Diseases Chest*. 1972. Vol. 66. pp. 230-233.
21. Gamble JF, Fellner W, Dimeo MJ. An Epidemiologic Study of a Group of Talc Workers. *Am Review of Respiratory Disease* 1979. Vol 119, pp 741-52.
22. Kleinfeld M, Messite J, Zaki MD. Mortality Experiences Among Talc Workers: A Follow Up Study. *Journal of Ocupational Medicine*. 1974.Vol16, pp. 345-49
23. Anónimo. Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis. Revised edition. International Labour Office, Geneva, 1980.
24. Moreno Altamirano L., Cano Valle. Consentimiento bajo información. En el capítulo 5 del libro *Epidemiología Clínica*. 2ª. Edición. Ed. McGrawHill, 1994.
25. Diccionario breve de Medicina Blakiston. Ediciones científicas la prensa médica mexicana 1ª edición 1983 pp.895.
26. Maldonado T L. González Z A. Méndez V M. Valoración de las enfermedades bronco pulmonares de trabajo y su repercusión social. *Rev. Med. IMSS*. (Méx. 1987. Vol. 25. Núm. 5. pp379-385.
27. Jacobsen M. The international labour office classification. *annals New York Academy of Sciences*. Vol. 643, 1991

A N E X O S  
Y  
TABLAS



## ANEXO B

### CUESTIONARIO PARA TRABAJADORES QUE LABORAN EN ÁREAS CON EXPOSICIÓN A TALCO COSMÉTICO.

Numero de trabajador: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años.

Sexo: (1) masculino (2) femenino

Antigüedad en la empresa: \_\_\_\_\_ años.

Antigüedad en el área de Talcos: \_\_\_\_\_ años.

Puesto: (1) operador (2) abastecedor (3) molinero

Turno de trabajo: (1) matutino (2) vespertino

Uso de equipo de protección respiratoria en el área de producción de talcos:

(1) SI (2) NO

A trabajado en otra empresa donde se expuso a polvos por vía respiratoria:

(1) SI (2) NO

Durante cuanto tiempo se expuso a polvo en la otra empresa: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses.

Que tipo de polvo o sustancia era: \_\_\_\_\_

Padece de alguna enfermedad en los pulmones: (1) SI (2) NO

Que tipo de enfermedad padece: \_\_\_\_\_

Toma algún medicamento para la Tos o para el Asma: (1) SI (2) NO

Nombre del medicamento: \_\_\_\_\_

Tabaquismo: Fuma actualmente o fumo antes: (1) SI (2) NO

Cuanto tiempo ha fumado: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses

Numero de cigarrillos por día: \_\_\_\_\_ Índice tabaquico: \_\_\_\_\_

Síntomas respiratorios:

Al estar laborando en el área de talco ha presentado alguno de los siguientes síntomas:

Tos (1) SI (2) NO

Si ha presentado tos durante cuanto tiempo: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses

Ardor de garganta: (1) SI (2) NO

Sensación de falta de aire o dificultad para respirar (1) SI (2) NO

Irritación de la mucosa nasal (1) SI (2) NO

Irritación ocular (1) SI (2) NO

Las molestias anteriores las ha presentado (1) durante el trabajo (2) fuera del trabajo

Cuanto tiempo ha tenido las molestias: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses

Equipo de protección personal:

Utiliza equipo de protección respiratoria en el área de talcos: (1) SI (2) NO

Que tipo de protección respiratoria utiliza:

(1) cubre boca (2) mascarilla sencilla (3) respirador con cartucho

El uso del equipo de protección respiratoria lo siente cómodo: (1) SI (2) NO

Sabe como colocarse su equipo de protección respiratoria: (1) SI (2) NO

El supervisor del área lo capacita de cómo usarlo: (1) SI (2) NO

# ANEXO C

## ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA GRAVIMETRICA

BOMBA GRAVIMETRICA

MARCA : BENDIX MSHA

MODELO : BDX 44, NUM. DE SERIE 9-79-410

CALIBRADOR DE FLUJO: MINI BUCK CALIBRATOR

SERIE NUM. 052410

CERTIFICACIÓN: 28/06/01 VALIDES HASTA EL 28/06/02

| Calibración | FLUJO ( lt/min ) |
|-------------|------------------|
| 1           | 3.729            |
| 2           | 3.671            |
| 3           | 3.692            |
| 4           | 3.703            |
| 5           | 3.699            |
| 6           | 3.727            |
| 7           | 3.718            |
| 8           | 3.707            |
| 9           | 3.721            |
| 10          | 3.731            |
| 11          | 3.714            |

|            |              |
|------------|--------------|
| MEDIA      | 3.710141096  |
| DESV.EST.  | 0.018208889  |
| COEF.ASIM. | -0.925575198 |

## MEMORIA DE CALCULO: POLVOS RESPIRABLES

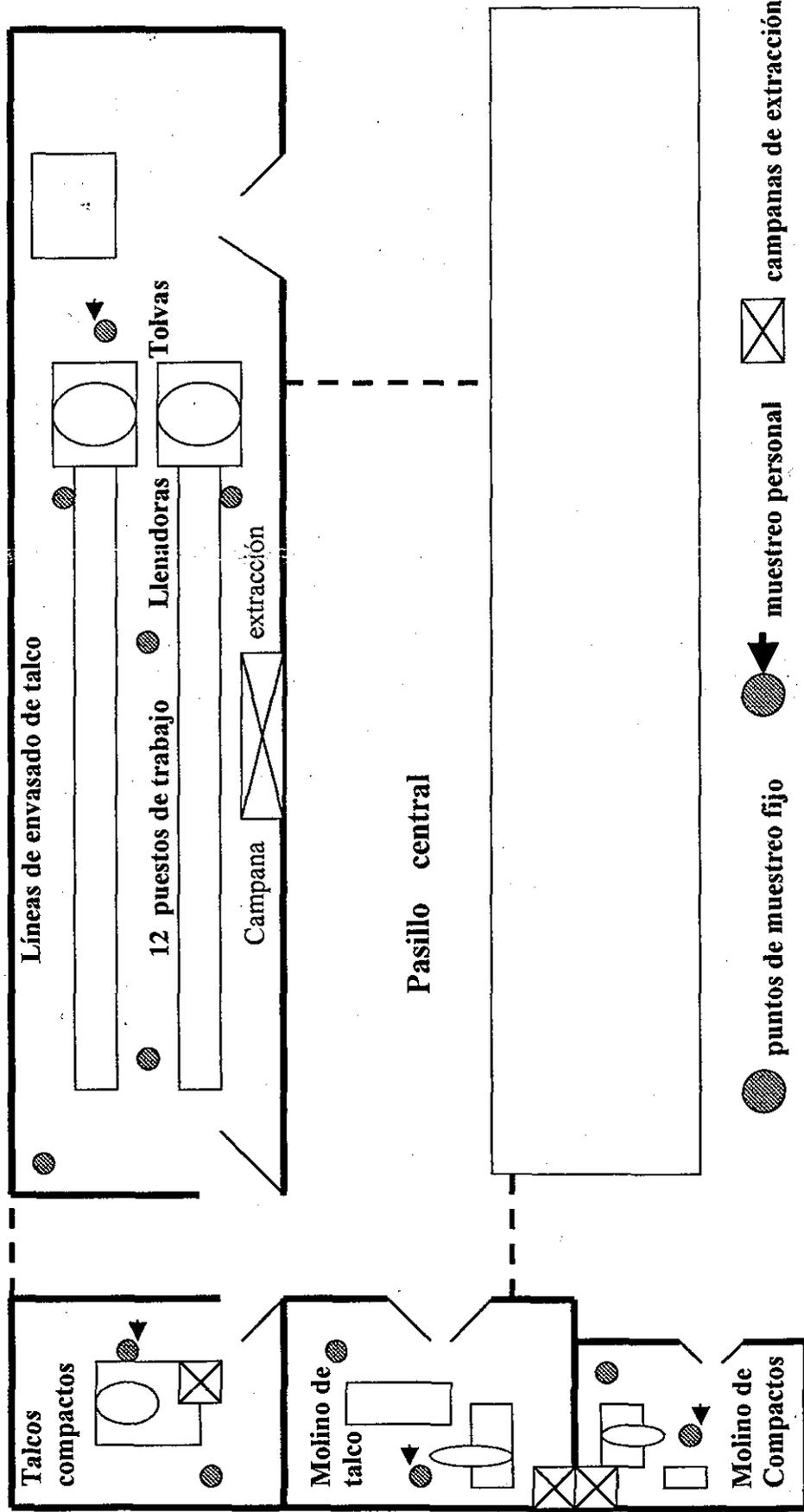
| PUNTO DE MONITOREO | PUNTO                 | FILTROS      |            |          | FLUJO    | TIEMPO | MUESTREO  |
|--------------------|-----------------------|--------------|------------|----------|----------|--------|-----------|
|                    |                       | PESO INICIAL | PESO FINAL | DIF PESO |          |        |           |
| N° DE FILTRO       |                       | gr           | gr         | mg       | Lt / min | Min    |           |
| 1                  | Testigo talcos        | 0.0472       | 0.049      | 1.8      | 3.71     | 360    | AMBIENTAL |
| 2                  | Llenado talco         | 0.0526       | 0.0586     | 6.0      | 3.71     | 360    | FIJO      |
| 3                  | Llenado compactos     | 0.0436       | 0.0461     | 2.5      | 3.71     | 360    | FIJO      |
| 4                  | Molino compactos      | 0.05         | 0.06       | 10.0     | 3.71     | 360    | FIJO      |
| 5                  | Testigo compactos     | 0.051        | 0.0515     | 0.5      | 3.71     | 360    | AMBIENTAL |
| 6                  | Molino talco          | 0.0115       | 0.0293     | 17.8     | 3.71     | 360    | FIJO      |
| 7                  | Molino talco          | 0.0106       | 0.0199     | 9.3      | 3.71     | 360    | PERSONAL  |
| 8                  | talcos abastecedor    | 0.0456       | 0.0588     | 13.2     | 3.71     | 360    | PERSONAL  |
| 9                  | talcos final de línea | 0.0128       | 0.021      | 8.2      | 3.71     | 360    | FIJO      |
| 10                 | compactos             | 0.011        | 0.0119     | 0.9      | 3.71     | 360    | PERSONAL  |
| 11                 | Testigo molino        | 0.0108       | 0.0116     | 0.8      | 3.71     | 360    | AMBIENTAL |
| 12                 | Molino compactos      | 0.0439       | 0.048      | 4.1      | 3.71     | 240    | PERSONAL  |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ANEXO D**

Planos de las áreas de talco y molinos donde se realiza el monitoreo ambiental

**ÁREA DE ENVASADO DE TALCO Y COMPACTOS**



## TABLAS.

**TABLA No 1.** Distribución de la población total por grupos de edad.

| Grupo de edad (años) | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|------------|
| 21-30                | 7          | 29.2       |
| 31-40                | 14         | 58.3       |
| 41-50                | 3          | 12.5       |
| Total                | 24         | 100.0      |

Rango mínimo: 21 años

Rango máximo: 48 años

Mediana: 7 años

Desviación estándar: 5.56776436

**TABLA No 2.** Distribución de la población total por sexo.

| Sexo      | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Femenino  | 19         | 79.2       |
| Masculino | 5          | 20.8       |
| Total     | 24         | 100.0      |

**TABLA No 3.** Distribución de la población total por puesto de trabajo.

| Puesto      | Frecuencia | Porcentaje |
|-------------|------------|------------|
| Operador    | 19         | 79.2       |
| Abastecedor | 1          | 4.2        |
| Molinero    | 4          | 16.6       |
| Total       | 24         | 100.0      |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TABLA NO 4.** Distribución de la población total por antigüedad en la empresa.

| Antigüedad ( años ) | Frecuencia. | Porcentaje |
|---------------------|-------------|------------|
| 1-5                 | 20          | 83.3       |
| 6-10                | 3           | 12.5       |
| 11-15               | 1           | 4.2        |
| Total               | 24          | 100.0      |

Rango mínimo: 1 año

Rango máximo: 14 años

**TABLA No 5.** Distribución de la población total por años de exposición a polvo de talco cosmético.

| Tiempo de exposición (años) | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------------|------------|------------|
| 1 – 3                       | 16         | 66.7       |
| 4 – 6                       | 5          | 20.8       |
| 7 – 10                      | 2          | 8.3        |
| Mas de 10                   | 1          | 4.2        |
| Total                       | 24         | 100.0      |

**TABLA No 6.** Distribución de la población total por turno de trabajo.

| Turno      | Frecuencia | Porcentaje |
|------------|------------|------------|
| Matutino   | 20         | 83.3       |
| Vespertino | 4          | 16.7       |
| Total      | 24         | 100.0      |

**TABLA No 7.** Distribución de la población total por antecedente de exposición a polvo en otra empresa

| Exposición | Frecuencia | Porcentaje |
|------------|------------|------------|
| Si (*)     | 1          | 4.2        |
| No         | 23         | 95.8       |
| Total      | 24         | 100.0      |

\* se investigo la exposición y no fue a sílice ni a fibras de asbesto

**TABLA No 8.** Distribución de la población total por antecedente de tabaquismo

| Tabaquismo   | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------|------------|------------|
| Negativo     | 20         | 83.3       |
| Positivo (*) | 4          | 16.7       |
| Total        | 24         | 100.0      |

(\*) índice de tabaquismo menor a 1

**TABLA No 9** FRECUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE RESPIRADOR PARA POLVOS EN TRABAJADORES EXPUESTO A POLVO DE TALCO (\*)

| USO DE RESPIRADOR * | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|---------------------|------------|------------|
| SIEMPRE             | 15         | 62.5       |
| CASI SIEMPRE        | 9          | 37.5       |
| NO USA              | 0          | 0.0        |
| TOTAL               | 24         | 100.0      |

(\*) Se tomo como indicador las veces que el investigador visitó las áreas

**TABLA No 10.** Detección de alteraciones en radiografías de tórax.

| Alteraciones radiológicas | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------|------------|------------|
| SI                        | 24         | 100.0      |
| NO                        | 0          | 0          |
| Total                     |            |            |

**TABLA No 11.** tipos de cambios radiológicos encontrados

| Tipo de opacidades | PROFUSION |      | PROFUSION |       | PROFUSIÓN |     | Total | %     |
|--------------------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-----|-------|-------|
|                    | 1/0       | 1/1  | 1/2       | 2/2   | 2/3       | 3/3 |       |       |
| P                  |           |      |           |       |           |     | 0     |       |
| Q                  | 2         | 6    |           | 3     |           |     | 11    | 45.8  |
| R                  |           |      |           |       |           |     | 0     |       |
| S                  |           |      |           |       |           |     | 0     |       |
| T                  |           | 10   |           | 3     |           |     | 13    | 54.2  |
| U                  |           |      |           |       |           |     | 0     |       |
| <b>Total</b>       | 2         | 16   |           | 6     |           |     | 24    | 100.0 |
| <b>%</b>           | 8.3%      | 66.7 |           | 25.0% |           |     | 100 % |       |

**TABLA No 12**

Grado de talcosis por la profusión de las opacidades en el estudio radiográfico

| Grado de talcosis<br>(neumoconiosis por talco) | Profusión |     | TOTAL | PORCIENTO |
|--|-----------|-----|-------|-----------|
| Leve   | 1/0       | 1/1 | 18    | 75.0 %    |
| Moderada                                       | 1/2       | 2/2 | 6     | 25.0 %    |
| Severa   | 2/3       | 3/3 | 0     | 00.0 %    |
| <b>TOTAL</b>                                   |           |     | 24    | 100.0 %   |

**TABLA No 13** variables referidas por el trabajador con relación al uso de EPP

| VARIABLE REFERIDA           | FRECUENCIA |    |       | PORCENTAJE |      |       |
|-----------------------------|------------|----|-------|------------|------|-------|
|                             | SÍ         | NO | TOTAL | SÍ         | NO   | TOTAL |
| Comodidad                   | 7          | 17 | 24    | 29.2       | 70.8 | 100.0 |
| Dificultad para respirar    | 15         | 9  | 24    | 62.5       | 37.5 | 100.0 |
| Sabe colocárselo            | 20         | 4  | 24    | 83.3       | 16.7 | 100.0 |
| Capacitación de cómo usarlo | 8          | 16 | 24    | 33.3       | 66.7 | 100.0 |

**TABLA No 14**

**RESUMEN DE RESULTADOS: MONITOREOS DE POLVO DE TALCO**

| N° DE FILTRO |      |          |        |         | Polvos respirables |                       |       |
|--------------|------|----------|--------|---------|--------------------|-----------------------|-------|
|              | peso | flujo    | tiempo | volumen | Resultado          | Valores de referencia |       |
|              | W    | F        | T      | V       | C                  | CTP-STPS              | ACGIH |
|              | Mg   | lt / min | min    | m3      | mg/m3              | mg/m3                 | Mg/m3 |
| 1            | 1.8  | 3.71     | 360    | 1.335   | 1.348              | 5                     | 3     |
| 2            | 6.0  | 3.71     | 360    | 1.335   | 4.494              | 5                     | 3     |
| 3            | 2.5  | 3.71     | 360    | 1.335   | 1.872              | 5                     | 3     |
| 4            | 10.0 | 3.71     | 360    | 1.335   | 7.490              | 5                     | 3     |
| 5            | 0.5  | 3.71     | 360    | 1.335   | 0.374              | 5                     | 3     |
| 6            | 17.8 | 3.71     | 360    | 1.335   | 13.333             | 5                     | 3     |
| 7            | 9.3  | 3.71     | 360    | 1.335   | 6.966              | 5                     | 3     |
| 8            | 13.2 | 3.71     | 360    | 1.335   | 9.887              | 5                     | 3     |
| 9            | 8.2  | 3.71     | 360    | 1.335   | 6.142              | 5                     | 3     |
| 10           | 0.9  | 3.71     | 360    | 1.335   | 0.674              | 5                     | 3     |
| 11           | 0.8  | 3.71     | 360    | 1.335   | 0.599              | 5                     | 3     |
| 12           | 4.1  | 3.71     | 240    | 0.890   | 4.606              | 5                     | 3     |

**Formulas:**

$$W = W_f - W_i$$

$$V = (F) (T)$$

$$C = W / V$$

**W<sub>i</sub>** = peso inicial del filtro (antes de muestrear) en mg

**W<sub>f</sub>** = peso final del filtro (después de muestrear) en mg

**F** = flujo de la bomba en lt/min

**T** = tiempo de muestreo en minutos

**C** = concentración en mg/m<sup>3</sup>