

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "Cecilia Rojas".



“CONTAMINACION ATMOSFERICA CAUSADA POR PARTICULAS
RESPIRABLES PRODUCIDAS EN FABRICAS DE LADRILLOS DE CEMENTO
PARA PISOS, UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR”

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

MARIA ENCARNACION GUTIERREZ MOLINA
ROSA ANGELICA ROGEL CORTEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

DICIEMBRE, 1999



SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

T-MES
1601
6885c

Ej.1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

RECTOR

LIC. ENNIO ARTURO LUNA

SECRETARIO GENERAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DRA. KENNY LUZ DE MARIA SOSA

DECANO

LIC. MARIA ISABEL RAMOS DE RODAS

SECRETARIA

Dra. GLORIA RUTH CALDERON

ASESOR DE TESIS

JURADO CALIFICADOR

LIC.CECILIA HAYDEE GALLARDO DE VELASQUEZ

LIC. EDITH ALICIA TORRES DE CANTON

LIC. MARIA LUISA ORTIZ DE LOPEZ

JURADO SUPLENTE

LIC. MARIA ELSA ROMERO DE ZELAYA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de forma muy especial a todas aquellas personas que con su colaboración y apoyo nos ayudaron a concluir satisfactoriamente este trabajo de graduación, entre ellos:

DRA. GLORIA RUTH CALDERON, por su total disponibilidad y apoyo durante la coordinación y asesoramiento de este trabajo.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), por proporcionarnos el financiamiento económico.

ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN SALVADOR, por facilitarnos información de las fabricas de Ladrillos de Cemento ubicadas en el Municipio de San Salvador.

FIPRO, por proporcionarnos información bibliográfica que nos ayudo a finalizar nuestro trabajo.

DEPARTAMENTO DE QUIMICA ANALITICA Y ANALISIS INSTRUMENTAL, por brindarnos su colaboración en el uso del laboratorio.

CENTRO DE INVESTIGACION Y APLICACION NUCLEAR (C.I.A.N), por la realización de los análisis en las muestras de Aire a través de la Técnica Espectrofotométrica de Fluorescencia de Rayos X.

COMISION HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA (C.E.L), especialmente a la geóloga Aída Zamora é Ing. Luz Barrios, por su colaboración en el *Análisis de las muestras por la Técnica Espectrofotométrica de Difracción de Rayos X.*

A los propietarios y trabajadores de las Fabricas de Ladrillos de Cemento: **SAN JUAN, EL CARMEN Y SAN ANTONIO**, por permitirnos realizar parte de nuestro estudio en sus instalaciones.

Jurado Calificador: Lic. Cecilia Haydee Gallardo, Lic. María Luisa Ortiz de López, Lic. Edith Alicia Torres de Cantón; Suplente: Lic. María Elsa Romero de Zelaya; por el tiempo empleado en la revisión y corrección de nuestro trabajo de graduación.

Y a todas las personas que colaboraron, directa o indirectamente con su apoyo, ayuda y comprensión para llegar a la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

DEDÍCO ESTE TRIUNFO A:

DIOS TODO PODEROSO: *Por ser mi guía, cuidarme y estar conmigo en todo momento ayudándome a realizar uno de mis grandes sueños.*

A mis Padres: José Alberto Gutiérrez y Rosa Molina de Gutiérrez, con todo mi corazón por estar conmigo y darme en todo momento su amor, cariño y consejos, para poder guiarme en la vida y así llegar a obtener este triunfo, que hoy se los dedico.

A mis Hermanos: Con mucho cariño por brindarme su amor y comprensión, especialmente a tí que no estuviste conmigo pero que fuiste la razón para terminar mi carrera por que se que donde te encuentres te llena de mucha felicidad.

A mis Sobrinos: Oscar Alberto, Elba Guadalupe, Alejandra y Andrea María por formar parte de mi vida.

María Encarnación Gutiérrez Molina

DEDICATORIA

DEDÍCO ESTE TRIUNFO A:

DIOS: Por estar siempre conmigo y permitirme finalizar con éxito mi carrera.

A mis Padres : Rene Rogel Melendez y Damiana Cortéz, con mucho amor por el apoyo y cariño que me han brindado en las diferentes etapas de mi vida.

A mis Hermanos: José Alvaro, Olga Urania, Rene Oscar y Guillermo Alfonso, con mucho cariño por todo el apoyo que me han brindado.

Rosa Angélica Rogel Cortez

INDICE

INTRODUCCION

OBJETIVOS

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO	1
1.0 CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	2
2.0 CONTAMINACION CAUSADA POR PARTICULAS...	7
2.1 Concepto de Partículas.....	7
2.2 Clasificación de Partículas.....	7
2.3 Métodos de Control de partículas.....	10
2.4 Efectos que causa el polvo a la Salud.....	11
3.0 CONTAMINACION CAUSADA POR PARTICULAS SUSPENDIDAS.....	15
4.0 ELABORACION DE CEMENTO PORTLAND.....	17
5.0 ETAPAS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS DE CEMENTO PARA PISOS.	19
6.0 ASPECTOS NORMATIVOS SOBRE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO.....	21

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL..... 24

1.0 TRABAJO DE CAMPO..... 25

1.1. Selección y Descripción de las Zonas de Estudio..... 25

1.2. Selección y Descripción de las Zonas de Muestreo..... 25

1.3. Obtención de muestras..... 25

1.4 Períodos de muestreo..... 26

2.0 MUESTREO..... 30

2.1. Material y equipo..... 30

2.2 Laboratorios donde se Realizaron los Análisis 31

3.0 DETERMINACIONES ANALÍTICAS.. 32

3.1 Método Gravimétrico..... 32

3.2 Método de Fluorescencia de Rayos X..... 37

3.3 Método de Difracción de Rayos X..... 45

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION..... 49

1.0 RESULTADOS 50

1.1. Método Gravimétrico 50

1.2. Fluorescencia de Rayos X	53
1 3. Difracción de Rayos X.....	66
2.0 DISCUSION DE RESULTADOS	79
CAPITULO IV	
CONCLUSIONES.....	81
CAPITULO V	
RECOMENDACIONES	84
CAPITULO VI	
RESUMEN	87
CAPITULO VII	
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS.....	93

INTRODUCCION

INTRODUCCION

A través del tiempo, el hombre ha visto la necesidad de protegerse de las condiciones climatológicas de la región, por lo que se ha visto obligado a desarrollar viviendas rudimentarias para protegerse, y a medida que ha transcurrido el tiempo dichas construcciones han sido mejoradas.

Existe un considerable número de Fábricas de Ladrillos de Cemento que han venido a contribuir en el mejoramiento de la vivienda, pero que causan *Contaminación Ambiental*, debido a que la materia prima que utilizan en su elaboración producen partículas que afecta la salud de los habitantes. Estas fabricas se encuentran ubicadas en zonas muy pobladas.

El cemento, que es una de las materias primas utilizadas contiene silicatos de calcio, minerales de hierro, cloruros; que en forma de partículas suspendidas en el aire son aspiradas por las personas del lugar causando problemas bronco-respiratorios.

Esto a motivado a realizar el presente estudio sobre el impacto causado por dichas fábricas ubicadas en el municipio de San Salvador, utilizando para su muestreo una bomba de flujo constante con una capacidad de flujo de 1.7 L/min (3), empleando posteriormente el método gravimétrico para determinar la cantidad de partículas respirables presentes en la zona muestreada y la Técnica Espectrofotométrica de Rayos X, para determinar la presencia de partículas respirables dañinas para la salud, en este tipo de industria.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

1.0 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la contaminación ambiental causado por partículas respirables producidas en fábricas de ladrillos de cemento para pisos, ubicadas en el municipio de San Salvador.

2.0 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.1 Realizar un diagnóstico en el municipio de San Salvador de los lugares donde se encuentran ubicadas las fábricas de mayor demanda de elaboración de ladrillos para pisos, para seleccionar aquellas donde se realizará el estudio.

2.2 Colectar mediante la utilización de una bomba de flujo constante, las partículas respirables presentes en los puntos de muestreo en las fábricas.

2.3 Cuantificar las partículas respirables de polvo en las muestras recolectadas a través del método gravimétrico.

2.4 Identificar y cuantificar por medio de la Técnica Espectrofotométrica de Rayos X la presencia de las principales partículas respirables dañinas a la salud, colectadas en las muestras.

2.5 Proponer medidas de higiene y seguridad ocupacional, al personal que labora en dichas fábricas con el propósito de concientizarlos para mejorar sus condiciones de salud laboral

CAPITULO I
FUNDAMENTO TEORICO

1.0 CONTAMINACION ATMOSFERICA

INTRODUCCION

Una de las grandes características del siglo XX ha sido un manifiesto desarrollo de la urbanización y la industrialización, junto con el incremento de la población.

El crecimiento de las ciudades exige una constante disposición de servicios como energía, transporte, vivienda, agua potable.

Este avance urbanístico e industrial está lanzando a la atmósfera diariamente cantidades inmensas de desechos gaseosos y partículas sólidas finas, lo que ha modificado la composición natural del aire que es uno de los elementos más importantes para el mantenimiento de la forma de vida sobre el planeta tierra.

Toda esta experiencia obtenida por el hombre en el corto período de su desarrollo industrial lo ha obligado a tomar medidas de protección y de control a favor del ambiente. Pero para esto se hace necesario contar con bases que pongan de manifiesto conceptos como lo es el de contaminación.

La *Contaminación Atmosférica* se define como la presencia en el aire de sustancias puestas allí principalmente por la actividad humana, en concentraciones capaces de afectar a la salud y el bienestar de los seres humanos, animales y plantas (14).

1.1. CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES

CUADRO N° 1

CONTAMINANTE	CLASIFICACION
Contaminantes gaseosos	Gases Vapores
Contaminantes por partículas	Polvos Neblinas Cenizas Humos

CONTAMINANTES GASEOSOS

La *contaminación gaseosa* produce enfermedades y daños fisiológicos que pueden manifestarse con irritación de ojos y mucosas.

GASES

Son sustancias químicas que se presentan en fase gaseosa a presión y temperatura ambiente y se pueden determinar midiéndose continuamente alguna propiedad física o química o colectándolos para hacer pruebas químicas intermitentes. Ejemplo: Monóxido de carbono, cloro.

VAPORES

Son emanaciones producidas por la evaporación de un líquido o un sólido, ya sea a temperatura ambiente o con aportación de calor. Ejemplo: Oxido nitroso, cloroformo.

CONTAMINANTES POR PARTICULAS

POLVOS

Son creados al romperse materiales sólidos que liberan partículas finas que flotan en el aire antes de depositarse por acción de la gravedad. Se generan en operaciones tales como pulido, triturado, lijado y molienda. Ejemplo: Polvo de sílice, cemento.

NEBLINAS

Son partículas formadas por materiales líquidos sometidos a procesos de atomización y condensación. Se generan en operaciones de atomizado, de tratamiento galvánico y de limpieza o mezclado. Un ejemplo claro son las operaciones de pinturas en spray, mezcla y limpiezas con sustancias como aceites y pesticidas.

HUMOS

Son creados cuando los materiales sólidos se evaporan a altas temperaturas. El vapor del metal se enfría y se condensa en una partícula extremadamente pequeña de un tamaño generalmente menor a un micrón de diámetro. Los humos

pueden provenir de operaciones tales como soldadura, fundición y colado de metales fundidos. Ejemplo. Oxidos de hierro

Los contaminantes pueden encontrarse tanto en áreas confinadas o áreas abierta o exterior, la primera se efectúa en los lugares de trabajo, indicando los riesgos a que se exponen los trabajadores en su labor. La segunda que es una característica de las grandes ciudades especialmente las más industrializadas; afecta a todas las personas sin importar sexo y edad, animales y edificios.

Para que se presenten problemas graves o menos graves o situaciones molestas es necesario que se reúnan ciertas condiciones que se consideran peligrosas o de riesgo para la salud, como:

- Sobrepasar las concentraciones de contaminantes consideradas como mínimas.
- Sobrepasar los tiempos de permanencia mínimos.
- Características meteorológicas: temperatura, humedad.
- Area de difusión de contaminantes.
- Topografía.

Cuando se presentan todas estas condiciones conjugadas a las de cada ciudad como: población, clima, concentración de industrias, pueden presentarse los problemas con sus características propias.

CUADRO N° 2

CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD	CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE (ppm)
Monóxido de Carbono	Gas altamente afín por la hemoglobina; su concentración aumentada en sangre provoca sintomatología progresiva, y a altos niveles en sangre la muerte.	75
Cloro	Irritación de mucosas, conjuntival; edema de párpados, estornudos, tos intensa.	1
Anhídrido Sulfuroso	Estornudos, tos y respiración dificultosa de tipo asmático; en casos más graves, depresión respiratoria y muerte.	5
Oxido nitroso	Es irritante para las mucosas. La alta concentración da sensación de quemadura y producen tos y vómito.	3 - 10
Cloroformo	Excitación de las vías respiratorias, disminución de la circulación, dilatación de la pupila, desaparición de la sensibilidad.	10
Sílice	Sílicosis: disnea progresiva y tos productiva; fiebre e insuficiencia respiratoria que conduce rápidamente a la muerte.	0.05 - 0.5

2.0 CONTAMINACION CAUSADA POR PARTICULAS

2.1 CONCEPTO DE PARTICULA

Partículas son todas las sustancias atmosféricas que no son gases: entre las cuales están el polvo, polen, humo, gotas de lluvia e incluso los insectos.

Polvo es un sistema disperso de partículas sólidas heterogéneas en un gas; el polvo generalmente se origina por la disgregación mecánica de un material más grueso (13).

2.2 CLASIFICACION DE PARTICULAS

De acuerdo a su tamaño se dividen en:

- Menores de 0.1 micras.
- De 0.1 – 1.0 micras.
- Mayores de 1.0 micras.

Las partículas de 0.1 a 1.0 micras se forman principalmente por la condensación de los vapores, productos de combustión y por el polvo atmosférico; estas partículas sedimentan lentamente permaneciendo en la atmósfera durante meses, por lo tanto estas son las que causan la neblina y la disminución de la visibilidad.

Las partículas de 0.1 a 5.0 micras pueden quedar retenidas en los espacios alveolares conocidas como polvo respirable que no se puede ver.

Las partículas mayores de 5.0 micras son retenidas por la mucosa de la nariz, garganta, tráquea y bronquios siendo eliminados por los mecanismos de limpieza.

Durante la inhalación, las partículas de polvo son transportadas por la corriente del aire al interior de los pulmones de donde la mayoría son exhalado o eliminados por los mecanismos de limpieza pulmonar, una fracción de partículas puede depositarse en el pulmón dependiendo de su tamaño (14).

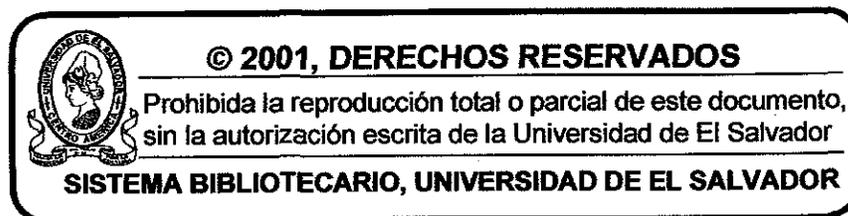
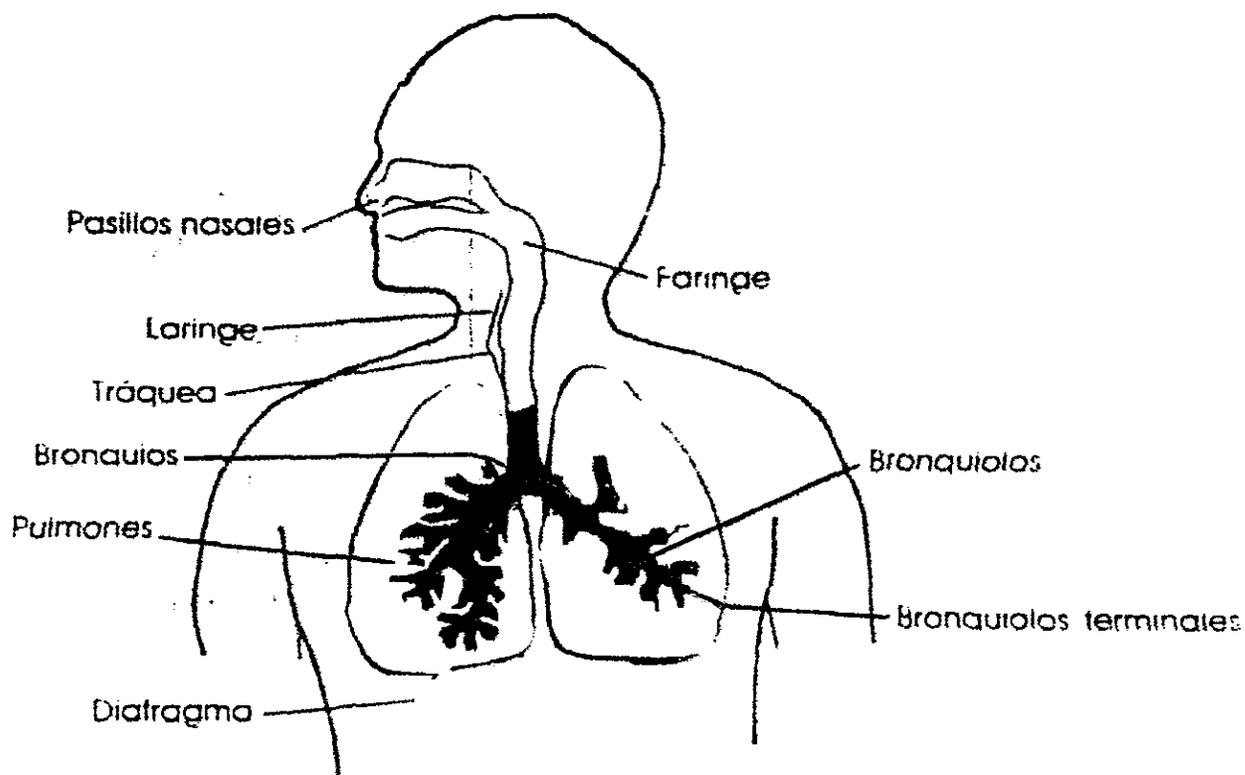


FIGURA N° 1

DEPOSITO DE PARTÍCULAS EN EL APARATO RESPIRATORIO SEGÚN TAMAÑO



CUADRO N° 3

Traquea	10 micras	Deberían filtrarse
Bronquios	5 – 10 micra	
Bronquiolos	1,5 micras	Es necesario filtrarse
Alvéolos	0,001 – 1 micras	

2.3 METODOS DE CONTROL DE PARTICULAS DE POLVO

2.3.1 MODIFICACION DEL PROCESO

En el cual se debe establecer cuáles son las operaciones que originan problemas de contaminación y cuales son los materiales que intervienen en ella y así estudiar la factibilidad de sustituir, modificar o eliminar la operación y al final obtener el producto deseado, al mismo tiempo que se ha eliminado la emisión de contaminantes.

2.3.2 UTILIZACION DE UN EQUIPO DE CONTROL

Este permite eliminar o reducir grandemente la descarga de contaminantes, prefiriéndose aquellos que quedan totalmente adaptados al equipo de producción. Para el control de partículas se utilizan cámaras de asentamiento que permiten a estas depositarse con mayor rapidez y así facilitar su recolección.

2.3.3 ZONIFICACION O RESTRICCION DE OPERACIONES EMISORAS.

Consiste en seguir un método de zonificación que evita la concentración de industrias contaminantes en zonas urbanas, que es otra alternativa de control relativamente fácil de aplicar.

2.4 EFECTOS QUE CAUSA EL POLVO A LA SALUD

Los efectos que el polvo produce en el cuerpo varían según su naturaleza; *el silicio, cloro, calcio, hierro*; presentes en el polvo de cemento son causantes de *Neumoconiosis*.

La *Neumoconiosis* se define como la afección difusa del pulmón debido a la inhalación de polvo inorgánico (8). Entre las cuales están: Silicosis causada por el polvo de sílice; Silicatosis causada por silicatos; Asbestosis causada por el asbesto.

Existen dos peligros distintos que son asociados con el polvo industrial estos son:

- El riesgo de exposición

- El riesgo para la salud.

Ya que los efectos que el polvo produce en el cuerpo varía según su naturaleza, las partículas finas de sustancias tóxicas suspendidas en el aire pueden quedar depositadas en la piel y membranas mucosas causando irritación, sensibilización, úlcera e incluso cáncer dependiendo del tiempo de exposición.

2.4.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL DAÑO PULMONAR

2.4.1.1 NATURALEZA DEL POLVO

Según su naturaleza el polvo puede ser:

- Fibrogénico
- No fibrogénico.

Los polvos fibrogénicos son invalidantes y progresivos, causando silicosis, asbestosis.

Los polvos no fibrogénicos al depositarse en el pulmón no produce enfermedad y solo se evidencia por rayos x del tórax anormal.

2.4.1.2 CARACTERISTICAS FISICAS DEL POLVO

El polvo por sus características físicas como diámetro y longitud puede ser fibras o partículas (2).

Las fibras se definen como aquellos polvos cuya longitud exceden en por lo menos tres veces su diámetro, dando la apariencia de estructuras alargadas. Ejemplo de esta es el asbesto.

Las partículas son polvos con diámetros similares dando la apariencia de estructuras esféricas. Ejemplo la sílice.

2.4.1.3 CONCENTRACION DEL POLVO EN EL AIRE INSPIRADO

La Concentración Máxima Tolerable de polvo es el número de partículas o fibras que puede inhalar una persona sin que se produzca lesión pulmonar, siendo esta de 0.1 – 10 mg/m³ por encima de la cual es factible el desarrollo de Neumoconiosis.

2.4.1.4 DURACION DE LA EXPOSICION

En general, para el desarrollo de la neumoconiosis se requieren períodos prolongados en contacto directo con el contaminante; para el silicio son de 10 a 20 años; sin embargo, una masiva exposición al silicio puede causar un efecto similar a las exposiciones prolongadas y continuas a concentraciones menores.

2.4.1.5 FACTORES INDIVIDUALES

La presencia de contaminantes en la atmósfera produce diversos efectos sobre los seres vivos, los que parecen incrementarse a medida que aumentan las concentraciones, provocando molestias de distintos tipos, principalmente irritaciones, olores y disminución de la visibilidad, pero luego a concentraciones mayores comienzan a detectarse daños a la salud y efectos sobre animales y plantas.

El estado de los mecanismos de defensa del pulmón, la atopía, el hábito de fumar, y factores genéticos o cierta idiosincrasia, pueden ser condicionantes que favorecen el desarrollo de la enfermedad ocupacional; no todo trabajador expuesto a los contaminantes en concentraciones consideradas tóxicas desarrolla *Neumoconiosis*.

Los efectos pueden adoptar diversas formas que pueden agruparse en 3 categorías (13):

- a.- Enfermedades agudas, susceptibles de causar la muerte.
- b.- Enfermedades crónicas, como bronquitis crónica, enfisema pulmonar o asma.
- c.- Síntomas desfavorables generales e irritaciones, incluidos malestar general, estado nervioso, irritación de los ojos y reacciones molestas a los olores ofensivos.

Las relaciones precisas entre estas enfermedades y la contaminación del aire resultan a veces muy difíciles de establecer en muchos casos podrá haber mas de una causa.

3.0 CONTAMINACION CAUSADA POR PARTICULAS SUSPENDIDAS

Las partículas suspendidas son *cantidades muy pequeñas de materia sostenida en el aire*. Cuando estas partículas compuestas por diferentes combinaciones de átomos tocan el piso dejan de estar *suspendidas* para pasar a ser *depositadas*, el problema se presenta cuando las respiramos y entran a formar parte del extenso grupo de *partículas respirables*.

Al hablar de partículas suspendidas se debe hacer mención a aquellas menores a 10 micras de diámetro aerodinámico (PM-10), ya que se han encontrado correlaciones positivas y significativas entre concentraciones ambientales de partículas de la fracción respirable y la morbilidad y mortalidad de la población.

Las partículas suspendidas PM-10 son consideradas como contaminantes atmosféricos porque alteran propiedades físicas y químicas del aire. Es bueno recordar que contaminante es cualquier agente externo a la composición original de algún objeto. El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de diferentes compuestos tales como argón, bióxido de carbono y el ozono.

Las partículas suspendidas se clasifican como *contaminantes primarios* porque permanecen en la atmósfera tal como fueron emitidos por la fuente.

Las Partículas Suspendidas en su Fracción Respirables (PM 10) son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera (su diámetro va de 0,3 a 10,0 micras) como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen.

La fracción respirable de las Partículas Sólidas Totales (PST), está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras, que tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares.

4.0 ELABORACION DEL CEMENTO PORTLAND

El cemento es una de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de ladrillos, contienen una variedad de elementos que son causantes de Contaminación.

Entre las materias primas que intervienen en su proceso de elaboración están:

Rocas calcáreas y las arcillas, estas se extraen de yacimientos a cielo abierto.

Mineral de hierro, para reducir la formación de compuestos que reaccionen con los sulfatos.

El Yeso, que se incorpora en el proceso de la molienda, para regular el tiempo de fraguado.

Proceso de Elaboración

El proceso consiste en tomar las rocas calcáreas, arcillas y minerales de hierro, en proporciones adecuadas y molerlas intensamente, de manera que el compuesto de la caliza (CaO) se vincule íntima y homogéneamente con los compuestos de la arcilla y minerales de hierro (SiO_2 , Al_2O_3 y FeO_3). El producto resultante, denominado Polvo Crudo, ingresa al horno y egresa como Clinker.

El proceso se completa con la molienda conjunta del clinker y el yeso, obteniendo el Cemento Portland de Alta Resistencia a los Sulfatos.

Trituración primaria: Los bloques piedra de rocas calcáreas y las arcillas provenientes de las canteras, ingresan a la trituradora primaria quedando reducidas a tamaños inferiores a los 10 cm.

Trituración secundaria: Ingresan el material desagregado de la trituradora primaria y sale un agregado con un tamaño inferior a 2.5 cm.

Molienda: El material resultante de la trituradora secundaria ingresa a un molino, resultando un producto impalpable, denominado **Polvo Crudo**.

Homogeneización: Con el fin de alcanzar la unión íntima de los compuestos, se somete al polvo crudo a un mezclado intensivo, por medio de ciclones de aire.

Calcinación: El polvo crudo ingresa al horno, elevándose la temperatura hasta alcanzar los 145°C, en donde se produce una fusión incipiente del producto resultante denominado clinker.

Molienda: Finalmente, el clinker conjuntamente con el yeso se muele hasta obtener el cemento portland de Alta Resistencia a los Sulfatos Avellaneda.

5.0 ETAPAS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS DE CEMENTO PARA PISOS.

La elaboración de ladrillos de cemento para pisos se lleva acabo de la siguiente manera:

ETAPA I

PREPARACION DE MEZCLAS

Consiste en la mezcla de las materias primas siguiendo un orden de mezclado establecido:

Mezcla seca: Polvo de piedra y cemento gris.

Mezcla húmeda: Arena, cemento gris y agua.

Mezcla de pinturas en polvo: se realiza con agua para obtener los tonos deseados.

ETAPA II

PRODUCCION DE LADRILLOS

Mediante la utilización de un molde de acero para ladrillos; se coloca sobre este según la decoración deseada una mezcla pastosa de pintura en polvo, luego se agrega en forma espolvoreada una capa uniforme de la mezcla seca y así favorecer el secado.

Posteriormente se agrega de modo uniforme la cantidad de mezcla húmeda necesaria para cubrir el molde, se coloca bajo la prensa volante y se aplica las compresiones necesaria para su compactación. Se saca el ladrillo ya formado del molde para su proceso de secado.

ETAPA III

PROCESO DE SECADO

Consiste en dejar el ladrillo a temperatura ambiente por un período de 24 horas; a fin de darle mayor consistencia y firmeza al ladrillo.

ETAPA IV

PROCESO DE FRAGUADO

En este proceso se coloca el ladrillo en una pileta llena de agua a temperatura ambiente de forma tal que queden cubiertos y se dejan reposar durante 24 horas. Luego se sacan y están disponibles para ser distribuidos o vendidos.

6.0 ASPECTOS NORMATIVOS SOBRE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

El marco institucional y jurídico con relación a la seguridad e higiene en los centros de trabajo se representa en el siguiente cuadro (7).

CUADRO N° 4

Código Reglamento ó Ley	Artículo	Objetivo	Institución Responsable
Código de salud	107	Se declara de interés público, la implantación y mantenimiento de servicios de seguridad e higiene del trabajo. Para tal fin el Ministerio establecerá de acuerdo a sus recursos, los organismos centrales, regionales, departamentales y locales que en <i>coordinación con otras instituciones, desarrollen las acciones pertinentes</i>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
	108	El Ministerio, en lo que se refiere a esta materia tendrá a su cargo: b) La ejecución de medidas generales y especiales sobre protección de los trabajadores y población en <i>general, en cuanto a prevenir enfermedades y accidentes;</i> y c) La prevención o control de cualquier hecho o circunstancias que pueda afectar la salud o la vida del trabajador o causar impactos desfavorables en el vecindario del establecimiento laboral.	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Código Reglamento ó Ley	Artículo	Objetivo	Institución Responsable
Código de Trabajo	314	Todo patrono debe adoptar y poner en práctica medidas adecuadas de seguridad e higiene en los centros de trabajo para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de los trabajadores.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
	315	Todo trabajador está obligado a cumplir con las normas y recomendaciones técnicas sobre seguridad e higiene que en materia laboral se emitan.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
	319	Se considera enfermedad profesional, cualquier estado patológico sobrevenido por la acción mantenida, repetida o progresiva de una causa que provenga directamente de la clase de trabajo que desempeña o haya desempeñado el trabajador, o de las condiciones del medio particular del lugar en donde se desarrollen las labores, y que produzcan la muerte al trabajador o le disminuya su capacidad de trabajo.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social

Código Reglamento o ley	Artículo	Objetivo	Institución Responsable
Código de Trabajo	332	<p>Para los efectos de lo dispuesto en letra a) del Art. 322; se adopta la siguiente lista:</p> <p style="text-align: center;">ENFERMEDADES PROFESIONALES NEUMOCONIOSIS</p> <p>Enfermedades bronco – pulmonares producidas por aspiración de polvos y humos de origen animal, vegetal o mineral.</p> <p>13.- Silicatos: trabajadores expuestos a aspiración de silicatos pulverulentos (tierra de batán, arcillas, caolín).</p> <p>15.- Silicosis. mineros, poceros, canteros, areneros, alfareros, trabajadores de la piedra y roca, túneles, carreteras y presas, pulidores con chorro de arena, cerámica, cemento, fundiciones, industria química y productos refractarios que contengan sílice.</p> <p>16.- Asbestosis o amiantosis: canteros de la industria textil, papelera, cementos, como material de revestimiento, aislantes de calor y la electricidad.</p>	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
Ley de Medio Ambiente	Cap III A Artículo 47	Prevención y control de la Contaminación. Protección de la atmósfera. Asegurar que la atmósfera no sobrepase los niveles de concentración permisibles de contaminantes.	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

1.0 TRABAJO DE CAMPO

1.1. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

La delimitación de las fábricas a muestrear fueron determinadas a través de los registros proporcionados por la Alcaldía Municipal de San Salvador, a fin de obtener el número de Fábricas de Ladrillos de Cemento para pisos existentes.

De seis fabricas registradas en esta institución se seleccionaron tres ,debido a la factibilidad y disponibilidad de sus propietarios para permitirnos realizar los muestreos.

1.2. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Las zonas de muestreo se eligieron, considerando la cantidad de polvo disperso observado en el aire y ubicando las zonas estratégicas, las cuales fueron:

- Area de preparación de mezclas.
- Area de mezclado de pigmentos.
- Area de producción de ladrillos.

1.3 OBTENCION DE MUESTRAS

Las muestras fueron obtenidas colocando el muestreador de partículas en las áreas seleccionadas por un período de 4 horas, durante 15 días alternando cada día la ubicación de este equipo.

El muestreador fue colocado aproximadamente a la altura de la zona buco-nasal de los obreros, ya que por su condición de trabajo fue prácticamente imposible colocárselos directamente.

1.4. PERIODOS DE MUESTREO

El muestreo se realizó en los meses comprendidos de Septiembre–Octubre 1997.

Las fábricas escogidas en el análisis están ubicadas en:

FABRICA DE LADRILLO N° 1

Fábrica de Ladrillos de Cemento El Carmen
Barrio Santa Anita, Colonia San Juan, Calle a Montserrat No. 1259. S.S.

FABRICA DE LADRILLO N° 2

Fábrica de Ladrillos de Piso San Antonio
Calle San Antonio Abad, Pasaje María Magdalena No. 9. S.S.

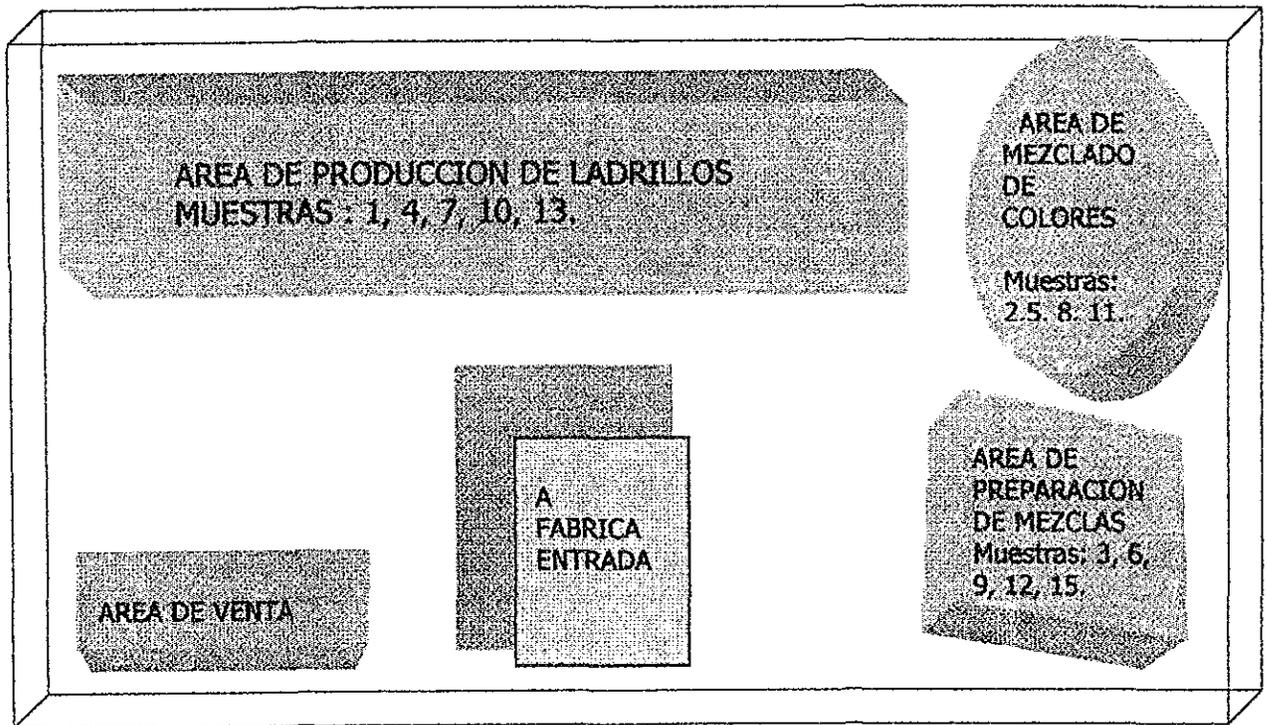
FABRICA DE LADRILLO N° 3

Fábrica de Ladrillo San Juan Bosco
Final 25 Av. Sur, Colonia San Juan No. 13. S.S.

FABRICA DE LADRILLO N° 1

FABRICA DE LADRILLO DE CEMENTO EL CARMEN

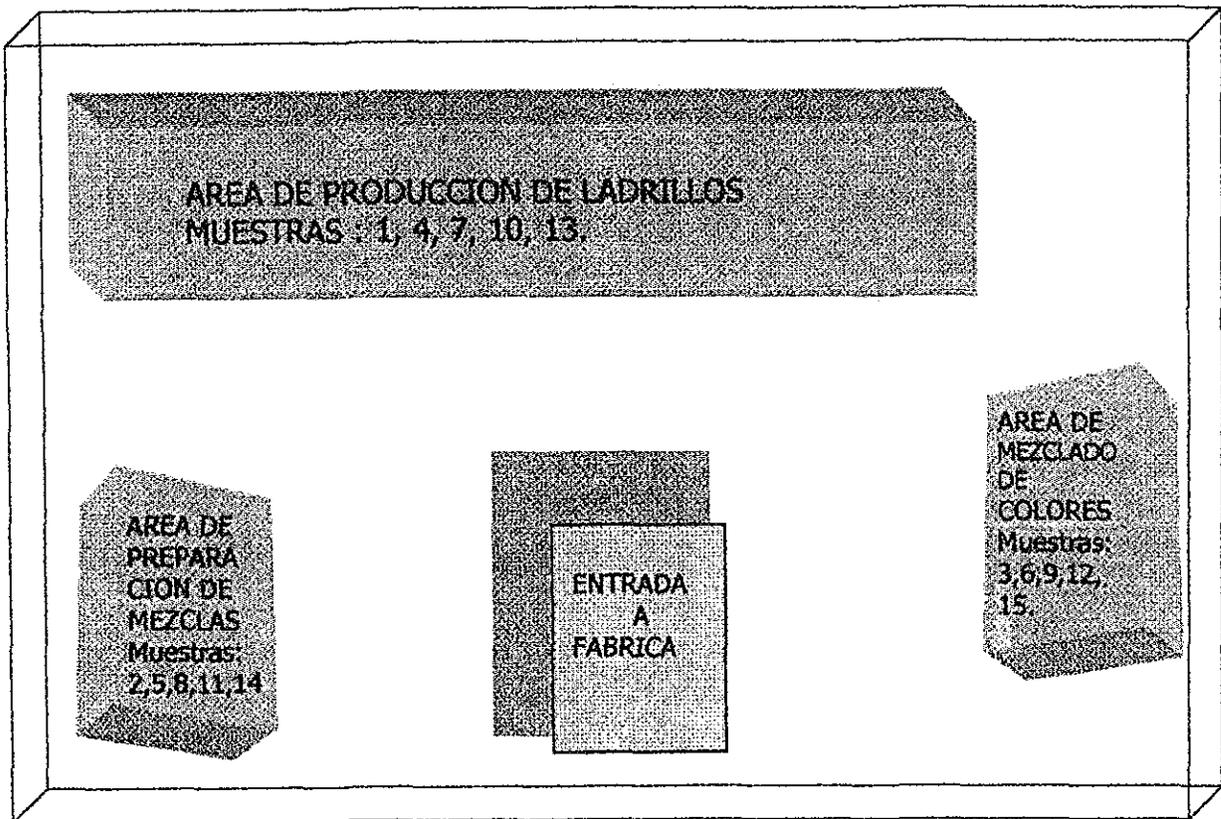
UBICACIÓN DE LAS AREAS DE MUESTREO

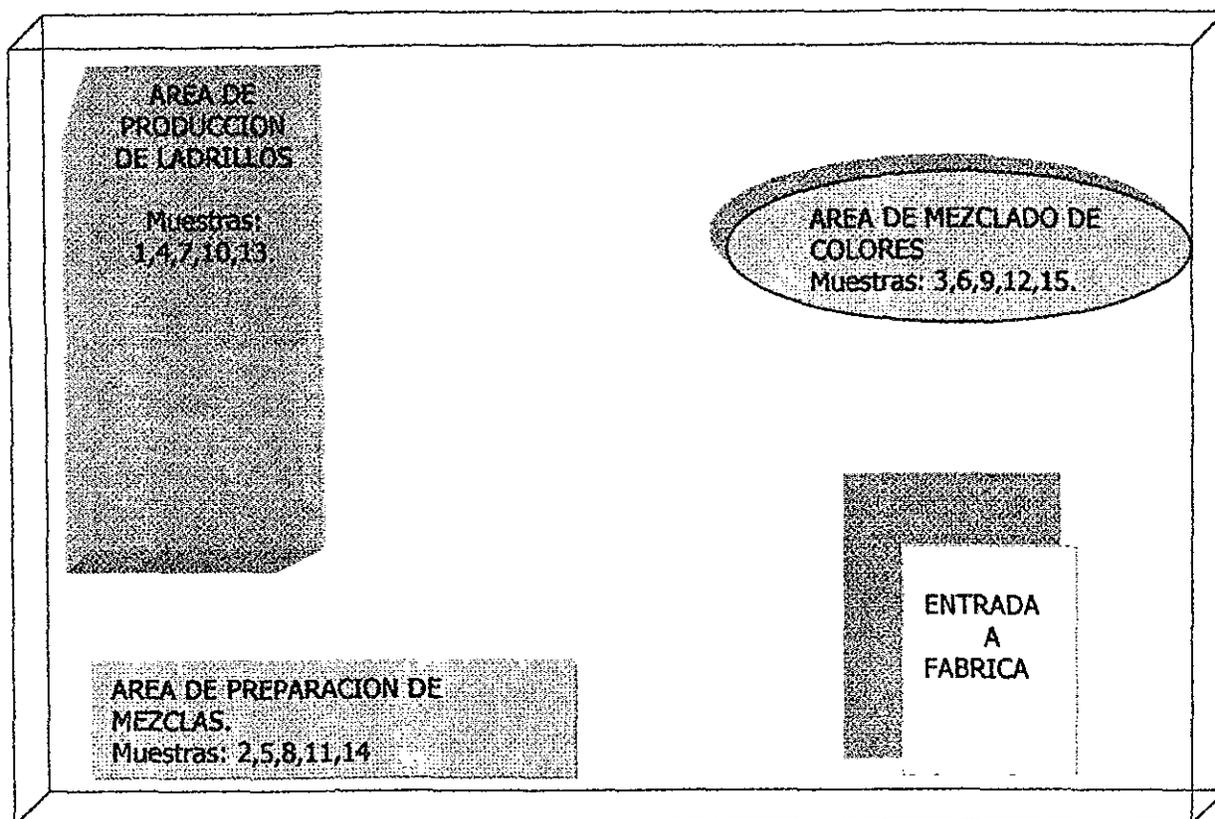


FABRICA DE LADRILLO N° 2

FABRICA DE LADRILLO DE PISO SAN ANTONIO

UBICACIÓN DE LAS AREAS DE MUESTREO



FABRICA DE LADRILLO N° 3**FABRICA DE LADRILLO SAN JUAN BOSCO****UBICACIÓN DE LAS AREAS DE MUESTREO**

2.0 MUESTREO

El muestreo se realizó utilizando una bomba de flujo constante BDX 530^{CF}, la cual fue calibrada a un flujo de 1.7 L / min.

Para dicho estudio se muestrearon 3 fábricas durante las primeras 4 horas de producción por un período de 15 días laborales.

Para recolectar las muestras, la bomba se colocó al operario en la parte de atrás de la cintura y el cassette (Filtro Holder) fue situado lo mas cerca posible de la zona buco - nasal, específicamente a la altura del cuello (Anexo 3).

2.1 MATERIAL Y EQUIPO

2.1.1 MATERIAL

Filtros de membrana de PVC de 37 mm

Soportes para filtro de 37 mm

Porta filtros

Cajas Petri

Pinzas para filtros

Papel Glassin

2.1.2 EQUIPO

Bomba Sensidyne BDX 530^{CF} de flujo constante

Muestreador para partículas respirables, Sensidyne BDX 99 R

Equipo de Difracción de Rayos X Marca Siemens, Modelo D – 5000.

Equipo de Fluorescencia de Rayos X.

Balanza Analítica.

2.2 LABORATORIO DONDE SE REALIZARON LOS ANALISIS

La determinaciones analíticas se realizaron en:

Universidad de El Salvador

Facultad de Química Y Farmacia

Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental

Universidad de El Salvador

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Centro de Investigación Aplicación Nuclear (CIAN).

Difracción de Rayos X

Laboratorio de la Compañía Hidroeléctrico del Río Lempa (CEL)

Fluorescencia de Rayos X

3.0 DETERMINACIONES ANALITICAS

3.1 METODO GRAVIMETRICO

3.1.1. FUNDAMENTO DEL METODO

Se basa en el muestreo de partículas respirables utilizando una bomba de flujo constante BDX 530^{CF}: con filtros de 37 mm de membrana de PVC.

Las partículas son retenidas en los filtros al hacer pasar un flujo de 1.7 L/min, ya que la bomba está adaptada a un cuerpo ciclónico que posee un movimiento circular interno donde separa por sedimentación las partículas no respirables de las respirables. Estas partículas respirables son cuantificadas por diferencia de peso.

Para la técnica de muestreo se utilizó el Manual de Procedimiento utilizando un muestreador para partículas respirables marca Sensidyne BDX 530^{CF} (Anexo 2).

3.1.2. RECOLECCION DE MUESTRAS

- a.- Calibrar la bomba manualmente a un flujo de 1.7 L / min, durante 3 minutos.
- b.- Pesar en balanza analítica los filtros y soportes en un área libre de corriente de aire y tomar en cuenta los pesos de los filtros w_1 , (mg) y el peso del soporte (B_1).
- c.- Ajustar el equipo para la toma de muestra de la siguiente manera: (Anexo 1)

- Quitar el sujetador del filtro Holder cuidadosamente.
- Separar los platos del filtro Holder.
- En el plato interior colocar con ayuda de una pinza el soporte previamente pesado y sobre este colocar el filtro.
- Colocar sobre esto el plato superior y presionarlo de manera que quede bien sujetado.
- Invertir el filtro Holder y colocarlo en su base para que quede ya instalado.
- Conectar un extremo del tubo en la bomba BDX 530^{CF} y el otro extremo al filtro Holder (Anexo 2).
- Colocar la bomba al operario en la parte de atrás de la cintura y el filtro Holder cerca de la zona buco - nasal (Anexo 3).
- Encender la bomba previamente calibrada y proceder al muestreo por un tiempo de 4 horas.

3.1.3 PROCESO DE ANALISIS

Llevar los filtros muestreados al Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, y con la ayuda de pinzas, pesar dichos filtros (W_2) en balanza analítica y determinar la concentración de partículas de polvo respirable por la siguiente fórmula:

$$C \text{ mg / m}^3 = \frac{w_1 \text{ (mg)} - w_2 \text{ (mg)}}{V \text{ (m}^3 \text{)}}$$

Donde:

C = Concentración de partículas en los filtros.

W₁= Peso del filtro antes del muestreo (mg).

W₂= Peso del filtro muestreado (mg).

V = Flujo de Aire.

Colocar los filtros pesados en cajas petry identificadas con el nombre de la fábrica y el número de muestra.

3.1.4. CALCULOS

Ejemplo de calculo de la Fabrica de Ladrillo N° 1.

Datos:

Tiempo de muestreo : 4.0 horas.

Volumen de muestra : 408 L

Flujo de aire : 1.7 L/min.

Peso de filtro sin muestra : 14.6 mg

Peso de filtro con muestra: 15.1 mg

Formula:

$$C = \frac{(W_2 - W_1)}{1.7 \text{ L/MIN.}}$$

Donde:

C= Concentración de polvo (mg/m^3).

W_1 = Peso de papel filtro antes de muestreo.

w_2 = Peso de papel filtro después de muestreo.

1.7= Flujo de aire (L/min).

SUSTITUYENDO TERMINOS

$$C = \frac{15.1 \text{ mg} - 14.6 \text{ mg}}{1.7 \text{ L} / \text{m}^3} = \frac{0.5 \text{ mg}}{1.7 \text{ L} / \text{m}^3}$$

Pasando el flujo de aire a unidades de m^3 :

$$1 \text{ L} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 0.001 \text{ m}^3$$

$$1.7 \text{ L} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X$$

$$X = 0.0017 \text{ m}^3 / \text{min}.$$

$$0.0017 \text{ m}^3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ min}$$

$$X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 240 \text{ min (tiempo de muestreo)}$$

$$X = 0.408 \text{ m}^3 / 240 \text{ min}.$$

Entonces.

$$C = \frac{0.5 \text{ mg}}{0.408 \text{ m}^3} = 1.23 \text{ mg/m}^3$$

Según resultado obtenido la muestra analizada se encuentra entre el límite permisible de polvo; siendo este de 0,1 – 10 mg / m³ (1).

3.2 METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

3.2.1 FUNDAMENTO DEL METODO

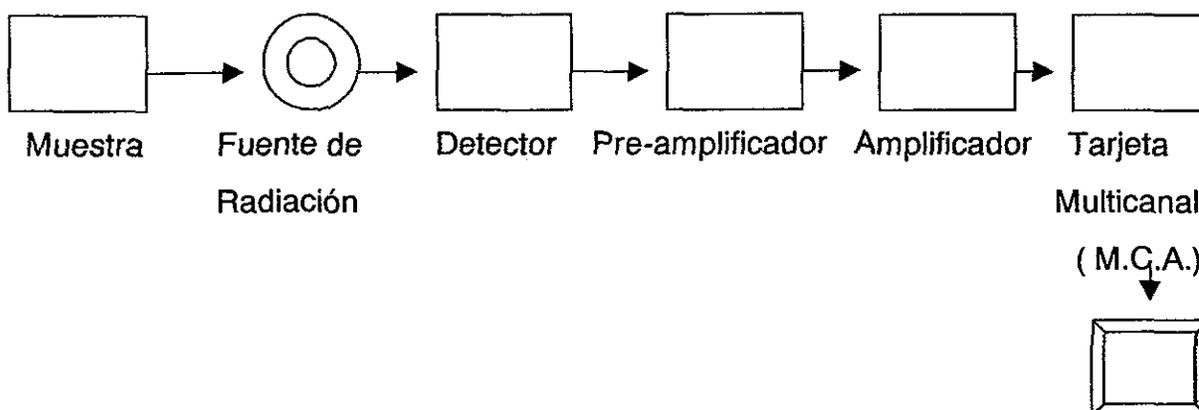
A través del uso de una fuente de radiación anular o de Rayos X, los átomos de los elementos presentes en la muestra de aire colectado son atacados en su capa más interna cerca al núcleo, produciéndose una excitación de sus electrones que le permite pasar a una capa superior pasando después a su estado basal emitiendo una energía en forma de *Fluorescencia*, que es proporcional a la energía absorbida.

El detector transforma esta energía en una señal eléctrica la cual es amplificada y a través de una tarjeta multicanal estas son ordenadas según su energía de emisión enviando esta información a una computadora, identificándose así los elementos presentes en la muestra mediante la caracterización de sus energías.

Las fuentes de energía de radiación utilizadas son:

- Hierro 55, para elementos de bajo poder energético, como la sílice.
- Cadmio 109, para elementos de mayor poder energético, como el calcio, cloro, hierro.

Esquema de Análisis por Fluorescencia de Rayos X:



3.2.2 RECOLECCION DE MUESTRAS

Ver recolección de muestras del método gravimétrico

3.2.3 PROCESO DE ANALISIS

Durante el análisis de las muestras seleccionadas para la determinación de partículas, el equipo utilizado fue el Espectrofotómetro de Fluorescencia de Rayos X marca CAMBERRA, el cual tiene incorporado un sistema computarizado que proporciona automáticamente los resultados obtenidos. Este sistema utiliza el programa AXIL QXAS, el cual posee una gama de estándares certificados entre los cuales están: S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn.

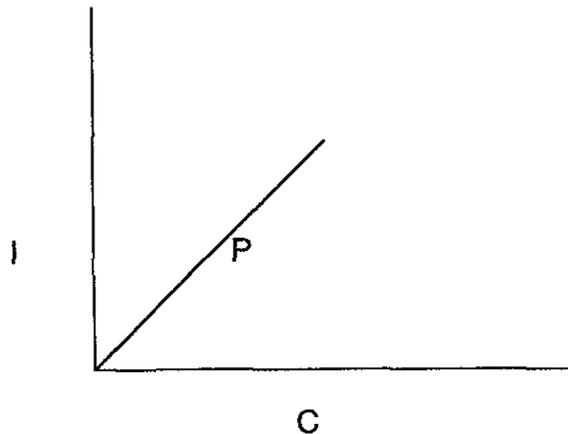
- a.- Estabilizar el equipo conectado al refrigerante (nitrógeno líquido) por un período de 24 horas.
- b.- Encender el equipo y llevarlo cuidadosamente hasta un voltaje de - 1000 v. Obteniendo la Curva de Resolución del Equipo (Gráfico # 1).
- c.- Determinar la Curva de Sensibilidad o Calibración del equipo. (Gráfico #2).
- d.- Colocar sobre el Detector la Fuente de Radiación de hierro 55 y observar sus energías de emisión (Gráfico # 3).
- e.- Colocar sobre la Fuente de Radiación de Hierro 55 un filtro sin muestra (blanco) y observar si existen energías de emisión que pueden afectar el análisis (Gráfico # 4).

f.- Colocar sobre la Fuente de Radiación de Hierro 55 los filtros muestreados seleccionados de las diferentes fábricas y esperar por 1 hora la aparición de las energías de emisión, para identificar los elementos presentes en dichas muestras.

3.2.1 CALCULOS

Con los estándares certificados del equipo realiza una curva de sensibilidad.

CURVA DE SENSIBILIDAD



Donde:

I = Intensidad

C = Concentración

P = Pendiente = Sensibilidad.

La intensidad puede ser determinada por fórmula matemática, pero el equipo la da automáticamente. Esta intensidad depende de la cantidad de elemento que tenga la muestra analizada.

FORMULA PARA ENCONTRAR LA INTENSIDAD

$$I = K C_i S_i$$

Donde:

K = Constante que depende de varios factores como: absorción, reducción, fluorescencia que presenta la muestra analizada.

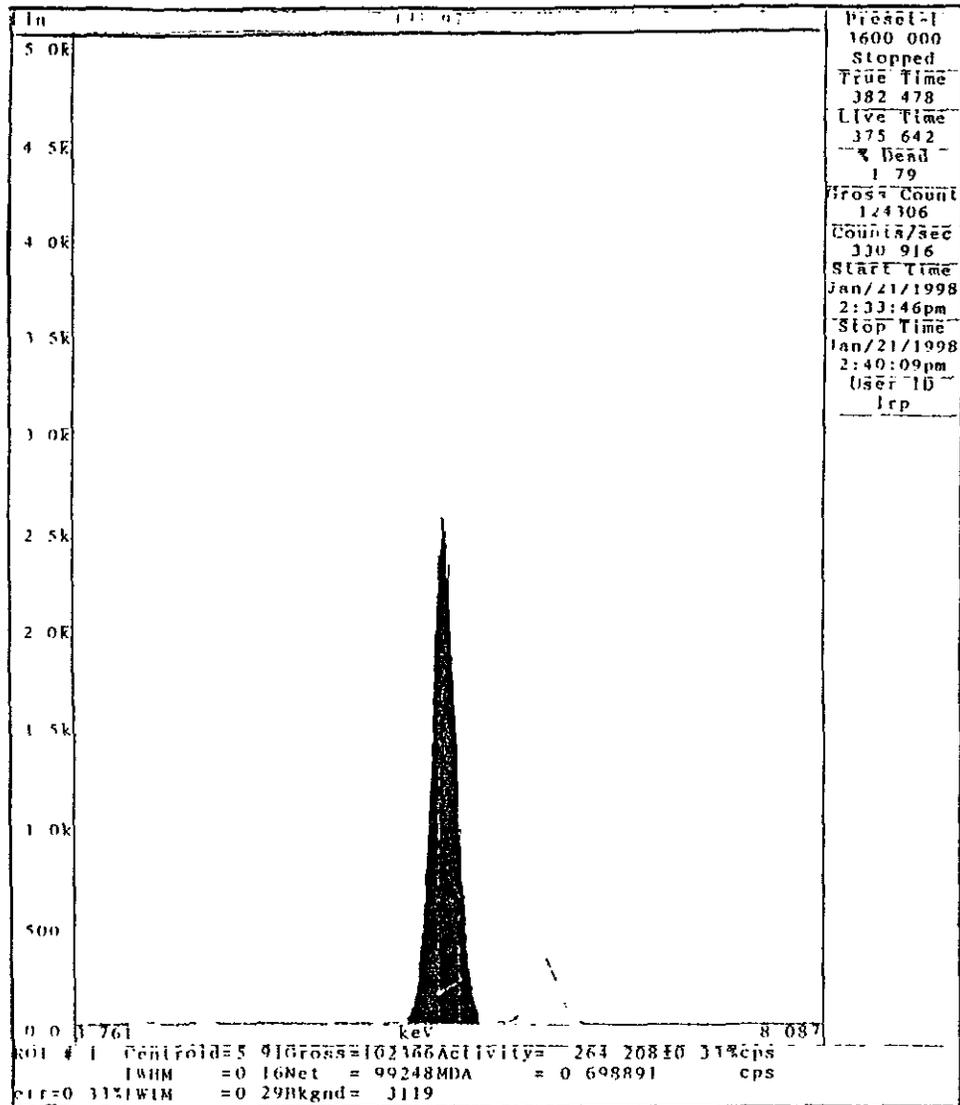
C_i = Concentración del elemento analizado.

S_i = Sensibilidad

I = Intensidad.

El equipo automáticamente calcula las Areas bajo las líneas espectrales (intensidad), con este dato de Intensidad y la Curva de Sensibilidad que tiene el programa es que se calcula la Concentración para cada elemento presente en la muestra.

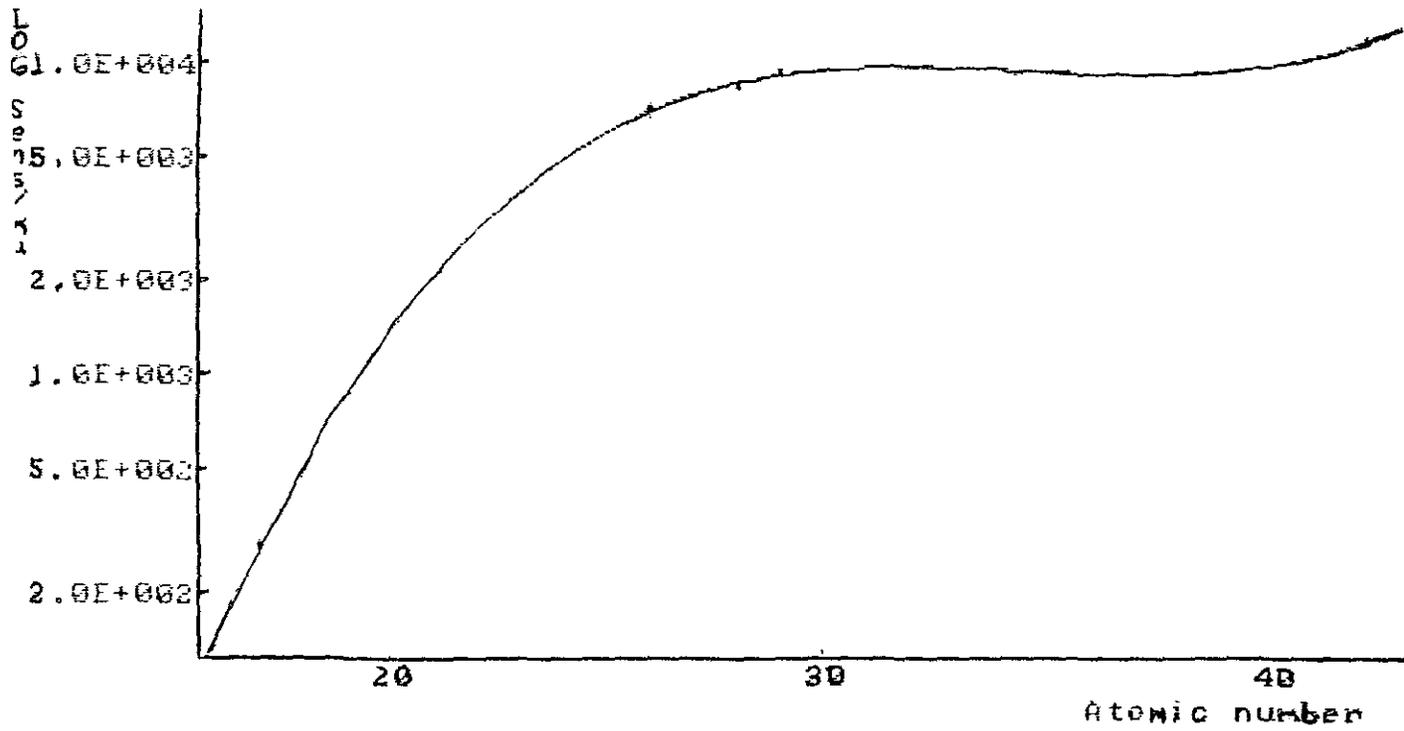
GRAFICO N° 1



INTERPRETACION DEL GRAFICO

CURVA DE RESOLUCION DEL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
 Resolución del sistema. Indica el porcentaje mínimo de error que el equipo debe tener antes de realizar cualquier cualificación

GRAFICO N° 2

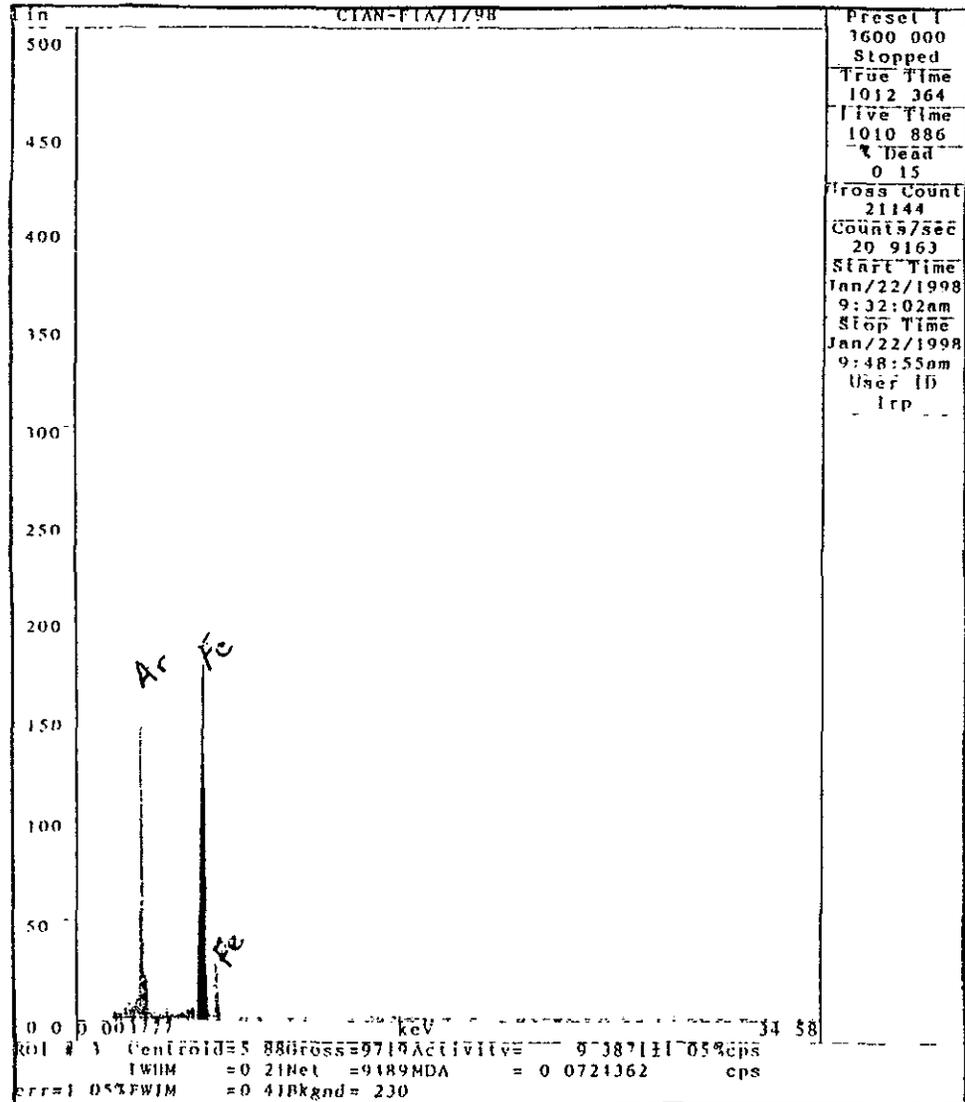


INTERPRETACION DEL GRAFICO

CURVA DE CALIBRACION DEL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
 Esta curva indica el grado de sensibilidad o calibración del equipo.

GRAFICO N° 3

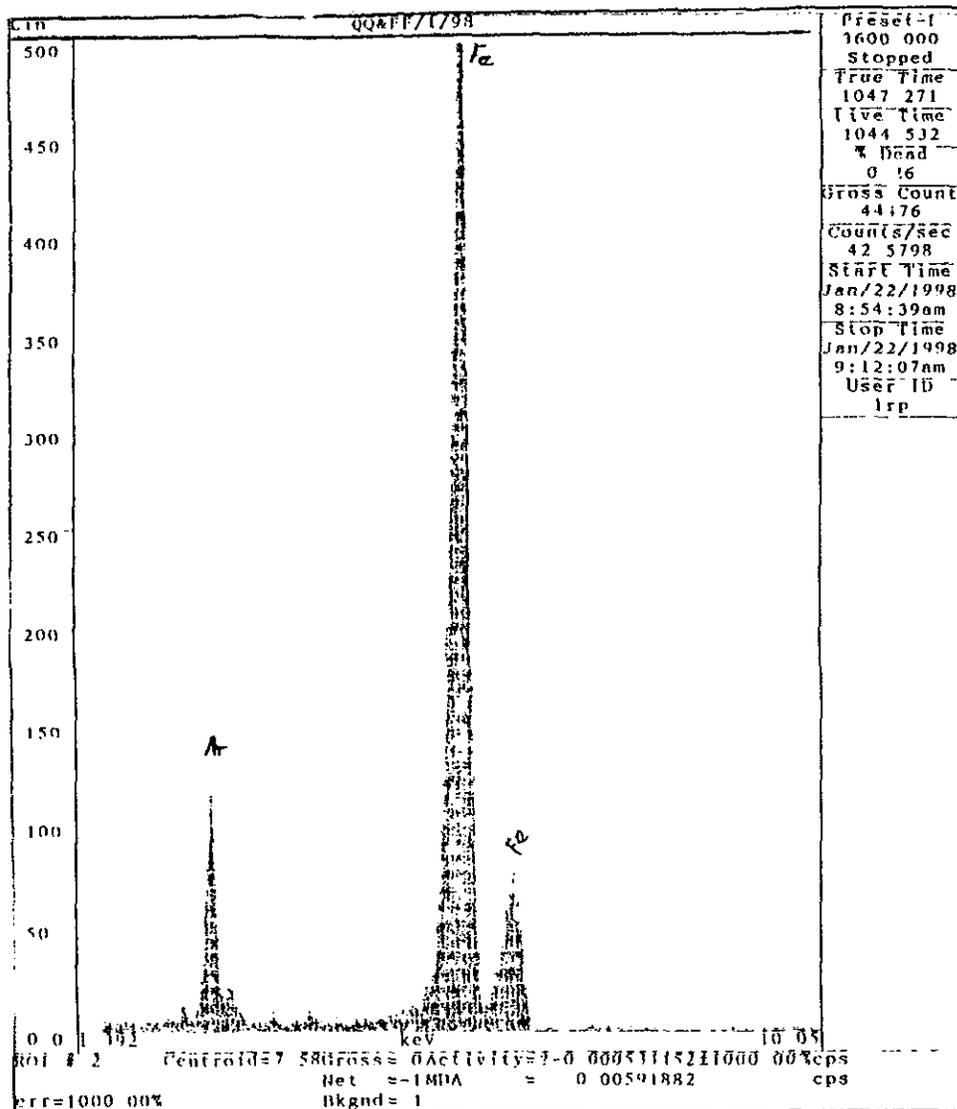
FUENTE DE RADIACION DE HIERRO 55.



INTERPRETACION DEL GRAFICO

En el espectro se observa la dispersión del aire presente (Argón) y el pico que corresponde a la energía de excitación de la fuente de hierro.

GRAFICO N° 4
FUENTE DE RADIACION HIERRO 55 USANDO UN BLANCO



INTERPRETACION DEL GRAFICO

En el espectro se observa la presencia de Argón que se debe a la dispersión del aire que hay entre el blanco y la fuente de radiación. Los dos picos corresponden a las energías de excitación que tiene la fuente de Hierro 55.

3.3 METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X

3.3.1 FUNDAMENTO DEL METODO

Consiste en interpretar el registro que se obtiene de hacer incidir un haz monocromático de Rayos X de longitud de onda conocida (Cobre $\lambda = 1.5418$), sobre la muestra pulverizada.

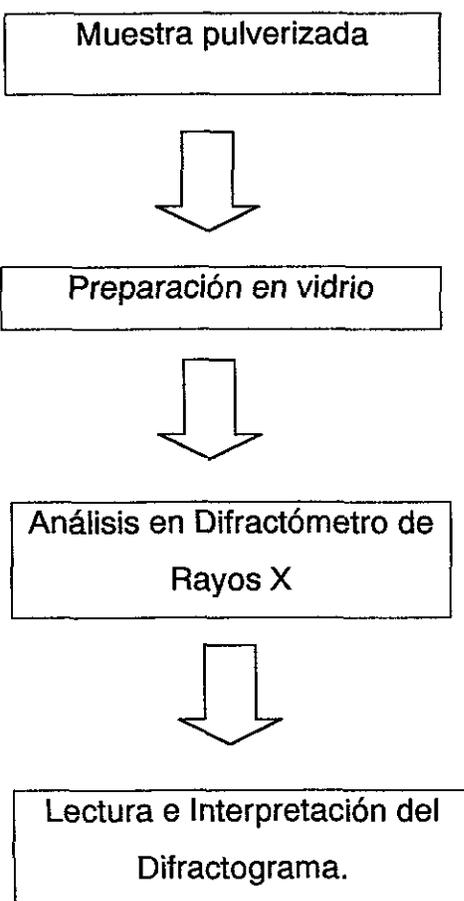
Para su interpretación se leen los valores angulares de 2θ que corresponden al ángulo de incidencia del rayo sobre la cara de los cristales, utilizando la Ley de Bragg, se toman los valores de 2θ y la λ de la radiación de Cobre. Para calcular los valores de "d" que corresponde a la distancia entre los planes de la red cristalográfica.

3.3.2. RECOLECCION DE MUESTRAS

Ver recolección de muestras del método gravimétrico.

3.3.3 PROCESO DE ANALISIS

El equipo de Difracción de Rayos X utilizado es marca SIEMENS modelo D5000, es un equipo completamente automatizado que cuenta con un software en el cual se controla el funcionamiento del generador, goniometro y todo el sistema de adquisición de datos.



Muestra pulverizada

Se realiza manualmente en un mortero de ágata a fin de homogeneizar el tamaño de partícula en la muestra para ser colocada en el Difractómetro de Rayos X.

Preparación en Vidrio

Se elabora colocando una fracción muy pequeña de la muestra pulverizada a la cual se le agregan dos gotas de agua, se esparce la muestra uniformemente y al secarse queda una película de material adherido al vidrio

Análisis en Difractómetro de Rayos X

Para obtener el difractograma de una muestra, se coloca la muestra en el goniómetro. Esta parte del sistema de Difracción de Rayos X está construido de tal manera que su arreglo satisface la Ley de Bragg.

Sobre la muestra se hace incidir un haz de Rayos X, los cuales son difractados por las sustancias cristalinas contenidas en la muestra. Los rayos difractados son captados por un detector, las señales son transformadas a impulsos eléctricos que son registrados en función de 2θ .

De esta manera se conoce:

λ : longitud de onda de la radiación del tubo (se utiliza la radiación de cobre = 1.5418).

θ : 2θ ($2\theta/2$ se obtiene del gráfico)

3.3.4 CALCULOS

Con los resultados obtenidos del proceso de análisis, se puede calcular los índices de refracción (d) utilizando la ecuación de Bragg.

Ecuación de Bragg:

$$n\lambda = 2d \text{ Sen } \theta$$

$$d = n\lambda / 2 \text{ Sen } \theta$$

Donde:

n = orden de la reflexión

λ = longitud de onda característica del rayo

θ = Angulo de Bragg

d = Esparcimiento de la red cristalina

Para la determinación de los diferentes compuestos presentes en las muestras seleccionadas para ser analizadas por el método de Difracción de Rayos X, los cálculos se obtienen directamente donde se omite la ejemplificación de cálculos debido a que el equipo es completamente automatizado y trae incorporado un registro de datos con una cantidad del 100% de existencia para todos los compuestos mineralógicos existentes.

Al hacer el análisis a las muestras y hacer pasar un haz de Cu, este difracta el haz a diferentes intensidades (dependiendo de los compuestos presentes) los cuales son registrados como impulsos a través de un detector que registra el dato de intensidad (d), cuyo valor dependerá de la cantidad del compuesto presente en la muestra analizada.

El equipo compara el valor de intensidad reportado por la muestra y así determina el porcentaje en que se encuentra.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.0 RESULTADOS

1.1. METODO GRAVIMETRICO: PARA CUANTIFICAR PARTICULAS RESPIRABLE DIRECTAMENTE DEL OPERARIO

CUADRO N° 5

DATOS DE MUESTREO, VOLUMEN DE MUESTRA Y CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES EN FABRICA N°1

VOLUMEN DE MUESTRA (m ³ /240min)	N° DE MUESTRA	PESO DE FILTRO SOLO W ₁ (mg)	PESO DE FILTRO CON MUESTRA W ₂ (mg)	PESO DE MUESTRA (W ₂ -W ₁)mg	CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES (W ₂ - W ₁)mg/vol muestra(m ³)
0.408	1	12 22	15 10	2 88	7 06
	2	12 52	15 40	2 88	7 06
	3	11 30	15 90	4 60	11 27
	4	8 71	16 20	7 49	18 35
	5	9 70	16 60	6 91	16 94
	6	13 12	16 00	2 88	7 06
	7	10 32	17 80	7 48	18 33
	8	13 37	17 40	4 03	9 88
	9	11 04	16 80	5 76	14 12
	10	10 74	18 80	8 06	19 76
	11	11 33	19 30	7 97	19 53
	12	11 18	16 60	5 42	13 28
	13	17 01	19 00	1 99	4 88
	14	12 78	16 40	3 62	8 87
	15	- 11 54	17 30	5 76	14 12

Los resultados obtenidos revelan que el contenido de partículas sobrepasa los límites permisibles establecidos por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) que son de 0,1 – 10 mg/m³

CUADRO N° 6

DATOS DE MUESTREO, VOLUMEN DE MUESTRA Y CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES EN FABRICA N° 2.

VOLUMEN DE MUESTRA (m ³ /240min)	N° DE MUESTRA	PESO DE FILTRO SOLO W ₁ (mg)	PESO DE FILTRO CON MUESTRA W ₂ (mg)	PESO DE MUESTRA (W ₂ - W ₁)mg	CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES (W ₂ - W ₁)mg/vol muestra(m ³)
0.408	1	11 01	6 00	4 98	12 20
	2	10 20	14 80	4 60	11 27
	3	7 83	15 90	8 07	19 78
	4	10 24	16 00	5 76	4 12
	5	12 30	14 60	2 30	5 64
	6	11 44	14 90	3 46	8 48
	7	10 22	15 40	5 18	12 71
	8	11 97	16 00	4 03	9 88
	9	11 97	16 00	4 03	9 88
	10	10 21	15 40	5 19	12 72
	11	12 22	15 10	2 88	7 06
	12	9 66	16 00	6 34	15 54
	13	10 70	15 90	5 20	12 75
	14	12 90	15 20	2 30	5 64
	15	11 34	14 80	3 46	8 48

Los resultados obtenidos revelan que el contenido de partículas sobrepasa los límites permisibles establecidos por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) que son de 0,1 – 10 mg/m³

CUADRO N° 7

DATOS DE MUESTREO, VOLUMEN DE MUESTRA Y CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES EN FABRICA N° 3.

VOLUMEN DE MUESTRA (m ³ /240min)	N° DE MUESTRA	PESO DE FILTRO SOLO W ₁ (mg)	PESO DE FILTR CON MUESTRA W ₂ (mg)	PESO DE MUESTRA (W ₂ - W ₁)mg	CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES (W ₂ - W ₁)mg/vol muestra(m ³)
0.408	1	12.61	15.50	2.89	7.08
	2	13.50	15.80	2.30	5.64
	3	12.14	15.60	3.46	8.48
	4	10.82	16.00	5.18	12.70
	5	13.12	16.00	2.88	7.06
	6	12.70	15.00	2.30	5.64
	7	8.56	17.20	8.64	21.18
	8	12.82	15.70	2.88	7.06
	9	9.51	17.00	7.49	18.35
	10	13.24	16.70	3.46	8.48
	11	11.20	15.80	4.60	11.27
	12	11.20	15.81	4.61	11.30
	13	11.97	16.00	4.03	9.88
	14	12.82	15.70	2.88	7.06
	15	13.25	16.71	3.46	8.48

Los resultados obtenidos revelan que el contenido de partículas sobrepasa los límites permisibles establecidos por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) que son de 0,1 – 10 mg/m³

1.2. FLUORESCENCIA DE RAYOS X: PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS SELECCIONADAS

CUADRO N° 8

ELEMENTOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS

FABRICAS	MUESTRAS	ELEMENTOS (ppm)		
		COLORO	CALCIO	HIERRO
1	7	33.605	11.555	3287.927
	9	33.605	11.364	3142.365
	13	44.353	11.364	3147.365
	14	39.073	6.614	2940.8856
2	2	37.375	1.841	955.863
	9	36.805	2.730	2564.568
	11	36.805	2.952	2632.448
	14	33.605	4.133	4155.227
3	2	36.805	2.758	2017.466
	7	36.805	2.758	2017.466
	8	36.805	2.758	2017.466
	9	36.805	2.758	2017.466

Los datos obtenidos por la técnica de Fluorescencia de Rayos X de las muestras recolectadas en época lluviosa y época seca reportaron la presencia de elementos como: cloro, calcio, hierro (Gráficos 5 – 15).

Como puede observarse en el cuadro anterior el rango de concentración de los elementos presentes en las muestras son:

Cloro: 33.605 – 44.353 ppm,

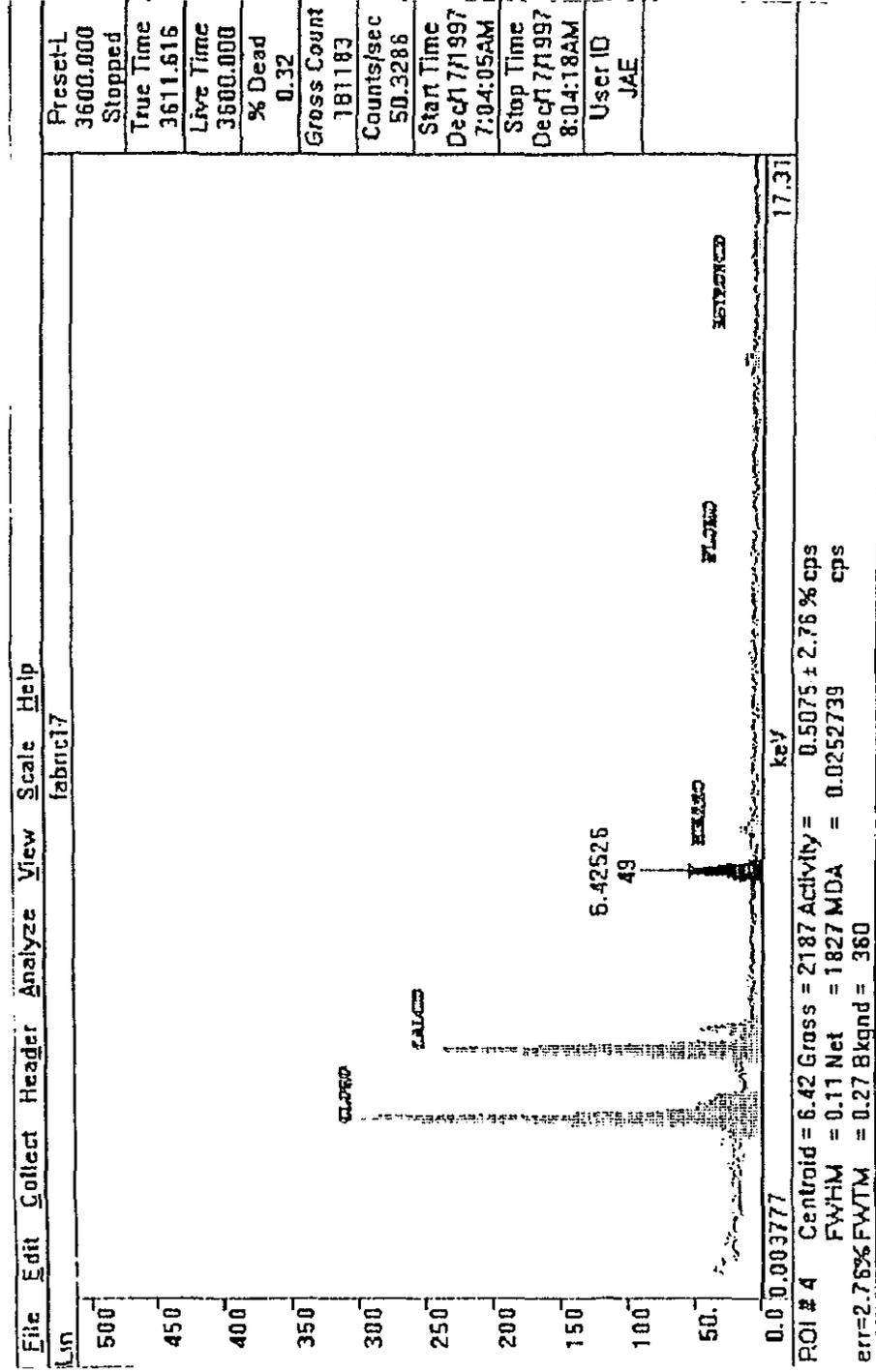
Calcio: 1.841 – 11 555 ppm

Hierro: 955.883–4,155.227 ppm.

GRAFICO N° 5

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 1

MUESTRA N° 7

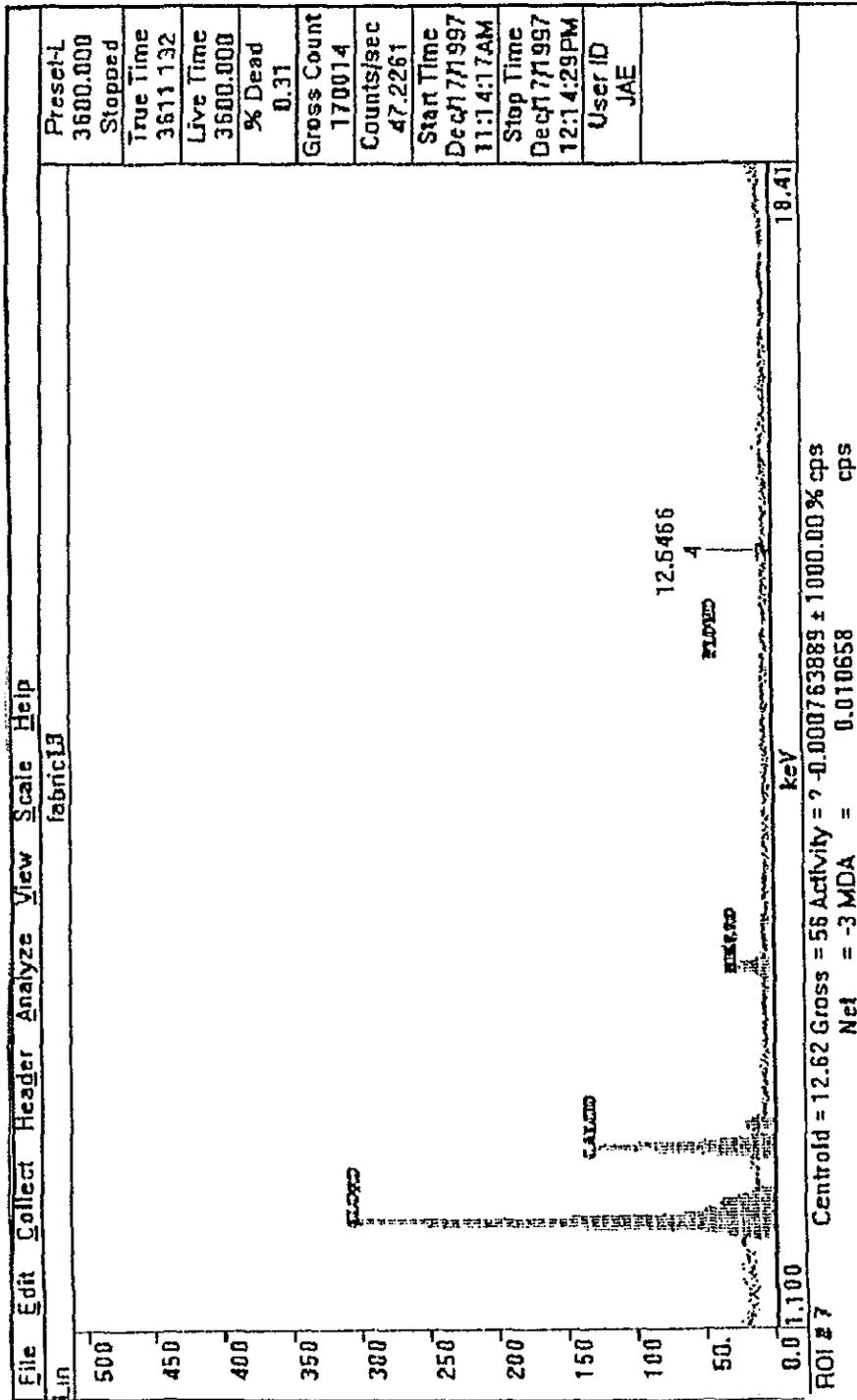


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 6

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 1
 MUESTRA N° 8

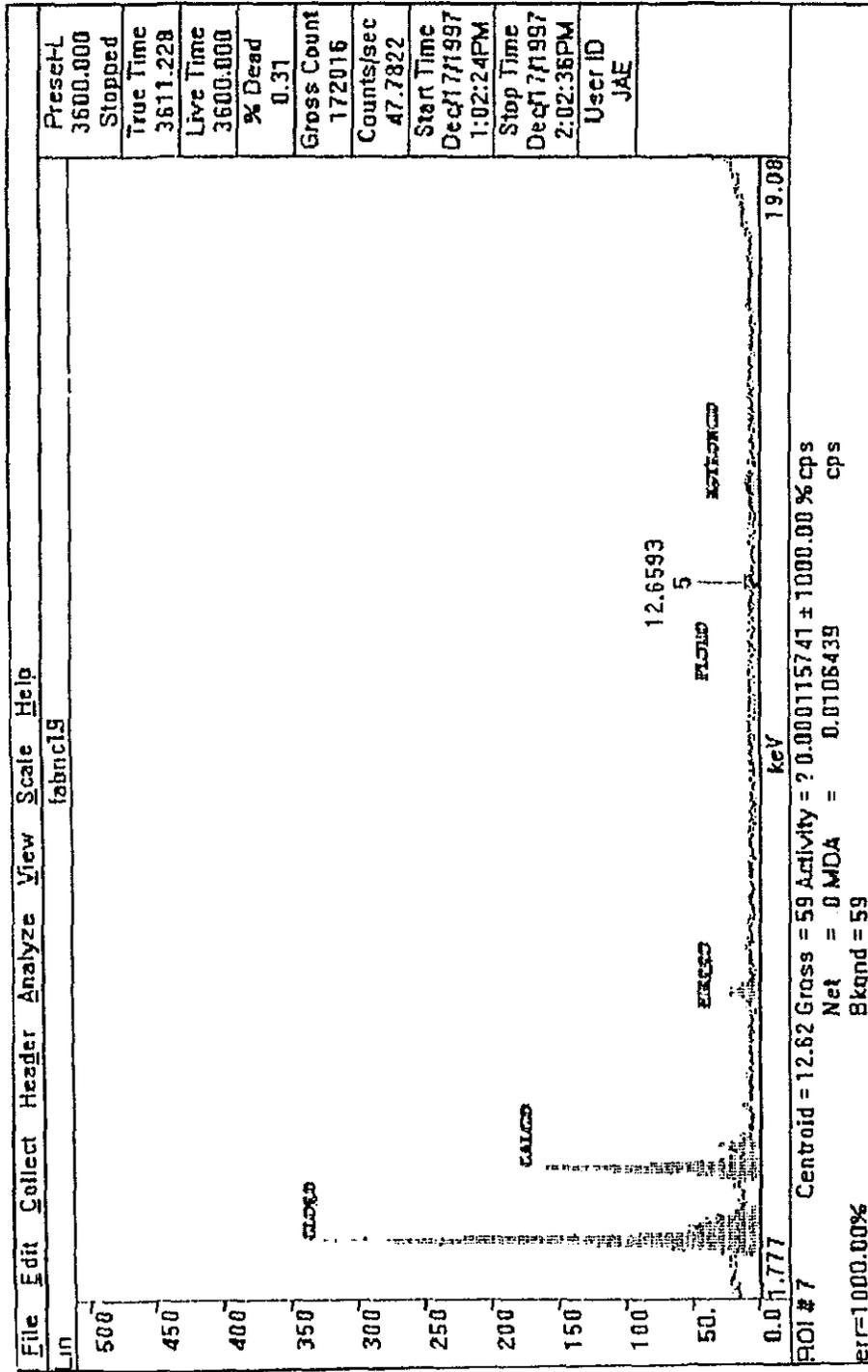


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 7

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 1
MUESTRA N° 9

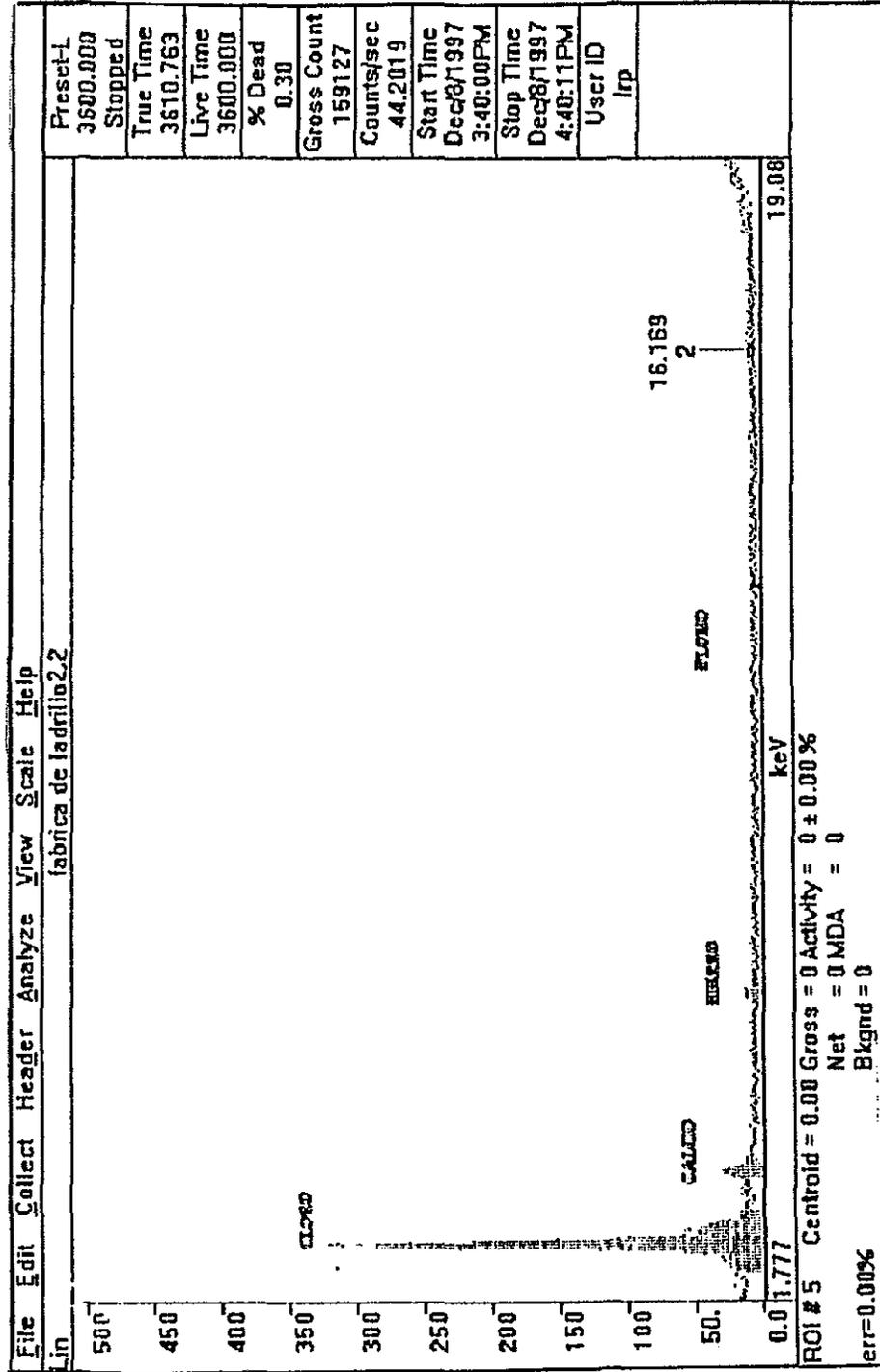


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 8

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 2
 MUESTRA N° 2

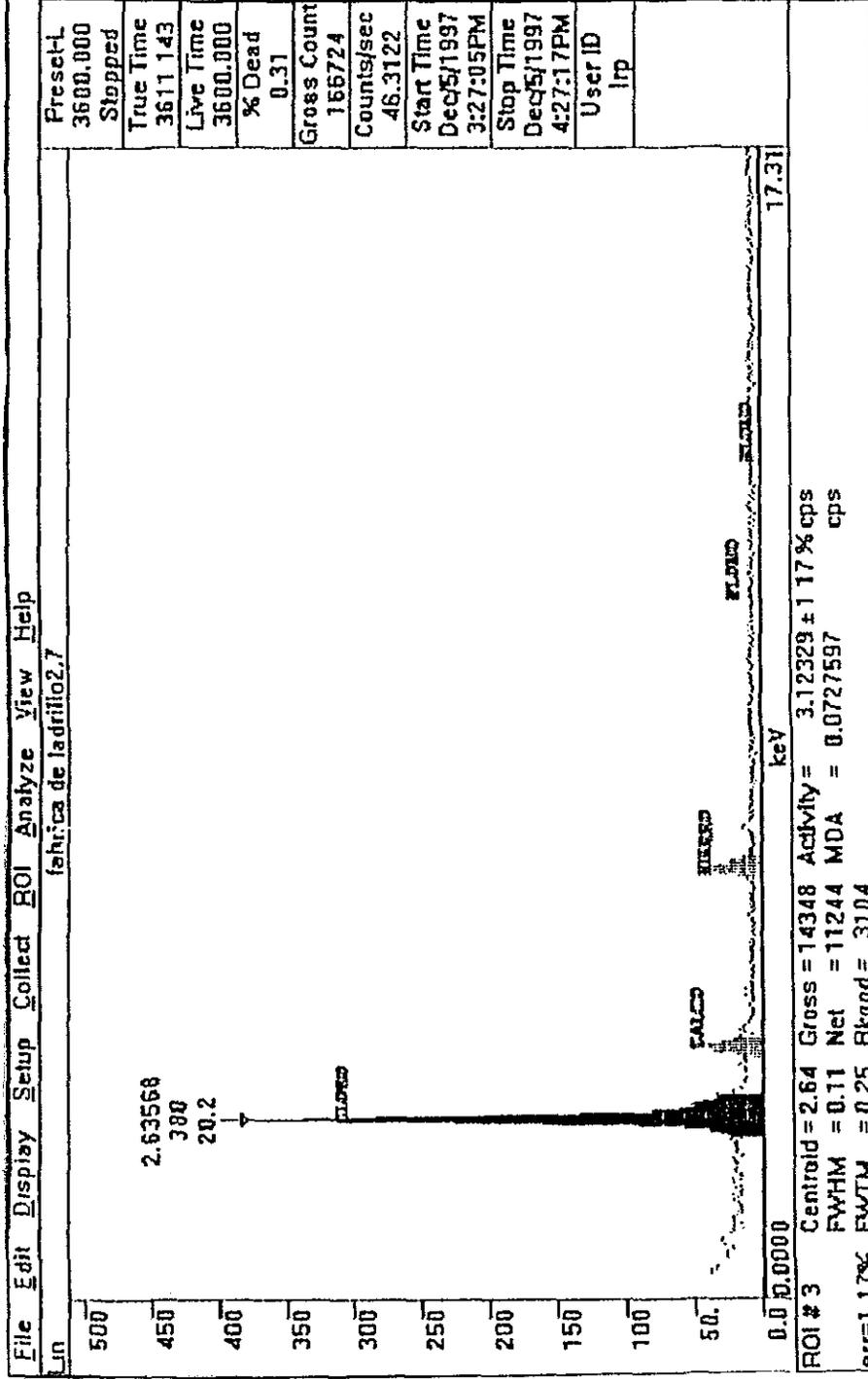


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 9

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 2 MUESTRA N° 7

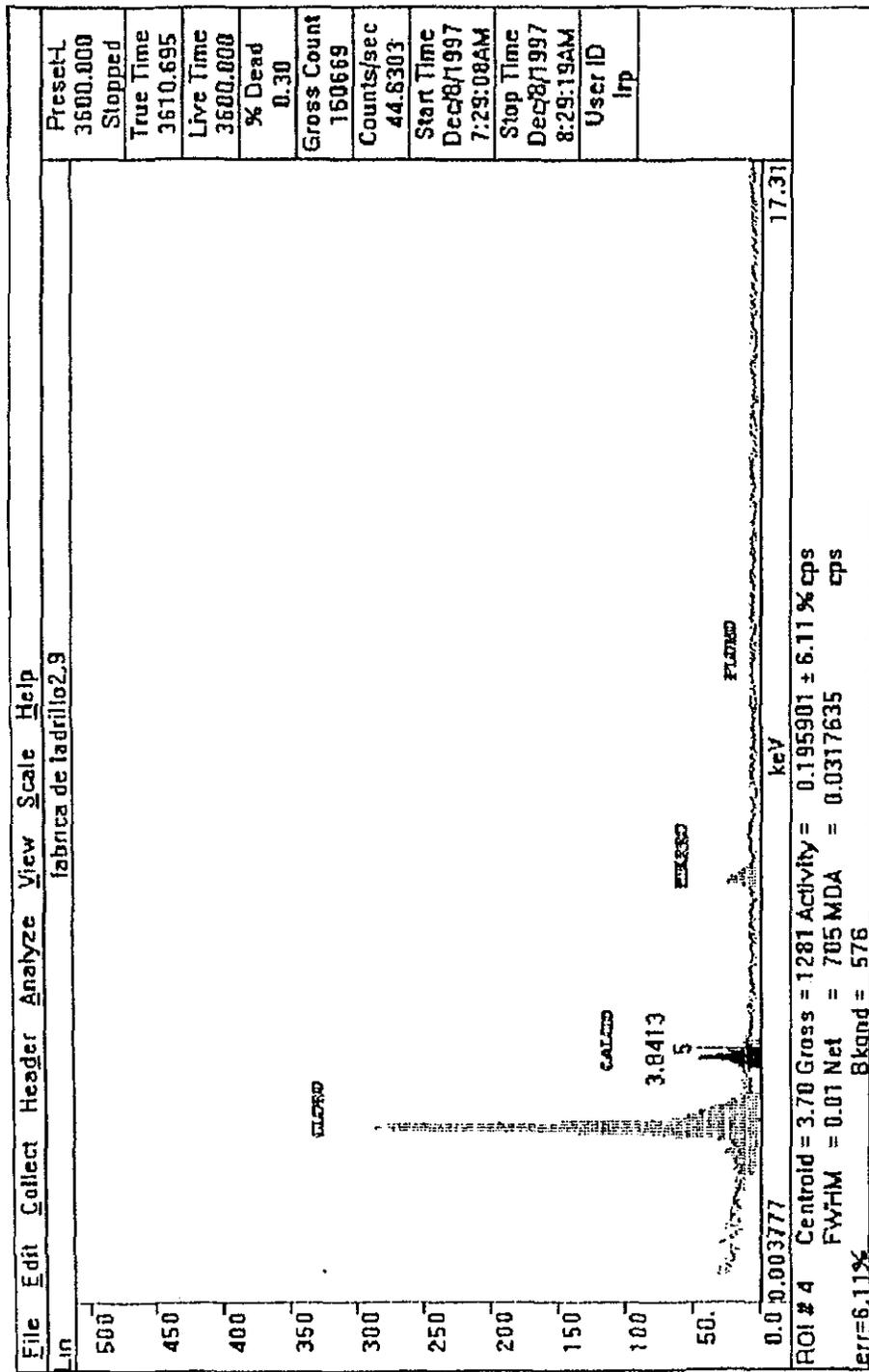


INTERPRETACION:

se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 10

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 2
 MUESTRA N° 9

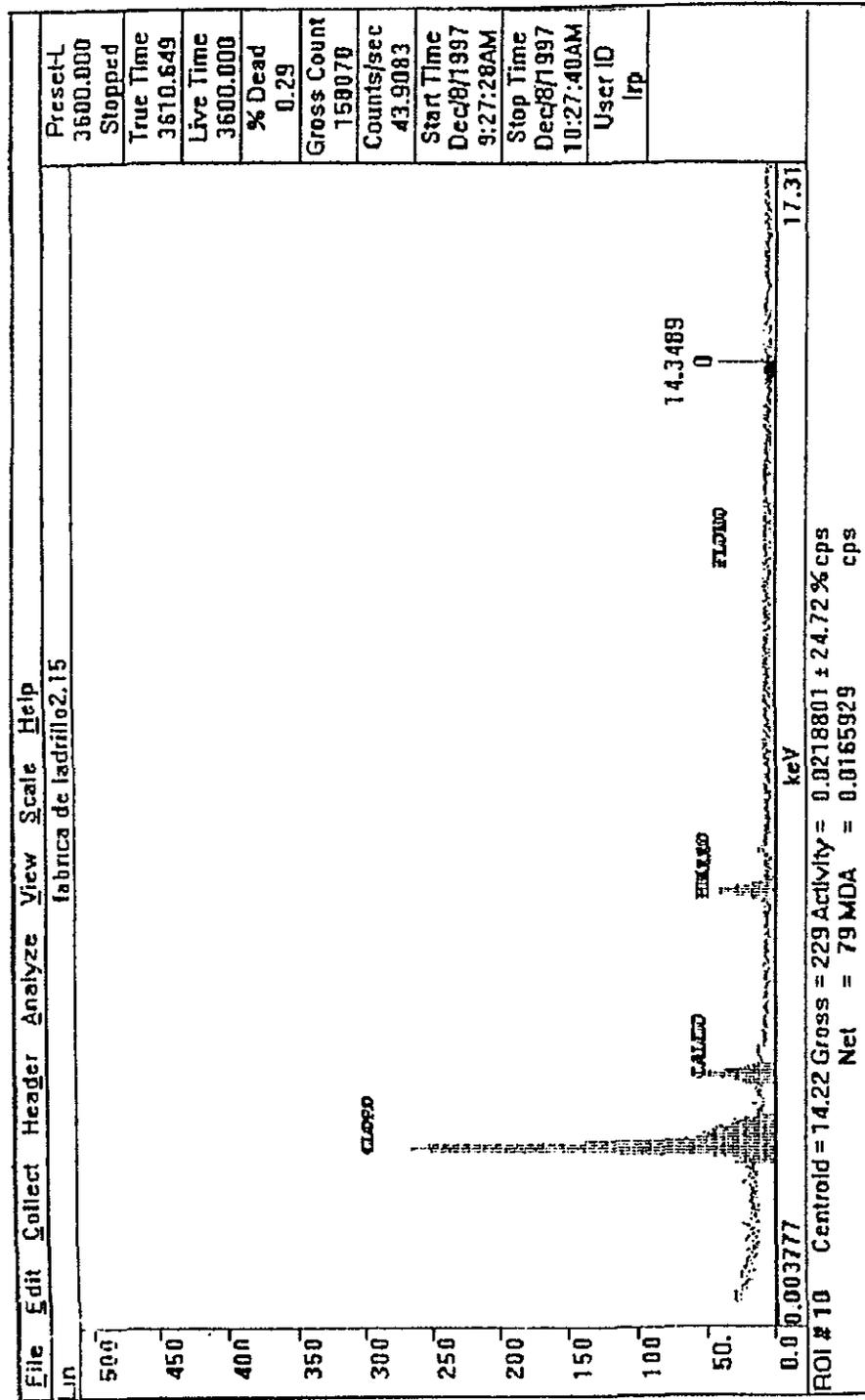


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 11

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 2
MUESTRA N° 15



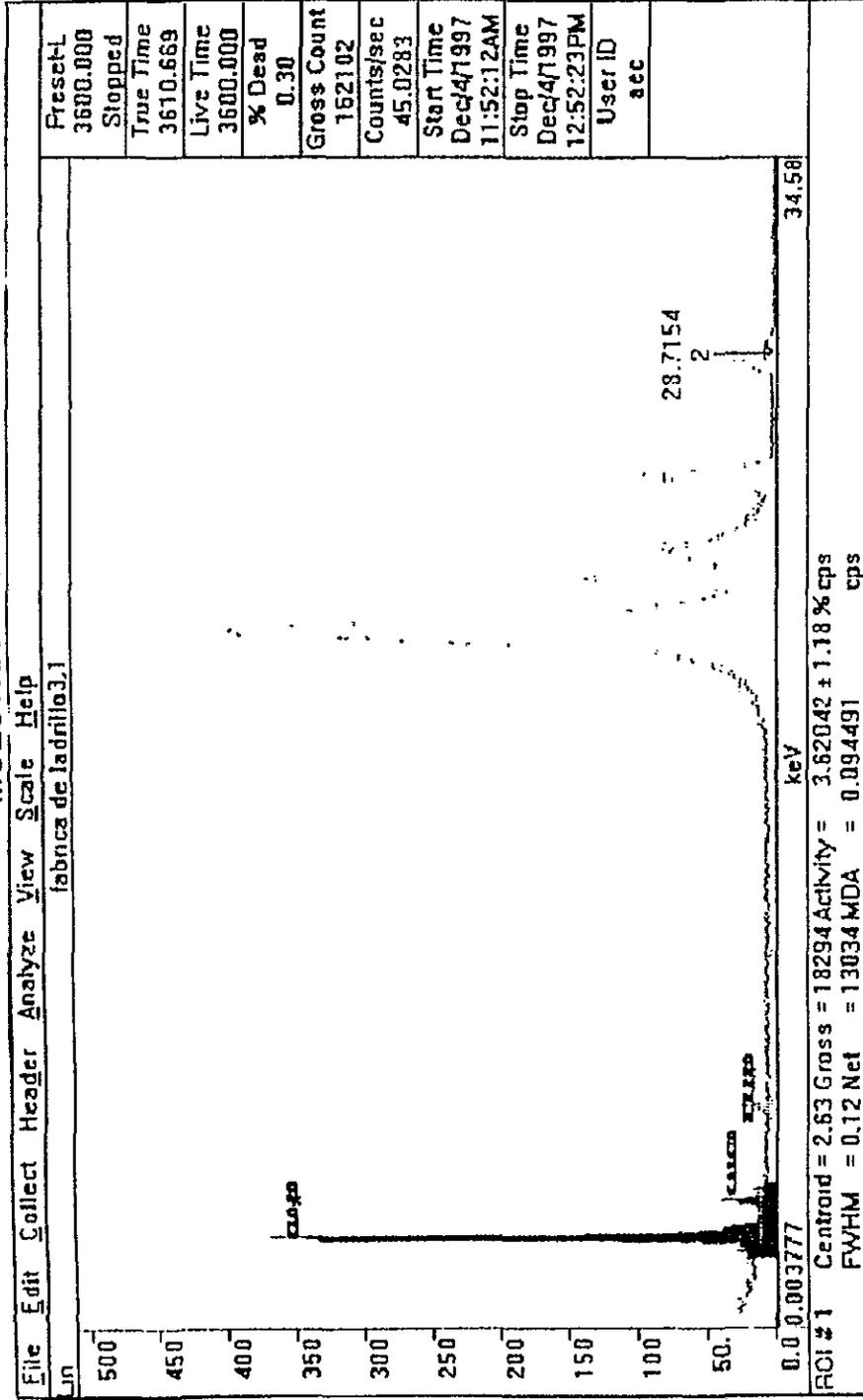
INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 12

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 3

MUESTRA N° 1

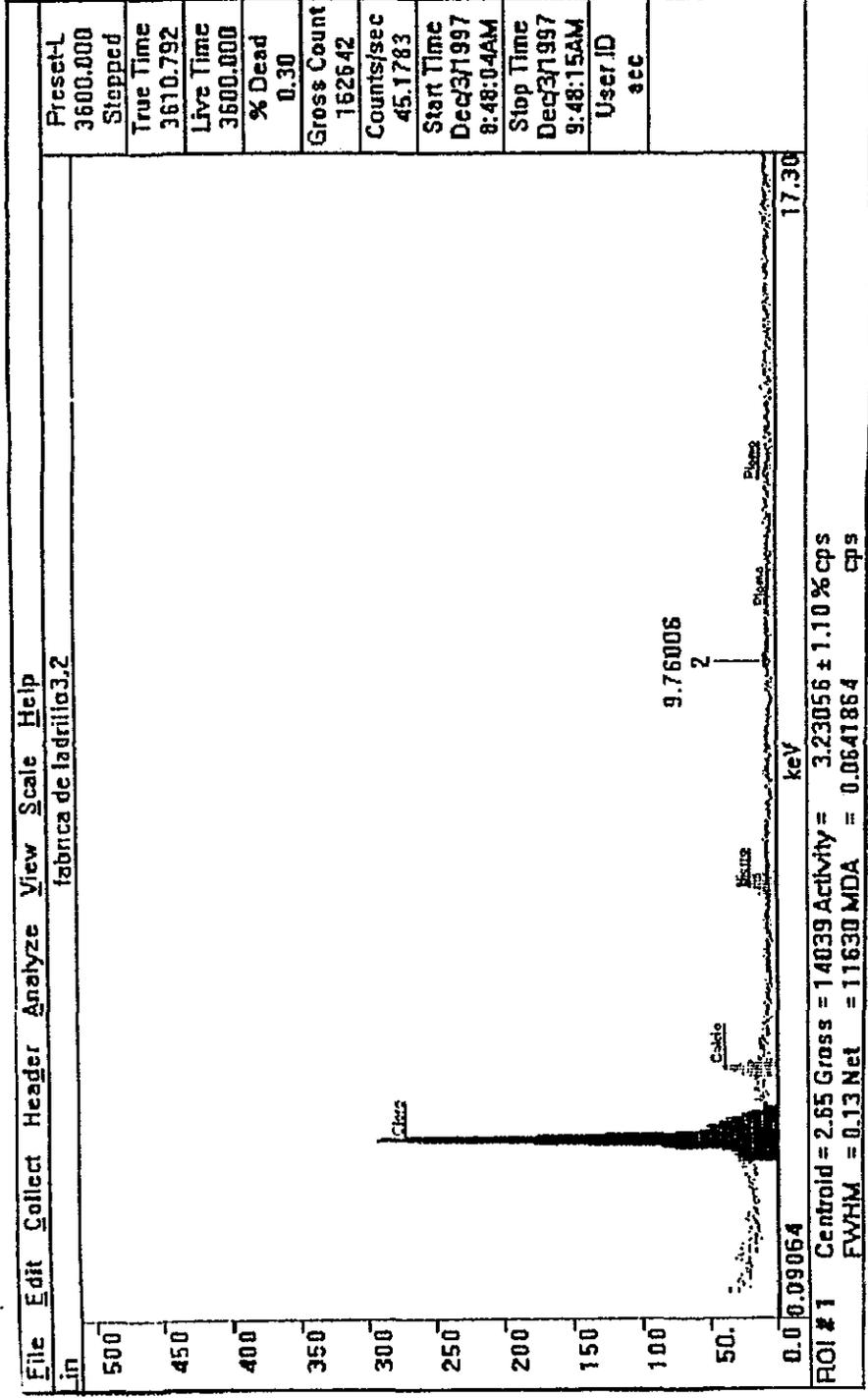


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 13

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 3
MUESTRA N° 2

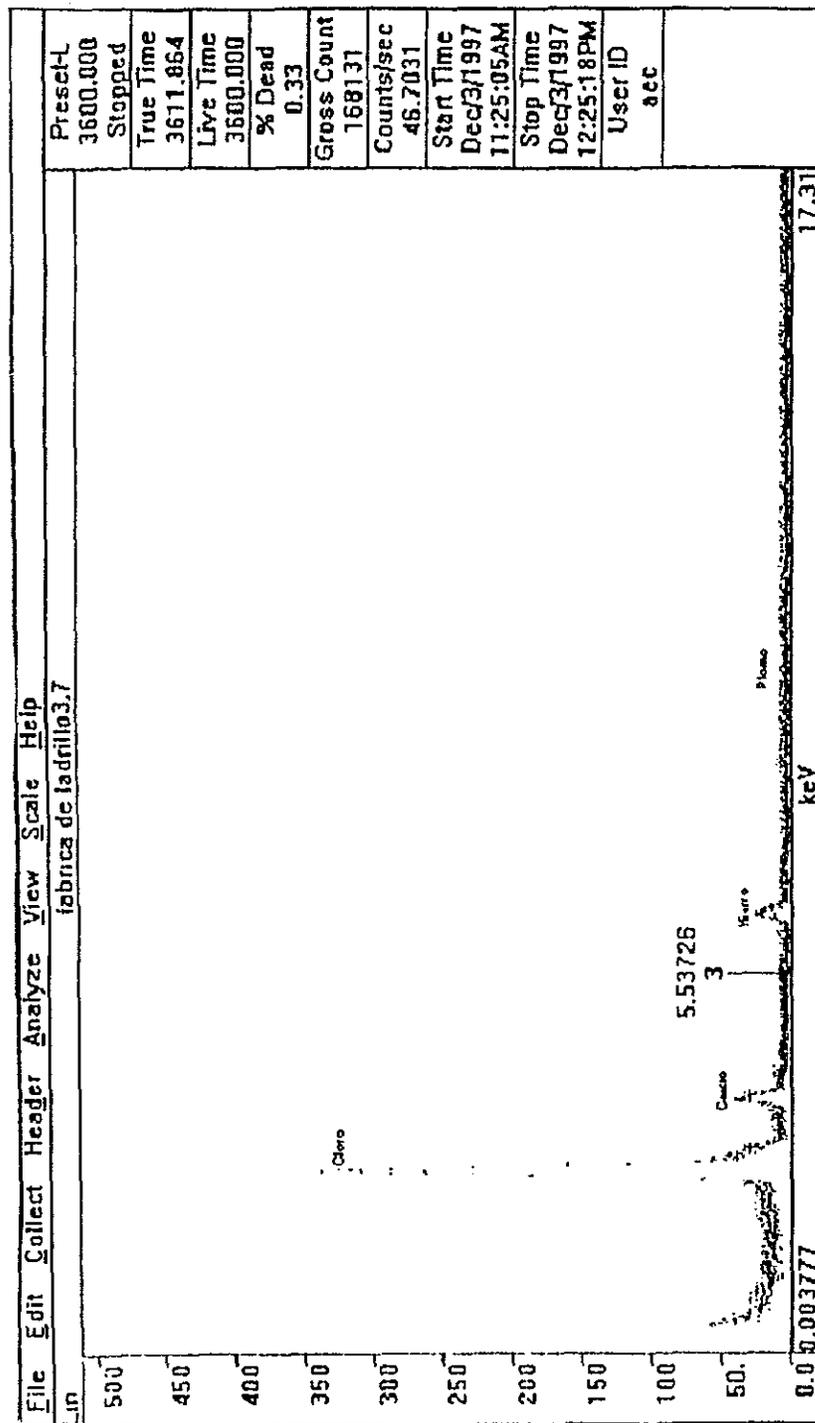


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 14

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 3
MUESTRA N° 7

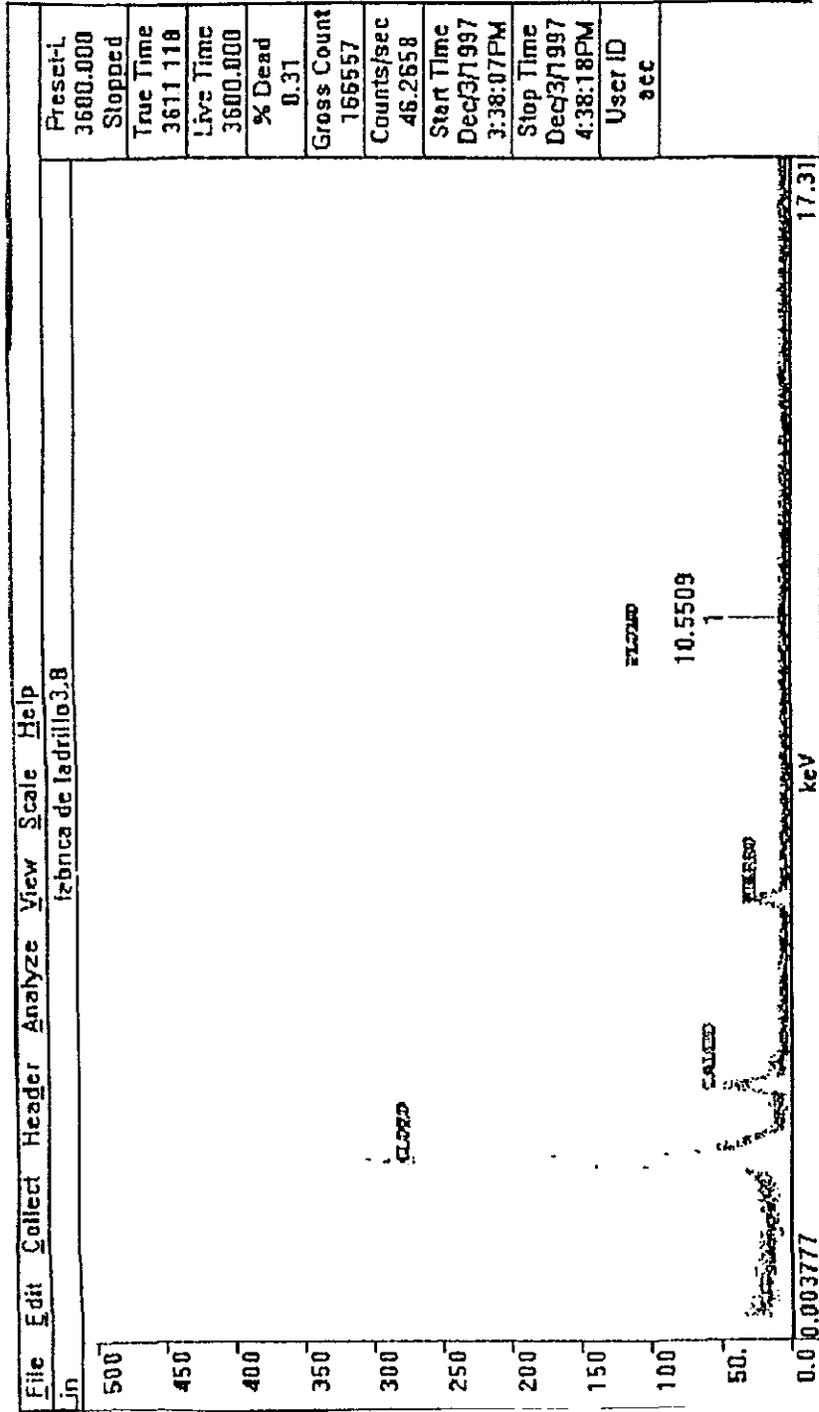


INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

GRAFICO N° 15

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, FABRICA N° 3
MUESTRA N° 8



INTERPRETACION:

Se observa la presencia de elementos como cloro, calcio y hierro por ser los principales componentes de la materia prima.

1.3 DIFRACCION DE RAYOS X: PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS SELECCIONADAS

A través de la Técnica de Difracción de Rayos X fue analizada la materia prima utilizada en la elaboración de Ladrillos (pigmentos: negro, amarillo, azul; cemento: gris, blanco) en las cuales fue posible la identificación de compuestos de sílice como: Larnita, Albita, Cuarzo, Hematita, Silicon, Barita, Calcita, Bornita, Magnetita.

También a través de esta técnica se analizaron un determinado número de muestras, en las cuales se identificó la presencia de sílice, en dos muestras de la fábrica N° 1.

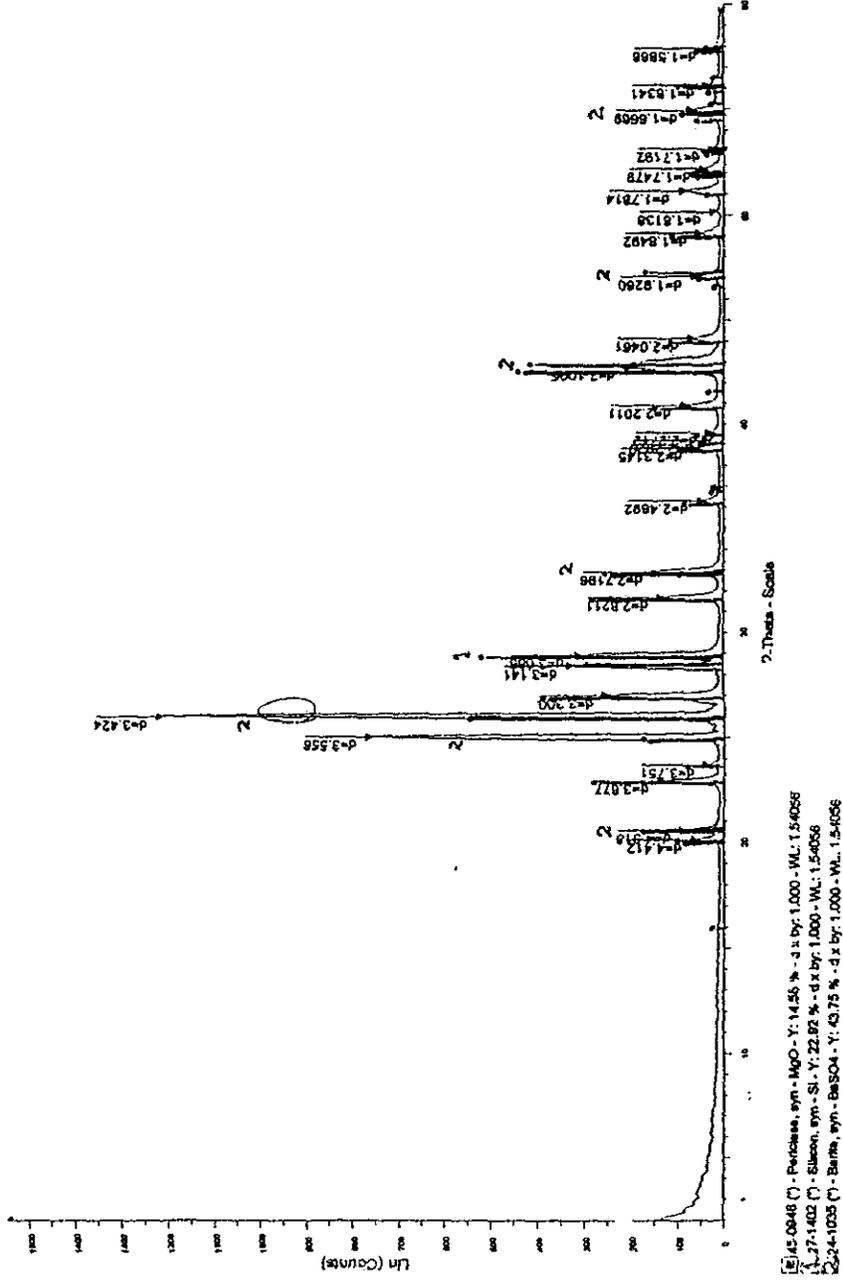
En los gráficos N° 16 y 17 de muestras de fábrica N° 1 se observa la aparición de un pico de absorción con un $d = 3.086$, el cual indica la presencia de sílice.

Los gráficos N° 18 y 19 correspondientes a la fábrica N° 2 y 3 respectivamente no se observó ningún pico definido.

Los gráficos N° 20 – 25 corresponden a las materias primas utilizadas en la elaboración de Ladrillos de Cemento donde se observa la presencia de algunos compuestos como: Larnita, Bornita, Calcita, Barita, Cuarzo, Hematita, Silicon.

GRAFICO N° 16

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, FABRICA N° 1 MUESTRA N° 4

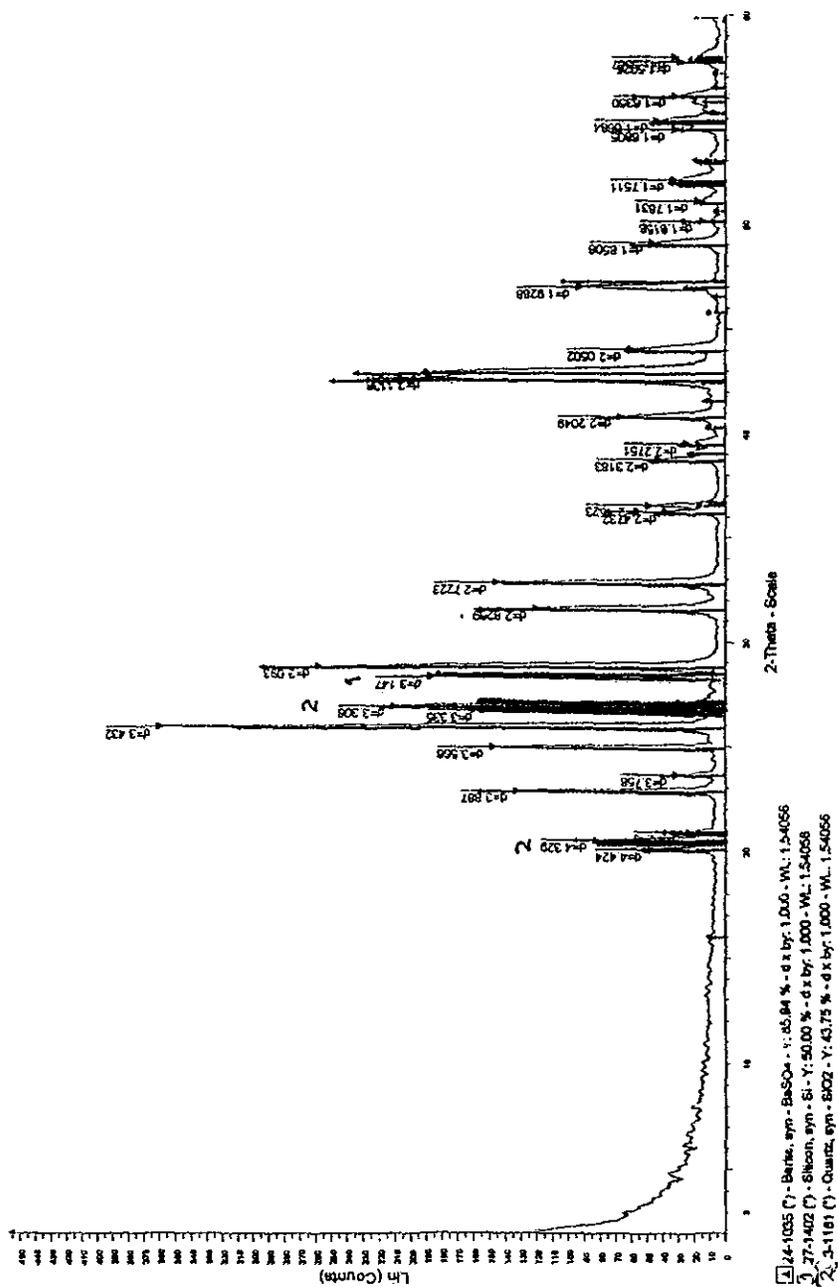


INTERPRETACION:

Se observa un pico de absorción de energía (d = 3.086) el cual indica la presencia de sílice. Así como también la presencia de otros elementos como BaSO₄, MgO

GRAFICO N° 17

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, FABRICA N° 1
MUESTRA N° 10

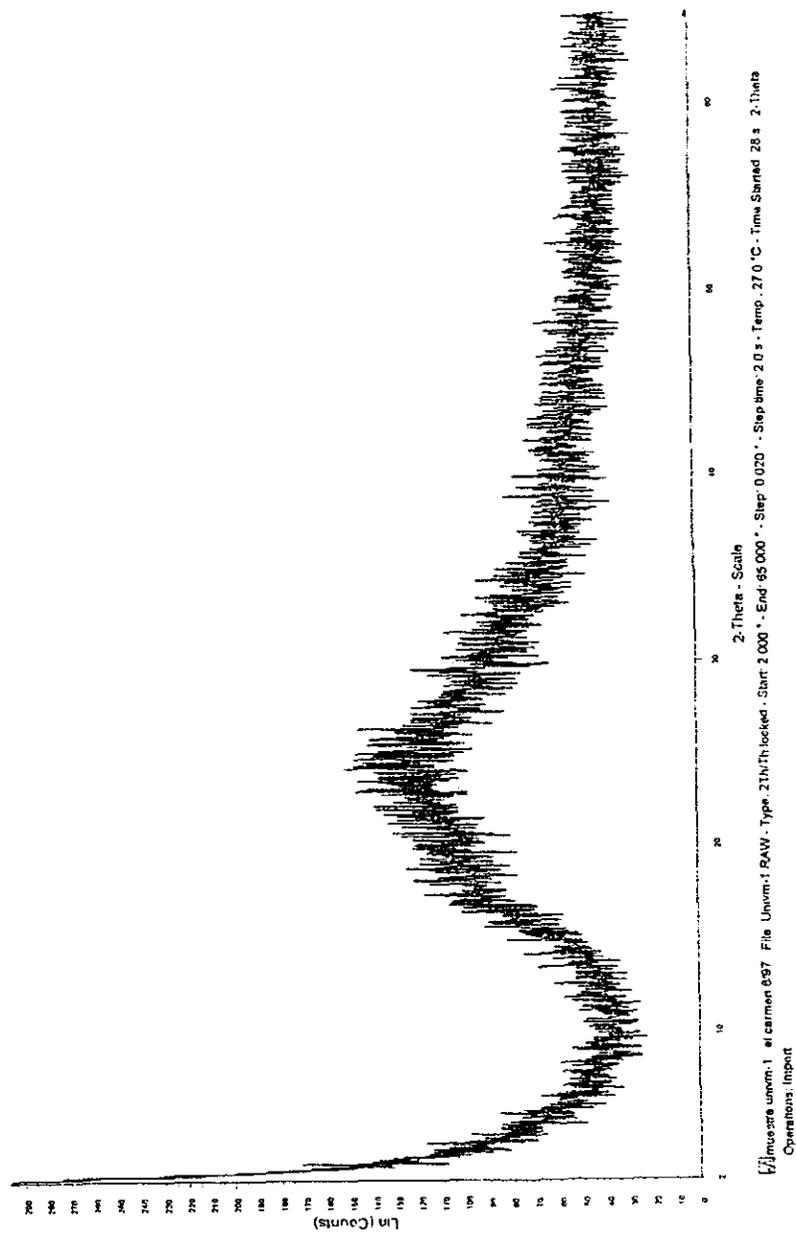


INTERPRETACION:

Se observan picos de absorción de energía (d=3.147) el cual indica la presencia de sílice. También se observa la presencia de óxidos de sílice (d=3.335, d=4.246).

GRAFICO N° 18

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, FABRICA N° 1
MUESTRA N° 8

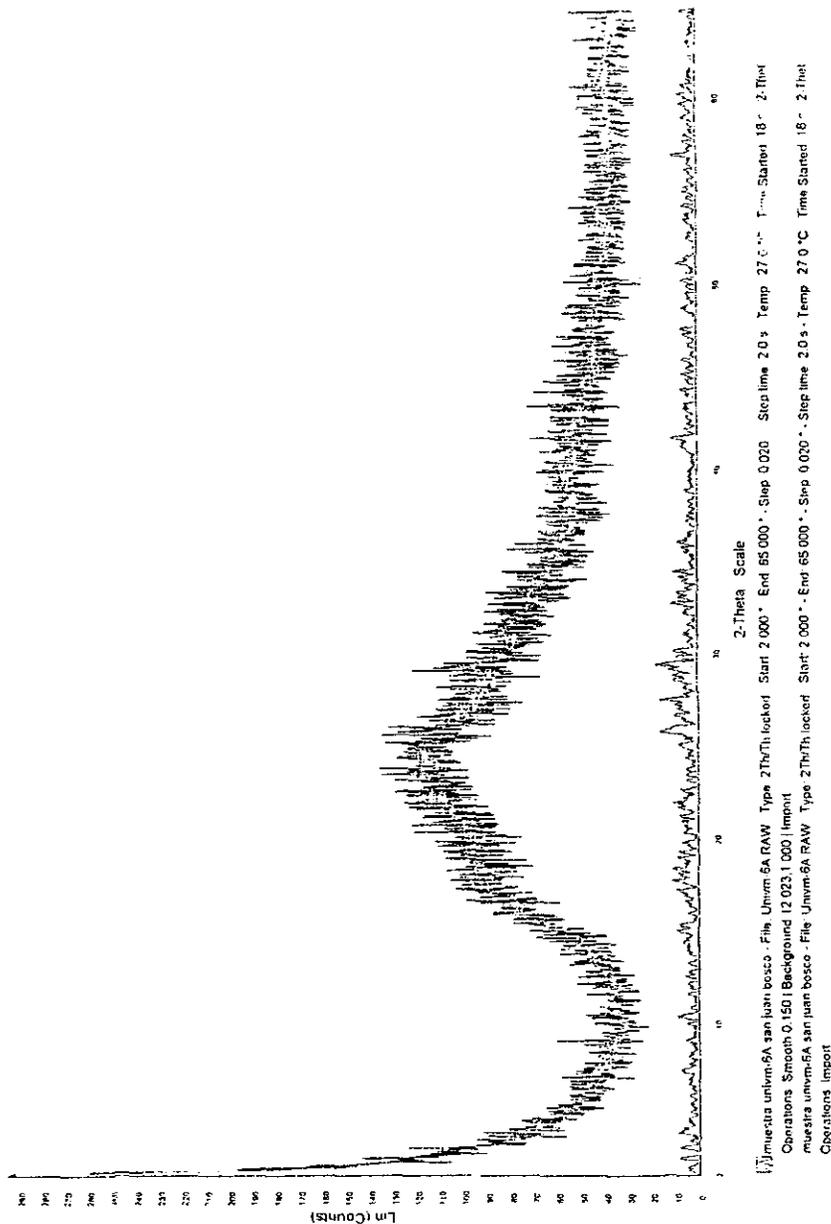


INTERPRETACION.

No se observa ningún pico definido que corresponda al nivel de energía de compuestos de sílice.

GRAFICO N° 19

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, FABRICA N° 2
MUESTRA N° 6

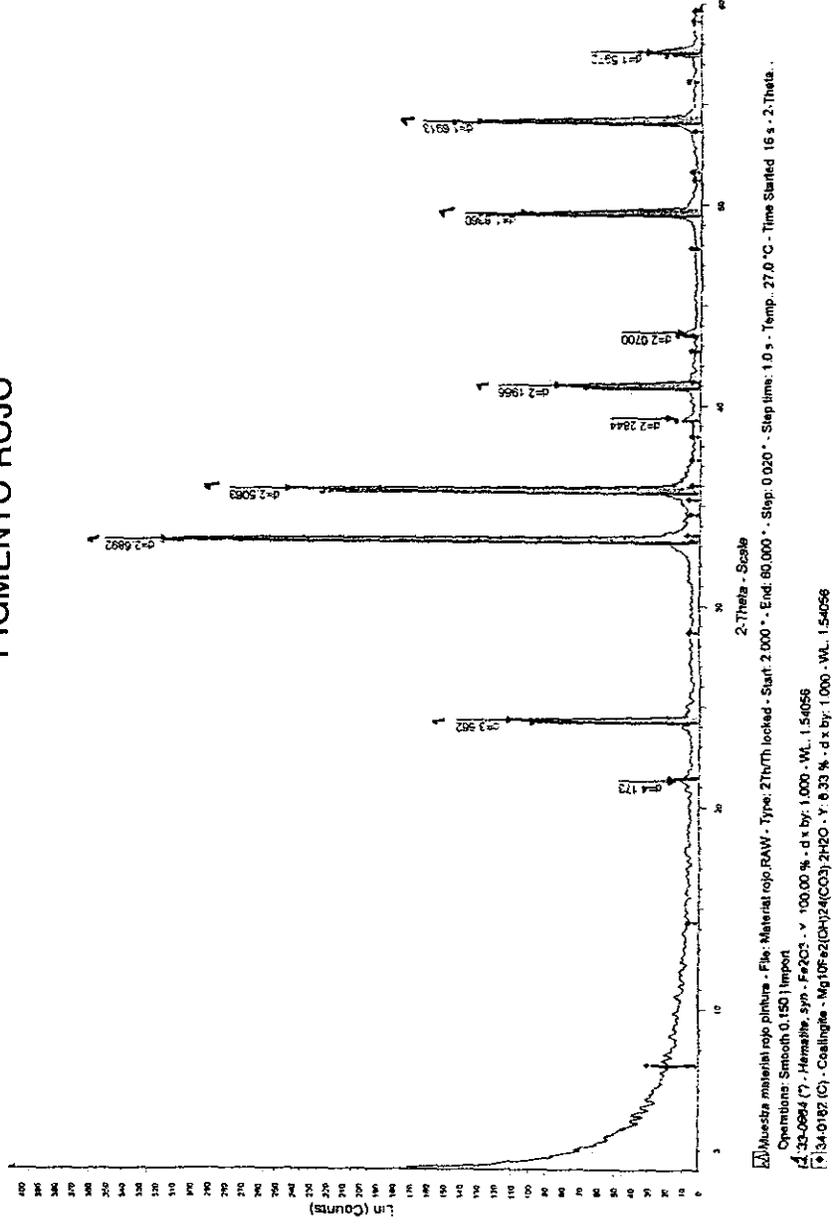


INTERPRETACION:

No se observan picos definidos correspondientes a las energías de emisión de compuestos de sílice.

GRAFICO N° 20

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, EN LA MATERIA PRIMA PIGMENTO ROJO



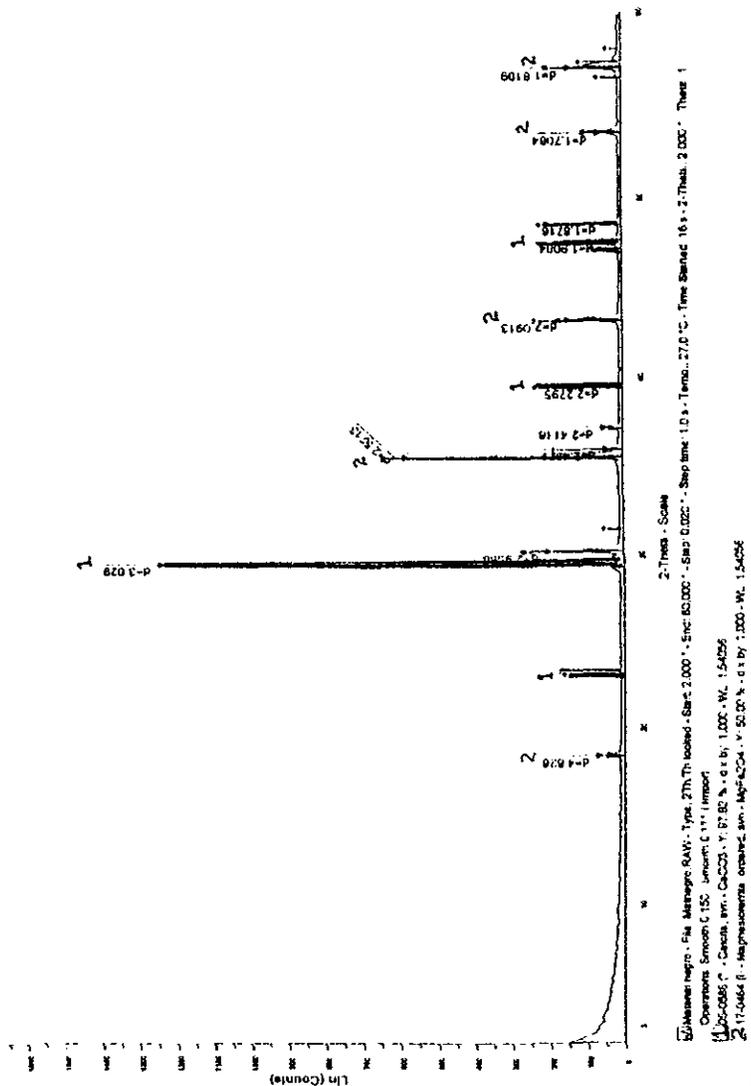
INTERPRETACION:

Descripción: Material en forma de polvo color rojo - mineral rojo.

El análisis reporta que la muestra está compuesta en un 100 % de hematita (Fe₂O₃), mineral muy utilizado como colorante.

GRAFICO N° 22

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, DE MATERIA PRIMA
PIGMENTO NEGRO



INTERPRETACION:

Descripción: Material en forma de polvo color negro - mineral negro.

El análisis reporta que la muestra está compuesta por: Calcita (CaCO₃): 66.20 %; Magnesioferrita (MgFe₂O₄): 33.80 %

GRAFICO N° 23

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X, DE MATERIA PRIMA PIGMENTO AZUL

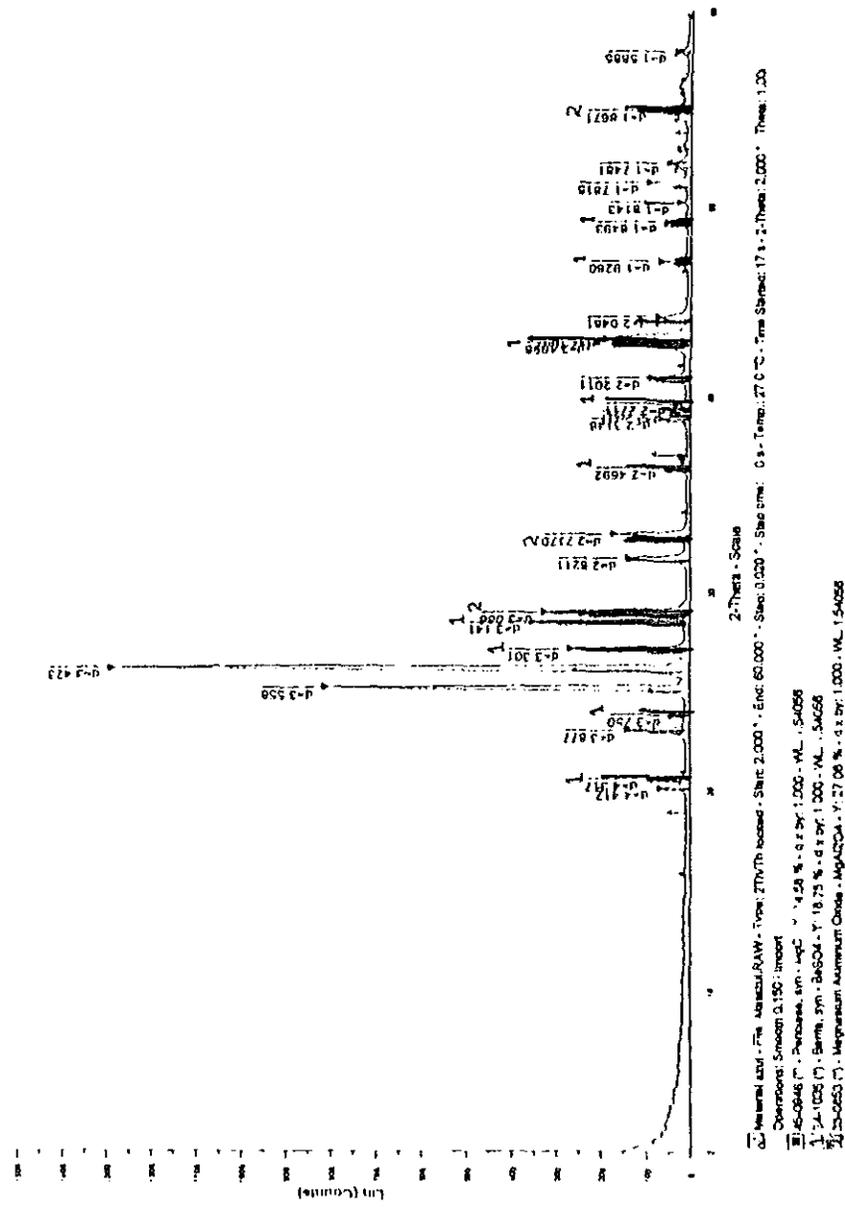
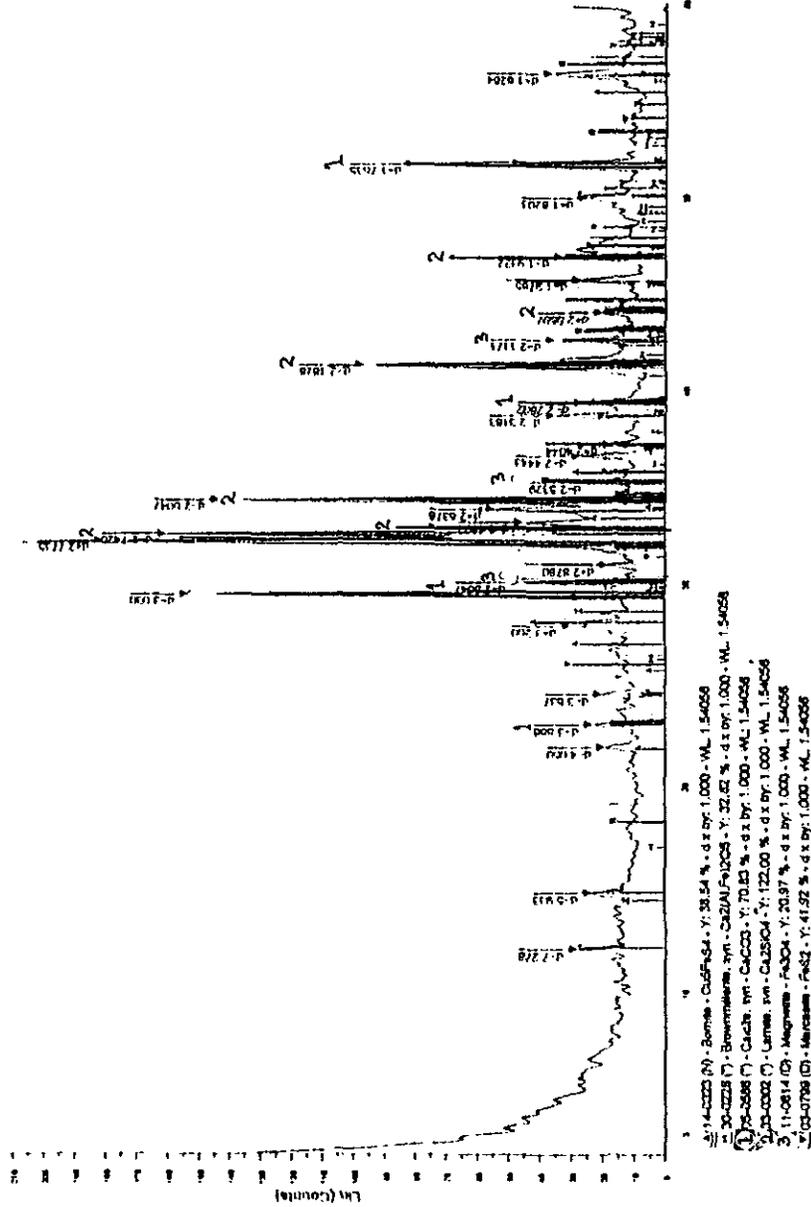


GRAFICO N° 24

ELEMENTOS ENCONTRADOS POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X DE MATERIA PRIMA CEMENTO GRIS



INTERPRETACION:

Descripción: Cemento de material gris.

El análisis reporta que la muestra está compuesta por:

Fases mineralógicas principales

Lamita	- Ca_2SiO_4	: 44.80 %
Calcita	- CaCO_3	: 26.01 %
Marcasita	- FeS_2	: 15.40 %
Bornita	- Cu_5FeS_4	: 14.15 %
Brownillerita	- $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_2\text{O}_5$: 12.05 %

Fases mineralógicas principales

Larnita	- Ca_2SiO_4	: 30.38 %
Eitelite	- $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_{1/2}$: 23.21 %
Calcita	- CaCO_3	: 16.88 %
Sonolite	- $(\text{Mn}, \text{Zn})_9\text{Si}_4\text{O}_{16}(\text{OH})_2$: 9.85 %

Los minerales que ha continuación se presentan fueron identificados en poco porcentaje, por lo que su presencia puede deberse a contaminantes en la materia prima y su identificación está dudosa.

Bornita	- Cu_5FeSO_4	: 5.63 %
Mayenita	- $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{38}$: 4.92 %
Tenorita	- CuO	: 4.92 %
Anhidrita	- CaSO_4	: 4.21 %

2.0 DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la determinación de partículas, demuestran que estas se encuentran sobre el límite permisible de polvo. La variación que se observa entre los resultados se debe a que algunas muestras fueron recolectadas en época de lluvia, permitiendo así la sedimentación de las partículas.

La ausencia de compuestos de sílice en las muestras analizadas por la Técnica de Fluorescencia de Rayos X, se debe a que este elemento posee una energía de emisión muy baja lo cual no permite ser detectables y no se contaba con una fuente de excitación de menor energía para su respectiva identificación. La energía de emisión de sílice es de 1.739 y la fuente de excitación utilizada fue Hierro 55 la cual tiene una energía de emisión de 6.388.

La presencia de cloro, calcio y hierro fue determinada usando una fuente de emisión anular cadmio 109, ya que esta tiene mayor energía de emisión (23.10) y es capaz de detectar las energías de emisión de dichos elementos.

La presencia de compuestos de sílice determinados por la Técnica de Difracción de Rayos X, en las materias primas analizadas se debe a los principales componentes mineralógicos de estas.

Los materiales de cemento gris y blanco fueron analizados, tomando en cuenta patrones de fases mineralógicas presentes en el cemento producido en nuestro país. Ya que para dar un análisis completo debe conocerse la procedencia de la materia prima, con el fin de estimar de antemano los posibles contaminantes en la muestra.

Para definir con detalle las fases mineralógicas en ambos tipos de cemento, se recomienda además realizar un análisis químico completo por medio de la técnica de fluorescencia de rayos x, antes de proceder al análisis por el método de difracción de rayos x.

La identificación de sílice en 2 muestras de la fábrica N° 1, se debe a que dichas muestras fueron recolectadas en época seca, obteniéndose así un mayor contenido de partículas favoreciendo su identificación.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la determinación de partículas por el método gravimétrico; estas sobrepasan el límite máximo permisible (0.1 - 10 mg/m³). Por lo cual a exposiciones prolongadas de tiempo a esta atmósfera se pueden producir enfermedades respiratorias.

Por medio de la Técnica de Fluorescencia de Rayos X se obtienen resultados más específicos ya que es un método para identificación de elementos tales como Cl, Ca, Fe y otros

A través del Método de Difracción de Rayos X se encontró la presencia de sustancias como Sílice pero en cantidades muy bajas por lo que no fue significativa su cuantificación, pero dicho elemento aún a bajas concentraciones y a exposiciones prolongadas de tiempo, puede producir daños respiratorios.

Por medio de esta misma Técnica fueron analizadas las materias primas utilizadas en el proceso de producción de Ladrillos encontrándose material contaminante. Ya que dichos elementos están constituidos principalmente de minerales como: Calcita, barita, cuarzo y calcio, los cuales son dañinos a concentraciones que sobrepasan los límites y exposiciones prolongadas.

Por la Técnica de Difracción de Rayos X se cuantifican compuestos, tales como: Larnita, calcita, bornita, barita, cuarzo, etc.

Las fábricas de Ladrillos están ubicadas en Zonas Urbanas muy pobladas por lo que se aumenta el riesgo de contraer enfermedades respiratorias para las personas que viven aledañas a estas. Así como también a los mismos

trabajadores que por falta de medidas de seguridad, higiene y protección son expuestos a contaminación durante su jornada de trabajo.

Según resultados obtenidos en los análisis realizados en las muestras de aire a través de la Técnica Gravimétrica y de Rayos X, se concluye que de las tres fábricas analizadas, la fábrica N° 1 presenta mayor contaminación por partículas respirables; ya que es una fábrica de mayor producción además es un área confinada.

CAPITULO V
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Implementar la utilización de equipo adecuado y medidas de higiene dentro del área y durante la jornada de trabajo, tales como: la utilización de respiradores (mascarillas), guantes, botas, ropa adecuada, evitándose además la introducción o ingesta de alimentos al área de trabajo para minimizar los riesgos de contaminación

Mejorar la ventilación del área de trabajo e instalar regaderas o duchas para uso de los trabajadores.

Todo el personal que labora en dichos centros de trabajo deberán ducharse después de la jornada de trabajo para evitar en cierta forma la contaminación.

Crear un área destinada exclusivamente para comer o para recesos del trabajador.

Contar con un botiquín de primeros auxilios para casos necesarios.

Hacer un chequeo médico; periódicamente al personal expuesto; para detectar algún daño en el organismo, causado por la contaminación de polvo a la que están expuestos.

La ubicación de las Fabricas de Ladrillo deberá ser en zonas aisladas o de muy poca población, a fin de disminuir daños a la salud.

Debe de retomarse por parte de las Instituciones de Gobierno correspondiente (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) la *vigilancia permanente y responsable de aquellas Industrias en donde las diferentes actividades de trabajo pongan en riesgo la salud de sus trabajadores, de las personas que viven aledañas a estas y el deterioro del ambiente; ya que dichos Ministerios son los encargados de velar por la salud del pueblo por lo que están obligados a ejercer sus funciones y deben de implementar capacitaciones de seguridad ocupacional a los propietarios y trabajadores de dichas Industrias.*

CAPITULO VI

RESUMEN

RESUMEN

El estudio se inició mediante la realización de un monitoreo en el municipio de San Salvador; a fin de ubicar las zonas de las fábricas a hacer un muestreo y mediante la utilización de una bomba de flujo constante FDX se procedió a la recolección de muestras por períodos de tiempo establecidos.

Posteriormente a la recolección de muestras se cuantificó el contenido de partículas a través del método gravimétrico y así determinar el grado de contaminación causado por estas en el área de trabajo. Con los resultados obtenidos se pudo concluir que el grado de dicha contaminación; sobrepasó el límite permisible de polvo (0,1 – 10 mg/m³). Encontrándose en un rango de: 4.12 – 21.18 mg/m³.

Finalmente se llevaron las muestras al Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (C.I.A.N.) y a la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (C.E.L.), para realizarle los análisis de Fluorescencia de Rayos X y Difracción de Rayos X respectivamente para determinar los elementos presentes en las muestras colectadas con el fin de verificar la presencia de material contaminante y dañino para la salud.

Encontrándose en dichas muestras la presencia de compuestos de sílice, cloro, calcio y hierro. Que son sustancias que en concentraciones y exposiciones prolongadas son capaces de producir enfermedades respiratorias graves.

Concluyéndose que en dichas fábricas existe contaminación causada por partículas respirables, así como también por elementos de calcio, cloro, hierro y sílice, presentes en dichas muestras las cuales fueron identificadas por la Técnica Espectrofotométrica de Rayos X. Por lo que se hace necesario la implementación de medidas de higiene y seguridad en estos centros de trabajo.

CAPITULO VII
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvaro Alonso, Jaime; Manual 3M para la Protección respiratoria, Fundación MAPFRE, España, 1992.
- 2.- Awad, Carlos Enriquez; Chaparro Mutis, Cecilia; Fundamentos de Medicina, Neumología, 4ª Edición, C.I.B. Medellín - Colombia
- 3.- Douglas A. Skoog, Donald M. West; Análisis Instrumental, 2ª Edic., México 1990.
- 4.- Guzmán Cortez, Adrino; Situación de la Contaminación Atmosférica en El Salvador, Curso Contaminación Atmosférica.
- 5.- Laínez Guevara, René Adelio; Impacto Ambiental Producido por Ladrilleras ubicadas en el Area de Armenia, 1994
- 6.- Marketing Communications Dept., Guía para selección de respiradores, 3M occupational Health and environmental
- 7.- Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Dirección General de Previsión Social, Departamento de Higiene y Seguridad Ocupacional, San Salvador, El Salvador, C.A., 1994. Manuel Alberto Vizcarra Andrew, Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus Relaciones con el Público, 1ª Edition, Lima, Perú, 1982.

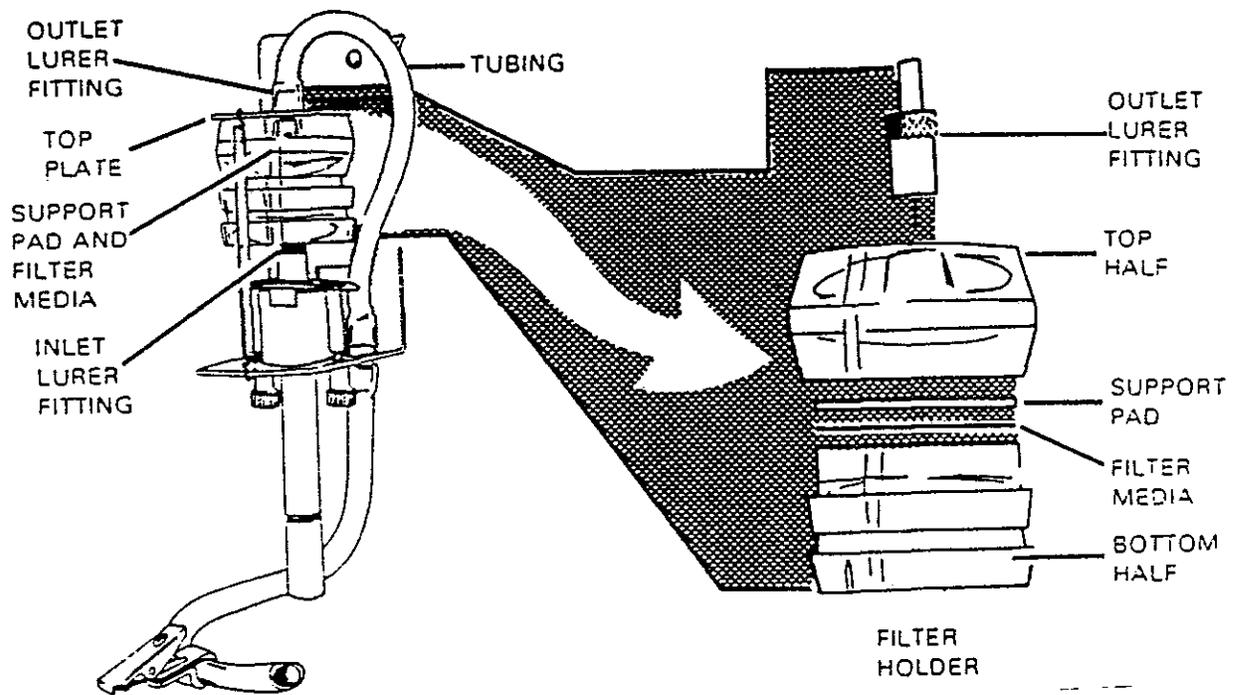
- 8.- Parmeaggiani Luigi, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Volumen 3, Centro de Publicaciones, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, España, 1989.
- 9.- Safety División, Una Guía de Protección Respiratoria, 3M Occupational Health and Environmental, July 1994.
- 10.- Truex, Bryan I.; Manual de Operación y Servicio para Bomba de Flujo Constante Sensidyne, Primera Edición, Octubre de 1992.
- 11.- Turk, Amos; Ecología. Contaminación y Medio Ambiente, 1ª Edición, Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V., México D.F., 1973.
- 12.- U.S. Department of Health and Human Services, Niosh. Manual of Analytical Method, 1995
- 13.- Vizcarra Andrew Manuel Alberto, Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus Relaciones con el Público, 1ª Edición, Lima, Perú, 1982.
- 14.- Wark, Kenneth; Warner, Cecil; Contaminación del Aire Origen y Control, Primera Edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 1990.

ANEXOS

ANEXO 1

FIG. N° 1

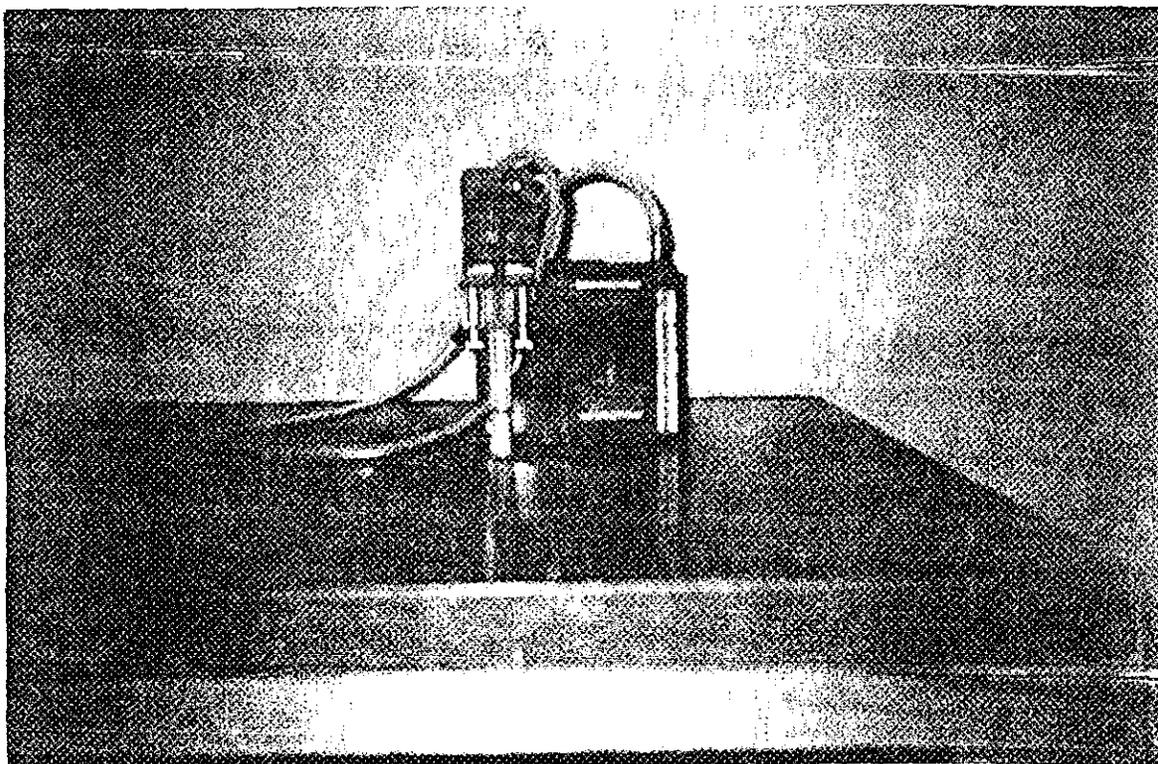
MUESTREADOR CICLÓNICO BDX 99R



ANEXO 2

FIG. N° 2

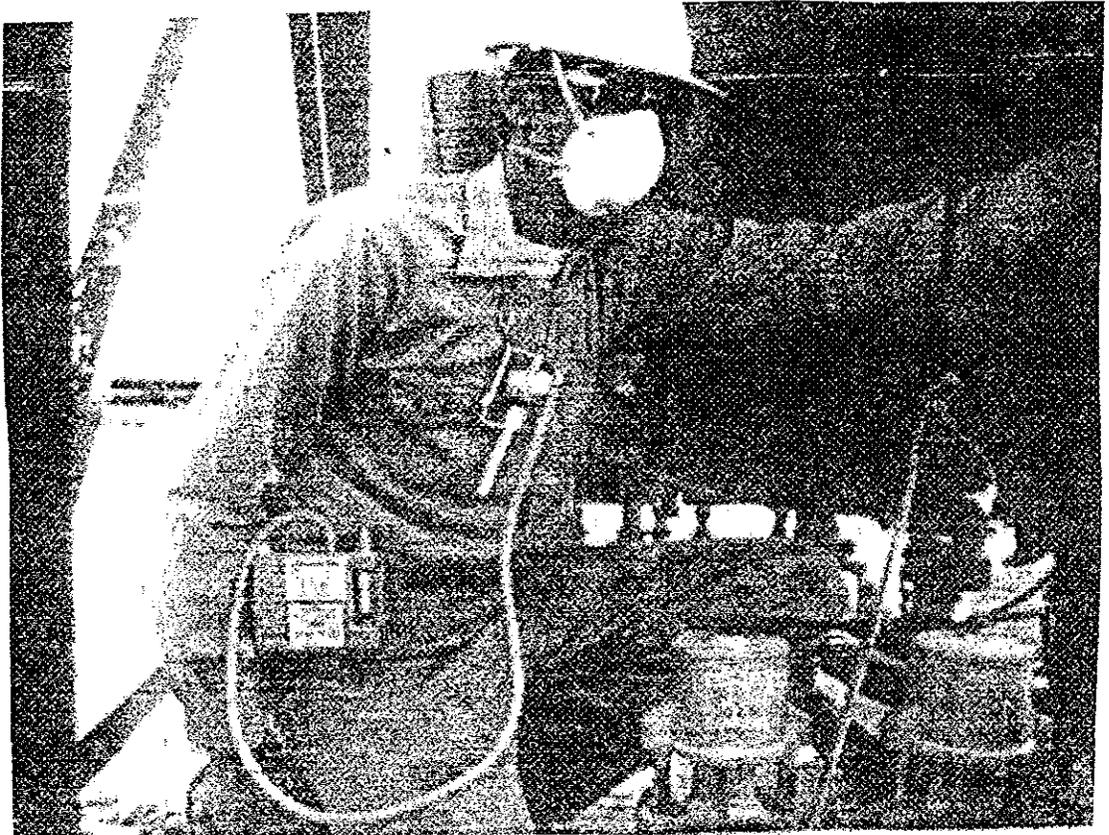
BOMBA SENSYDINE



ANEXO 3

FIG. N° 3

POSICION DE LA BOMBA



ANEXO 4

TABLA DE ENERGIA DE EMISION DE RAYOS X

Table of X-ray Emission Energies (keV)

atomic number	K _α	K _β	L _α	L _β	L _γ	M _α
1 H						
2 He						
3 Li						
4 Be						
5 B						
6 C	0.277				4.935	5.279
7 N	0.392				4.627	5.530
8 O	0.525				5.041	5.788
9 F	0.677				5.612	6.041
10 Ne	0.844				6.321	6.788
11 Na	1.041	1.067			7.177	7.681
12 Mg	1.283	1.286			8.131	8.435
13 Al	1.486	1.553			9.190	9.701
14 Si	1.739	1.829			10.364	11.120
15 P	2.013	2.136			11.763	12.800
16 S	2.307	2.464			13.390	14.763
17 Cl	2.621	2.815			15.244	16.983
18 Ar	2.957	3.190			17.330	19.490
19 K	3.312	3.599			19.669	22.298
20 Ca	3.690	4.012	0.341		22.345	25.517
21 Sc	4.098	4.490	0.400		25.360	29.140
22 Ti	4.508	4.931	0.458		28.740	33.180
23 V	4.949	5.428	0.519		32.490	37.650
24 Cr	5.411	5.924	0.583		36.620	42.570
25 Mn	5.894	6.489	0.657		41.140	47.960
26 Fe	6.399	7.057	0.738		46.160	53.830
27 Co	6.924	7.648	0.791		51.690	60.200
28 Ni	7.471	8.263	0.851		57.840	67.090
29 Cu	8.040	8.904	0.930		64.620	74.520
30 Zn	8.630	9.570	1.012		72.040	82.520
31 Ga	9.241	10.282	1.098		80.110	91.110
32 Ge	9.874	10.979	1.198		88.840	100.320
33 As	10.530	11.722	1.292		98.240	110.180
34 Se	11.207	12.482	1.379		108.320	120.720
35 Br	11.807	13.297	1.469		119.080	132.000
36 Kr	12.431	14.107	1.559		130.520	144.050
37 Rb	13.073	14.956	1.654		142.640	156.890
38 Sr	13.740	15.829	1.752		155.440	170.450
39 Y	14.431	16.731	1.855		168.920	184.760
40 Zr	15.144	17.690	1.962		183.090	199.850
41 Nb	15.881	18.614	2.072		197.960	215.750
42 Mo	16.641	19.600	2.184		213.540	232.480
43 Tc	17.424	20.658	2.298		229.840	249.970
44 Ru	18.233	21.794	2.414		246.870	268.250
45 Rh	19.066	22.999	2.532		264.640	287.350
46 Pd	19.924	24.274	2.652		283.160	307.290
47 Ag	20.806	25.620	2.774		302.440	328.090
48 Cd	21.713	27.038	2.898		322.490	349.770
49 In	22.646	28.529	3.024		343.330	372.360
50 Sn	23.604	30.094	3.152		364.970	395.880
51 Sb	24.587	31.734	3.282		387.420	420.360
52 Te	25.594	33.448	3.414		410.690	445.820
53 I	26.624	35.237	3.548		434.790	472.280
54 Xe	27.676	37.102	3.684		459.740	500.760
55 Ba	28.750	39.044	3.822		485.560	530.280
56 La	29.846	41.064	3.962		512.270	560.860
57 Ce	30.964	43.162	4.104		539.890	593.520
58 Pr	32.104	45.338	4.248		568.440	628.280
59 Nd	33.266	47.592	4.394		597.940	665.160
60 Pm	34.450	49.924	4.542		628.400	704.180
61 Sm	35.656	52.334	4.692		659.840	745.360
62 Eu	36.884	54.822	4.844		692.270	788.720
63 Gd	38.134	57.388	4.998		725.710	834.280
64 Tb	39.406	59.932	5.154		760.170	882.060
65 Dy	40.699	62.554	5.312		795.660	932.080
66 Ho	42.014	65.254	5.472		832.190	984.360
67 Er	43.350	67.932	5.634		869.760	1038.920
68 Yb	44.706	70.588	5.798		908.390	1095.780
69 Tm	46.082	73.222	5.964		948.090	1154.960
70 Yb	47.478	75.834	6.132		988.870	1216.480
71 Lu	48.894	78.424	6.302		1030.740	1279.360
72 Hf	50.329	81.092	6.474		1073.700	1343.620
73 Ta	51.784	83.738	6.648		1117.760	1409.280
74 W	53.258	86.462	6.824		1162.920	1476.360
75 Re	54.750	89.164	6.992		1209.190	1544.880
76 Os	56.260	91.844	7.162		1256.570	1614.860
77 Ir	57.788	94.502	7.334		1305.060	1686.320
78 Pt	59.334	97.138	7.508		1354.670	1759.280
79 Au	60.898	99.752	7.684		1405.400	1833.760
80 Hg	62.479	102.344	7.862		1457.260	1909.780
81 Tl	64.076	104.914	8.042		1510.250	1987.360
82 Pb	65.689	107.462	8.224		1564.370	2066.520
83 Bi	67.318	110.088	8.408		1619.620	2147.280
84 Po	68.962	112.692	8.594		1676.000	2229.660
85 At	70.621	115.274	8.782		1733.520	2313.680
86 Rn	72.294	117.834	8.972		1792.180	2399.360
87 Fr	73.981	120.372	9.164		1851.980	2486.720
88 Ra	75.682	122.888	9.358		1912.920	2575.780
89 Ac	77.397	125.382	9.554		1975.000	2666.560
90 Th	79.126	127.854	9.752		2038.220	2759.080
91 Pa	80.869	130.304	9.952		2102.590	2853.360
92 U	82.626	132.732	10.154		2168.120	2949.420
93 Np	84.397	135.138	10.358		2234.810	3047.280
94 Pu	86.181	137.522	10.564		2302.660	3146.960
95 Am	87.978	139.884	10.772		2371.670	3248.480
96 Cm	89.788	142.224	10.982		2441.840	3351.860
97 Bk	91.609	144.542	11.194		2513.170	3457.120
98 Cf	93.441	146.838	11.408		2585.660	3564.280
99 Es	95.284	149.112	11.624		2659.310	3673.260
100 Fm	97.138	151.364	11.842		2734.120	3784.080
101 Md	99.002	153.594	12.062		2810.090	3896.760
102 No	100.876	155.802	12.284		2887.220	4011.320
103 Lr	102.759	158.088	12.508		2965.510	4127.780
104 Rf	104.651	160.352	12.734		3044.960	4246.060
105 Db	106.552	162.594	12.962		3125.570	4366.180
106 Sg	108.462	164.814	13.192		3207.340	4488.160
107 Bh	110.381	167.012	13.424		3290.270	4611.920
108 Hs	112.308	169.188	13.658		3374.360	4737.580
109 Mt	114.242	171.342	13.894		3459.610	4865.060
110 Ds	116.182	173.474	14.132		3546.020	4994.380
111 Rg	118.128	175.584	14.372		3633.590	5125.560
112 Cn	120.080	177.672	14.614		3722.320	5258.620
113 Nh	122.038	179.738	14.858		3812.210	5393.580
114 Fl	124.002	181.782	15.104		3903.260	5530.460
115 Lv	126.072	183.802	15.352		3995.470	5669.280
116 Ts	128.148	185.798	15.602		4088.840	5810.060
117 Og	130.230	187.870	15.854		4183.370	5952.820
118 Uu	132.318	189.918	16.108		4279.060	6097.580
119 Uub	134.412	191.942	16.364		4375.910	6244.360
120 Uuq	136.512	193.942	16.622		4473.920	6393.180
121 Uub	138.618	195.918	16.882		4573.090	6544.060
122 Uuq	140.730	197.870	17.144		4673.420	6697.020
123 Uub	142.848	199.798	17.408		4774.910	6852.080
124 Uuq	144.972	201.692	17.674		4877.560	7009.260
125 Uub	147.102	203.552	17.942		4981.370	7168.580
126 Uuq	149.238	205.378	18.212		5086.340	7329.960
127 Uub	151.380	207.170	18.484		5192.470	7493.420
128 Uuq	153.528	208.928	18.758		5299.760	7658.980
129 Uub	155.682	210.652	19.034		5408.210	7826.660
130 Uuq	157.842	212.342	19.312		5517.820	7996.480
131 Uub	159.998	214.098	19.592		5628.590	8168.460
132 Uuq	162.160	215.822	19.874		5740.520	8342.620
133 Uub	164.328	217.512	20.158		5853.610	8518.980
134 Uuq	166.492	219.168	20.444		5967.860	8697.560
135 Uub	168.662	220.792	20.732		6083.270	8878.380
136 Uuq	170.838	222.382	21.022		6200.840	9061.460
137 Uub	173.010	223.938	21.314		6319.570	9246.820
138 Uuq	175.188	225.462	21.608		6439.460	9434.480
139 Uub	177.362	226.952	21.904		6560.510	9624.460
140 Uuq	179.542	228.408	22.202		6682.720	9816.820
141 Uub	181.718	229.830	22.502		6806.090	10011.580
142 Uuq	183.890	231.218	22.804		6930.620	10208.760
143 Uub	186.068	232.572	23.108		7056.310	10408.380
144 Uuq	188.242	233.892	23.414		7183.160	10610.460
145 Uub	190.412	235.178	23.722		7311.170	10815.020
146 Uuq	192.578	236.430	24.032		7440.340	11022.080
147 Uub	194.740	237.648	24.344		7570.670	11231.660
148 Uuq	196.898	238.832	24.658		7702.160	11443.780
149 Uub	199.052	240.082	24.974		7834.810	11658.460
150 Uuq	201.202	241.298	25.292		7968.520	11875.720
151 Uub	203.348	242.480	25.612		8103.390	12095.580
152 Uuq	205.490	243.628	25.934		8239.420	12318.060
153 Uub	207.628	244.742	26.258		8376.610	12543.180
154 Uuq	209.762	245.822	26.584		8514.960	12770.860
155 Uub	211.892	246.868	26.912		8654.470	13001.120
156 Uuq	214.018	247.880	27.242		8795.140	13233.980
157 Uub	216.140	248.858	27.574		8936.970	13469.460
158 Uuq	218.258	249.802	27.908		9079.960	13707.580
159 Uub	220.372	250.712	28.244		9224.110	13948.360
160 Uuq	222.482	251.588	28.582		9369.420	14191.720
161 Uub	224.588	252.430	28.922		9515.890	14437.680
162 Uuq	226.690	253.238	29.264		9663.520	14686.260
163 Uub	228.788	254.012	29.608		9812.310	14937.480
164 Uuq						

ANEXO 5

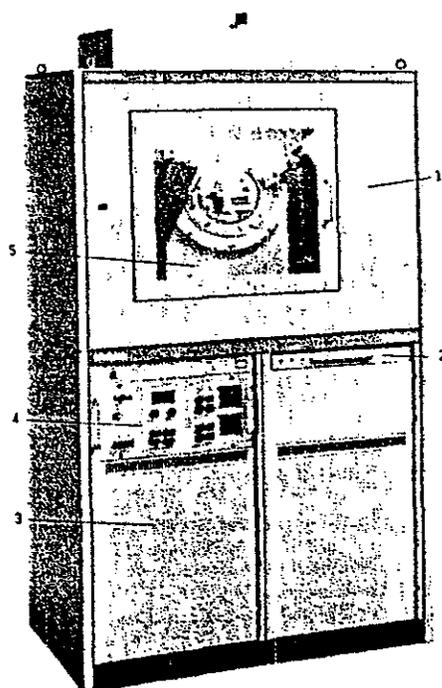
EQUIPO DE DIFRACCION DE RAYOS X

SIEMENS

D 5000 X-ray Diffractometer

Instructions

C79000-B347B-C138-08

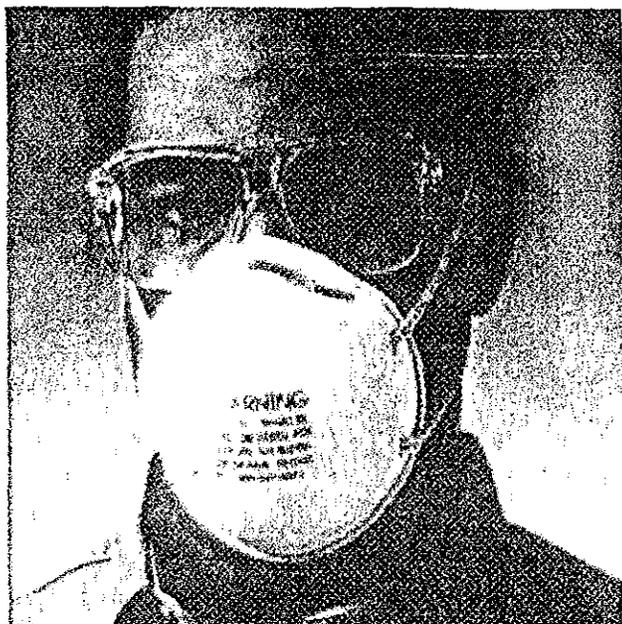
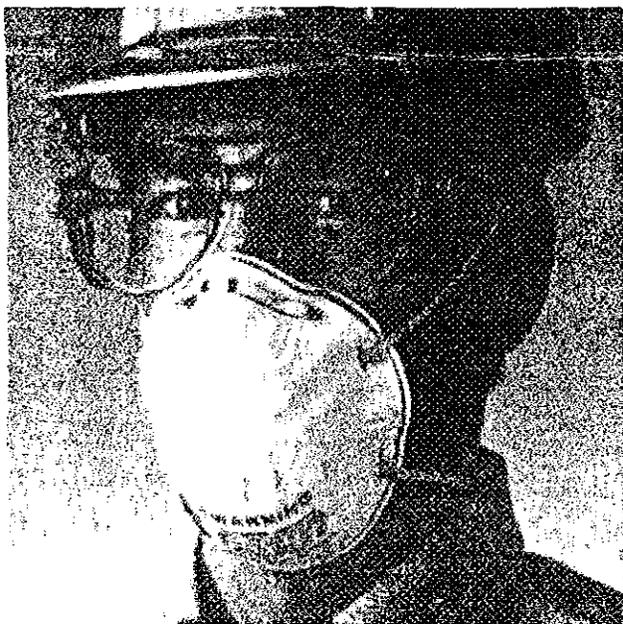


- 1 Radiation protection box
- 2 Drawer with terminal
- 3 Cabinet
- 4 KRISTALLOFLEX® X ray generator
- 5 Diffractometer

Fig 1 D 5000 X-ray diffractometer in radiation protection box mounted on a cabinet

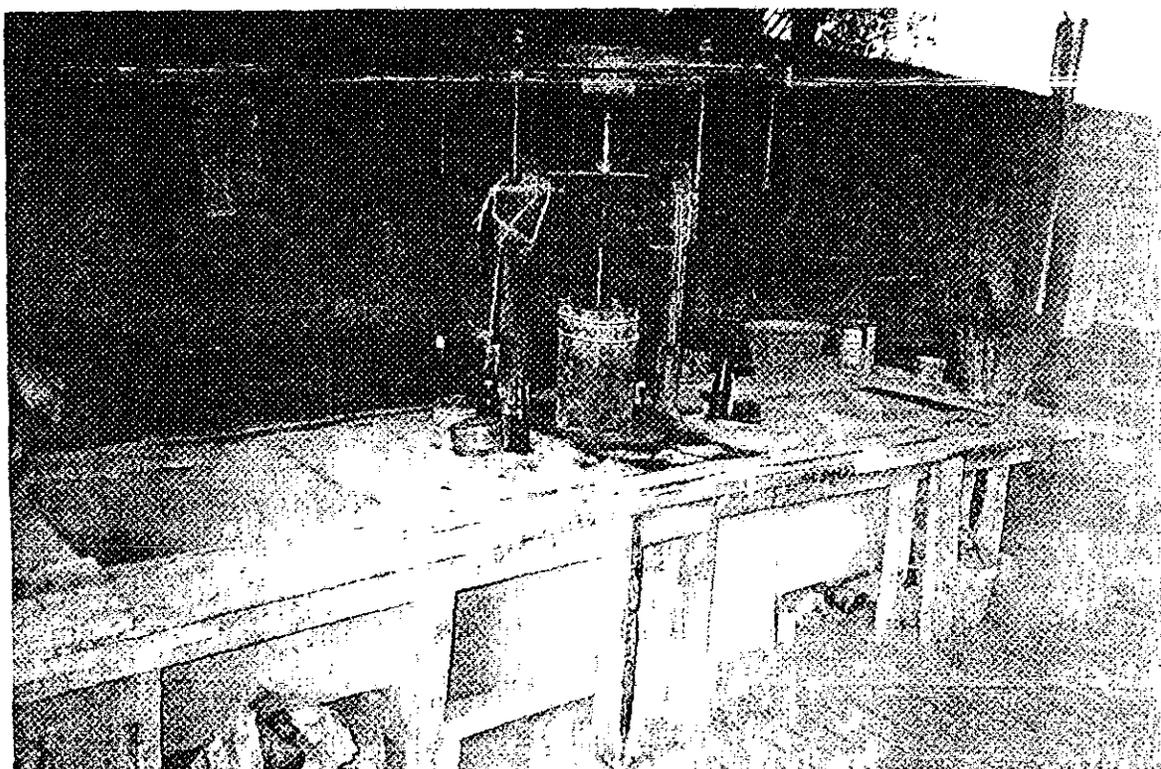
ANEXO 6

PROTECTOR DE PARTÍCULAS



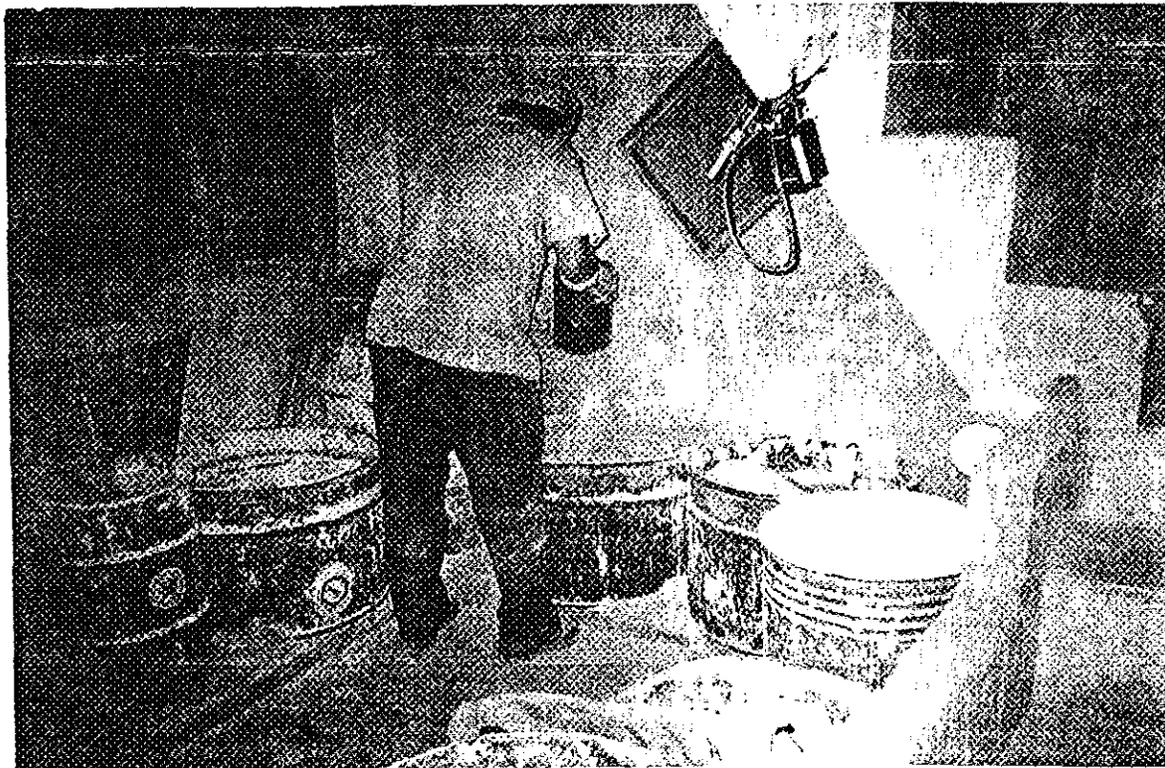
ANEXO 7

MAQUINA PARA LA PRODUCCION DE LADRILLOS



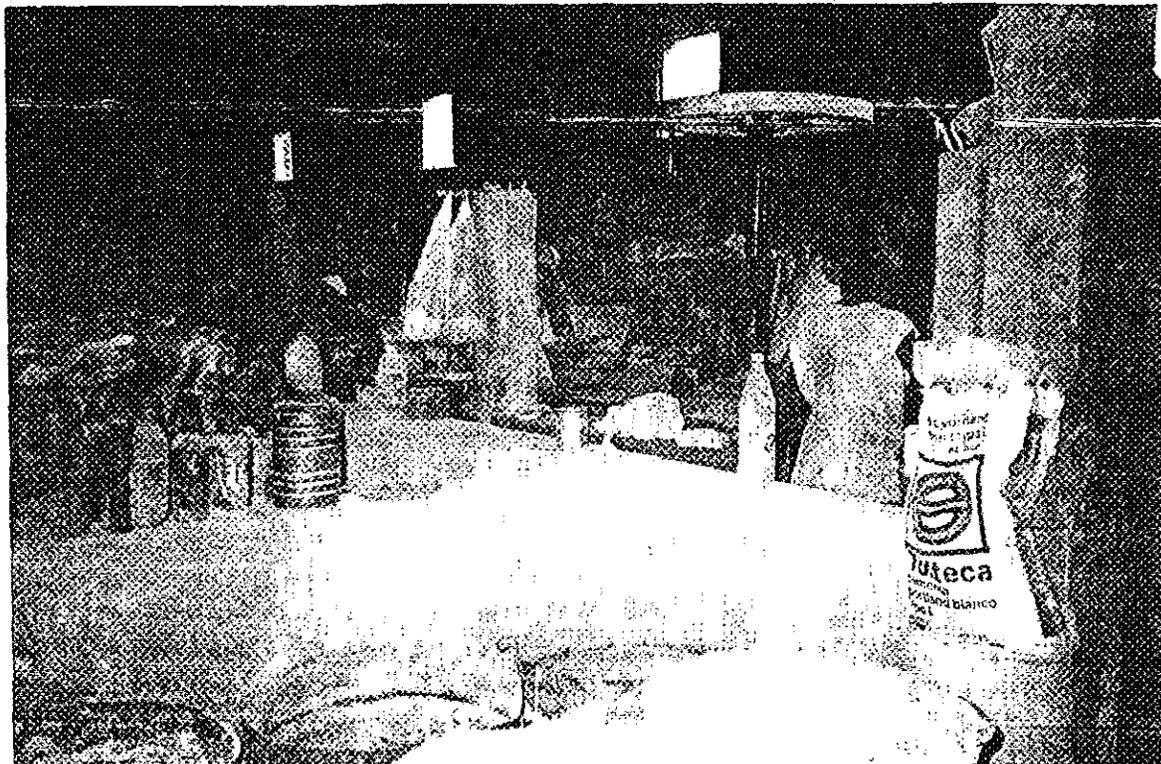
ANEXO 8

AREA DE MEZCLADO DE COLORES



ANEXO 9

AREA DE PRODUCCION



ANEXO 10

AREA DE FRAGUADO

