

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

EXPOSICION CRONICA
EXPOSICION CRONICA A ACIDO SULFHIDRICO Y ALTERACION DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES PULMONARES EN TRABAJADORES DE PERFORACION Y/O PRUEBAS DE PRODUCCION DE POZOS GEOTERMICOS

Estudio realizado en 28 trabajadores del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) en el Campo Geotermico de Amatitlán y Unidad de Neumología, Departamento de Medicina Interna, Hospital Roosevelt, de Septiembre a Octubre 1993. Guatemala.

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

P O R

MARTA REGINA ANLEU RUIZ

En el acto de su investidura de:

MI MEDICO Y CIRUJANO

GUATEMALA, MARZO DE 1994.

Biblioteca Central

DL
05
+(6850)



INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION

I. N. D. E.

NUMERO	0-650-1108-93
REFERENCIA	

Al contestar, sírvase mencionar este número y referencia

7a. Avenida 2-29, Zona 9
Guatemala, C. A.
Tels.: 345711 al 19
345721 al 29
Telex INDE - 5324 - GU
Fax 345811

Guatemala, 23 de Septiembre de 1,993.

Señora
Marta Regina Anleu
PRESENTE.

Señora Anleu:

Por medio de la presente me permito informarle que esta Coordinación autoriza al personal de perforación de esta Unidad, para que asistan al examen médico por usted requerido para su trabajo de Tesis.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Muy atentamente,

Ing. Julio César Palma Ayala
COORDINADOR EJECUTIVO
Unidad de Desarrollo Geotérmico



JCPA/mepp

c.c.

Ing. Otto Leonel García

HOSPITAL ROOSEVELT

AREA DE SALUD GUATEMALA SUR

TELEFONOS: 713384 713387-8

Guatemala, C. A.

DIRECCION CABLEGRAFICA

"HOSPVELT"

Al contestar el presente oficio sírvase
hacer referencia al

No. _____

29 de noviembre de 1993

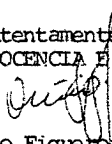
Doctor Raúl Alcides Castillo Podas
Director del Centro de Investigaciones
de las Ciencias de la Salud
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos
Guatemala, Guatemala.

Estimado Doctor Castillo:

Por medio de la presente certificamos que el INFORME FINAL del Tema de Investigación "EXPOSICION CRONICA A ACIDO SULFIDRICO Y ALTERACIONES DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES PULMONARES EN TRABAJADORES DE PERFORACION Y/O PRUEBAS DE PRODUCCION DE POZOS GEOTERMICOS", realizado por BR. MARIA REGINA ANLEU RUIZ, fue aprobado por el Comité de Docencia e Investigación y por el Jefe del Departamento de MEDICINA INTERNA del Hospital, y reúne todos los requisitos para su divulgación.

En base al Artículo 11o. del Reglamento de Investigaciones del Hospital, se extiende la presente constancia.

Atentamente,
POR COMITE DE DOCENCIA E INVESTIGACION


Dr. Octavio Figueroa Aguilar
Presidente
Comité de Docencia e Investigación

OFA/edib





FORMA C

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 11 de enero de de 1994

Director Unidad de Tesis
Centro de Investigaciones de las Ciencias
de la Salud - Unidad de Tesis

Se informa que el: BACHILLER MARTA REGINA ANLEU RUIZ
Título o diploma de diversificado, Nombres y apellidos
Carnet No. 86-13071
completos

Ha presentado el Informe Final del trabajo de tesis titulado:
"EXPOSICION CRONICA A ACIDO SULFHIDRICO Y ALTERACION DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES PULMO-
NARES EN TRABAJADORES DE PERFORACION Y/O PRUEBAS DE PRODUCCION DE POZOS GEOTERMICOS"

y cuyo autor, asesor(es) y revisor nos responsabilizamos de los conceptos
metodología, confiabilidad y validez de los resultados, pertinencia de
las conclusiones y recomendaciones, así como la calidad técnica y cien-
tífica del mismo, por lo que firmamos conformes:

Dr. Nery Mencos
MEDICO Y CIRUJANO
Col. No. 7.283

Asesor
Firma y sello personal

Morales Oscar Leonel Estrada
MEDICO Y CIRUJANO
Col. No. 6.053

Firma del estudiante
Revisor
Firma y sello
Registro Personal 17488

Oscar Leonel Morales Estrada
Médico y Cirujano
Col. Colegiado No. 6.053

EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

H A C E C O N S T A R Q U E :


El Bachiller: MARTA REGINA ANLEU RUIZ


Carnet Universitario No. 86-13071

Previo a optar al Título de Médico y Cirujano, en su Examen General Público ha presentado el Informe Final del trabajo de tesis titulado: "EXPOSICION CRONICA A ACIDO SULFHDORICO Y ALTERACION DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES PULMONARES EN TRABAJADORES DE PERFORACION Y/O PRUEBAS DE PRODUCCION DE POZOS GEOTERMICOS"

Avalado por asesor(es) y revisor, por lo que se emite la presente


ORDEN DE IMPRESION:


Dr. Edgar R. De León Barill
Por Unidad de Tesis


Dr. Raúl Castillo Rodas
Director del Centro de Investigaciones
de las Ciencias de la Salud

I M P R I M A S E :




Dr. Ernesto Cabrera Franco
D E C A N O

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	1
II.	DEFINICION DEL PROBLEMA	3
III.	JUSTIFICACION	5
IV.	OBJETIVOS	6
V.	REVISION BIBLIOGRAFICA	7
VI.	METODOLOGIA	31
VII.	PRESENTACION DE RESULTADOS	37
VIII.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	51
IX.	CONCLUSIONES	54
X.	RECOMENDACIONES	55
XI.	RESUMEN	56
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
XIII.	ANEXOS	60

I. INTRODUCCION

En el presente estudio se evaluó el grado de afección en base a las pruebas funcionales pulmonares, en un grupo de trabajadores que se han dedicado por más de tres años, consecutivos, a la perforación y producción en campos geotérmicos. Una de las principales causas que demandan atención medica en esa clase de trabajadores, lo constituyen los trastornos pulmonares. Este estudio se efectuó como resultado de la contaminación del aire que están expuestos los trabajadores durante la perforación y pruebas de producción en campos geotérmicos. Los principales constituyentes de los gases incondensables descargados a la atmósfera son: dióxido de carbono (CO_2), ácido sulfhídrico (H_2S), nitrógeno (N_2), hidrógeno (H_2), oxígeno (O_2), metano (CH_4), y amonio. Se hizo mayor énfasis en la relación del Acido Sulfhídrico por ser el más toxico de ellos. (8).

Para tal efecto se realizaron pruebas pulmonares funcionales por medio del espirómetro de Collins en la Unidad de Neumología del Hospital Roosevelt, a un total de veinte y ocho trabajadores del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) que realizan trabajos de perforación y pruebas de producción en pozos geotérmicos, es de hacer notar que dos de ellos no participaron en la investigación por encontrarse en otro campo.

Actualmente realiza esta actividad en el Campo Geotérmico de Amatitlán; anteriormente han trabajado en los campos geotérmicos de Zunil (Quetzaltenango) y Moyuta (Jutiapa).

A través de los datos del estudio se pudo establecer que del total de trabajadores veinte y ocho un 78.6% presentaron algún tipo de anormalidad en sus pruebas; llamando la atención que de los 28 pacientes, diez y siete (60.71%) no fuman; de los cuales 6 fueron los únicos que presentaron sus pruebas normales en el estudio (un 21.4% de la totalidad), es importante

indicar que 4 de ellos su labor es la de Supervisión.

No existió predilección por el patrón pulmonar presentando en los trabajadores afectos; manifestando en 12 (54.5%) un patrón Obstructivo dentro de tal subgrupo, 7 (58.3%) son fumadores y 5 (41.7%) no fuman; los trabajadores con patrón Restrictivo totalizaron 8; 4 de los cuales son fumadores, en 2 se determinó un patrón Mixto. El tabaquismo no parece ser un factor determinante en la aparición o no de problemas pulmonares en este grupo de pacientes ya que también en personas no fumadores se demostró algún tipo de problema pulmonar.

II. DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

Las pruebas de función pulmonar permiten establecer la existencia de alteraciones funcionales del sistema respiratorio, clasificar su tipo de alteración y grado de severidad, las cuales son indispensables para determinar la incapacidad por enfermedad laboral. (12)

El objetivo principal de las pruebas pulmonares es evaluar la función respiratoria mediante la historia del paciente y el examen físico. Para describir gráficamente y facilitar la descripción de los acontecimientos durante la ventilación pulmonar, el aire en los pulmones se han subdividido en diversos puntos dentro un esquema que es factible representalos gráficamente, mediante un espirómetro, en el cual podemos identificar cuatro volúmenes y cuatro capacidades diferentes. (12)

Es por esta razón que este estudio nació de la inquietud para determinar si afectá o no en algún grado, al aparato respiratorio de los trabajadores, que realizan la explotación en pozos geotérmicos del Instituto Nacional de Electrificación, (INDE) en el campo localizado en el Municipio de Amatitlán.

La contaminación atmosférica se presenta cuando el aire contiene una concentración excesiva de materia extraña que afecta al bienestar del hombre o causa daño a las propiedades intrínsecas o a la vida de las plantas y de los animales. La causa más importante de contaminación esta relacionada con la actividad del hombre por el empleo y mal uso de combustibles y sus derivados, constituyen a su vez la causa principal de emisión de contaminación, mediante: motores, plantas industriales (termoeléctricas, refinerías, fundidoras, plantas geotérmicas, químicas, etcetera.

Existen dos tipos de exposición: aguda y crónica; la que

está determinada por la forma de aplicación, grado dosis efectiva por la vía de introducción y por la desintegración y/o disolución del agente tóxico.

III. JUSTIFICACION

La contaminación atmosférica es una de las causas predisponentes; es la aparición de múltiples desequilibrios, biogénicos, que pueden conducir a enfermedad, sea como resultado de una exposición aguda o crónica. Los efectos de ésta sobre la salud dependen de evidencias obtenidas por medio de dos tipos de enfoques metodológicos: el epidemiológico y el toxicológico, ya que la naturaleza multifactorial de las enfermedades relacionadas con la contaminación, es lo que puede conducir a situaciones de desequilibrio biogénicos como: afecciones al aparato respiratorio (asma bronquial), bronquitis crónica, enfisema pulmonar), sin olvidar la acción del tabaquismo, herencia y deficiencia genética. (2)

Para determinar si las personas expuestas crónicamente al ácido sulfhídrico, durante la perforación y pruebas de producción en pozos geotérmicos, presentan algún tipo de daño en sus pruebas pulmonares ya que este compuesto puede volatizarse y por consiguiente alojarse en su aparato respiratorio, se realizaron pruebas espirométricas en la Unidad de Neumología del Hospital Roosevelt.

IV. OBJETIVOS

Determinar las alteraciones en las pruebas pulmonares en 28 trabajadores del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) expuestos crónicamente, en la perforación y pruebas de producción de pozos geotérmicos, al ácido sulfhídrico.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. GENERALIDADES:

1. RESPIRACION:

El hombre y otros animales, es decir, todos los seres integrantes del reino animal, extraen el oxígeno del aire ambiental, y le agregan bióxido de carbono en el proceso de satisfacer las demandas metabólicas de sus tejidos. El mecanismo de obtención de oxígeno de la atmósfera, para incorporarse a las células, desprendiendo CO_2 , es decir, el intercambio gaseoso es la esencia de la fisiología de la respiración. (1,3,5,8,10,13)

El Proceso de intercambio gaseoso es bastante complejo y se eslabona de la siguiente manera:

1. VENTILACION: Es el proceso que moviliza el oxígeno hacia los alvéolos pulmonares.
2. DIFUSION: Es el movimiento de gases a través de la barrera hematogaseoso.
3. CORCORDANCIA DE LA VENTILACION CON EL FLUJO SANGUINEO: Es importante para un intercambio gaseoso eficiente, que la sangre que llega a los pulmones sea suficiente para transportar el oxígeno.
4. FLUJO SAGUINEO PULMONAR: Necesario para movilizar la sangre de los pulmones a los tejidos.
5. TRANSPORTE DE GASES SANGUINEOS: Es importante tener un elemento que pueda transportar el óxigeno en la sangre (Hemoglobina).
6. Transferencia de gases entre los capitales periféricos y las células.
7. Utilización cuantitativa y cualitativa del oxígeno y producción de CO_2 por las células.
8. Relaciones de estructuras y función pulmonar.

9. MECANICA PULMONAR: Es decir las fuerzas que actúan en el sosten y movimiento del pulmón y de la pared torácica.

Dado que la función esencial del pulmón es el intercambio de gases, describiremos brevemente la barrera hematogaseosa, que es la que separa la sangre contenida en el capilar alveolar, del gas contenido en el alveolo pulmonar. Esta barrera está formada por las células epiteliales alveolares, una capa intersticial y células endoteliales capilares existe además una capa de fosfolípidos sobre las células alveolares llamada "Factor Sulfactante".

Esta barrera en algunos sitios tiene un espesor de hasta menos de un micrón; en condiciones normales los gases atraviesan sin problema dicha barrera por simple difusión.

1.1. MECANISMO DE LA RESPIRACION:

INSPIRACION Y ESPIRACION:

Los pulmones y las paredes del tórax son estructuras elásticas, normalmente no existen más que una delgada capa de líquido entre los pulmones y la pared torácica. Los pulmones se deslizan fácilmente sobre dichas paredes pero se resisten a ser alejados de ellas, de la misma manera que dos piezas de vidrio mojado resisten a la separación. La presión en el espacio entre los pulmones y la pared torácica (presión intrapleural), es sub-atmósferica.

Si la pared torácica es abierta, esta presión se perderá y el pulmón se colapsa, entonces esta cavidad virtual se llena de aire y se produce neumotorax. Por otro lado, si los pulmones pierden elasticidad por algún motivo, el tórax empieza a

expandirse junto con ellos y toma aspecto de tonel.

La inspiración es un proceso activo, la contracción de los músculos inspiratorios aumentan el volúmen intratorácico.

Durante la respiración tranquila, la presión intrapleural, que es cercana a 2.5 mm de Hg. al iniciarse la inspiración, ésta decrece hasta de -6 mm Hg., y los pulmones son arrastrados a una posición más expandida. La presión en las vías respiratorias se vuelve ligeramente negativa y el aire fluye hacia los pulmones. Al final de la inspiración, el regreso de los pulmones retrae el tórax a la posición espiratoria; la presión en las vías aéreas se torna ligeramente positiva, y el aire sale de los pulmones. Durante la respiración tranquila la espiración es pasiva en el sentido de que no se contraen músculos que hagan disminuir el volúmen intratorácico; sin embargo, durante el inicio de la espiración hay cierta contracción muscular y se retarda la espiración. (5.1.10)

1.2. MUSCULOS RESPIRATORIOS:

El movimiento del diafragma produce aproximadamente, el 75% del cambio de volúmen intratorácico durante la inspiración tranquila. Este se inserta alrededor de la base de la caja torácica y se arquea contra el hígado, el cual se mueve hacia abajo como un pistón cuando se contrae. La distancia que se desplaza varía de 1.5 hasta 7 cm. en la inspiración profunda.

Los músculos importantes para la respiración son los intercostales externos que corren oblicuamente hacia abajo y hacia afuera de una costilla a otra. Las costillas pivotean como si estuvieran apoyando en la espalda, de modo que cuando se contraen los intercostales externos, estos elevan las costillas inferiores y ésto empuja el esternón hacia afuera, aumentando el diámetro antero posterior del tórax. La sección de la médula

espinal por encima del tercer segmento cervical es mortal, al no dar respiración artificial; en cambio, la sección por debajo de la salida de los nervios frénicos, generalmente no es mortal. En los pacientes de ambos nervios frénicos, la respiración se dificulta, pero es suficiente para mantener la vida. Los músculos escalenos y externos cleidomastoideo del cuello, son los músculos llamados accesorios de la respiración, que ayuda a elevar la caja torácica durante la inspiración profunda y difícil.

Los músculos intercostales internos y de los de la pared anterior del abdomen, son los llamados espiratorios, ya que los primeros al contraerse empujan las costillas hacia abajo, y los segundos al contraerse, traen también las costillas hacia abajo, y a su vez aumenta la presión intraabdominal que empuja el diafragma hacia arriba.

2. EVALUACION DE LA FUNCION RESPIRATORIA:

Como ya dijimos, la función principal de los pulmones es el intercambio gaseoso y la de proveer de oxígeno al torrente sanguíneo, eliminando al bióxido de carbono.

Cuando los pulmones están enfermos, ésto no ocurre de una manera adecuada. Las pruebas funcionales respiratorias no pueden proporcionar por sí mismo la etiología de la enfermedad pulmonar, pero si nos ayuda a decirnos que tipo de enfermedad pulmonar se dividen en obstructivo y restrictivo. (3,8,13)

2.1. ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA:

Este tipo de enfermedad se manifiesta principalmente por un aumento en la resistencia de las vías aéreas. Esto puede ser consecuencia de un aumento en las secreciones bronquiales, broncoespasmo o pérdida de la integridad de los bronquiolos, lo que se traducirá en una reducción del flujo de aire en la

inspiración y en la respiración. Entre las causas más importantes de enfermedad obstructiva, tenemos: 1) Bronquiolitis, 2) Bronquitis crónica, 3) Asma Bronquial, 4) Enfisema Pulmonar, 5) Fibrosis Quística, 6) Bronquiectasias. Se ha demostrado clínicamente que cuando la obstrucción de las vías aéreas se hace crónica, el resultado es atrapamiento aéreo distal al sitio de obstrucción, que conduce a hiperinflación pulmonar. En la enfermedad pulmonar obstructiva veremos un aumento en la capacidad funcional residual y en el volumen residual.

2.2. ENFERMEDAD PULMONAR RESTRICTIVA:

Este tipo de enfermedad se manifiesta por una disminución en la distensibilidad de la caja torácica, esto puede ser causado por: 1) Ciloescoliosis, 2) Exclerodermia, 3) Fibrotórax, 4) Trauma e intervención quirúrgica del tórax, 5) Distensión abdominal y obesidad, 6) Infiltración masiva pulmonar.

En general cualquier anomalía pulmonar que reduzca la distensión de la pared torácica provocará una reducción de los volúmenes y capacidad pulmonares. Todos estos cambios en la mecánica de la respiración se pueden evaluar con las pruebas funcionales respiratorias, que se dividen en:

2.2.1. PRUEBAS PARA MEDIR PROPIEDADES COMO:

- a. Volúmenes pulmonares
- b. Capacidades pulmonares
- c. Flujo espiratorio
- d. Distensibilidad y resistencia pulmonar.

2.2.2. PRUEBAS PARA MEDIR LA EFICIENCIA DE LA DIFUSION.

2.2.3. PRUEBAS PARA MEDIR EL CONSUMO DE OXIGENO.

2.2.4. PRUEBAS PARA MEDIR EL COCIENTE RESPIRATORIO.

3. PRUEBAS PARA MEDIR VOLUMENES Y CAPACIDADES:

El equipo básico para medir estos parámetros, es el registro del aire espirado con un esfuerzo máximo, a partir de una inspiración completa produce un trazado que se denomina espirograma espiratorio forzado, en el cual se relacionan los volúmenes espirados con la unidad de tiempo. Su forma depende del conjunto de fuerzas que intervienen en la ventilación pulmonar y su análisis da información apropiada del tipo de alteración de la mecánica respiratoria que afecta al paciente. Con el espirometro se pueden medir los volúmenes y capacidades siguientes.

(12)

3.1. VOLUMENES CORRIENTES O PERIODICOS:

Es el volumen de gas que se intercambia sin esfuerzos con cada respiración, el que puede medirse directamente. En pacientes con problemas de tipo restrictivo este volumen se ve reducido y la frecuencia respiratoria aumenta.

3.2. VOLUMEN ESPIRATORIO DE RESERVA (VER):

Esta prueba se hace con una espirometría básica y consiste en el volumen de gas que puede expulsarse de los pulmones después una exhalación normal. Este se ve disminuido en todas aquellas situaciones que conlleva un aumento de la presión intraabdominal.

3.3. VOLUMEN INSPIRATORIO DE RESERVA (VIR)

Es la máxima cantidad de gas que se puede inspirar desde el final de la inspiración normal.

3.4 CAPACIDAD VITAL (CV)

Se define como el máximo volúmen de gas que se puede inspirar después de haber expirado al máximo, se puede decir también que la capacidad vital es la suma de VIR + CV + VER.

La CV puede variar hasta un 20% de sus valores esperados para un individuo normal, sin tener ningún problema; la CV puede verse disminuída en las siguientes situaciones: 1) Cancer del pulmón, 2) Neumonía, 3) Atelectasias, 4) Edema pulmonar, 5) Congestión pulmonar, 6) Pérdida de tejido pulmonar y 7) Cirugía Abdominal.

Existen una larga lista de causa que pueden disminuir la CV, las anteriores son sólo alguna de ellas.

3.5. CAPACIDAD INSPIRATORIA (CIR):

Es el máximo volúmen que se puede inspirar después de una inhalación normal.

3.6. CAPACIDAD FUNCIONAL RESIDUAL (CFR) Y VOLUMEN RESIDUAL (VR):

La CFR es el volúmen de gas que se queda dentro de los pulmones después de haber exhalado normalmente, sin esfuerzo, el VR es el volúmen de gas que se queda dentro de los pulmones después de haber hecho una exhalación máxima. Estos volúmenes no pueden medirse directamente, por lo que se utilizan métodos para medirlos.

3.6.1. DILUCION DE HELIO POR CIRCUITO CERRADO.

3.6.2. ELIMINACION DE NITROGENO POR CIRCUITO ABIERTO

3.6.3. Y PLETISMOGRAFIA CORPORAL.

3.7. CAPACIDAD PULMONAR TOTAL (CPT)

Es el volúmen total de gas dentro de los pulmones después de una inspiración máxima, ésta puede calcularse sumando la CV + VR.

4. PRUEBAS PARA MEDIR EL FLUJO RESPIRATORIO PULMONAR:

Estas pruebas están basadas en esfuerzos e intervalos de tiempo, por eso se les llama pruebas pulmonares.

4.1. CAPACIDAD VITAL FORZADA (CVF)

Es la más simple y más común, el volúmen de gas que se puede exhalar lo más rápido y forzadamente posible, después de haber inspirado al máximo. La CVF normalmente es igual a la CV sin esfuerzo, a menos que exista enfermedad pulmonar crónica, entonces se verá una disminución de la CVF en relación a la CV.

4.2. VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO MEDIDO EN TIEMPO (VEF)

Es el volúmen de gas que se exhala forzadamente durante la maniobra de la CVF, el cual se mide diferentes intervalos de tiempo; el más usado es el de un segundo (VEF 1).

Lo que se esta midiendo es el flujo respiratorio pulmonar, en las enfermedades obstructivas como el asma bronquial, la CV puede ser normal, pero el VEF esta reducido. Se ha utilizado una relación entre $VEF\ 1/CVF \times 100$. Se dice que individuos normales tienen entre un 78-83% de $VEF\ 1/CVF \times 100$.

La disminución de este porcentaje se debe a problemas de tipo obstructivo, mientras que en aquellas con problemas restrictivos, esta relación aumenta.

4.3. FLUJO AEREO ESPIRATORIO FORZADO 25-75% (FEM.25-75%)

Es la medida del flujo de aire durante la mitad dle volúmen espiratorio forzado. Se llama también flujo aéreo máximo a mitad de la espiración (FEMM). Esta prueba indica el estado de las vía respiratoria pequeña o distales por lo tanto si el flujo de aire se encuentra reducido en esta prueba (normal 4,5, lts/min), indica el inicio de un proceso obstructivo (1,3,5,10).

5. ESPIROMETRIA:

Es un método sencillo mediante el cual la mayor parte de volúmenes y capacidades pulmonares puede ser medida, es espirometría. Un espirometro típico y de los más sencillos, consiste en un tambor invertido sobre una camara de agua, equilibrado por un peso en el interior del tambor se produce una mezcla de gases respiratorios generalmente aire-oxígeno, con un tubo que conecta la boca a la camara de gases. Al respirar hacia adentro de la camara, el tambor sube afectuándose en algunos espirometrias, un trazado en otro tambor, y en otros se hacen las mediciones mediante relojes.

El aire exhalado de los pulmones entra al espirómetro a la temperatura ambiental que es menor que la temperatura corporal por lo cual, de acuerdo con la ley de Charles (establece que el volúmen de un gas es proporcional a la temperatura) Ocupa un volúmen menor, dicho de otra manera, el mismo número de moléculas de aire ocupa un volúmen mayor en el cuerpo que en el espirómetro por lo cual para que los volúmenes obtenidos sean comparables de un sitio a otro se ha convenido en expresarlos con el volúmen que ocupa a la temperatura del cuerpo o sea a 37°C. Cuando los volúmenes se llevan al volúmen que ocuparían a la temperatura del cuerpo se clasifican con la sigla BTPS (convención derivada del inglés: Body: cuerpo, temperature: Temperatura, Pressure: presión, Saturated: saturación con vapor

de agua.) Si se expresa como el volúmen medido en el espirómetro sin corrección se clasifican con la sigla ATPS (a por ambiente). para convertir volúmenes BTPS se multiplican por un factor dependiente de la temperatura de la presión ambiental, que como es sabido depende de la altura sobre el nivel del mar. Generalmente los volúmenes BTPS son por ciento más altos que los volúmenes ATPS. Los valores espirométricos dependen de la edad, el sexo y la estatura del paciente, entre otros. (4,6,12,13)

POTENCIAL GEOTERMoeLECTRICO DE GUATEMALA

HISTORIA:

Los estudios de explotación y desarrollo geotérmico, en la república de Guatemala los ha llevado a cabo, de manera exclusiva el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) a través de la Unidad de Desarrollo Geotérmico con el propósito de aprovechar este recurso natural, como energía base para generar electricidad. Desde 1972, se han efectuado estudios geocientíficos de reconocimiento a nivel regional en 13 áreas localizadas en las provincias volcánicas del país, así como los estudios de prefactibilidad en las áreas geotérmicas de Moyuta, Zunil, Tecuamburro, Amatitlán y San Marcos. Por otro lado en el área geotérmico de Zunil en el Departamento de Quetzaltenango se han realizado los estudios a nivel de factibilidad, teniéndose programado que a finales de 1994 quede instalada la primera planta geotermoelectrica de 15 MW, que opere en el país, así como el haber completado los estudios de factibilidad para la segunda planta en el campo de Amatitlán estimándose la puesta en operación de la segunda planta en 1999. También en Zunil I en convenio de cooperación técnica de INDE y el laboratorio Nacional Los Alamos LANL se ha construido una planta deshidratadora de productos agrícolas, con propósito de demostrar el uso del calor directo aprovechando el vapor que produce el pozo exploratorio de diametro reducido Z-11, en el mismo campo.

Guatemala aproximadamente tiene una extensión territorial de 108,000 Km² y una población cercana a la 10 millones de habitantes. Gran parte de la actual generación eléctrica es hidroeléctrica. Completándose con plantas de vapor y de gas lo que implica la importancia de hidrocarburos.

El desarrollo de diferentes alternativas incluyendo la energía geotérmica, ha recibido especial atención durante los últimos años con el propósito de cubrir la demanda de energía eléctrica que para 1995 se tiene proyectada que sea alrededor de 3500 GWH.

ESTUDIO Y ACTIVIDADES DE DESARROLLO EN LAS DIFERENTES AREAS GEOTERMICAS.

Guatemala se encuentra en el punto de una triple conjunción de placas tectónicas, a saber: placa de Norteamérica, la del Caribe y la de Coco. La zona de subducción de la placa del Coco, ha dado lugar a la cadena volcánica de Centro América. El territorio de Guatemala ha sido dividido en cuatro provincias fisiográficas, a saber: planicie costera, cadena volcánica, cordillera central y las tierras bajas del Petén.

AREA GEOTERMICA DE MOYUTA - Jutiapa:

Los primeros estudios se comenzaron a realizar en 1972 en una área de + 1000 Km., de los que se seleccionaron 300 Km. para estudio de prefactibilidad contratándose a la Compañía ELC-ELECTROCONSULT, a partir de 1975, para evaluar los estudios realizados por el INDE. Datos obtenidos de los análisis químicos no se puede estimar la temperatura del probable yacimiento, sin embargo los análisis de gases indicaron temperatura del orden de los 200 °C.

El estudio resultado de la correlación de los geocientíficos juntamente con la perforación de 12 pozos exploratorios individualizaron una anomalía de + 10 Km. con un gradiente

térmico mayor de 2.5 °C/10 m. Los resultados mencionados hicieron suponer un modelo del sistema hidrotermal, en el cual se perforaron 2 pozos exploratorios de diámetros comercial a profundidades de 797 y 1000 mts. y una temperatura máxima de 114°C.

Los resultados anteriores no son determinantes para abandonar los estudios por completo, debiéndose realizar investigaciones adicionales (se suspendieron en marzo de 1976 para pasar a estudiar Zunil).

AREA DE AMATITLAN - Guatemala:

Las primeras investigaciones las realizó la Unidad de Desarrollo Geotérmico, suspendiéndose temporalmente, reanudándose en forma sistemática a nivel de prefactibilidad en 1980, cubriendo un área de + 170 Km., las temperaturas deducidas en el yacimiento por los geotermómetros en el yacimiento son del orden de 230°C.

A la fecha se han perforado 10 pozos exploratorios de diámetro reducido por parte de la unidad y 2 por contrato con la compañía Perforadora Latina. Las temperaturas máximas medidas al fondo de los pozos son: AM-2 a 490 mts. se tiene 174°C., AM-7 a 463 mts. 180°C. y en los pozos AM-10 y AM-11 a 200 y 500 mts. respectivamente, de 170°C.

En enero de 1989 se contrataron los servicios de consultoría de la compañía ELC-ELECTROCONSULT para realizar los estudios de prefactibilidad la cual reinterpreto las investigaciones geocientíficas realizadas por las unidades, incluyendo estudios adicionales con el objeto de completar los estudios prefactibilidad y elaborar el informe final; habiéndose contratado, a su vez los estudios de factibilidad de la segunda planta geotérmica que se estima tendrá una potencia entre 30 y 55 MW.

AREA GEOTERMICA DE ZUNIL - Quetzaltenango:

Los primeros estudios se realizaron entre 1973 y 1977 con

la asistencia del Gobierno del Japón y a partir de 1977 el INDE hizo los estudios geocientíficos en un área de + 300 Km. con el propósito de llevarlo a nivel de prefactibilidad, perforando 10 pozos de diámetro reducido, encontrando una temperatura máxima de 257°C. a 646 mts. de profundidad en el pozo Z-2.

De los resultados obtenidos se seleccionó un área de 4 Km². para realizar estudios a nivel de factibilidad, definiéndose como Zunil I. Entre marzo de 1980 y octubre del 81 se perforaron 6 pozos exploratorios profundos, para la evaluación del campo y la factibilidad de la instalación de una planta geotermoeléctrica. Los registros y pruebas de los pozos han indicado que la fuente de calor esta localizada al oeste de los pozos XCO-5 y ZCO-6 (288°C). De los 4 pozos productores el vapor separado a 8 bar tiene un flujo comprendido entre 5 y 10 Kg/s y pueden producir alrededor de 11.5 MW. Actualmente se ha podido determinar que en Zunil I existe un potencial de por lo menos 15 MW. para un tiempo de vida de 20 años, a la fecha se esta perforando el tercer pozo adicional por la Compañía Perfensa S.A. y se está diseñando la planta geotermoeléctrica, por parte de la Compañía MK-PERGUSON MORRISON KNU DSEN- CORDON y MERIDA la cual se espera poner en operación en 1994.

AREA GEOTERMICA DE TECUAMBURRO - Santa Rosa:

Como resultado del levantamiento regional en toda la república de Guatemala, al sureste del país en el Departamento de Santa Rosa en las faldas del volcán de Tecuamburro se encuentra al campo geotérmico del mismo nombre, al cual la unidad de Desarrollo Geotérmico realizó estudios preliminares los cuales incluyeron geovulcanología, geoquímica y geofísica (magnetometría, gravimetría y geoelectrica).

A partir de 1988 con fondos de ROCAP-AID se obtuvo ayuda técnica del Laboratorio Nacional Los Alamos LANL, habiéndose realizado estudios geocientíficos complementarios, determinando la probable existencia de un yacimiento con una temperatura

de + 300°C. y con el objeto de correlacionar los estudios realizados, LANL contrato los servicios de la Compañía SWISSBORING para perforar el primer pozo exploratorio de diámetro reducido, midiéndose una temperatura de 235°C a 798 mts. éste fué perforado en el flanco Norte del complejo volcánico de Tecumaburro, 300 mts. al Sur del crater fréatico que actualmente lo ocupa la Laguna de Ixpaco. Es importante entre alcanzar la profundidad antes mencionada, no se registraron indicios. Dando muy buenas indicaciones de la existencia de un yacimiento.

AREA GEOTERMICA DE SAN MARCOS:

El área geotérmica de San Marcos se encuentra localizado dentro de la provincia volcánica al Oeste de la ciudad capital en el Departamento del mismo nombre y colindando con la república de México.

Esta zona presenta una estructura compleja de amplitud considerable y desde el punto de vista volcánico hay una importante erupción seguida por la aparición de domos recientes en la periferia de la caldera, con actividad hidrotermal. Esta zona se caracteriza por una pluviosidad importante.

De acuerdo a los resultados de los estudios de reconocimiento regional (INDE, OLADE y BRGM en 1981), la unidad de Desarrollo Geotérmico realizó estudios preliminares de geovulcanización, geoquímico y un levantamiento geoelectrico preliminar. Actualmente se continúan los estudios adicionales de geofísica.

Asimismo se continúa el estudio de prefactibilidad de Zunil II, por parte de la Compañía Japonesa WEST-JEC; confirmándose con eso, los estudios de factibilidad en el campo de geotérmico de Amatitlán, contratándose para esta etapa de la Compañía WEST-JEC, para lo cual se perforaron 4 pozos exploratorios profundos, contratándose a su vez la Compañía Perfesa, las que continuarán sus operaciones en marzo de 1992.

PERFORACION DE POZOS:

La perforación para la obtención de vapor y agua caliente, al igual que la explotación, es una importante rama de la tecnología en la búsqueda de generación eléctrica y sus derivados en los campos geotérmicos. Las profundidades de perforación varían generalmente considerando la variedad de equipo de perforación se puede, por analogía considerar como la instalación de una fábrica una planta manufacturera diseñada para fabricar un producto, la técnica más utilizada en la perforación de pozos geotérmicos se conoce como perforación convencional con sistema de lodos bentoníticos o rotarin.

Los pozos de nuestro medio se construyen en función de la profundidad en la que se espera encontrar la zona de producción (reservorio geotérmico) por lo que el diseño más usado es: contrapozos 3 x 3 de lado x 3 de fondo) tubos conductores de 20" de diámetro a una profundidad de + 11.00 mts. posteriormente + 30 mts. de tubería de revestimiento del mismo diámetro, luego a una profundidad de 300 mts. tubería de revestimiento de 133/8 de diámetro, por último tubería de 9 5/8" de diámetro a una profundidad de + 1000 mts. toda la tubería antes mencionada se deja debidamente cementada, dado que eso es el alma del pozo; es decir, de ello depende la vida útil del mismo; además de evitar accidentes, ej: por hundimiento del mismo, colapso etc.

Para la producción del vapor encontrado, se coloca tubería ranurada de revestimiento de diámetro + 7" ó 7 5/8 a la profundidad a la que se encuentra el pozo + 150°C. mts. de profundidad.

PERFORACION ROTATORIA:

Los métodos y el equipo que se utiliza normalmente para la perforación geotérmico básicamente no difiere de los usados para la substracción de petróleo o de gas natural; pero las formaciones de roca están sometidas a diferentes temperaturas que

PREVENTORES:

Para el caso que ocurra un reventón o explosión de naturaleza espontánea, durante la perforación, se instalan dos dispositivos de seguridad; los cuales pueden cerrarse casi instantáneamente ya sea en forma manual o por medio de airea comprimido.

TIEMPO DE PERFORACION:

La velocidad de avance esta determinada, por factores como la dureza de la roca, la facilidad de acceso al sitio, la potencia y la eficiencia del equipo de perforación, la cantidad de tubería de ademe que se requiere, el diámetro del pozo. La velocidad real de penetración depende del peso soporte por la barrena y de la velocidad de rotación.

CONTRATIEMPO:

Puede ocurrir muchas razones de contratiempo durante y después de la perforación, tales como descontrol del pozo, atascamiento de la tubería de perforación, abertura de una punta de la tubería de perforación, o la rotura de un collarín de perforación, colapso de la tubería de ademe, rotura de los coples de la tubería de ademe, ruptura de la tubería de ademe, etcétera. (2,9)

ESPACIAMIENTO DE POZOS:

No es posible establecer una regla inflexible en relación con el distanciamiento de los pozos. La interferencia mutua de los pozos es en gran parte fortuita y depende de los patrones aleatorios de fisuramiento dentro del acuífero. Se sugiere un espaciamiento empirico entre de 100 m. para pozos de 600 m. de profundidad. (2,9)

las plantas termoeléctricas que utilizan para la combustión fósiles y en la industria Hoyse cuenta ya con abrumadores pruebas de que diversos contaminantes afectan y siguen dañando la vida en este planeta tal como la conocemos. La evidencias médica de los efectos nocivos de contaminantes diversos, aumenta día a día. Además del daño que la contaminación del aire ocasiona en los seres vivos.

ACIDO SULFHIDRICO

El sulfuro de hidrógeno gaseoso disuelto en agua pertenece a acidos binarios que son sustancias que contienen dos elementos, su raíz es Sulf, la terminación es hídrica, su nombre es ácido sulfhídrico. Ahora para nombrar un ácido binario, se determina la raíz utilizada para saber que elemento está combinado con el hidrógeno, su fórmula es H_2S , tienen basicidad creciente y acidez decreciente. (16)

Cuando se tiene una planta termoeléctrica, el cambio que siguen los gases esta influenciado tanto por las condiciones de operación (presión y temperatura) como por el tipo de condensador y equipo extrator de gases utilizados habiéndose determinado que cuando se emplean condensadores de contacto directo aproximadamente el 43% de los gases sale disuelto en el agua de enfriamiento mientras que si el condensador es del tipo de superficie este valor se disminuye a menor del 10%, (7)

De la tabla No. 1 puede observarse que el mayor constituyente de los gases incondensables es el CO_2 y que de todos ellos el único que realmente representa un riesgo de contaminación es el H_2S por lo cual en la siguiente sección se mencionaran algunos de los efectos que se derivan a diferentes concentraciones, así como los límites de concentración establecidos en las normas, ver Tabla No. 2.

La atención que se le ha dado al H_2S como contaminante, se explica principalmente por su olor característico y no tanto

por evaluaciones del efecto que tienen en la salud del ser humano. (7)

Se listan los efectos en el hombre para distintas concentraciones de ácido sulfhídrico en la atmósfera, ver Tabla No. 2.

Debe considerarse que el ácido sulfhídrico es 17.5% más pesado que el aire por lo que puede acumularse en los puntos bajos con ventilación inadecuada en áreas exteriores a la planta puede alcanzar vegetación y acelerar la corrosión de metales, pintura y otros recubrimientos así como un equipo de comunicación. (7). Respecto a las normas sobre contaminación del aire generalmente éstas incluyen los siguientes compuestos: partículas, dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, hidrocarburos, oxidantes petroquímicos y monóxido de carbono, no apareciendo el ácido sulfhídrico. Sin embargo en el Estado de California, E.E.U.U. se ha establecido el límite de 0.03 ppm de ácido sulfhídrico en promedio para una exposición continua de una hora y en Nuevo México la concentración de ácido sulfhídrico permisible es de 0.003 ppm. valores ambos que se establecieron por el olor más que por su efecto en la salud. Se recomienda que por su exposición continua, el valor límite de la concentración de ácido sulfhídrico sea como máximo de 10 ppm. lo cual nos conduce a una emisión de 0.3 Kg/MWH en plantas geotermoeléctricas. Aunque no existen normas oficiales sobre la emisión de ácido sulfhídrico a la atmósfera en las diferentes plantas se han empleado métodos para reducir emisiones algunas de las cuales se mencionan, (2,7)

PROCESOS DE ELIMINACION DEL H_2S :

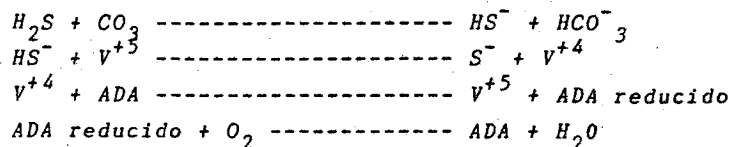
Existen procesos múltiples para la eliminación del ácido sulfhídrico en fase gaseoso, pero sólo algunos de ellos han demostrado ser eficientes a escala comercial, destacando los siguientes:

1. Proceso Stretford

2. Proceso E.I.C.
3. Proceso de Combustión

PROCESO STRETFORD:

Este proceso fue desarrollado en Inglaterra para el abastecimiento del ácido sulfhídrico contenido en los efluentes gaseosos de plantas petroquímicas e industriales teniéndose una capacidad de manejo de 70 ton/día de ácido sulfhídrico de un flujo de 225,000 m/h de gases. Se ha comprobado que con este proceso se tienen grandes eficiencias y confiabilidad llegando a eliminación hasta el 99% del ácido sulfhídrico que entra al sistema. En las plantas geotermoeléctricas que tienen condensadores de superficie se facilita el empleo de este proceso de abastecimiento del ácido sulfhídrico. El proceso consiste en tratar los gases incondensables con una solución que contienen carbonato de sodio, ácidos antraquinondisulfónico (ADA) y metavanadato de sodio propiciando el tacto en una torre absorbidora la cual descarga los gases con un contenido de aproximadamente un ppm. de ácido sulfhídrico y una solución que se envía a un tanque de oxidación donde se regenera el ADA con una corriente de aire y se hace flotar el azufre resultante. La solución regenerada, es recirculada al sistema de absorción mientras que el azufre resultante. La solución regenerada, es recirculada al sistema de absorción mientras que el azufre es secado y almacenado para su posterior comercialización. Las reacciones que se realizan son las siguientes:



Siendo el siguiente resultado neto el cambio del ácido asulfhídrico contenido en el torrente gaseoso a azufre elemental

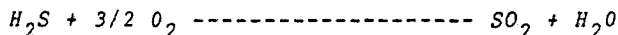
que precipita y la regeneración de los reactivos de la solución originariamente empleada en la torre de absorción.

PROCESO E. I. C.:

Este proceso fue desarrollado por la organización E. I. C. actualmente laboratorios, Incorporated, bajo el auspicio del Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norteamérica (DOE). Consiste en el lavado del vapor, antes de su ingreso a la tubería, empleada una solución de sulfato de cobre eliminándose el ácido sulfhídrico, el NH_3 y el H_3BO_3 el formarse sulfuro de cobre sólido y una solución acuosa de sulfato de amonio, ácido sulfúrico y ácido bórico. Este proceso ha demostrado ser confiable y con él se ha obtenido eficiencia de remoción del ácido sulfhídrico superiores al 97% y del NH_3 y H_3BO_3 hasta el 80%. La principal desventaja es la posibilidad de que se presenta arrastre de partículas ácidas y de azufre gaseoso hacia los alabes de la turbina.

PROCESO DE COMBUSTION:

La combustión del ácido sulfhídrico es un proceso ampliamente aplicado en plantas petroquímicas y la reacción que se realizan es la siguiente:



Este proceso es muy simple; sin embargo, la alta concentración de gases inertes en el efluente de los condensadores de plantas geotermoeléctricas, que generalmente llega a superar el 50% conduciendo al resultado de que la constante de equilibrio es mayor a la unidad y la energía de formación es negativa, lo cual significa que para efectuar la combustión es necesario aportar energía mediante un combustible adicional. Empleando este procedimiento de eliminación del ácido sulfhídrico su efi-

ciencia superior al 90% y aunque implica un gasto de combustión resulta más económico que lo anteriores.

TABLA No. 1

ANALISIS QUIMICO DEL VAPOR GEOTERMICO EN CAMPOS
EN EXPLOTACION

PLANTA	HATCHOBARU	AHUACHAPAN	KRAFCLA	MAK BAN
COMPUESTO				
(% EN PESO)				
CO ₂	96.0	94	83.52	91
H ₂ S	1.1	6	15.37	6.6
N ₂				
N ₂	0.32			
O ₂		0.2		
CH ₄	0/32	0.2	1.0	1.0

NOTA: Referencia Bibliografica No. 7.

TABLA No. 2

EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL H_2S

CONCENTRACION		EFECTOS
Mg/m ³	ppm.	
40	0.03	Límite de percepción olor distintivo, puede causar náusea o dolor de cabeza.
440	0.33	
3600-7067	2.17-5.3	Olor característico ofensivo y moderadamente intenso, produce fatiga.
26667-44000	20-33	Límite para exposiciones no mayor de 8 horas, olor intenso pero tolerable.
13330	100	Puede causar pérdida del sentido del olfato en pocos minutos. Irritación de ojos y fotofobia después de varias horas.
280000	210	Atrofia el sentido del olfato, lastima ojos y garganta, posiblemente a las 48 horas.
300000-500000	275-375	Irritación de ojos, después de 30 minutos produce efectos como disnea, hemorragia y muerte después de 48 horas.
500000-700000	375-525	Después de 4 horas produce hemorragia y muerte a las 8 horas.
889330	667	Causa la muerte rápidamente debido a parálisis respiratoria.
1000000	750	virtualmente no hay sensación de olor, la muerte ocurre rápidamente. (7)
20000 ppb.		Concentración típica de H_2S a la que comienza irritación de los pulmones. (2)

VI. METODOLOGIA

A. TIPO DE ESTUDIO:

El presente trabajo se clasificó como observacional descriptivo de acuerdo a la ubicación, tiempo de estudio y la importancia de la investigación según la profundidad de datos.

B. TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Se estudio a la totalidad de la población que incluyó a todos los trabajadores que realizan dicha exploración en el campo geotérmico de Amatitlán desde hace más de tres años; excepto dos trabajadores por encontrarse en otro campo geotérmico.

C. PROCEDIMIENTO:

Se utilizó una boleta de recolección de datos generales y espirometricos de cada paciente, incluyéndose dentro de esta las siguientes variables: sexo, edad, peso, talla, origen/residencia, historia clínica que se subdivide (fuma, fatiga, tos, enfermedad anterior respiratoria); historia laboral (tiempo de laborar, cargo que desempeña, algún efectode su salud, vive cerca del campo, utilizan algún medio de protección); y las pruebas pulmonares entre ellas la capacidad vital, VEF 1, VEF 1/CV, FEEM 25-75% además de una carta de aceptación a participar en la investigación.

Del grupo de veinte y ocho trabajadorestse formaron en subgrupos de cinco pacientes; se les dió una explicación verbal sobre el objetivo general de la investigación; después de haber llenado su carta de aceptación para participar voluntariamente en la misma. Se lleno la boleta de recolección de datos; luego se sometieron a la realización de las pruebas funcionales pulmonares mediante el espirómetro marca Collins en la unidad de Neu-

mología del Hospital Roosevelt. Con este método, es factible medir la CV y los volúmenes espiratorios lo cual se puede medir en fracciones de tiempo.

Estos índices son útiles para determinar problemas pulmonares con respecto a la obstrucción de las vías aéreas, y se hace midiendo la capacidad vital en el tiempo, porcentaje del total que puede espirarse en uno, dos o tres segundos y el volumen de aire espiratorio en el primer segundo y el volumen espiratorio forzado durante la primera mitad de la inspiración, la intensidad máxima del flujo a la mitad de la espiración (VEF 1-VEF-25-VEF-75).

Estos datos nos indicarían aproximadamente a que nivel de la vía respiratoria puede esperarse la patología, VEF 1 sería a nivel de vías mayores y las otros a nivel de vías menores.

EL VEF-25, nos indica el volumen de aire espirado, o el 25% del total de la capacidad vital forzada. El VEF-75, registra el 75% del aire espirado de una capacidad vital forzada. Estos datos se pueden traducir a diferentes curvas que nos darán gráficas que dependiendo de la patología pulmonar van a variar según sean problemas de tipo obstructivo, restrictivo o mixto.

D. VARIABLES:

a. PATRON OBSTRUCTIVO:

Se caracteriza por la disminución del VEF 1, de las relaciones VEF 1/CV y VEF 3/CV y de los flujos espiratorios forzados, cuando el grado de obstrucción es leve el VEF 1 por ciento del normal puede estar preservado aunque la relación VEF 1/C y el FEF 25-75% estén alterados, este presenta una obstrucción vías aéreas periféricas.

b. PATRON RESTRICTIVO:

La alteración restrictiva propia de los procesos que disminuyen la distensibilidad pulmonar o del torax

o las pérdidas externas de tejido pulmonar, se caracteriza por una disminución proporcional de la CV y el VEF 1 con preservación del índice VEF 1/CV dando un trazo que parece una curva normal en miniatura. El FEF 25-75% CV puede ser normal cuando la restricción no es muy severa pero puede estar disminuyendo cuando la CV esta muy alterada sin que esta disminución indique la presencia de una alteración obstructiva concomitante. (12)

c. ALTERACIONES MIXTAS:

No es raro que coexisten alteraciones obstructivas y restrictivas en el mismo paciente, se caracteriza por una disminución de la CV que indica alteración restrictiva y del VEF, VEF 1/CV y FEF 25-75% que indican alteraciones obstructivas. El análisis de los diversos índices anteriores discutidos permiten establecer el grado de severidad de la alteración ventilatoria; la de finición propuesta por Miller que se basa en el análisis de los índices de volumen (CV) el flujo (VEF 1 complementado por el FEF 25-75%, VVM, FEM) parece satisfactorio. Debe recordarse que una caso es la severidad de la obstrucción y otra el grado de incapacidad laboral que tiene en cuenta, además del trastorno funcional, las condiciones específicas del paciente, es decir su edad, ocupación y motivación. (12)

TABLA PATRONES PULMONARES

	NORMAL	LEVE	MODERADO	SEVERO
CV	80-100%	60-80	40-60	40
VEF 1	75-100	55-75	35-55	35
FEMM 25-75%	60-100	40-60	20-40	20

NOTA: Porcentaje del valores para la edad, el sexo y la estatura.

E. MATERIALES Y METODOS:**a. RECURSOS:****1. FISICOS:**

- a. Boleta de Recolección de Datos.
- b. Carta de aceptación.
- c. Libros de textos y revistas de consulta.
- d. Equipo de la unidad de Neumología.
- e. Espirómetro marca Collins de la Unidad.
- f. Máquina de Escribir.
- g. Hojas Bons tamaño carta y lapicero.

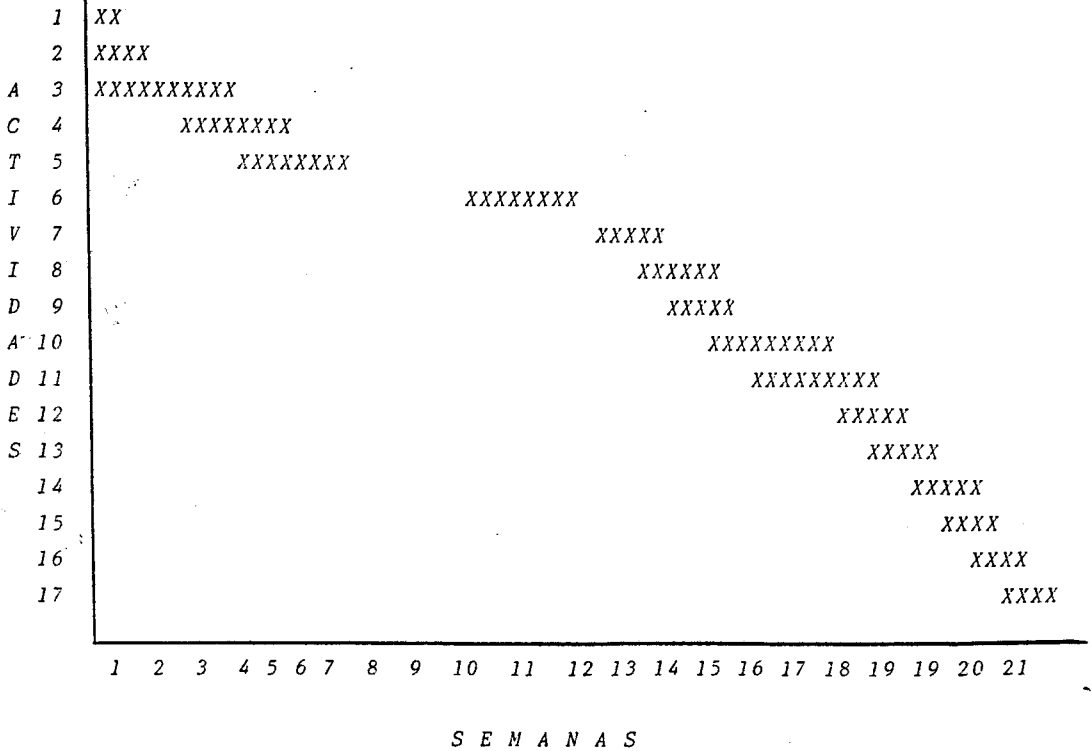
2. HUMANOS:

- Médico estudiante
- Médicos Asesores:
Médico Internista
Médico Jefe de la Unidad de Neumología.
- Médico Revisor, Catedrático de Fase II de
la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos.
- Personal Técnico de la Unidad.
- Ingenieros Jefes de la Unidad de Desarrollo
Geotérmico de Instituto Nacional de
Electrificación.
- Trabajadores del I N D E.

F. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**a. ACTIVIDADES:**

1. Selección del tema de investigación.
2. Elección del Asesor y del Revisor.
3. Recopilación del material bibliográfico.
4. Elaboración del proyecto conjuntamente con el Asesor y Revisor.
5. Aprobación del proyecto por la Junta Directiva del Instituto Nacional de Electrificación.
6. Aprobación del proyecto por el Departamento de Medicina Interna del Hospital Roosevelt.
7. Aprobación del proyecto por el Comité de Docencia e Investigación del Hospital Roosevelt.
8. Aprobación del proyecto por la Coordinación de Tesis.
9. Diseño de los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de la información.
10. Ejecución del trabajo de campo.
11. Procedimiento de los datos, elaboración de tablas y gráficas.
12. Análisis y discusión de resultados.
13. Elaboración de conclusiones, recomendaciones y resumen.
14. Presentación del informe final para correcciones.
15. Aprobación del Informe Final.
16. Impresión del informe final y trámites administrativos.
17. Examen de defensa de Tesis.

b. GRAFICA DE GANTT



VII. PRESENTACION DE RESULTADOS

CUADRO No. 1

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION
DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + SEGUN SU GRUPO ETAREO.

EDAD	No.	%
20 - 25 ã	1	3.57
26 - 30 ã	3	10.71
31 - 35 ã	3	10.71
36 - 40 ã	10	35.71
41 - 45 ã	5	17.86
46 - 50 ã	2	7.14
51 - 55 ã	-	-
56 - 60 ã	3	10.71
61 ã o mas	1	3.57
TOTAL	28	100%

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

+ Instituto Nacional de Electrificación.

CUADRO No. 2

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION
DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) DE ACUERDO A SU
RESIDENCIA HABITUAL.

RESIDENCIA	No.	%
Quetzaltenango	9	32.14
Progreso	1	3.57
Zacapa	3	10.71
Suchitepequez	1	3.57
San Marcos	1	3.57
Jalapa	1	3.57
Jutiapa	3	10.71
Chimaltenango	2	7.14
Santa Rosa	2	7.14
Quiché	3	10.71
Retalhuleu	1	3.57
Capital	1	3.57
TOTAL	28	100.00%

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

CUADRO No. 3

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + SEGUN SUS ANTECEDENTES RESPIRATORIOS.

HISTORIA CLINICA	SI		NO		TOTAL
	No.	%	No.	%	
Fuma	11	39.3	17	60.7	28
Fatiga	16	57.14	12	42.85	28
Tos	13	46.43	15	53.57	28
Enferm. Respira. ++	8	28.57	20	71.43	28

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

++: Entre ellas, Infección respiratorias agudas, bronquitis, asma bronquial.

CUADRO No. 4

FRECUENCIA DE SINTOMAS EN TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS.

SINTOMAS	No.	%
Oculares	17	60.71
Nasales	4	14.28
Dolor Garganta	5	17.86
Ruidos Respiratorios. +++	2	7.14
+++ (anormales - como sibilancias estertores).		
TOTAL	28	100%.

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

CUADRO No. 5a.

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + EN RELACION AL TIEMPO DE LABORAR.

HISTORIA LABORAL			
Tiempo Laborar	No.	%	TOTAL
5 - 10 a	5	17.85	5
11 - 15	11	39.28	11
16 - 20	9	32.14	9
21 - 25	3	10.71	3
TOTAL	28	100	28

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

CUADRO No. 5b.

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + EN RELACION AL TIEMPO DE LABORAR CON LA ALTERACION DE PRUEBAS FUNCION PULMONAR.

TIEMPO LABORAL	Alteración Pruebas Función Pulmonar		TOTAL
	SI	NO	
Menor 10 a	5	1	6
Mayor 10 a	17	5	22
TOTAL	22	6	28

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.
Ver anexo Chi-Cuadrado.

CUADRO No. 6a.

PATRONES PULMONARES ENCONTRADOS EN TRABAJADORES (INDE) +
QUE PERFORAN POZOS GEOTERMICOS CON RELACION AL
TABAQUISMO.

PATRONES PULMONARES	No.	%	FUMAN	
			SI	NO
Obstructivo	12	42.86	7	5
Restrictivo	8	28.57	4	4
Mixto	2	7.14	-	2
Normal	6	21.43	-	6
TOTAL	28	100	11	17

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

CUADRO No. 6b.

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION
DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + EN RELACION AL TABAQUISMO
CON LA ALTERACION DE SUS PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR.

FUMADORES	Alteración Pruebas Función Pulmonar		TOTAL
	SI	NO	
SI	11	-	11
NO	11	6	17
TOTAL	22	6	28

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.
Ver anexo Chi-Cuadrado.

CUADRO No. 7

DISTRIBUCION POR TIEMPO DE EXPOSICION Y PRUEBAS PULMONARES
 FUNCIONALES, DE 28 TRABAJADORES DEL INSTITUTO NACIONAL DE
 ELECTRIFICACION.

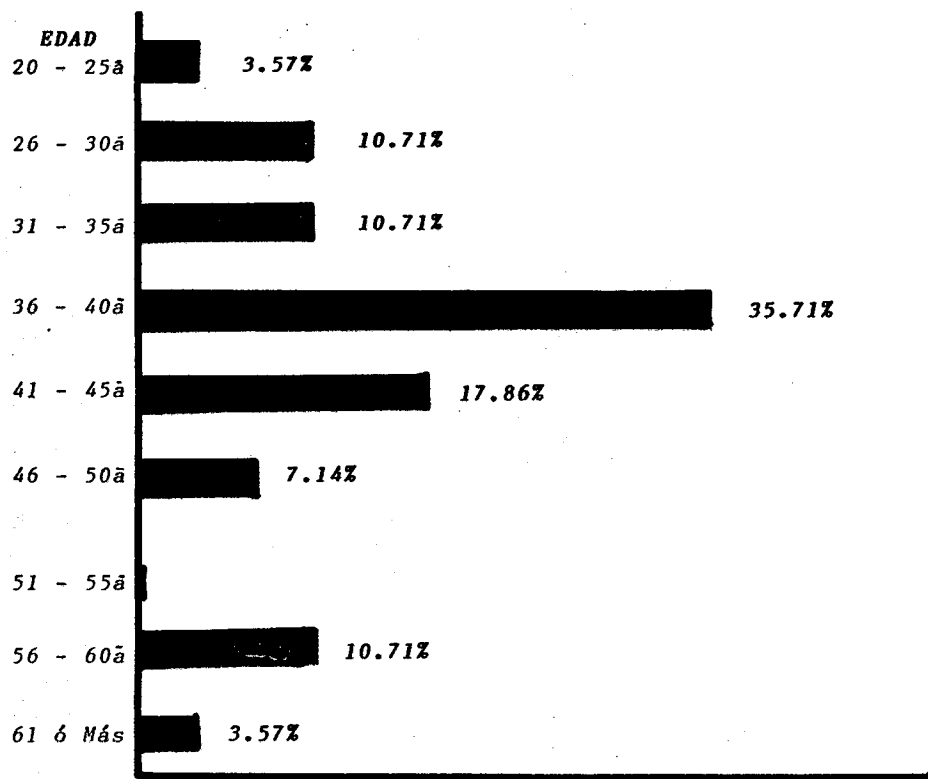
EDAD	TIEMPO EXPOSICION	PATRON PULMONAR	CV	VEF 1/CV	FEMM	FUMA	
						SI	No
24 a	7 años	Obstruc.	79%	64	59	x	
43	25	Obstruc.	84	94	12	x	
37	19	Obstruc.	95	60	57	x	
39	17	Obstruc.	96	48	54	x	
58	15	Obstruc.	82	72	59	x	
35	6	Obstruc.	100	72	59	x	
28	6	Obstruc.	81	42	31		x
40	17	Obstruc.	100	72	59	x	
44	24	Obstruc.	95	54	55		x
38	17	Obstruc.	98	93	53		x
40	12	Obstruc.	100	62	55		x
30	12	Obstruc.	99	33	39		x
35	16	Restric.	71	79	72	x	
58	2	Restric.	70	88	72	x	
39	11	Restric.	78	92	100	x	
39	5	Restric.	79	79	97	x	
41	19	Restric.	63	80	73		x
64	12	Restric.	62	94	75		x
40	17	Restric.	79	85	91		x
45	14	Restric.	75	80	66		x

EDAD	TIEMPO EXPOSICION	PATRON PULMONAR	CV	VEF 1/CV	FEMM	FUMA	
						SI	No
32	14	Mixto	78	46	46		x
40	12	Mixto	57	48	90		x
36	12	Normal	100	100	83		x
50	18	Normal	98	100	91		x
56	15	Normal	82	100	92		x
26	5	Normal	90	100	82		x
45	20	Normal	100	100	80		x
49	25	Normal	100	100	86		x

FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

GRAFICA No. 1

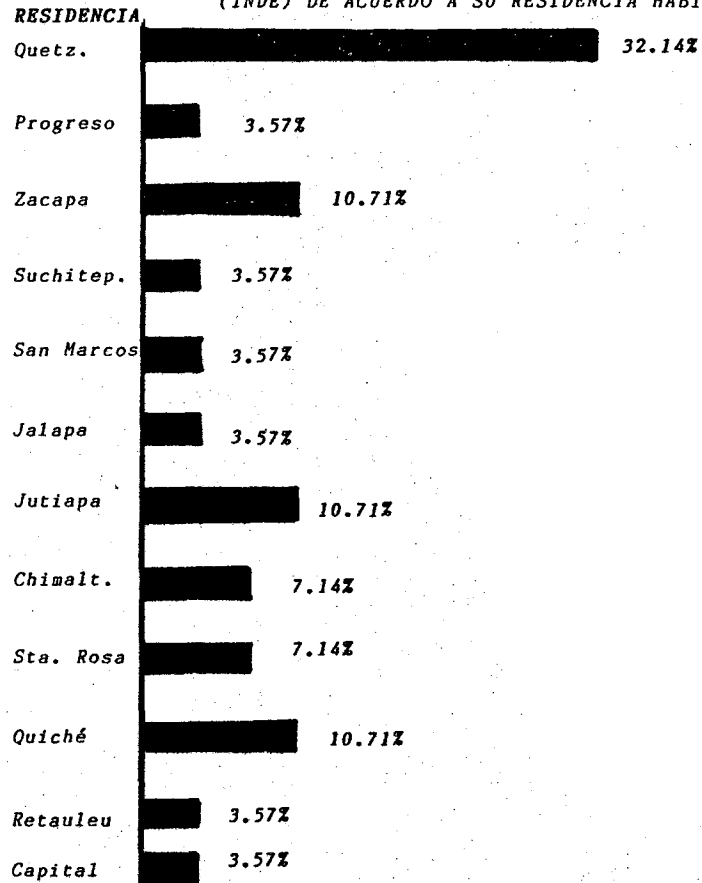
**DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE
POZOS GEOTERMICOS (INDE) SEGUN SU GRUPO ETARIO.**



FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

GRAFICA No. 2

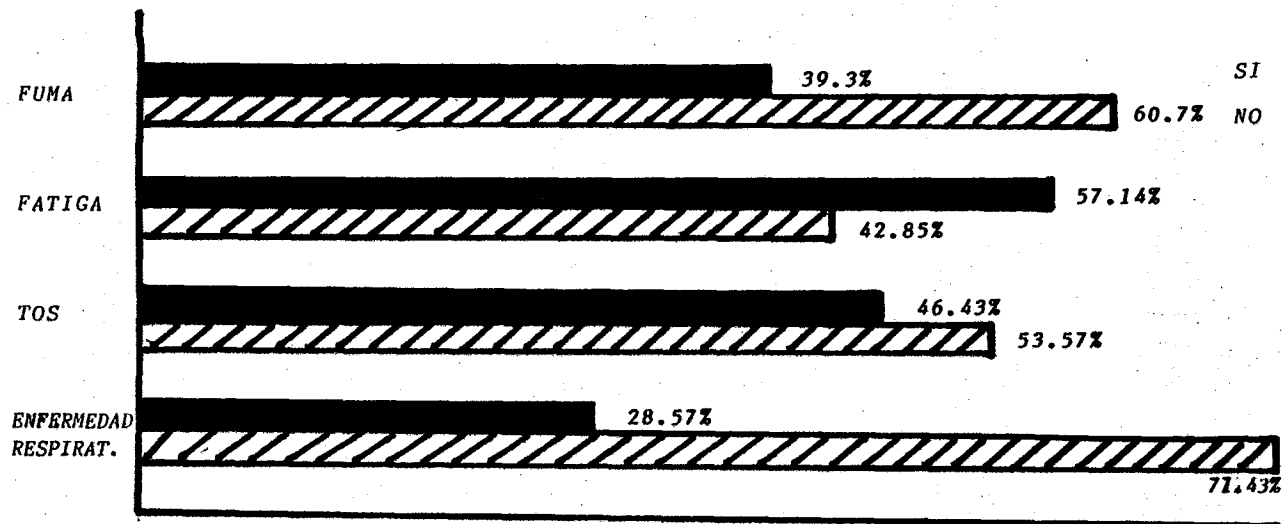
DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS
(INDE) DE ACUERDO A SU RESIDENCIA HABITUAL.



FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

GRAFICA No. 3

DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) + SEGUN SUS ANTECEDENTES RESPIRATORIOS.



FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.



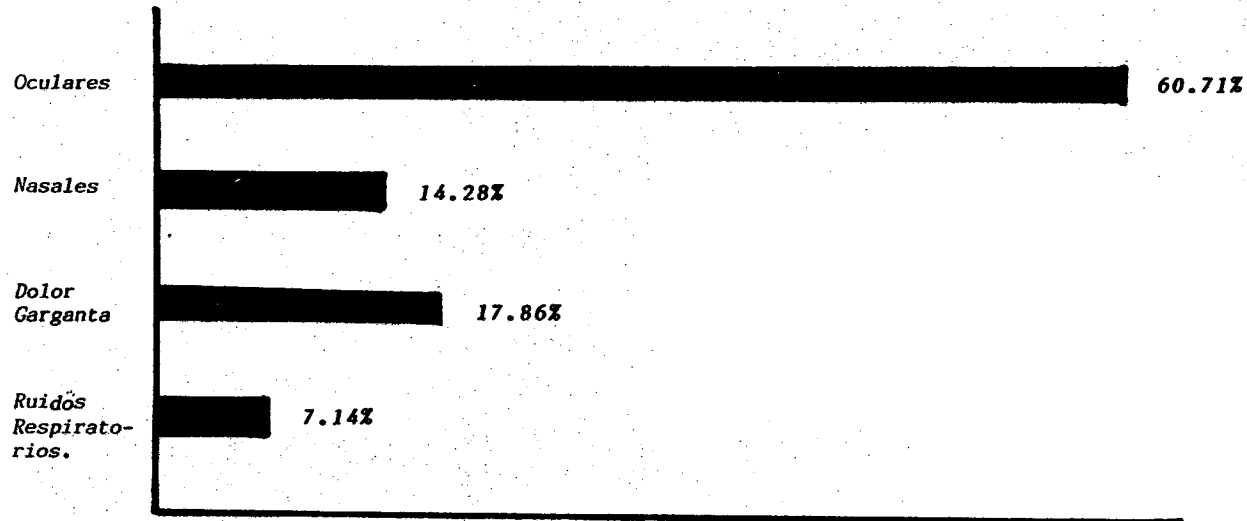
NO



SI

GRAFICA No. 4

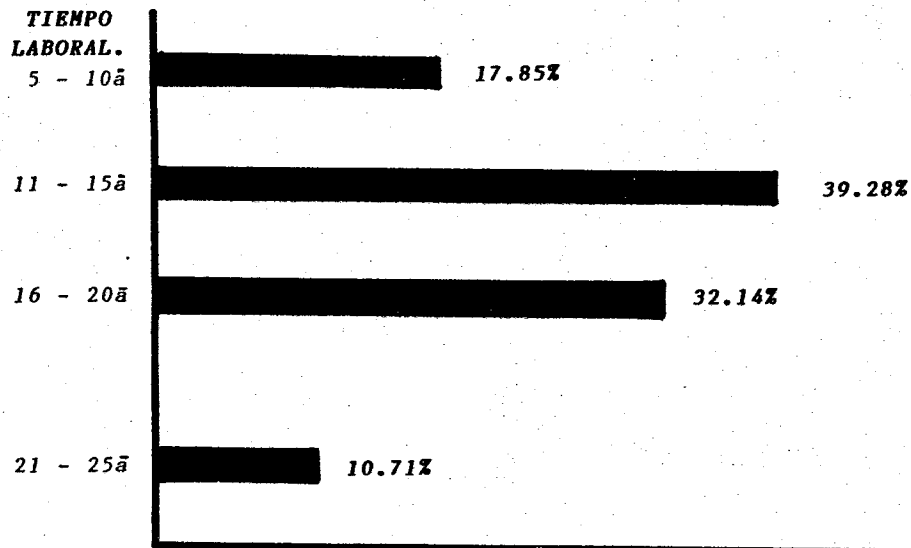
**FRECUENCIA DE SINTOMAS EN TRABAJADORES QUE LABORAN EN
PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS**



PUNTE: Boleta de Recolección de Datos.

GRAFICA No. 5a.

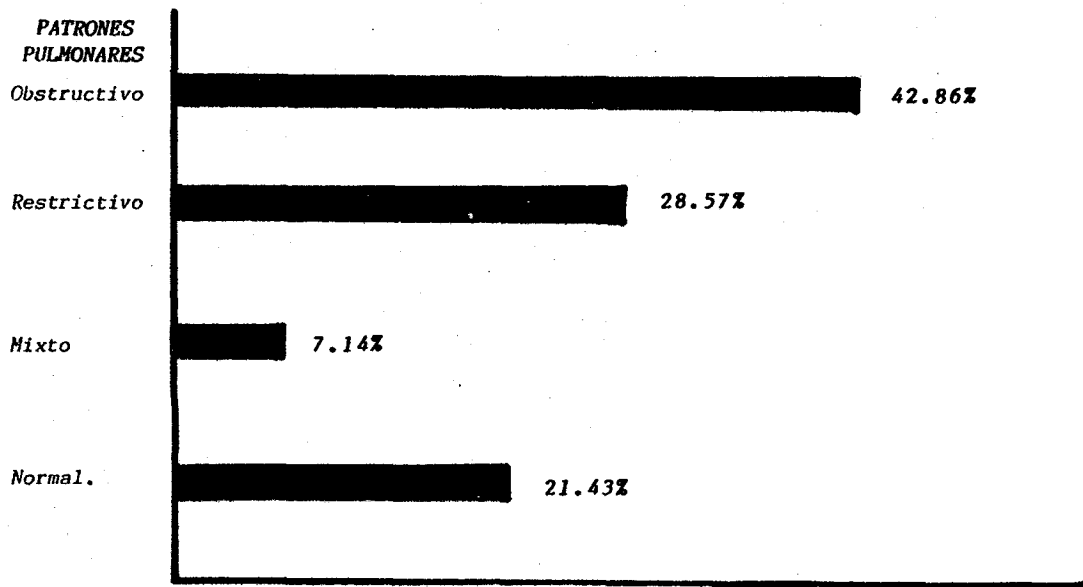
**DISTRIBUCION DE TRABAJADORES QUE LABORAN EN PERFORACION
DE POZOS GEOTERMICOS (INDE) EN RALCION AL
TIEMPO DE LABORAR.**



FUENTE: Boleta de Recolección de Datos.

GRAFICA No. 6a.

PATRONES PULMONARES ENCONTRADOS EN TRABAJADORES (INDE) +
QUE PERFORAN POZOS GEOTERMICOS CON RELACION AL TABAQUISMO.



FUENTE: Boleta de Recolección de Datos

VIII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**CUADRO No. 1:**

Se puede observar que el mayor número de pacientes está comprendido dentro del rango de 36 años a 40 años presentando un 35.71% (10 pacientes), por lo que resulta que esta variable es de poca importancia.

CUADRO No. 2:

En este cuadro se describe la distribución por residencia habitual se observa que el mayor número de pacientes son originarios de Quetzaltenango en un 32.14% (9 pacientes) y el resto provenientes de todas zonas del país; no pareciera existir un factor precipitante en este aspecto en relación al tema de estudio, más que un dato coincidente.

CUADRO No. 3:

En este cuadro encontramos que un 39.3% son trabajadores que fuman; dentro de la totalidad de los pacientes, de los cuales se describen que el 57.14% han padecido de fatiga durante este tiempo; en un 46.43% han presentado tos y un 28.5% han tenido alguna enfermedad respiratoria anterior; porcentajes casi similares en relación a los síntomas que se han presentado en los no fumadores incluso aún mayores, lo cual puede indicar los efectos de la exposición crónica al ácido sulfhídrico, correlacionando con la literatura.

CUADRO No. 4:

En este cuadro se puede demostrar un alto porcentaje de otros síntomas; principalmente oculares e especial conjuntivitis en un 60.71%; dolor de cabeza en 17.86% y transtornos nasales en 14.28% como síntoma mas frecuente, lo cual se correlacionan con lo que la literatura reporta en especial con el ácido sulfhídrico.

CUADRO No. 5a. y 5b.:

Dentro este cuadro se demuestra que el tiempo promedio que laboran los trabajadores de perforistas de pozos, un 39.28% se encuentran entre 11-15 años, en un 32.14% entre 16-20 años y un 17.85% entre 5-10 años de laborar en este mismo trabajo no existiendo un predominio absoluto en relación al tiempo de laborar para determinar mayor afección en cierto grupo. Se realizó el cuadro de correlación con el chi cuadrado, se observo que el mayor número de trabajadores esta dentro un rango de mayor de 10 años y demuestran mayor alteraciones en sus pruebas pulmonares.

CUADRO No. 6a. y 6b.:

En este cuadro de trabajadores se observa que en un 42.86% (12 pacientes) se encuentra en un patron Obstructivo, incluyendo que siete pacientes son fumadores y cinco no fuman; hay 28.57 del patrón Restrictivo, cuatro son fumadores; y cuatro no fuman; en 7.14% es un tipo Mixto que corresponde a dos pacientes, y 21.43% son de patrón normal no siendo fumadores. Se realizó el cuadro de correlación con el chi-cuadrado para comparar los fumadores con la alteraciones del patron pulmonar, se puede observar que hay un igual número de pacientes por lo que se puede decir que el tabaquismo si esta afectando.

CUADRO No. 7:

En este se presenta la población total de personas consideradas, demostrando la edad, el tiempo de laborar, el tipo de patrón pulmonar y los resultados de sus diferentes volúmenes y capacidades pulmonares y además el antecedente de tabaquismo.

Llama la atención que de los 28 trabajadores, 17 (60.71) no fuman, pero solamente 6 (35.29%) de ellos presentaron sus pruebas normales, y 11 (64.7%) presentaron algún tipo de anormalidad en sus pruebas. No existe predilección por el patron pulmo-

nar presentado ya que en 12 (54.5%) de los afectados se encontró un patrón obstructivo; y dentro de este subgrupo 7 son fumadores. De lo que presentaron un patrón pulmonar Restrictivo totalizaron 8 (36.4) de los trabajadores afectados de los cuales 4 corresponden a fumadores. En 2 de ellos se logro determinar un patrón Mixto, y en 6 sus pruebas fueron normales no encontrando antecedentes de tabaquismo, pero también es importante indicar que 4 de ellos su labor es la de supervisión.

El tabaquismo si parece ser estadísticamente un factor determinante en la aparición o no problemas pulmonares en este grupo de pacientes, por lo que también en personas no fumadoras se demostró algún tipo de patrón espirometrico.

Se pudo determinar que si existe estadísticamente una relación directa entre el tiempo de exposición y la aparición de daño pulmonar, dado que este tipo de anomalías fueron encontrados en personas que tienen más de 10 años de laborar en este trabajo, lo que hace pensar en algún tipo instrinsico de sensibilidad.

IX. CONCLUSIONES

1. El 54.5% de la totalidad de pacientes afectados (22 trabajadores que laboran en la Perforación de Pozos Geotérmicos presentaron un Patrón Obstructivo Pulmonar.
2. El 36.4% de la totalidad de trabajadores afectados que laboran en la perforación de Pozos Geotérmicos presentaron un Patrón Restrictivo Pulmonar.
3. El tabaquismo, estadísticamente si es un factor determinante en la aparición de alteraciones de las pruebas funcionales pulmonares en trabajadores expuestos crónicamente al ácido sulfhídrico.
4. La exposición crónica a ácido sulfhídrico es factor causal en la presencia de alteraciones de las pruebas funcionales pulmonares.
5. La aparición de anormalidad en las pruebas funcionales pulmonares, si guarda relación estadísticamente con el tiempo de exposición.

X. RECOMENDACIONES

1. Realización estudios pulmonares, auditivos y oculares cada 6 meses, para los trabajadores que laboran en perforación de pozos.
2. Uso de equipo necesario como medio de protección para los trabajadores, como el Aparato de Respiración Auto-Contenido (SCBA).
3. Estudios complementarios, en aquellos trabajadores en que se demuestre el inicio de anomalías en sus pruebas funcionales pulmonares.

XI. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Unidad de Desarrollo Geotérmico del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), conjuntamente con la Unidad Neumología, Departamento de Medicina Interna del Hospital Roosevelt, durante los meses de septiembre a octubre de 1993 de manera observacional, descriptivo.

Se evaluó el grado de afección en función de las pruebas funcionales pulmonares, en un grupo de 28 trabajadores, que se han dedicado por más de 3 años consecutivos a la perforación y producción en campos geotérmicos expuestos crónicamente el ácido sulfhídrico, usando concentraciones bajas de 2 ó 3 partes por millón (ppm).

Se utilizó una boleta de recolección de datos generales y espirométricos en cada paciente, midiéndose las siguientes variables: sexo, edad, peso, talla, origen/residencia, historia clínica, historia laboral y las pruebas pulmonares entre ellas la capacidad vital, VEF 1, FEMM 25-75%, de la totalidad de trabajadores se subdividieron en grupos de 5 pacientes para llenar su carta de aceptación y someterse a la realización de las pruebas funcionales pulmonares mediante el espirómetro marca Collins en la Unidad de Neumología.

A través de los datos del estudio se pudo establecer que de los 28 trabajadores, 78.6% presentaron algún tipo de anomalías en sus pruebas, llamando la atención que 17 (60.71%) no fuman; de los cuales 6 presentaron sus pruebas normales, no existieron predilección por el patrón pulmonar; manifestándose en 12 (54.5%) un patrón Obstructivo dentro de tal subgrupo, siete (58.3%) son fumadores y cinco (41.7%) no fuman; los trabajadores con un patrón Restrictivo fueron ocho (36.36%), cuatro de los cuales son fumadores, en 2 (9%) se determinó un patrón Mixto.

En base a los resultados obtenidos al tabaquismo estadísticamente si parece ser un factor no tan determinante en la aparición de problemas pulmonares en este grupo de pacientes, ya que también se encontraron en personas no fumadores algún tipo de patrón espirométrico. Pudiéndose ver estadísticamente que si existe una relación directa entre el tiempo de exposición y la aparición de daño pulmonar, dado que el mayor número de pacientes tienen más de 10 años de laborar en dicha explotación de pozos.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Avila Melgar, Sosa Rodolfo. Alteraciones en función pulmonar en pacientes a Colecistectomia. Tesis, Junio 1992.
2. Aymstead H. Cristopher; Le-Bert Gerardo Hurart. Doctor en Ingeniería, Energía Geotérmica, Perforación de Pozos, Noriega, Limusa, primera edición México 1989.
3. Comroe, Jr. J. H. Screcmigr. Test of Pulmonary Función Current Conenapt N. Euge J. Ned 1970 May. 28 282 (22) 1249 p.
4. De León Obregon Julio Arturo, Espirometría en Trabajadores de Caleras. Tesis septiembre 1987.
5. Díaz Mejía, Guillermo Et al, Evaluación del daño Respiratorio en una zona cementada de México Salud Pública México 1984. oct. 26 pag. 438-46.
6. Great USAC. Facultad de Ciencias Médicas, Fase II Laboratorio de Espirómetria 1982 Mimografiado.
7. Ing. Gutierrez Ranulfo. Eliminación de Gases Incondensables curso Geotérmico especializado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Investigación Eléctrica. Banco Centroamericano de Investigación Económica.
8. Houssay, Bernardo A. Fisiología Humana. La Respiración, 5 edición El Ateneo 281-320 pag.
9. León Pineda Eduardo Antonio, Morteros de Cal con Materiales del Departamento de Guatemala. Tesis Ingeniería Civil USAC Facultad Ingeniería 1961 68 pag.

10. Litter Manuel, *Farmacología de la Respiración, en su Farmacología Experimental y Clínica*, 5 edición México El Ateneo 1975 1961 886-92 Pag.
11. Lewis C. G. al *Experiatory Peak Flow Rate*. Rev. *Allegre*. 1968 Feb. 22 168 664-651 Pag.
12. Molina, J.R. et al *Fundamentos de Medicina, Neumología*, 3 edición México 1986 81-100 Pag.
13. Ovalle Manuel José, *Espirometría primitiva*, Tesis Mayo 1986.
14. Roos R. D. *La Industria y la Contaminación del Aire*, *Recopilación México*, diana primera edición 19-41 Pag.
15. Serrano; O.R. *Neumología México* editorial Trillas 161-166.
16. Sin Oot Roberth D. S. *Química México*, continental S.A. primera edición 1979 234 pag.
17. Turk Amos DRs. et al *Ecología Contaminación Medio Ambiental Centro Regional Aguda Técnica Nueva Editorial Internamericana*.

XIII. ANEXOS

PRUEBA ESTADISTICA

CHI-CUADRADO

CUADRO No. 5b

$$\text{Fórmula: } X^2 = \frac{(ab - bc)^2 N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

$$\text{Chi-Cuadrado} = \frac{(5 \times 5 - 1 \times 17)^2 \cdot 28}{6 \times 22 \times 22 \times 6} = \frac{1792}{17424} = 0.102$$

Entonces de acuerdo a la tabla de X^2 con un grado de libertad $X^2_{0.25} = 0.102$, se deduce que los resultados son significativos a un nivel de significancia del 0.75% o más. A niveles mayores se estaría rechazando, en cuanto al tiempo de exposición si influye en la aparición de anormalidad.

CUADRO No. 6b.

$$\text{Chi-Cuadrado} = \frac{(11 \times 6) - 11)^2}{11 \times 17 \times 22 \times 6} = \frac{84700}{25080} = 3.43$$

A niveles inferiores al 0.05 se estaría aceptando si el tabaquismo influye y se rechazaría a niveles superiores al 0.05, ya que X^2 menor $X^2_{0.05}$ o sea =

3.43 menor 3.84

Se dice que el tabaquismo si influye en la anormalidad de sus pruebas funcionales pulmonares de estos trabajadores.

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE: _____
 EDAD: _____ SEXO: _____ TALLA: _____
 PESO: _____ ORIGINARIO/RESIDENTE: _____

1. HISTORIA CLINICA:

1.1. Fuma

SI NO

1.2. Padece de Fatiga

SI NO

Desde cuando: _____

1.3. Padece de Tos:

SI NO

Desde cuando y características del esputo: _____

1.4. Enfermedades Respiratorias Anteriores:

SI NO

Cuales: Síntomas:

-Oculares

-Nasales

+ Rinorrea

+ Epistaxis

+ Obstrucción Nasal

-Dolor de Garganta.

Ruido Respiratorio:

-RSRS

-Estertores

-Roncus

-Sibilancias

+Cianosis

+ Dedos en forma palillo de tambos.

1.5. Exposición a otros irritantes:

Como: Cocina con Leña: SI NO

Cocina con Carbón: SI NO

2. HISTORIA LABORAL:

2.1. Tiempo de laborar en este tipo de trabajo: _____

2.2. Cargo que desempeña: _____

2.3. Tiene conocimiento, que existe algún tipo de efecto en su salud por su trabajo:

SI NO

De que tipo: _____

2.4. Vive cerca de la planta:

SI NO

2.5. Utiliza algún tipo de Protección:

SI NO

INFORME DE PRUEBAS PULMONARES

	BASALES		BRONCODILATADORES		
CAPACIDAD VITAL					
VEF 1					
VEF 1/CV					
FEFM 25-75%					
CONCLUSIONES: _____ _____					
FECHA: _____					