

11226
2ej-
45

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

JEFATURA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

CLINICA HOSPITAL ZONA II No. 1

MEXICALI, BAJA CFA.

"MORBILIDAD Y CONTAMINACION
AMBIENTAL EN LA PLANTA
GEOTERMICA DE CERRO PRIETO,
B. C. DE LA C.F.E."

TESIS DE POSTGRADO

EN MEDICINA FAMILIAR

DR. JESUS HUMBERTO DIAZ CAZARES

MEXICALI, B. C.

ENERO 1984



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
1.- INTRODUCCION	1
2.- PLANTA GEOTERMoeLECTRICA DE CERRO PRIETO (C.F.E.)	
2.1 Antecedentes.	2
2.2 Localización.	3
2.3 Geología	3
2.4 POZOS	5
2.5 Producción y Uso del fluido geotermico	5
2.6 Esquema Central de la Planta.	7
2.7 Planes de Expansión en la capacidad de la planta.	8
2.8 Descripción de el área de Cerro Prieto I	8
3.- CONTAMINACION AMBIENTAL EN LA PLANTA GEOTERMO ELECTRICA DE CERRO PRIETO.	9
3.1 El ácido sulfhídrico y sus efectos en el Hombre.	9
3.2 Contaminación por ácido sulfhídrico en la Planta	13
3.3 Contaminación por ruido	14
4.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	
4.1 Hipotesis y Objetivos	16
4.2 Material y Métodos	17
4.3 Análisis de datos	18
4.4 Conclusiones	24
4.5 Consideraciones finales o recomendaciones	27
4.6 Limitaciones para efectuar este estudio	31
5.- BIBLIOGRAFIA	32
6.- FIGURAS Y ANEXOS.	

1.- INTRODUCCION

El presente trabajo fué realizado a manera de tesis, como culminación en la residencia de medicina familiar, en el Hospital General de Zona II No. 1 de Mexicali, Baja Cfa. Trabajo que fué motivado por la observación que hice durante mi servicio social, en la Unidad Médico Auxiliar -- No. 21 en Cerro Prieto, durante el año de 1981; llamandome la atención el mal olor que existe en la zona, indagando se comentó que se debía a gases de ácido sulfhídrico que provenia del área de turbogeneradores de la planta -- geotermoeléctrica.

Además durante mi ejercicio profesional en dicha área aprecie la incidencia de padecimientos de las vías respiratorias y de conjuntivitis irritativa; no encontrando una razón que me indicara el porque de la morbilidad, considere necesario investigar hasta que punto, los gases expelidos, al contaminar el ambiente pudieron ser la causa directa de éstos padecimientos.

La contaminación ambiental es definida como la introducción de sustancias tóxicas al medio ambiente por el hombre; es uno de los principales problemas que afectan a la humanidad.

Contaminación que se inicia desde la etapa prehistorica -- al descubrir el hombre el fuego, produciendo sustancias nocivas que inician la alteración del ecosistema; problema que con el tiempo ha ido en aumento considerable, hasta nuestros dias en que los detritos industriales han generado la existencia de sustancias tóxicas que vienen a envenenar el ambiente, produciendo una alteración del sistema ecológico, donde estamos viendo peligrar nuestra sobrevivencia, por lo que es de vital importancia preservar nuestro medio ambiente libre de sustancias tóxicas, para preservar nuestras vidas y la de las demás especies.

2.- PLANTA GEOTERMO ELECTRICA DE CERRO
PRIETO (C.F.E.) .

2.1 ANTECEDENTES:

El uso de plantas geotermoeléctricas se inició en Italia hace unos 40 años. En México, debido a investigaciones en diversas zonas del país, a partir de 1955, se inician exploraciones a lo largo del eje volcánico, en la Sierra Madre del Sur y en la Península de Baja California, logrando detectar 120 zonas en donde el calor interno de la tierra, afloraba a la superficie en forma de burbujeantes manantiales, geiseros, hervideros de lodo caliente, soplos diminutos en ebullición intermitente, así como de una ligera atmósfera de azufre, de un drámatico colorido.

En 1959 inicia sus actividades en forma experimental la planta geotermoeléctrica de Pathé, Hidalgo, generando 600 KW.

Después de 15 años de investigaciones, en la zona de Cerro Prieto, se construye la Planta Geotermoeléctrica, con capacidad inicial de 150,000 KW., la primera etapa en abril de 1973, con una capacidad de 75,000 KW. y otra en 1979, con una capacidad igual.

La experiencia obtenida con la operación de la primera etapa, demostró los beneficios que representa la utilización de la energía geotérmica para la generación de electricidad, con la ventaja además de que permite desarrollar procesos de operación sin necesidad de consumir hidrocarburos.

2.2 LOCALIZACION:

La Zona Geotérmica de Cerro Prieto, se localiza en el Valle de Mexicali, Baja California; teniendo como punto de referencia geográfica la prominencia volcánica conocida como Cerro Prieto, que alcanza la elevación de 260 mts. sobre el nivel del mar.

La temperatura de la región varia de los 4°C bajo 0, en invierno y 51°C durante el verano; la precipitación fluvial-anual oscila entre los 80 y 100 mm. (Fig. No. 1)

2.3 GEOLOGIA :

El campo geotérmico de Cerro Prieto esta ubicado en un amplio Valle formado por depositos deltáicos provenientes del Río Colorado que descansan sobre rocas Igneas Intrusivas, las cuales afloran a la superficie en la parte--occidental del valle, constituyendo la Sierra Cucapá. La erosión que ha estado actuando sobre estas rocas a través -de millones de años, ha dado como resultado la formación -de piodemonte.

Al Suroeste de las estribaciones de la Sierra Cucapá desta ca el Volcán de Cerro Prieto formado por rocas Igneas ex--trusivas riodacitivas.

Como resultado de diferentes estudios geológicos y geofisi--cos se determinaron las siguientes columnas litoestratigrá--ficas que van de las rocas más recientes a las más anti---guas. (Fig. No. 2)

UNIDAD A :

Constituida por sedimentos deltáicos continentales no con--solidados del cuaternario y terciario, compuestos de arcilla, limos, arenas, gravas y lodolitas, su espesor máximo--comprobado es de 2,200 metros.

UNIDAD B :

Integrada por sedimentos deltáicos continentales consolidados y metamorfizados de edad terciaria constituidos por -- una alternancia de lutitas y areniscas, el espesor máximo de esta unidad se estima de 2,000 m.

UNIDAD C :

Representada por las rocas cristalinas del cretácico superior, constituyendo el basamento de granito de biotita. Las manifestaciones de energía geotérmica que emanan a la superficie del Valle de Mexicali están íntimamente relacionadas con el sistema de San Andrés entre cuyas fallas destacan la Imperial y Cerro Prieto.

En el transcurso de millones de años estos sistemas de fallas han fracturado y desplazado tanto el basamento granítico como las rocas sedimentarias que lo sobreyacen siendo a través de esos complicados sistemas de debilidad cortical por donde ascienden los fluidos geotérmicos hacia los horizontes deltáicos permeables a la unidad B .

La exploración de zonas semejantes , se efectúa en el Valle de Mexicali en Tulecheck, Aeropuerto, Algodones y Riito Sonora. (Fig. No. 2)

2.4 POZOS :

En 1981 se encontraban operando 30 pozos que suministran el vapor requerido para las cuatro iniciales plantas - turbogeneradoras con capacidad de 150 MW (mega watss).

Las técnicas requeridas de perforación y terminación de pozos geotérmicos empleados en Cerro Prieto han evolucionado gradualmente siendo semejantes a las técnicas utilizadas - en los pozos petroleros, con las siguientes diferencias:

- A).- Necesidad de enfriamiento del equipo de perforación - en forma mas intensa.
- B).- La utilización de lodos especiales para el equilibrio de presiones.
- C).- Utilización de tubería especial de mayor diámetro --- construida con aceros especiales y uniones roscadas - de mayor resistencia.
- D).- Cementos con aditivos especiales. (15)

(Fig. No. 4)

2.5 PRODUCCION Y USO DEL FLUIDO GEOTERMICO :

Los pozos que se perforan hacen contacto con mantos - o estratos saturados de agua confinada que muestra una -- presión máxima aproximadamente igual a la de una columna - hidrostática de altura similar a la profundidad del pozo.

Normalmente basta una columna de agua para equilibrar dicha presión en consecuencia, con el proposito de que el pozo inicie el flujo de vapor se requiere aligerar la columna la cual puede lograrse utilizandose diferentes técnicas a esta operación se le denomina de Inducción.

Conforme el agua caliente del acuífero confinado va ascendiendo por el pozo se va despresurizando y convirtiendose en vapor, si la temperatura y presión son lo suficiente elevadas se establece un flujo continuo de una mezcla de agua y vapor para utilizar la energía contenida en la mezcla agua - vapor se separa el vapor del agua en un separa-

dor centrífugo instalado en las cercanías del pozo, en el trayecto se han instalado válvulas de corte, trampas de agua y separadores de humedad, localizados éstos últimos inmediatos a la central.

Actualmente, mediante tubería el agua separada se descarga en la laguna en la cual una parte se evapora o bien a través de un silenciador se descarga a la presión atmosférica, los silenciadores además de disminuir el ruido reducen al mínimo la energía cinética del agua. (Fig.No.3) (15)

2.6 ESQUEMA DE LA CENTRAL GEOTERMoeLECTRICA DE CERRO PRIETO :

La generación de energía geotermoeléctrica en escala comercial fué iniciada por la C.F.E. el 4 de abril de 1973 con la planta de Cerro Prieto equipada originalmente con dos turbogeneradores de 37.5 MW. cada uno, la generación acumulada al mes de junio de 1980 fué de 4424 millones de Kilowatts cifra que en una planta termoeléctrica - habría requerido 8 millones de barriles de petróleo. Las diferencias entre una planta termoeléctrica y una geotermoeléctrica son las siguientes:

El generador de vapor (calderas) es sustituido por el yacimiento geotermoeléctrico y los pozos que producen dicho vapor.

El elevado contenido de gases incondensables en el vapor requieren de condensadores de mezcla (contacto directo) en el lugar de los tipos de superficie que emplean en plantas convencionales.

Se agregaron dos unidades mas turbogeneradoras en 1979 incrementando su capacidad generadora a 150,000 KW. a las cuales se le denominaron unidades tres y cuatro, una quinta unidad se agrego en mayo de 1981 con capacidad de --- 30,000 KW. que es accionada con vapor de baja presión el-

vapor se obtiene de los 30 pozos iniciales, para éstas cinco unidades.

La energía eléctrica que se produce es enviada al sistema-Tijuana - Mexicali .(Fig. No.3) (15)

2.7 PLANES DE EXPANSION EN LA CAPACIDAD DE LA GEOTERMICA

Actualmente se encuentran funcionando las cinco unidades turbogeneradoras las cuales producen 180 MW. en el área denominada Cerro Prieto I .

Para mayo de 1984 se estima que estarán funcionando dos unidades en el área denominada Cerro Prieto dos con 110 MW. de producción, 1er y 2da unidad de Cerro Prieto tres con una capacidad de producción cada una de 110 MW. y con una producción total de energía de 620 MW. con fines de satisfacer la demanda de la región y posible exportación al extranjero en el vecino Edo de California EU. (15)

2.8 DESCRIPCION DEL AREA DE CERRO PRIETO I :

La unidad consta de una planta central en la cual se encuentran las unidades turbogeneradoras, el edificio es de dos pisos, en el cual se encuentran los controles de producción, presión y temperatura del equipo utilizado.

En su techo salen chimeneas en número de 5, por las cuales se emiten gases tóxicos, están situadas a una altura aproximadamente de 25-30 mts. para "evitar" que dichos gases se concentren en la superficie.

Al este de esta estructura se encuentra un almacén, el consultorio médico unidad Médico Auxiliar UMA # 21 dependiente del I.M.S.S. y el departamento de comisión mixta de seguridad e higiene en el trabajo.

Hacia el oeste de dicha planta se encuentran las estructuras denominadas torres de enfriamiento por donde se emana mucho vapor y gas, esta situada a 10 mts. de la planta, y a 100 mts. aproximadamente se localiza la laguna de evaporación donde se vierte agua y vapor no utilizados.

Hacia el norte se encuentra la prominencia volcánica denominada Cerro Prieto y el edificio administrativo denominado Coordinadora .

Hacia el sur colinda con el ejido en vías de extinción denominado Patzcuaro.

En construcción se encuentran las unidades III, IV, V.

(Fig. 5) .

3.-CONTAMINACION AMBIENTAL :

3).- CONTAMINACION AMBIENTAL EN PLANTA GEOTERMoeLECTRICA EN CERRO PRIETO.

3.1 EL ACIDO SULFIHIDRICO Y SUS EFECTOS EN EL HOMBRE:

Es un gas incoloro, con olor caracteristico a huevo podrido con una densidad de 1.19, irritante, con un límite de explosividad de 3.4 - 45%, soluble en agua, alcohol etílico, Keroseno, petroleo bruto, inflamable dando una flama azul resultando de dicha combustión anhídrico sulfuroso, - que es un gas extremadamente irritante.

Sus valores umbrales en EE UU es de 100 PPM o 14 mg por mt^3 (TLV) .En la URSS el valor es de 10 mg por mt^3 .

PRODUCCION: Se obtiene haciendo reaccionar sulfuro de hierro con ácido sulfúrico o clorihídrico diluidos así también hidrógeno con vapores de azufre, así también se libera en las erupciones volcánicas, los pozos petroleros, en los motores de combustión interna en las plantas termoeléctricas, y la descomposición de sustancias orgánicas.

USOS: Se utiliza en la producción de diversos sulfuros -- inorgánicos, y compuestos orgánicos sulfurados tales como el tiofeno y los mercaptanos, como reactivo en análisis.

Su ciclo en la atmósfera, es un gas más denso que el aire, y tiende a permanecer en la superficie, con las corrientes de aire asciende para reaccionar con oxígeno alotropico (oxono O_3) dando por resultado dióxido o trióxido de azufre, el trióxido de azufre SO_3 al reaccionar con el agua H_2O da por resultado ácido sulfurico que cae junto con la lluvia a la superficie fenómeno denominado "lluvia ácida" ocasionando daño a la vrgetación.

RIESGOS: Al ser un gas más pesado que el aire tiende acumularse en las partes bajas o diseminarse por la zona pegada al suelo hasta que entra en contacto con una fuente de ignición y se incendia, cuando entra en contacto con agentes oxidantes como puede ser ácido nítrico, el trifluoruro

de cloro reacciona violentamente y se inflama. Se le considera un gas más venenoso que el monóxido de carbono.

SUS EFECTOS EN EL HOMBRE:

Es detectado por el olfato a concentraciones de 0.05 a 0.1 PPM incluso a bajas concentraciones ejerce un efecto irritante sobre los ojos y sobre el aparato respiratorio. Las intoxicaciones por éste producto pueden ser hiperagudas, agudas, subagudas o crónicas. A las bajas concentraciones ya referidas se percibe por el olfato pero en exposiciones prolongadas produce acostumbramiento, lo que hace que no se pueda confiar en el olfato como señal de alarma.

Su vía de absorción es a través del aparato respiratorio al entrar a la sangre es amortiguado por los alkalis formando compuestos menos tóxicos, así también se une a la hemoglobina dando por resultado sulfahemoglobina, es eliminado por riñón intestino, y por el aire expirado; el ácido sulfihídrico ejerce una acción tóxica general, inhibiendo el fermento respiratorio de Warburg (Citocromo-Oxidasa). Por unión con el hierro, y ésta inhibición de enzimas es esencial para la respiración celular.

La sintomatología inicial es la presencia del mal olor, seguido de irritación conjuntival, el gas al penetrar al tracto respiratorio ocasiona irritación bronquial y tos, al llegar al alveolo produce edema y posible desarrollo de neumonia. La inhalación de sulfuro de hidrógeno o ácido sulfihídrico produce rápidamente anoxia que determina rápidamente la muerte por asfixia, puede presentar convulsiones epileptiformes y el individuo puede quedar aparentemente inconsciente pudiendo fallecer sin realizar ningún movimiento.

La intoxicación aguda y subaguda: los síntomas que se presentan son sauseas, malestar gastrico, diarrea, alteración del equilibrio, vértigo, sequedad e irritación de la mucosa nasal y de la garganta, con expectoración viscosa y mucopurulenta y estertores bronquiales, cefalea, dolo

res musculares, bradicardia polipnea, se ha informado de la existencia de dolores retroesternales similares a los de angina de pecho, y el electrocardiograma puede mostrar el trazo característico de infarto del miocardio que sin embargo desaparece con bastante rapidez.

En los ojos produce edema palpebral conjuntivitis -- bulbar con secreción mucopurulenta o irritación, y quiza reducción de mucopurulenta o irritación, y quiza reducción de la agudeza visual siendo estas lesiones gradualmente bilateral.

Estudios experimentales han venido a demostrar que la concentración de sulfuro de hidrógeno atmosférico debe mantenerse por debajo de 10 mg por metro cúbico así se quiere prevenir la aparición de queratoconjuntivitis.

Algunos autores niegan la existencia de intoxicación crónica en tanto que otros mantienen que existe esta enfermedad y que se caracteriza por dolores de cabeza, asténia, alteraciones de visión bronquitis crónica y aparición de una línea de color gris verdoza en los dientes.

3.2 CONTAMINACION AMBIENTAL POR ACIDO SULFIHIDRICO EN LA PLANTA.

La planta geotermoeléctrica ampliando sus instalaciones para incrementar su producción de energía y satisfacer las necesidades de la región y exportarla al vecino país -- (California USA) condición que está en proyecto, ha incrementado los productos que no son utilizados en la producción de energía que vienen junto con el vapor de agua de -- los pozos los cuales son los siguientes:

Sodio, potasio, sílice, cloro, dióxido de carbono, amoníaco ácido sulfhídrico y agua .

De éstas sustancias se está desarrollando la ingeniería para la recuperación de cloruro de potasio a partir de la sal muera, la cual se piensa pueda satisfacer el 70% de la demanda de México.

Por el momento dichos elementos son acumulados, los solutos junto con el agua en área denominada laguna de evaporación, los gases son liberados a la atmósfera.

El ácido sulfhídrico es liberado a nivel de planta donde se encuentran los turbogeneradores, dicho ácido sulfhídrico sale por chimeneas a una altura aproximada de 25-30 mts. de altura y éste desciende en un radio aproximado a 100 mts de distancia de dicha planta, percibiendo sus olores en forma frecuente; de acuerdo a las condiciones atmosféricas su concentración varía, cabe mencionar un fenómeno atmosférico el cual puede influir en el incremento en la concentración de dicho gas, que es denominado de "INVERSION ATMOSFERICA" - en el cual el aire caliente se sitúa arriba del aire frío, - en estas condiciones el aire se torna más estable y se elimina casi por completo las corrientes de aire, debido a que el aire frío es más denso y en consecuencia los gases permanecen estáticos en la atmósfera por más tiempo y existiendo la posibilidad de que se presenten concentraciones tóxicas en el área.

Existe el antecedente sobre mediciones de ácido sulfihídrico en el área por el Dr. Márquez Mayadona los días 16 y 17 de marzo de 1977 siendo 1.34 PPM en el área de condensador y de 0.1 en la zona de turbinas. Reportando que los valores se encontraban por debajo del umbral limite.

En 1981 se efectuaron nuevas mediciones de ácido sulfihídrico y otros gases tales como bióxido de carbono, amoníaco por medicos en servicio social asignados a la U.M.F. -- No. 5, y asesorados por el ING. Luis M. Sosa Salas.

El estudio se efectuó del 31 de julio al 8 de septiembre de 1981 reportando negativo la presencia de bióxido de carbono y amoníaco, encontrando los siguientes niveles de concentración para ácido sulfihídrico.

FECHA	HORA	LUGAR	CONCENTRACION
31 VII 81	12:00	(a los 100 mts de Turbogeneradores en Cerro Prieto 1)	12
1 VII 81	18:00	"	0
4 VII 81	7:40	"	5
29 VIII 81	20:00	"	6
4 IX 81	18:00	"	11
4 IX 81	19:20	"	21
18 IX 81	16:30	"	12
18 IX 81	22:00	"	13
3 X 81	20:00	"	8
6 X 81	22:00	"	11

3.3 CONTAMINACION POR RUIDO:

Existe presencia de intenso ruido a nivel de silenciadores y en la planta donde se encuentran los turbogeneradores y éste sobrepasa los 95 decibeles, para lo cual es ta indicado el uso de tapones protectores auriculares en dichas áreas mediante señalamientos que son promovidos por

el departamento de comisiones mixtas en seguridad e higiene del área.

4.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACION :

4.1 HIPOTESIS Y OBJETIVOS

HIPOTESIS:

- I).- Existe contaminación ambiental por ácido sulfihídrico en la Planta Geotermoeléctrica de Cerro Prieto.

- II).- La contaminación ambiental por ácido sulfihídrico -exacerba la patología de vías respiratorias crónicas, y participa en la incidencia de nuevos casos -de bronquitis y conjuntivitis.

OBJETIVOS:

- 1).- Determinar el nivel de contaminación por ácido sulfihídrico en el área de trabajo Cerro Prieto I .

- 2).- Determinar la morbilidad de vías respiratorias durante los seis meses del estudio.

- 3).- Determinar hasta que punto la contaminación por H₂S determina ésta morbilidad.

4.2

MATERIAL Y METODO

MATERIAL:

- Personal de la Planta Geotermoeléctrica área de Cerro Prieto I (C.F.E.) .
- Archivos de la Unidad Médico Auxiliar No. 21 Cerro -- Prieto.
- Gasímetro Drager Colorimétrico para ácido sulfihídrico y dióxido de azufre.
- BIBLIOTECAS: Escuela de Medicina de Mexicali, B.C. -- U.A.B.C. CONACYT.
Departamento de Seguridad e Higiene en -- el Trabajo.
Biblioteca de Enseñanza H.G. de Z. II No.1

METODOS:

OBSERVACION

- ANALISIS DE LAS CONCENTRACIONES DE EL GAS ACIDO SULFIHIDRICO.
- INVESTIGACION DOCUMENTAL
- ESTADISTICA
- CUESTIONARIO

4.3

ANALISIS DE DATOS

Para la realización del presente trabajo se procedio a la medición de ácido sulfihídrico (H_2S) ambiental en el área de Cerro Prieto I de C.F.E. para ello se utilizó equipo de medición de gases denominado colorimétrico para ácido sulfihídrico y dióxido de azufre Drager proporcionado por el Departamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo dependiente del I.M.S.S.

El tubo colorimétrico para ácido sulfihídrico, es de cristal graduado en una escala de 0 a 60 PPM., en su interior contiene un reactivo de acetato de plomo; al pasar el aire por dicho tubo, si existe H_2S en la atmósfera el acetato de plomo reacciona con él resultando plomo sulfito pardo. El color inicial del acetato de plomo es blanco y al reaccionar cambia a color ambar.

El tubo se incerta en una bomba o fuelle el cual hace pasar el aire por el interior del tubo (evento que se denomina carreras).

Las lecturas van de 0 - 60; si el aire pasa diez veces por el interior del tubo, o de 0 a 600 si el aire solo pasa una vez.

La lectura puede ser interferida por presencia de dióxido de azufre. Ejem: una concentración atmosférica de ácido sulfihídrico (10 PPM) con una concentración de 10 PPM de dióxido de azufre da una lectura de 15 PPM de ácido sulfihídrico.

El valor umbral limite en el ambiente es de 10 PPM o 14 mg por metro cúbico.

También se utilizó tubo colorimétrico para dióxido de azufre con una escala de 1 a 25 PPM. Es un tubo de -- cristal que contiene en su interior yodo y almidón, de color azul, que al reaccionar con el dióxido de azufre cambia su coloración de azul al blanco; efectuando la lectura a los 2 minutos. El valor umbral es de 2 PPM. Las lecturas van de 1-25 PPM., cuando el aire pasa diez veces -- por el tubo.

El 19 de noviembre de 1983 al 31 de diciembre '83 - se efectuaron las siguientes mediciones de H_2S y dióxido - de azufre encontrando los siguientes resultados:

FECHA	HORA	LUGAR	CONCENTRACION PPM.
19 XI 83	12:46	a 100 mts de <u>dis</u> tancia de los -- turbogeneradores	2
19 XI 83	13:00	"	1
19 XI 83	13:30	"	4
19 XI 83	14:00	"	2
19 XI 83	14:30	"	12
19 XI 83	14:45	"	6
5 XI 83	13:00	"	1
12 XII 83	14:00	"	6
17 XII 83	16:00	"	2
23 XII 83	14:00	"	6
23 XII 83	15:00	"	8
23 XII 83	16:00	"	0
31 XII 83	13:30	"	0

También se efectuaron mediciones en las áreas cercanas a los silenciadores y en la laguna de evaporación - siendo negativo el resultado para ambos gases.

A continuación se tomaron las formas 4-30-6 de la Unidad Médico Auxiliar No. 21 que se encuentra en la --- planta Geotermoelectrica en Cerro Prieto: que corresponde a los meses de julio a diciembre de 1983 para conocer cuales fueron las diez primeras causas como motivo de -- consulta en dicha unidad resultando lo siguiente:

Consultas solicitadas de julio a diciembre 1983 - fué de 2691 primeras diez causas de consulta:

Motivo de consulta	No. de caso	%
1).- Rinofaringitis aguda	390	14.49
2).- Contusiones	319	11.85
3).- Gastroenteritis aguda	182	6.76
4).- Conjuntivitis aguda	119	4.42
5).- Faringoamigdalitis aguda	101	3.75
6).- Síndrome de dolor Lumbar	97	3.60
7).- Artritis Reumatoide	87	3.23
8).- Herida punzo cortantes	86	3.19
9).- Caries	44	1.63
10).- Bronquitis aguda y amatiforme	44	1.63
Otros motivos de consulta	1222	45.41
Total de consultas otorgadas :	2691	100.00

Apreciando en primer lugar problemas de vías respiratorias como rinofaringitis en número de 390 que ---- constituyó el 14.49% padecimiento que pueden tener va--- rios agentes etiológicos y que la contaminación por ácido sulfhídrico puede actuar como una de las fracciones etiológicas que influyen en la presentación de dichos casos - en segundo lugar tenemos accidentes de trabajo caracterizado por contusiones en número de 319 (11.85%) y heridas punzo cortantes 86 (3.19%) .

En tercer lugar tenemos gastroenteritis con 182 casos que corresponde al 6.72%, y conjuntivitis aguda en cuarto lugar con 119 casos 4.72% padecimiento que puede estar rela cionado con la presencia de ácido sulfhídrico y que puede

estar actuando como una "fracción etiológica" dado que - sus causas pueden ser bacterianas, viriles por agentes fisicos o químicos. En quinto lugar apreciamos faringoamigdalitis aguda , condicion que generalmente participan como agentes etiológicos, las bacterias o virus parado con problemas de acinamiento, y que también es factible que - tenga participación como fracción etiológica como irritante el ácido sulfhídrico de la zona. En sexto lugar encontramos síndrome de dolor lumbar padecimiento frecuente en dicha área dado las labores de levantar cosas pesadas por los trabajadores en posiciones no adecuadas para ello --- siendo el número de 97 que correspondió al 3.23% .

En séptimo lugar encontramos problemas articulares denominados como artritis reumatoide en número de 87 casos correspondiendo al 3.23%, en octavo lugar heridas punzo cortantes, en noveno lugar caries con 44 casos (1.63%). y en décimo lugar con 44 casos el 1.63% a bronquitis aguda y - asmátiforme quedando un remanente de otras consultas que por su minoría se cumularon en un solo grupo siendo un total de éstas de 1222, teniendo un porcentaje de 45.41% .

Se recopilaron los casos de problemas de vías respiratorias que correspondían a rinofaringitis, bronquitis faringotraqueitis, sumando en total de 451 consultas que correspondió al 16.75% y 119 casos de conjuntivitis aguda correspondiendo al 4.24% padecimientos que es factible esten relacionados con la presencia de contaminación ambiental por ácido sulfhídrico, padecimientos que quedaron en primer lugar como motivo de consulta. (cuadro 1)

El resultado de la encuesta afectada a empleados - de la planta Geotermoeléctrica sobre sus antecedentes ocupacionales y ambientales fue la siguiente:

En la Planta laboran 1500 personas distribuidas en las cinco unidades correspondiendo de estos el 10% a empleados de sexo femenino que efectuan labores de oficina. Se encuestaron a 31 empleados obteniendo los siguientes - resultados por edad y sexo.

EDAD	MASCULINO	FEMENINO
de 17 a 20 años	5	0
de 21 a 25 años	3	0
de 26 a 30 años	10	1
de 31 a 35 años	3	0
de 36 a 40 años	6	1
de 41 a 45 años	0	0
de 46 a 50 años	2	0

Su ocupación en la Planta es la siguiente:

OCUPACION	No.
Fierrero	4
Soldador	2
Electricista	2
Albañil	1
Chofer	8
Operador de maquinaria	2
Pintor	1
Secretaria	2
Ayudante de Oficina	2
Contador	2
Seguridad e Higiene	1
Perforación de POzos	1
Tornero	1

Tiempo laborando en la Empresa:

TIEMPO	No. DE EMPLEADOS	%
Menos de un año	5	16.12
de 1 año a 5 años	22	70.96
de 6 años a 10 años	4	12.92

Con respecto al contacto con polvos, vapores, y gases en el área de trabajo:

25 empleados refirieron estar en contacto con dichos contaminantes que correspondió al 80.64% y 6 empleados negaron estar en contacto con éstos contaminantes que correspondió al 19.36% lo negaron dado que laboran dentro de - oficinas.

Exposición a ruido intenso:

19 de los empleados el 61.30% afirmo estar expuesto a -- ruido.

12 de los empleados el 38.70% nego estar expuesto a ruido.

tres empleados refirieron tener contacto con vibraciones (9.67%) y cuatro empleados estaban expuestos a temperaturas extremas (12.90%) de los 31 empleados encuestados solo 7 refirieron efectos adversos (22.58%), por los contaminantes antes referidos.

dos empleados refirieron cefalea por ruido .

tres empleados refirieron conjuntivitis aguda por agentes físicos.

dos empleados refirieron mareos y malestar general .

19 de los empleados en sus antecedentes laborales habían tenido contacto con polvos gases tóxicos, y sustancias químicas potencialmente tóxicas que correspondió al 61.12% y 12 empleados tubieron contacto con aerosoles químicos en su hogar, como fumigantes que correspondió al 38.70% .

15 de ellos habían vivido o viven cerca de una refinería fábrica o tiradero de basura (48.38%) .

19 de ellos viven o vivieron cerca de una calle de intenso tráfico, así también 19 de ellos afirmaron fumar (61.12%) - el tiempo que tenían fumando es el siguiente:

TIEMPO	No.	%
1 mes a un año	1	3.22
2 años a 5 años	7	28.58
6 años a 10 años	7	28.58
11 años a 15 años	4	12.90
Total :	19	

El número de cigarrillos fumados diarios por personas es - el siguiente:

	No. de fumadores	%
1 a 10 cigarrillos	11	35.48
11 a 20 cigarrillos	5	16.12
21 a 30 cigarrillos	1	3.22
30 a 40 cigarrillos	2	6.45

Todos negaron fumar puro o pipa.

En las unidades de Cerro Prieto existe el departamento de comisiones mixtas de seguridad e higiene en el -- trabajo quien es la encargada de promover las medidas de - seguridad, de vigilar que se utilice, el equipo y ropa ade- cuada para cada área, así como las medidas médicas sugeridas para los empleados.

Cuentan además con un equipo paramédico para en casos de - accidente apoyar al médico.

4.4 CONCLUSIONES

HIPOTESIS I

Existe contaminación ambiental por ácido sulfhídrico en la Planta Geotermoeléctrica de Cerro Prieto, I.

Corroboración que se hizo por los resultados obtenidos en la medición de gases ambientales con el Colórimetro - para ácido sulfhídrico, primeramente hecha en 1981, por pasantes de medicina; así como las mediciones que llevamos a cabo para efectuar nuestra investigación durante los meses de noviembre a diciembre de 1983. En donde encontramos que dicha concentración revasa el umbral límite, de 10 partes por millón y a 100 metros de distancia, como se tiene considerado en condiciones ordinarias, a nivel de los turbogeneradores.

En Cerro Prieto I, a pesar de que existe un monitor con alarma, para la detección de las concentraciones de ácido sulfhídrico, permanece apagado en forma frecuente, da do que las concentraciones atmosféricas de dicho gas sobrepasan el umbral permitido y acciona la alarma.

HIPOTESIS II

La contaminación ambiental por el ácido sulfhídrico exacerba las patologías de vías respiratorias y condiciona la incidencias de nuevos casos de bronquitis, rinofarinitis y conjuntivitis en los empleados de la Planta Geotermoeléctrica de Cerro Prieto I.

Se hace notar sobre los resultados obtenidos, que es difícil su análisis, derivado de la inexperiencia en este tipo de actividades, factor que condicionó una serie de errores que dificultaron su valoración integral, por no haber previsto sus características de ser unilateral y difícilmente medible.

A pesar de que encontramos que los primeros lugares de patologías más frecuentes, que determinaban el motivo de consulta de los trabajadores a la Unidad Médico Auxi

liar No. 21, eran los problemas de vías respiratorias, como fueron rino-faringitis, primer lugar, bronquitis en decimo lugar, lo mismo que las conjuntivitis aguda, en cuarto lugar. La etiología múltiple que provocan estos padecimientos (virus, bacterias, irritantes, etc), los gases irritantes se pueden encontrar, como el ácido sulfhídrico, él que puede participar como "fracción etiológica", dado que se ha demostrado que sus concentraciones frecuentemente rebasan el umbral límite (TLVS) (21). En este sentido se ha considerado que los valores umbrales limite deben ser usados como un guía de control de los riesgos a la salud y no conceptuados como una línea precisa entre las consideraciones seguras y peligrosas (24).

Aunado a lo anterior y como se puede apreciar en el cuestionario aplicado a estos trabajadores, se reconoce que durante el período de su vida laboral se encuentran expuestos a riesgos de diversa naturaleza, representados por sustancias químicas o biológicas presentes en el área de trabajo, inclusive de su hogar; en igual forma, los trabajadores pueden verse sometidos a condiciones físicas anormales de : temperatura, humedad, presión, ruido aunado a hábitos nocivos, tales como tabaquismo, bajo estas condiciones, estos riesgos pueden llegar a producir daño al organismo, ocasionando un malestar o irritación pasajera, otras veces una enfermedad o intoxicación aguda o crónica e inclusive la muerte.

4.5 CONSIDERACIONES FINALES Y SUGERENCIAS.

La existencia de contaminación ambiental en la planta Geo termoelectrica de Cerro Prieto costatada por las mediciones efectuadas encontrando concentraciones mayores al valor umbral permitido en el área de trabajo a nivel de los turbogeneradores Cerro Prieto I las cuales oscilan de acuerdo a las condiciones atmosféricas que pueden constituir un riesgo para el personal del área, al incrementarse dichas concentraciones provocado una intoxicación aguda, el hecho existe, se han tomado medidas para determinar dichas concentraciones mediante un monitor permanente para dichos gases con alarma para señalar cuando se alcanza el valor umbral, y que es en forma frecuente, por lo que es de vital importancia evitar la liberación de el ácido sulfúrico a la atmósfera, como se vienen efectuando a la fecha por las chimeneas citadas en la planta de Cerro Prieto I dado que dicho gas tiende a bajar a la superficie y permanecer mas tiempo en el área por lo que se debe buscar otro sistema de eliminación de esta sustancia.

- 1).- Una de las conquistas laborales del proceso revolucionario mexicano consagrada por la Constitución de 1917 es la preservación de la salud e integridad física de los trabajadores, nuestro máximo ordenamiento, la Constitución de los Edos Unidos Mexicanos atribuye a las autoridades del trabajo la obligación de vigilar el cumplimiento de los preceptos legales sobre la seguridad e higiene, adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en los centros de trabajo tal como es señalado en la fracción XIV y XV del artículo 123 Constitucional. Así también contemplada en la ley Federal del trabajo en los artículos 509 y 510 así como al artículo 527.

- 2).- Incluir programas de Instrucción y Educación sobre Seguridad Industrial, la Empresa deberá contar con sistemas y condiciones de seguridad que aseguren el correcto cumplimiento de las normas establecidas para la prevención de intoxicaciones que a la vez incluya la instrucción al personal acerca del peligro a que se hayan expuestos y le enseñen y capaciten sobre el manejo de equipo de protección.
- 3).- Programas del Orden Médico.
 - a).- Toda persona antes de ser empleada se sujetará a el examen médico, de admisión.
 - b).-El examen médico convendrá sea practicado cada seis meses o menos, a todo trabajador que desempeñen labores en la que existe el riesgo de intoxicación.
 - c).- Los exámenes médicos comprenderan el examen clínico y el uso de los auxiliares de diagnóstico-indicados, a todos los trabajadores expuestos a la aspiración de polvos o gases se les practicará con frecuencia debida, un estudio radiológico del torax.
 - d).- Los trabajadores seran instruidos adecuadamente sobre las utilidades de presentarse a examen médico en cuanto noten los primeros síntomas de enfermedad o sintomatología por intoxicación -- por ácido sulfhídrico.
 - e).- Las instalaciones deberan ser inspeccionadas periódicamente tomandose muestras de aire en los lugares en que se estime conveniente.
- 4).- Programa de Dibulgación Técnico.

Son de gran utilidad dentro de las Industrias los ciclos de conferencias para los trabajadores, impartidas por especialistas en la que se señale los peligros que entran en el manejo de sustancias y gases tóxicos y la sintomatología que se manifiesta.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

5).- Control Ambiental.

- a).- la emisión de ácido sulfhídrico deberá ser limitada o buscarse otra vía de eliminación.
- b).- Existe un monitor para gases el cual debe fun--cionar en forma permanente y adecuadamente con--alarma para indicar a los trabajadores cuando--las concentraciones estan en el umbral que im--plica riesgo para su salud.

4.6 LIMITACIONES PARA EFECTUAR ESTE ESTUDIO.

- 1).- TIEMPO: dado que la mayoría del personal del área de Cerro Prieto labora en su mayor número de 7 a las -- 15:00 Hrs. y que coinciden con las actividades intra hospitalarias inherentes a mi preparación profesio--nal.
- 2).- DISTANCIA: el área de estudio se encuentra a 30 Kms. de la ciudad de Mexicali aunado a la carencia de --- transporte.
- 3).- LIMITACIONES: con respecto al acceso al área de trabajo en Cerro Prieto debido a que es zona Federal y el transito por el área es restringido y controlado.
- 4).- Se efectuaron mediciones ambientales de ácido sulfhídrico en forma irregular, dado que se careció del equipo, los primeros cuatro meses, además de información de las condiciones climatológicas durante el estudio para determinar las condiciones que provocan el incremento en las concentraciones ambientales de ácido sulfhídrico.
- 5).- En el seguimiento de los casos, costatación etiología de los padecimientos mediante estudios auxiliares paraclínicos así como la costatación de causa efecto sobre las concentraciones dado que esto determina en su mayoría mediante métodos estadísticos o sobre experimentación en animales. Y en el estudio clínico - adecuado de cada paciente desde su ingreso a dicho - centro de trabajo para así poder tener una evalua---ción retrospectiva adecuada.

5.- BIBLIOGRAFIA

5).- B I B L I O G R A F I A :

- 1).- Vizcaíno M.R. Contaminación Industrial. Contaminación en México Pag. 109-158 México 1980 Editorial de cultura Económica .
- 2).- Stocker S. and Pencer S. Contaminación ambiental consideraciones generales. Química Ambiental Contaminación del aire y el agua pag. 1-20 USA 1981 Editorial Blume
- 3).- Master W. L. Comportamiento general de los gases. Química general superior pag. 270-271 USA 1979 Editorial Interamericana.
- 4).- Hoogc J. Algunos compuestos del azufre. Química enfoque Moderno pag 420- 439 1963 USA Editorial Reverte-Mexicana S.A.
- 5).- Lionz S. N. Efects Of Sulfure de Hidrógeno en Vegetación The Forestry Cronicle pag 182- 186 USA 1972 Editorial Wile Interscience.
- 6).- Sulfuro de Hidrógeno . Enciclopedia Médica y Seguridad del trabajo Vol. II L-Z pag 1424-1425 España 1973 Editor Instituto Nacional de Previsión, (Fondo Compensador de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales) .
- 7).- Kellogg M. W. The Sulfure Ciclo, Spience pag 587 -595 1972 USA editor asociados Clling .
- 8).- Rothman H. La fábrica y el lugar de trabajo, Contaminación ambiental barbarie de la ecología. pag 55-81 - 1980 USA Editorial Fontamara.
- 9).- Ortiz Q. F. Patología Industrial. Salud en la Enfermedad pag 27-36 1982 México Editorial Nueva Imagen .
- 10).- Morgalef R. Atmósfera - Ecología pag 81-102 1980 España Editorial Omega.
- 11).- Youg P. R' and Roger :Análisis del sulfuro de hidrógeno Manual de análisis de contaminación ambiental -- pag 255-259 1977 USA Editorial A Halsted Press Book.

- 12).- Stanley E.M. Ciclo del azufre. Química ambiental Contaminación del aire y el agua pag 309-318 1981 USA Editorial Blume.
- 13).- Dreisbach R. Cianuro Sulfuros y monóxido de carbono Manual de envenenamiento Prevención diagnóstico y tratamiento pag 222 - 224 1982 USA 4ta Edición Editorial - Manual Moderno.
- 14).- Krups and Chalton Principios de Tratamientos de envenenamientos Manual de diagnóstico y tratamiento pag. 1117 -1138 1982 USA Editorial Manual Moderno.
- 15).- Revista de La C.F.E. Cerro Prieto División B.C. Editado en 1981. sin número.
- 16).- Lopez A. D. Las condiciones ambientales y las grandes - Carencias de saneamiento básico y vivienda:La salud desigual en México pag. 20-26 2da Edición 1981 México. Editorial Fondo de Cultura Económico.
- 17).- Contaminación ambiental en el valle de México; revista de información científica y tecnológica 15-VII-1981 vol 13 pag. 4-12 México CONACYT .
- 18).- Cralley L. Cralley J. Air Pollution Patty's Industrial-Higiene and Toxicology 3era edición vol III, pag.595-652 Editado por Wley Interscience. Usa
- 19).- Goodman and Gilman. Non Metales ambiental toxians - and air pollutants solvets vapors and pesticides. The farmacological Bases of terapeutics 6ta edición pag 1638- 1674 USA 1980 Associate Editors Steven E Meyer - and Melmon.
- 20).- Hinshaw H. C. enfermedades pulmonares de origen ocupacional. Enfermedades del torax 3era edición pag 691-759 1970 USA Editorial Interamericana .
- 21).- Manual(T.L.V.S.) Threschol limit values for Chemical -- Sustances an Physical agent in the work ambiental -- Whith Intenidd Changes.pag 1-130 1983 USA (America Conference Goverment Industry Higienist.).

- 22) .- Campos H. R. Intoxicación en la Industria. tercer curso de la Asociación Latinoamericana de toxicología pag 67-75 México S.A.
- 230.- Thienes C.H. and Haley Micellaneus Depressantt Vapors - Sulfides, clinica Toxicology 5ta edición pag 59-60 1092 USA editorial Lea Febiger International Copyright --- Unión.
- 24) .- Actualización del conocimiento de sustancias potencialmente tóxicas ; Condiciones de Trabajo, cuaderno Editado por seguridad en el trabajo en secretaria del trabajo y prevención Social vol 15 No. 3 Sept. -Dic. 1980 - Pag. 239-248 1980 México.
- 25) .- Nueva guía para las comisiones de Seguridad e Higiene - Dirección General de Medicina y Seguridad en el Trabajo Secretaría del Trabajo y Prevención Social pag. 3-28 - sin año México.
- 26) .- Basser and Kupre principios Tecnicos en Prevención de - accidentes en la Industria 94-96 USA Editor Internacio- nal Cpryright Press.
- 27) .- Informe de la visita a la Planta Geotermoeléctrica de - Cerro Prieto en el Valle de Mexicali y mediciones efec- tuadas sobre contaminación de ácido sulfihídrico y rui- do y las recomendaciones dictadas por el Dr. Márquez Ma yadona efectuado los días 16 y 17 de Marzo de 1977.

CUADRO 1

Morbilidad en vías respiratorias y conjuntivitis aguda.

La cual puede tener como fracción etiológica la contaminación ambiental por ácido sulfhídrico.

Recopilada en los meses de julio a diciembre de 1983.

MORBILIDAD	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	%
RINOFARINGITIS AGUDA	51	35	63	70	77	94	390	68.42
FARINGOTRAQUEITIS AGUDA	00	00	00	17	00	00	17	2.99
BRONQUITIS AGUDA Y ASMA TIFORME.	5	4	5	14	6	10	44	7.7
CONJUNTIVITIS AGUDA	21	27	12	18	19	22	119	20.87
TOTAL :	77	66	80	119	103	126	570	%

FUENTE DE INFORMACION FORMA 4-30-6 U.M.A. No. 221

FIGURA # 2.

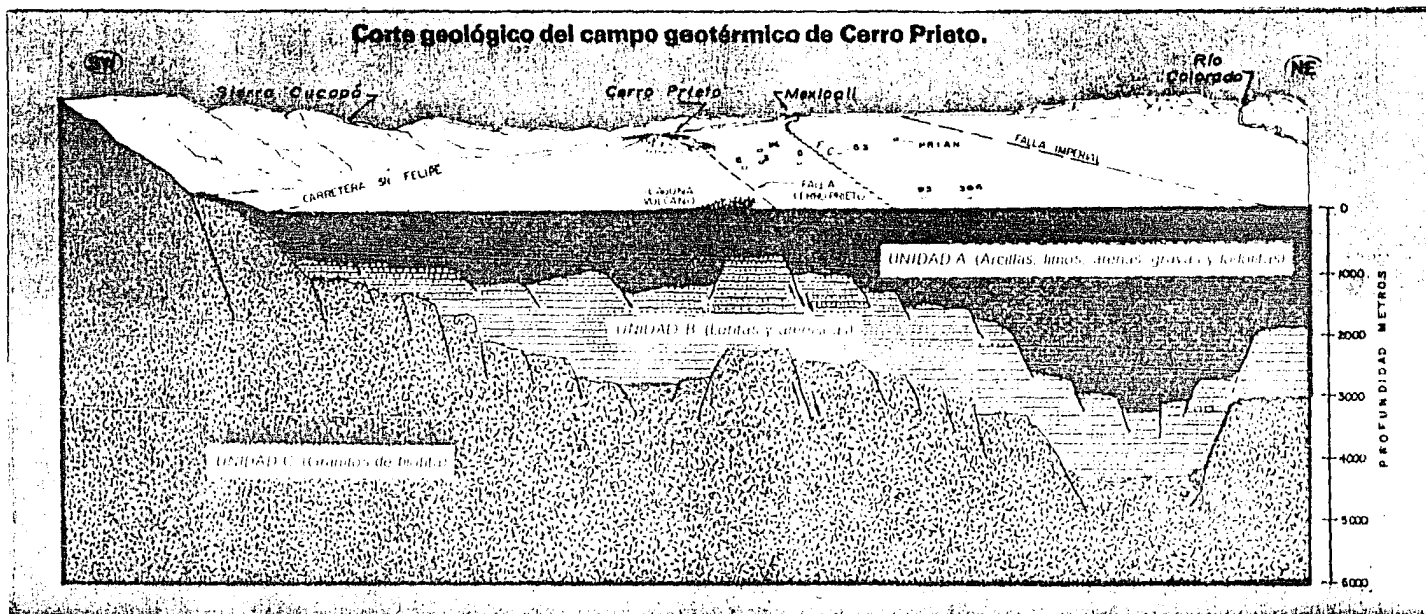


FIGURA # 3.

ESQUEMA TÍPICO DE LA CENTRAL GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO

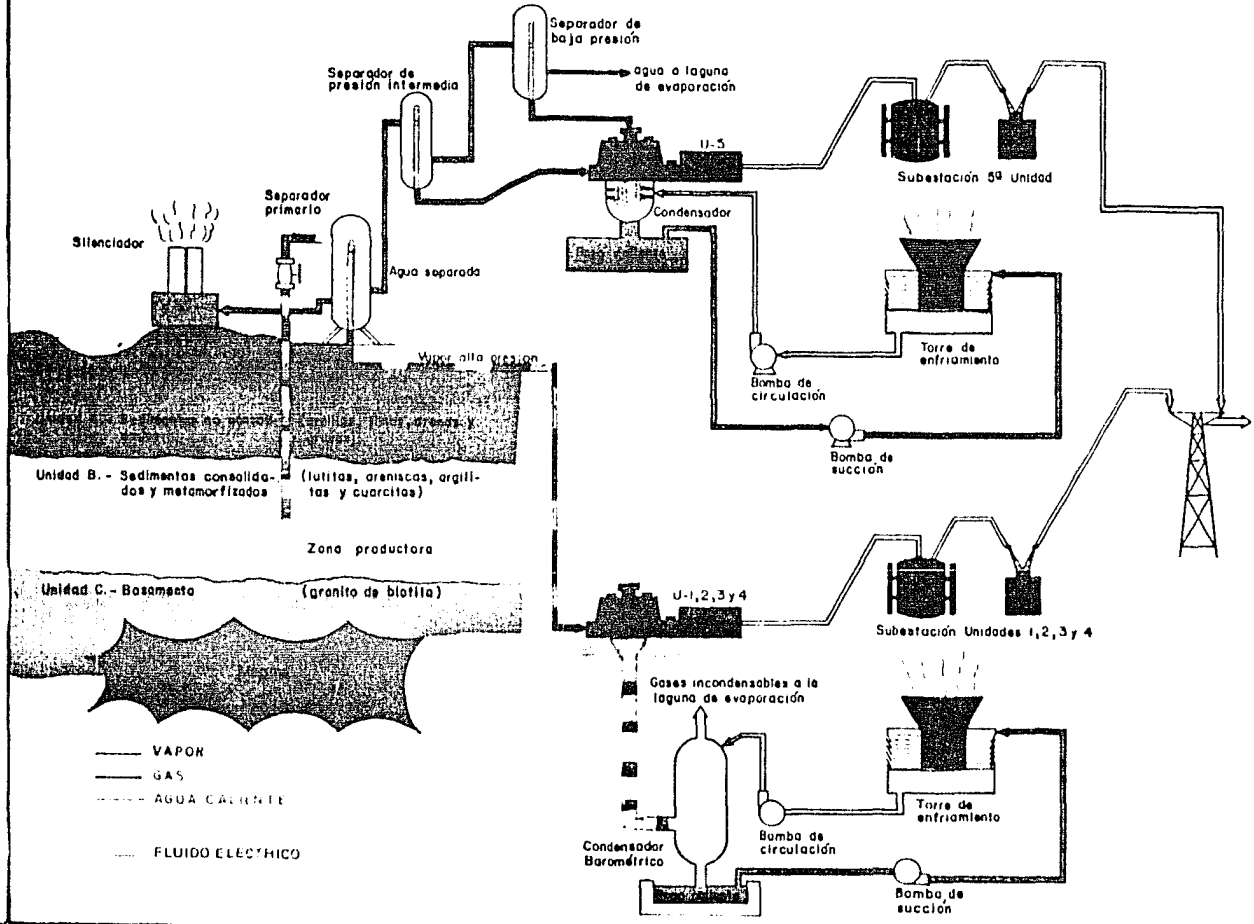


FIGURA # 4

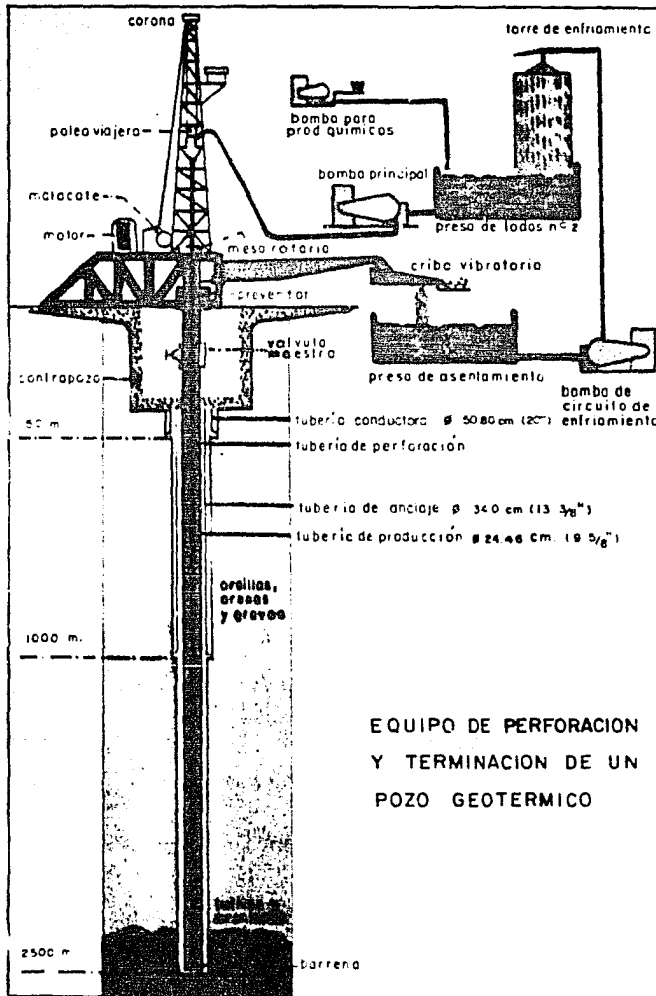


FIGURA # 5.

AREAS DE EXPLOTACION Y DESARROLLO
GEOTERMICO EN CERRO PRIETO.

