

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**“DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
EMANADOS POR LAS FABRICAS LADRILLERAS Y
ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN LA COMUNIDAD EL
CEDRAL, MUNICIPIO DE NEJAPA”**

Trabajo de Graduación presentado por:
Rina Marily Ascencio Miranda
Karla Marina del Socorro Martínez Burgos
Yanitza del Carmen Serafín Olivares

Para optar al grado de:
LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

Junio de 2003
San Salvador, El Salvador, Centro América.



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

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

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

OBJETIVOS

1. Objetivo General

1.1 Determinar la contaminación ambiental, emanados por las fabricas ladrilleras y enfermedades más frecuentes en la comunidad El Cedral, Municipio de Nejapa.

2. Objetivos Específicos

2.1 Recopilar información sobre el proceso de fabricación de ladrillos en forma artesanal, el impacto que produce en el ambiente y los tipos de contaminantes emitidos a la atmósfera por la quema de combustibles tradicionales.

2.2 Determinar las concentraciones de los contaminantes que se consideren de mayor riesgo para la salud y el ambiente originados por las fabricas ladrilleras.

2.3 Cuantificar la presencia de Polvos Sedimentables, Índice de Corrosividad y Lluvia Acida, producida por la contaminación de las fabricas ladrilleras.

2.4 Realizar un diagnóstico sobre las repercusiones en la salud de los habitantes en la comunidad en estudio, en base a información obtenida a través de encuestas.

2.5 Dar un informe de los resultados obtenidos del trabajo de investigación a la alcaldía del municipio de Nejapa para apoyar posibles soluciones que beneficien a la comunidad.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

El aire es indispensable para la vida en la tierra. La adición de materia indeseable transportada por el aire cambia la composición de la atmósfera perjudicando la vida.

La composición del aire es Oxígeno 23.08%, Nitrógeno 75.58%, 1 al 3 % de vapor de agua y trazas de bióxido de azufre, formaldehído, cloruro de sodio, yodo, amoníaco, monóxido y bióxido de carbono 0.053%, metano, un poco de polen y polvo.

En teoría, el aire siempre ha tenido cierto grado de contaminación. Los fenómenos naturales tales como la erosión de volcanes, tormentas de viento, descomposición de plantas y animales e incluso los aerosoles emitidos por los océanos contaminan el aire.

Se puede considerar como contaminante a la sustancia que produce un efecto perjudicial en el ambiente, esos efectos pueden alterar tanto la salud como el bienestar de las personas. La contaminación se puede definir como la presencia de materias extrañas o dañinas o un aumento perjudicial de las que normalmente están presentes, originadas por las actividades industriales y por las necesidades derivadas del desarrollo de la vida moderna. Estos elementos extraños se emiten en forma de minúsculas partículas sólidas o bien como gases, mucho más peligrosos dada su larga permanencia en la atmósfera o su participación en la destrucción de la capa de ozono.⁽¹⁴⁾

Clasificación de contaminantes:

a) Contaminantes Primarios

Es aquel contaminante que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, por ejemplo : la ceniza de la quema de residuos sólidos.

b) Contaminantes Secundarios

Es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera un ejemplo es el ozono, que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de los automóviles. Los vapores orgánicos reaccionan los óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar y producen el ozono, componente primario del smog.

Al referirnos a la contaminación atmosférica es hablar de daños a la salud humana, tales contaminantes pueden ser partículas o gases.

En el caso de las partículas el destino de la misma una vez inhalada depende de su diámetro . Si es relativamente grande suele quedar atrapada en la mucosa nasal, en estos, la acción de los cilios del epitelio, impele el mucus hacia la traquea, donde es expelida o tragada. Si es pequeña, puede llegar a través del aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares, donde puede quedar atrapada por las células que forman los alvéolos o absorbidas a la circulación sanguínea.⁽¹⁴⁾

En el caso de los gases, el factor determinante es en gran parte, la solubilidad de los mismos en el agua. Puesto que los tejidos vivos son ricos en agua. Un gas soluble en ésta se disolverá en los tejidos de la boca, nariz, garganta, bronquios y ojos.

La contaminación puede surgir a partir de manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas), que conforman las actividades de la vida diaria, tal es el caso de la fabricación de ladrillos en forma artesanal y la generación de basura.⁽¹⁴⁾

Entre los parámetros más importantes para la evaluación de la contaminación que ambos factores producen tenemos :

- a) Polvos sedimentables (atmósfera abierta)
- b) Índice de Corrosividad
- c) Lluvia ácida

1.1 POLVOS SEDIMENTABLES

1.1.1 GENERALIDADES

Son aquellas partículas que por su tamaño y peso caen al suelo por la fuerza de gravedad y por tener un tamaño mayor de 5 micrones. Estas partículas debido a su tamaño relativamente grandes sedimentan y se depositan fácilmente en lugares situados a corta distancia del punto de origen. Su tamaño hace difícil el

ingreso a las vías respiratorias, pero por efecto de la desintegración pueden llegar a ser suspendidas y llegar fácilmente al tracto respiratorio.

Entre los polvos sedimentables podemos mencionar: Sílice, berilio, fibras vegetales, talco, asbesto.⁽¹⁾

1.1.2 EFECTOS EN LA SALUD

Dependiendo del grado de contaminación del aire, estas partículas pueden ser absorbidas al ser retenidas en la nariz o garganta así como al ingerir agua o alimentos sobre los que se hayan depositado.

Pueden observarse síntomas como: tos, náuseas, vómitos, irritación de garganta, nariz, hemorragia en mucosas.

1.1.3 EFECTOS EN EL AMBIENTE

La vegetación puede verse afectada negativamente por las cantidades excesivas de polvos sedimentables, estos polvos recubren las hojas, taponan los estomas, de ahí la menor absorción de bióxido de carbono atmosférico y la mayor intensidad de los rayos del sol que alcanzan el interior de la hoja, lo que causa la detención del crecimiento de algunas plantas.

También pueden presentarse manifestaciones en formas de manchas blanquecinas en las plantas de hojas anchas o de betas necróticas blanquecinas a los lados de la vena media de las hojas de venas paralelas. La lesión a largo plazo o necrótico aparecen en forma de decoloración de la

clorofila que producen una pérdida de color (amarillento) de las hojas en muchas plantas.

1.2 INDICE DE CORROSIVIDAD

1.2.1 GENERALIDADES

La corrosividad de la atmósfera es causada principalmente por la presencia de agentes oxidantes tales como: Ozono, óxidos de nitrógeno y agentes corrosivos como el ácido clorhídrico, nítrico, fosfórico, sulfúrico, etc.

El índice de corrosividad se fundamenta en la capacidad que poseen los óxidos circundantes en la atmósfera de corroer materiales como: metales, ropa, pintura y otros materiales que se encuentran en contacto frecuente con el medio ambiente.⁽¹⁾

1.2.2 EFECTOS EN EL AMBIENTE

Estos agentes pueden llegar a corroer gradualmente edificios, estatuas, vidrieras, pinturas y otros objetos, pueden dañarlos e incluso destruirlos, poco a poco van corroyendo causándoles con el tiempo graves daños, así los materiales de construcción se desintegran, los metales se corroen, se deteriora el color de la pintura , entre otros.

1.3 BIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

Es un componente natural del aire atmosférico y una parte del ciclo del carbono de la biosfera. Es un gas incoloro e inodoro, es el resultado de las combustiones completas, sus soluciones son levemente ácidas frente al tornasol y tiene un suave sabor ácido . Por tanto no se le debería considerar como contaminante. Sin embargo, la combustión del carbón, petróleo y gas natural produce grandes cantidades de bióxido de Carbono y su concentración en la atmósfera va aumentando.⁽⁴⁾

Si bien hay aspectos que no se comprenden bien todavía, los climatólogos están de acuerdo en que cambios relativamente pequeños de bióxido de carbono atmosférico pueden producir y producen, de hecho efectos importantes en el clima , el bióxido de carbono es transparente a la energía solar visible, pero al igual que el vidrio absorbe el calor infrarrojo reflejado de la superficie de la tierra. Este efecto, llamado de “ invernadero “, significa que un aumento de CO₂ suele traducirse en un aumento de la temperatura de la biosfera conjunta.

1.4 OXIDOS DE NITROGENO

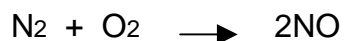
Existen siete tipos de estos óxidos presentes en el aire. Sin embargo dentro de esta variedad solo dos tiene significado como contaminantes de la atmósfera: NO (Oxido nítrico) y NO₂ (Dióxido de nitrógeno), la mezcla de ambos se denomina: Oxido de Nitrógeno Termal (Síntesis térmica) formado por el N₂ molecular del aire que se oxida a NO a altas temperaturas de combustión

interna y contribuye de modo importante en acidificar las tierras y el agua mediante el fenómeno conocido como “lluvia ácida”.

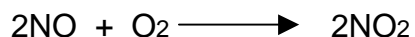
Junto al dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno son los principales causantes del “Smog” o neblina que se condensa sobre las grandes ciudades, en las cuales las condiciones topográficas y atmosféricas determinan una ventilación deficitaria y facilita la acumulación de los diversos contaminantes procedentes de las industrias y motores de los vehículos.⁽⁴⁾

1.5 DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂)

Es un contaminante primario, gas de olor ligero, purgente y asfixiante, muy soluble en agua, a elevadas temperaturas cambia de tono rojizo a marrón y en frío tiene un tono amarillento pálido, que es muy visible cuando esta en suficiente cantidad. El NO₂ se forma por la reacción del NO con el O₂:



Esta reacción ocurre a altas temperaturas mediante el uso de combustibles fósil. El NO₂ se forma por la reacción del NO con el O₂ del aire.⁽⁴⁾



1.6 OXIDOS DE AZUFRE

Los compuestos de azufre los podemos clasificar en compuestos primarios : SO₂ y H₂S , se les llama así porque son emitidos a la atmósfera y los secundarios son: SO₃ y H₂SO₄, se les llama así porque sufren reacciones

químicas en la atmósfera, el dióxido de azufre se convierte parcialmente a trióxido de azufre o ácido sulfúrico y a sus sales mediante procesos fotoquímicos o catalíticos.

El SO_2 es un gas incoloro no flamable, no explosivo y produce un sabor gustativo a concentraciones de 0.1 a 0.3 ppm, a concentraciones mayor de 3 ppm, el sabor es desagradable, acre e irritable se oxida parcialmente a SO_3 , y H_2SO_4 por reacciones fotoquímicas o catalíticas de la atmósfera. la conservación de un medio ambiente tolerable en las ciudades modernas depende mucho de la presencia de vientos y turbulencias que dispersan los contaminantes con rapidez, a medida que se producen las emisiones. Cuando fracasan esos procesos los resultados pueden ser desastrosos.⁽⁴⁾

1.7 LLUVIA ACIDA

1.7.1 GENERALIDADES

La lluvia ácida es aquella que se genera a través de complejas reacciones por efecto de la luz solar y la humedad del aire, estos compuestos se transforman en ácido sulfúrico y ácido nítrico (en un 70 % y un 30 % respectivamente) que posteriormente precipitan desde la atmósfera en diferentes lugares según el efecto del viento produciendo una acidificación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas en diferentes grados.

El agua lluvia por naturaleza es ligeramente ácida, provocada principalmente por el ácido carbónico, producto del dióxido de carbono natural presente en la atmósfera .

Las centrales térmicas, los escapes de los vehículos a motor, los procesos de fermentación anaeróbica , erupciones volcánicas, entre otras emiten bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno , contaminantes primarios que al interactuar con la luz solar, la humedad y los oxidantes producen ácido sulfúrico y ácido nítrico que son transportados por la circulación atmosférica y caen a la tierra arrastrados por la lluvia. El pH del agua lluvia posee valores alrededor de 5.6 (considerado límite de acidez normal), pero debido al exceso de contaminantes atmosféricos antes mencionados, el pH del agua tiende a disminuir drásticamente como consecuencia de la formación por de los ácidos nítrico y sulfúrico.

Por tanto :

“ La lluvia ácida es aquella que presenta un pH ,menor a 5.6 debido a la presencia de los ácidos carbónico, sulfúrico y nítrico, generados por la excesiva contaminación atmosférica “.⁽⁸⁾

1.7.2 FORMACION DE LA LLUVIA ACIDA

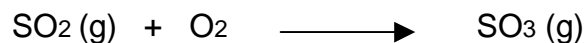
La precipitación ácida es un tipo de contaminación secundaria originada por los gases dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, emitidos principalmente por los vehículos automotores y las industrias. Dichos gases reaccionan químicamente

con la humedad atmosférica dando lugar a la formación de los respectivos ácido sulfúrico y ácido nítrico, los cuales son los responsables directos de los graves daños ocasionados por la lluvia ácida.

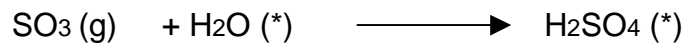
Las posibles reacciones involucradas en la química atmosférica son las siguientes:

- Formación del ácido Sulfúrico :

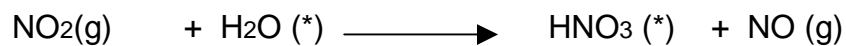
Primer paso: Oxidación del dióxido de Azufre



Segundo paso : Hidratación del trióxido de azufre



- Formación del Acido Nítrico:



* Puede ser gaseoso o acuoso

Nota: El ácido carbónico no se toma en cuenta por considerarse un componente natural del agua lluvia. (ver anexo No 6)⁽⁸⁾

1.7.3 EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

De una manera menos obvia, la lluvia ácida tiene efectos deteriorantes sobre la salud de las personas, tales como intoxicación metálica crónica , alteraciones neurofisiológicas, lesiones renales, posibilidades de padecer de alzheimer, irritación de ojos y vías respiratorias y dermatitis, los cuales se detallan en forma breve en esta información .

La lluvia ácida puede disolver metales como mercurio y otros que son nocivos para la salud, a los cuales puede llevar hasta los tanques de captación de agua potables, en donde puede corroer con más facilidad tuberías y producir niveles peligrosos de plomo en el agua de beber, con riesgos potenciales de alteraciones neurofisiológicas especialmente en niños. También el cadmio de soldaduras de las tuberías puede ser disuelto en el agua potables y dar lugar a un aumento de la ingestión que si se mantiene durante largo tiempo puede producir lesiones renales.

La disminución del pH, de las aguas provocan un aumento de las concentraciones de aluminio en las aguas de pozos superficiales en zonas acidificadas incrementando la posibilidad de aumentar los casos de Alzheimer.

La lluvia ácida también acidifica los suelos movilizandolos metales que éstos contiene, facilitando su entrada en el agua y la cadena alimenticia con la posibilidad que llegue a la persona a través de los alimentos.

Los ácidos sulfúrico y nítrico presentes en la lluvia ácida provocan dermatitis, irritación de las mucosas principalmente la ocular e irritación en las vías respiratorias.

Los daños a las personas tal vez no pueden ser medidos con exactitud, pero es seguro pensar que si se disminuye la lluvia ácida, entonces se beneficiará la salud humana.⁽⁸⁾

1.7.4 EFECTOS EN EL AMBIENTE

a) Daños a monumentos y edificaciones

La lluvia ácida provoca la erosión de monumentos , estatuas y edificaciones, en especial las hechas de piedra caliza, arenisca y mármol, ya que los ácidos contenidos en el agua lluvia se combinan con estas superficies , descascarándolas.

b) Daños a la vegetación y suelo

Hay dos maneras básicas en que la lluvia ácida impacta sobre los cultivos:

a) Directamente a la parte foliar de la planta

Los ácidos nítrico y sulfúrico queman las hojas, provocando manchas café y amarillas, afectando la fotosíntesis. Cuando las hojas son dañadas, el árbol no puede desarrollarse en proporción normal, volviéndose débil y menos resistente a insectos y plagas.

b) Daño indirecto al cultivo a través del suelo

Cuando la lluvia ácida cae sobre la tierra, una reacción química toma lugar entre los ácidos y el suelo. Esto puede resultar en la disolución de nutrientes como calcio y magnesio, elementos necesarios para el desarrollo de la planta.

Además favorece el movimiento de metales como aluminio, mercurio, plomo, cobre, zinc y manganeso, los cuales pueden ser absorbidos por la raíz, causando la muerte de la planta por intoxicación metálica.

c) Daños a la vida acuática

Si el nivel de acidez aumenta, la vida acuática de los lagos puede llegar a desaparecer, ya que aun pH menor de 5.5 las bacterias empiezan a morir y las tradicionales plantas comienzan a ser cubiertas por musgos y hongos.

Al seguir incrementando la acidez se altera el ciclo reproductivo del plancton, la fauna profunda y se perjudican los invertebrados, reduciendo el alimento para peces.

Hay cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de partículas y gases. Las partículas pueden ser de dos tipos: Sólidas (polvo, ceniza volante , hollín, etc.); Líquidas (niebla) y Gaseosas (monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles).⁽⁸⁾

2. PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN FORMA ARTESANAL

La primera etapa es la obtención de la materia prima que se extrae de las capas superficiales de los suelos que se encuentran alrededor de las fabricas ladrilleras, la cual se detalla a continuación:

1. Tierra blanca
2. Barro
3. Arena
4. Tierra negra

El proceso continua con la elaboración de la mezcla de estos componentes en la siguiente proporción:

- 12 carretilladas de tierra blanca
- 12 carretilladas de barro
- 1 carretillada de arena
- 1 carretillada de tierra negra
- 1 ½ barriles de agua.

Esta combinación produce una pasta uniforme de la cual se obtiene aproximadamente unos 600 ladrillos.

Una segunda etapa es el moldeo donde el ladrillo adquiere su forma, se deja endurecer en el suelo por un día (con sol de verano), después se procede a colocarlos en prensas por ordenamiento vertical para un secado mas rápido dependiendo las condiciones climáticas de la zona.

Una vez seco el ladrillo se procede a la quema de este en un Horno cuyas dimensiones aproximadas son las siguientes: 5 mts de largo, 4 mts de ancho y 3 mts de alto.

La forma mas usual de colocar los ladrillos para su cocción es hacer filas a lo largo del piso de horno en forma vertical, dejando espacios intercalados en los cuales se ponen los trozos de leña para que haya una quema uniforme de ladrillos.

Ya formadas las filas verticales se colocan sobre ellas otros ladrillos en forma horizontal formando una especie de plafón, esto se repite unas cuatro veces para llegar al nivel mas alto de la pared del horno.^(*)

Los hornos están techados formando una chimenea por donde sale el humo, en los costados se encuentran las “troneras” que sirven para alimentar con leña el fuego constantemente durante 24 o 48 horas que dura el proceso de cocción. En época lluviosa el gasto de leña es mayor ya que el ladrillo comienza el proceso de cocción sin estar seco en su totalidad pudiendo durar hasta 72 horas la quema, además de la leña utilizan otros materiales para la cocción de los ladrillos como : plásticos, madera, estopas de coco y otros.

La cantidad de leña usada generalmente es de uno a dos pantes, entendiéndose como pante 1364 Kg mas o menos una carretada.

Posteriormente el ladrillo se enfría durante tres días después de la cocción y sacado del horno para su comercialización. (ver anexo No. 5)

^(*) Argueta, Juan Angel. Entrevista sobre procesos de fabricación de ladrillos. Marzo 15 – 2002

3. EFECTOS QUE SE PRODUCEN EN EL AMBIENTE DURANTE EL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN FORMA ARTESANAL

PRIMERA ETAPA

La materia prima que se extrae de las capas superficiales del suelo (tierra blanca, tierra negra, barro y arena), contribuyen a la erosión del mismo, considerado como un grave problema en el país, especialmente para las zonas donde están las fábricas ladrilleras artesanales por las grandes cantidades producidas diariamente por estos y que a su vez contribuyen al deslave de los suelos que periódicamente causan las lluvias lo que incrementa el problema de la erosión.

Los elementos usados como materia prima, al extraerlos se emiten en forma de minúsculas partículas sólidas, que permanecen suspendidas en la atmósfera.

Las partículas finas de 0.1 a 2.5 μm se consideran mas peligrosas para la salud que las gruesas por las siguientes razones :

- a) El deposito de partículas finas prefiere la periferia del pulmón que, por razones anatómicas, parece ser especialmente susceptible de lesiones.
- b) La eliminación de las partículas de la periferia del pulmón es mucho más lenta que de las regiones centrales o las regiones altas la eliminación mas lenta implica una mayor exposición, mayor dosis y, por lo tanto, mayor riesgo.

- c) La penetración de las partículas en los tejidos superficiales y su entrada en la circulación son probablemente mayores en la periferia del pulmón, también por razones anatómicas.

El destino de la partícula una vez inhalada depende del diámetro, si la partícula es grande queda atrapada en la mucosa nasal y por medio de la acción de los cilios del epitelio impele el mucus hacia la traquea donde es tragada. Si la partícula es demasiado pequeña, puede llegar a través del aparato respiratorio a los alvéolos pulmonares, provocando insuficiencia respiratoria.(11)

SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se da el moldeo, secado y cocción de los ladrillos en el horno, en esta última se producen grandes cantidades de humo producido por la quema de leña, la cual contiene un alto grado de sílice que afecta a los pulmones; el humo que se produce durante la cocción es soluble en agua, por lo que facilita la solubilidad en los tejidos vivos, ya que éstos son ricos en ella, disolviéndose en tejidos de boca, garganta, nariz, bronquios y ojos.

El humo de leña, al ser inhalado también produce tos crónica, sibilancia, disnea, edema y obstrucción de las vías respiratorias, y al estar expuesto a él provoca ojos irritados. (11)

4. BASURA

Basura o desecho son desperdicios o sobrantes, lo que no se necesita, lo inútil o inservible. Por su estado físico, se clasifica en gases, líquidos y sólidos; y por su origen, en orgánicos e inorgánicos.

La cantidad de basura producida en una comunidad esta en relación con el numero de habitantes, sus costumbres, los productos que consumen y sus ocupaciones a que se dedican. En promedio, cada persona produce cerca de un kilogramo diario de desechos.⁽¹⁵⁾

4.1 COMPOSICION DE LA BASURA

| TIPO DE DESECHO | % COMPOSICION DE LA BASURA | POTENCIAL DE RECICLAJE EN EL AMSS TONELADAS/DIA |
|----------------------------|----------------------------|---|
| Materia orgánica | 51.85 | 865.64 |
| Papel y cartón | 19.03 | 317.71 |
| 0Plásticos | 15.30 | 255.43 |
| Textiles | 6.99 | 116.70 |
| Metales | 1.26 | 21.04 |
| Madera | 1.00 | 16.70 |
| Vidrio | 1.52 | 25.38 |
| Cuero | 1.20 | 20.03 |
| Materiales de construcción | 1.85 | 30.89 |

(15) Nottingham P. Gregory “ Condiciones ambientales del basurero de Nejapa”.

4.2 TIPOS DE BASURA

1. Basura orgánica

son los desechos originados por los seres vivos, por lo que son biodegradables, es decir, se fermentan, pudren o descomponen y la naturaleza lo reaprovecha; sin embargo, cuando se acumulan, permite la multiplicación de microbios y de plagas que encuentran refugio y alimento en ellos; además se convierten en fuente de contaminación de agua, aire y suelo; y son desechos como materia orgánica, papel, cartón, vidrio, plástico, tela, latas de aluminio y otros metales.

En el Salvador se estima que entre el 50% y 60% de los desechos que generamos son desechos orgánicos del jardín, de la cocina, de restaurantes y mercados, y los subproductos de cosechas y viveros. Aunque no sean desechos peligrosos, los orgánicos si pueden ser perjudiciales para la salud.

En el medio rural nunca fue un verdadero problema, pues los residuos orgánicos servían de abono o de alimentos para los animales, los vertidos arrojados a los ríos eran depurados por las propias aguas, el gran poder depurador de la naturaleza todavía no había sido derrotado por el poder del hombre; sin embargo el hombre empezó a utilizar las materias primas de una forma desordenada , explotando los recursos naturales mas rápido.

La basura orgánica se considera un problema grave de contaminación por que en ella se desarrollan y reproducen infinidad de organismos difusores de múltiples enfermedades, algunos de los cuales son:

-Moscas... que se alimentan de materia orgánica en descomposición y transportan microorganismos que producen enfermedades de la piel, así como en vías respiratorias y digestivas.

-Hongos... que ocasionan problemas respiratorios, alergias e infecciones de la piel.

-Roedores... animales altamente perjudiciales que consumen , destruyen y echan a perder los alimentos del campo, de los almacenes y hogares al contaminarlos con orina, excremento y microorganismos que ocasionan enfermedades infecciosas y gastrointestinales. .(20)

2. Basura inorgánica

se compone de desechos como latas, botellas, metales, plásticos y otros productos industriales, los cuales tardan mucho tiempo en desintegrarse o nunca se descomponen, y por ello se les llama no biodegradables.

Estos desechos no siempre resultan inservibles, existen diferentes formas de reaprovecharlos o reutilizarlos; si esto no es posible deben enterrarse, para evitar la degradación del medio y el deterioro del suelo.

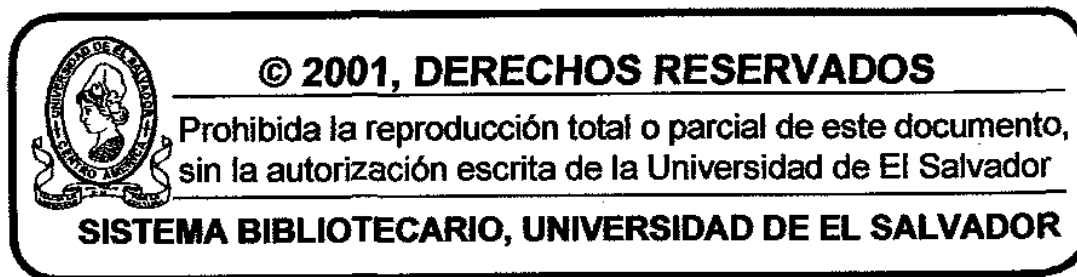
A través de nuestra manipulación exagerada y no controlada del sistema natural hemos concentrado y tirado a nuestro aire, agua y suelo cantidades de sustancias altamente tóxicas. (20)

4.3 EFECTOS HUMANOS Y AMBIENTALES

La basura produce daños a la naturaleza, sobre todo por el aumento de materiales inorgánicos como recipientes, bolsas, residuos industriales, pilas pañales desechables y otros. También es causa de muchas enfermedades porque en ellas se multiplican microbios.

La basura orgánica es la principal causante de enfermedades así como la inorgánica, pero esta última afecta más a la ecología.

En las ciudades la basura siendo un problema casi desde el origen de estas, debido a la densidad de la población y al hecho de arrojar la basura en las calles, ha producido la proliferación de insectos, roedores y microorganismos patógenos, trayendo como consecuencias enfermedades peligrosas para el hombre como la peste.



Se debe de manejar adecuadamente la basura por la contaminación. La difusión de mensajes que informen y orienten sobre este problema, será de gran importancia para disminuir la degradación del medio ambiente y mejorar las condiciones de salud.⁽²⁰⁾

4.4 CLASIFICACION DE DESECHOS

Para entender como los desechos nuestros impactan a la salud, se tiene que distinguir entre las diferentes categorías de desecho. Los desechos son sustancias que ya no tienen utilidad, están agotadas o vencidas, o en otra manera no deseadas.

Sin embargo un desecho es clasificado como “Desecho peligroso” , si tiene una o mas de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DE DESECHO PELIGROSO

| CARACTERISTICAS | DEFINICIÓN O PRUEBA | EJEMPLOS |
|-----------------|---|---|
| 1. Inflamable | Quema a temperatura ≤ 100 °F | Combustibles como diesel y gasolina; solventes como trementina, MEK, tolueno y benceno; plaguicidas, destilados de petróleo. |
| 2. Corrosivo | pH ≤ 2 o ≥ 12.5 ; quema la piel o acero (0.25 "/ año)* | Acidos, alcalinos, baterías de autos, lejía. |
| 3. Reactivo | Puede causar explosión, fuego o generación de gases. | Cloro, amoniaco, desechos de cianuro. |
| 4. Tóxico | Metales pesados, plaguicidas y solventes según la prueba "TCLP" o por su apariencia en uno de los listados. | Insecticidas, funguicidas, herbicidas, metales pesados como Arsénico, bario, cadmio, cromo, níquel, mercurio, plomo, plata y selenio. |

TCLP = Toxicity Characteristic Leaching Procedure, o sea, la prueba de lixiviabilidad de ciertas sustancias .(15)

(*) Corroe gradualmente el acero 0.25 pulgadas por año, al estar expuesto a pH ≤ 2 o ≥ 12.5 .

Si el desecho no tiene una de estas características , o si se genera en el hogar (es decir, es un producto comercial), no se clasifica como un desecho peligroso, sino que es considerado como un "desecho sólido". (15)

CAPITULO II

2. METODOLOGIA

2.1 Investigación Bibliográfica

El método de trabajo comprende:

- 1.1 Información recabada en la biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- 1.2 Ministerio del Medio Ambiente.
- 1.3 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través del laboratorio Central.
- 1.4 Alcaldía Municipal de Nejapa.
- 1.5 Ministerio de Educación , a través de Green COM, proyecto de educación y comunicación Ambiental.

2.2 Investigación de Campo

- 1.6 La investigación de campo se inicio con una encuesta para determinar el número de habitantes y la cantidad de fabricas ladrilleras que se encuentran en la comunidad (ver anexo No 2), a su vez se hizo una segunda encuesta para determinar las enfermedades más frecuentes en niños(as) que oscilan en la edad de (2-10 años). (ver anexo No 3).

Con la primera encuesta se determinó que la población de la Comunidad El Cedral es de 1245 habitantes (universo) con una muestra de 150 personas encuestadas.

Con un total de cinco fábricas ladrilleras, de las cuales se tomaron como muestra solamente dos de ellas, debido a que son las que se encuentran dentro de la comunidad y a su vez producen la mayor cantidad de ladrillos al día.

Para la segunda encuesta la muestra fue de 50 familias, con el objeto de determinar las enfermedades más frecuentes en niños (as) .

2.3 Diseño y Tamaño de Muestra

Se elaboró una encuesta para poder determinar cual es el efecto que las ladrilleras y el botadero pueden llegar a ocasionar en la salud y en el ambiente, el universo fue de 1245 habitantes y el tamaño de muestra 150 encuestados tomados al azar, (ver anexo No. 2) evaluando dos fábricas ladrilleras y el botadero.

2.4 Técnicas de muestreo

Métodos de análisis Químicos (Gravimétricos)

2.4.1 INDICE DE CORROSIVIDAD

FUNDAMENTO DEL METODO

Se exponen al aire libre durante un mes monedas de acero normalizadas a las cuales se les determinara el aumento de peso que corresponde al oxígeno y otras sustancias combinadas para formar óxidos y sales de hierro.

PROCEDIMIENTO

Preparación previa de las monedas.

- a) Marcar cada una de las monedas para su identificación .
- b) Medir dos diámetros perpendiculares, sacar el promedio y medir una altura.
- c) Sumergir las monedas de acero normalizadas durante 10 minutos en ácido sulfúrico al 10% y enjuagar con suficiente agua corriente.

Lavar bien con agua, cepillo y un detergente abrasivo en polvo; enjuagar con suficiente agua corriente y con agua destilada . Evitar tocar las monedas para no dejar manchas de grasa y transpiración .

- d) Colocar las monedas en una estufa por lo menos una hora y media a 103 – 105 °C , enfriar en el desecador, pesar, este valor será el peso inicial de cada moneda, envolver en papel de aluminio y guardar libre de cualquier contaminante, hasta el momento de ser utilizadas.

TOMA DE MUESTRA

- a) El día primero de cada mes colocar las monedas preparadas, en los marcos de madera, tomar las monedas con pinzas para evitar manchas de grasa y transpiración .
- b) Dejar al aire libre durante un mes.

El día primero del mes siguiente retirar las monedas con una pinza, colocar sobre el papel de aluminio; envolver y llevar al laboratorio. Se debe de evitar que se desprendan escamas de óxidos o sales .

- c) Colocar en el soporte otras monedas preparadas. La preparación se repite todos los meses (cuatro meses), de preferencia el primero de cada mes y a una hora aproximada.⁽¹¹⁾

PUNTOS DE MUESTREO DE INDICE DE CORROSIVIDAD

PRIMER MUESTREO : 1° de Marzo

| Moneda | hora | lugar | Propietario |
|--------|----------|--------------|-------------------------|
| 1 | 11:00 am | Casa #4 | María Guadalupe Benítez |
| 2 | 11:30 am | Casa #15 | José Rodríguez |
| 3 | 11:45 am | Casa #28 | Tienda El Carmen |
| 4 | 1:45 pm | Casa Comunal | Alcaldía de Nejapa |
| 5 | 2:15 pm | Casa #34 | Carmen Rivera |
| 6 | 2:45 pm | Casa #47 | Juan Alberto Luna |

ANALISIS

- Abrir el papel de aluminio y sin sacar las monedas, colocar en una estufa a 103 – 105 °C durante una hora y media a dos horas.
- Enfriar en el desecador con todo y el papel de aluminio.
- Pesar el conjunto de papel y moneda.

- d) Sacar la moneda, limpiar el papel de aluminio con un pincel para eliminar el polvo y escamas que pudieran haberse desprendido, y envolver, pesar el papel solo.(8)

CALCULO PARA DETERMINAR INDICE DE CORROSIDAD

Fórmula :

Indice de Corrosividad:

$$\text{I.C.} = \frac{19 \times \text{aumento de peso}}{D (D + 2 h) \text{ días de exposición}} \quad \text{Expresado en: mg/cm}^2 / 30\text{días}$$

Donde:

I.C. = Indice de Corrosividad

19 = Constante (ver anexo No.7)

D = Diámetro

h = Altura

2.4.2 POLVOS SEDIMENTABLES

FUNDAMENTO DEL METODO

Dejar al aire libre durante un mes un recipiente plástico previamente lavado y colocarle una cantidad suficiente de agua (aproximadamente 50 mL) de modo que las partículas sedimenten fácilmente, después de ese tiempo trasladarlo al laboratorio, lavar cuidadosamente las paredes del frasco con agua,

homogenizar el contenido, filtrarlo a través de un tamiz de malla No. 20 para eliminar cualquier trozo grueso, se concentra en baño maría, se evapora a sequedad el contenido de los frascos en las cápsulas previamente taradas, y se pesa.

PREPARACION PREVIA DE LAS CAPSULAS DE PORCELANA

- a) Lavar las cápsulas de porcelana con agua y detergente para eliminar cualquier suciedad.
- b) Enjuagar con agua destilada y colocarlas en la estufa a 105°C por una hora y media.
- c) Sacar de la estufa utilizando pinzas y enfriar en desecador .
- d) Pesar

SELECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO

Debe elegirse un lugar cubierto de la interferencia de las personas extrañas.

Muestras tomadas a diferentes alturas pueden dar resultados diferentes. Se sugiere que la altura de la muestra no sea inferior a tres metros ni superior a diez metros del nivel del suelo.

Es indispensable asegurarse de que no existe, en las cercanías del sitio de muestreo, chimeneas y otras fuentes de contaminación que puedan ocasionar perturbación serias de los valores obtenidos.(ver anexo No. 1)

PUNTOS DE MUESTREO PARA POLVOS SEDIMENTABLES

PRIMER MUESTREO: 1^o de Marzo

| Balde | Hora | Lugar |
|-------|----------|---|
| 1 | 11:10 am | Casa # 7 Propietario : Isabel Morales |
| 2 | 11:40 am | Casa # 21 Propietario: Sofía Monterrosa |
| 3 | 12:05 pm | Casa # 40 Propietario: Diego Martínez |
| 4 | 2:30 pm | Casa # 52 Propietario: Francisco Castillo |

Nota: La realización del muestreo fue en área abierta en un periodo de cuatro meses sustituyendo después de cada mes cada uno de los baldes aproximadamente a la misma hora dejándose cada uno por 30 días.

TOMA DE MUESTRA

- a) El día primero del mes en que se iniciará el programa, colocar en el soporte un frasco de muestreo, lavado previamente con detergente y enjuagado con agua destilada, colocarle una alícuota representativa de agua destilada de 50 mL aproximadamente.
- b) El día primero del mes siguiente de preferencia a la misma hora sacar el frasco y reemplazarlo por otro igual.
- c) Tapar el frasco con la muestra y llevar al laboratorio.
- d) Continuar cambiando los frascos el día primero de cada mes (cuatro meses).

ANALISIS

- a) Lavar cuidadosamente las paredes del frasco con agua destilada utilizando un frasco lavador.
- b) Traspasar el liquido recolectado a un vaso de precipitado de 1000 mL previamente lavado, filtrándolo para eliminar cualquier trozo grueso que no se considerara en el análisis colocado dentro de un embudo de plástico.
- c) Lavar cuidadosamente el tamiz .
- d) Lavar el frasco, frotando sus paredes con la varilla para liberar cualquier partícula adherida.
- e) Traspasar el liquido al vaso de precipitado.
- f) Colocar el vaso de precipitados en el baño maría hasta un volumen de 25 mL o menos.
- g) Si por haber recogido agua de lluvia el liquido total alcanza a mas de 500 mL , evaporar previamente una parte, agregar posteriormente el resto.
- h) Preparar de antemano la cápsula de porcelana, lavarla cuidadosamente con detergente, enjuagar con agua destilada, dejarla una hora y media en la estufa de 103-105 °C, enfriar en el desecador y pesar.
- i) Traspasar el liquido concentrado desde el vaso de precipitado a la cápsula de porcelana ya preparada, lavar cuidadosamente las paredes y el fondo del vaso mediante el frasco lavador y la varilla.
- j) Evaporar casi a sequedad en el baño maría y después directo.

- k) Dejar en la estufa de 103-105 °C durante una hora y media, enfriar en el desecador y pesar. (8)

CALCULO PARA DETERMINAR POLVOS SEDIMENTABLES

Formula :

Polvos Sedimentables: (P.S.)

$$P.S = \frac{\text{Peso neto del material recogido (mg)} \times 30}{\text{Superficie útil de la boca del frasco (cm}^2 \text{)} \times \text{días de recolección}}$$

Expresado en: mg/cm² /30días

Donde :

P.S. = Polvos Sedimentables

30 = Días de recolección

2.4.3 LLUVIA ACIDA

FUNDAMENTO

La lluvia ácida es aquella que se genera a través de complejas reacciones por efecto de la luz solar y la humedad del aire, estos compuestos de transforman en ácido sulfúrico y ácido nítrico (en un 70 % y un 30 % respectivamente) que posteriormente precipitan desde la atmósfera en diferentes lugares según el efecto del viento produciendo una acidificación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas en diferentes grados.

La lluvia ácida es aquella que presenta un pH menor a 5.6 debido a la presencia

de los ácidos carbónico, sulfúrico y nítrico, generados por la excesiva contaminación atmosférica.

OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

- a) Colocar cuatro recipientes plásticos durante dos meses, en los respectivos puntos de muestreo, al aire libre a una altura de tres metros.
- b) Dejar los recipientes plásticos durante un mes.
- c) Trasladar los recipientes plásticos al Laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- d) Colocar parte de la muestra en un vaso de precipitados de 250 mL.
- e) Determinar la acidez a las diferentes muestras (ocho muestras en total), utilizando el Potenciómetro Marca Oreon 420-A previamente calibrado con buffer pH 7 y pH 4.5, a la vez se utilizo papel pH (escala de 0-14). (10)

2.5 Material y Equipo

Soporte de madera

Frascos de plástico recolectores de agua lluvia

Monedas de acero normalizadas

Papel aluminio

Papel absorbente

Desecador

Hot plate

Estufa

Balanza analítica

Balanza granataria

Tamiz No 20

Cápsulas de porcelana

Frasco lavador

Agitadores de vidrio

Baño de maría

Vaso de precipitados

Probetas de 100 mL

Papel pH 0 - 14

Potenciómetro marca ORION modelo 420 - A

Pinzas de sostén

Soportes con anillo de 6 a 8 cm de diámetro

2.5.1 Reactivos

Acido Sulfúrico concentrado

Acido Sulfúrico al 10%

Agua destilada

Agua corriente

Buffer pH 7

Buffer pH 4.5

Detergente abrasivo en polvo

CAPITULO III

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 INVESTIGACION DE CAMPO

LOCALIZACION DE LA COMUNIDAD EL CEDRAL

La comunidad esta ubicada cerca de la zona del botadero de Nejapa, localizada a dos kilómetros al Nor-Oriente del volcán de San Salvador y 10 kilómetros del centro de San Salvador, en los limites divisorio de los municipios de Nejapa y Apopa, Sur-Poniente de la intersección de la carretera a Quezaltepeque y la carretera a Mariona, en el pie sur del Cerro de Nejapa (vea el mapa de ubicación anexado).

El tipo de suelo de la comunidad El Cedral y las Zonas aledañas es cohesivo y granulado, arenas limosas, arenas gruesas y arenas arcillosas orgánicas.

La precipitación fluvial del área es de 1700 mm anuales, con una humedad relativa en el aire al 80% media anual, con una temperatura de 24-26 °C, con un índice de calor de 30 °C, la población de la comunidad es de 1245 habitantes, las vías de acceso es de Carretera a San Luis Mariona, el tipo de transporte es urbano y privado. (ver anexo No 4) .(15)

3.2 DETERMINACION ANALITICA

3.2.1 SELECCIÓN DE PARAMETROS

La selección de parámetros se basó en que la causa principal de la contaminación del aire es la combustión, identificándose fabricas ladrilleras artesanales que expelen contaminantes que afectan la atmósfera, por la dispersión de gases y partículas.

Por otro lado, el botadero, por su cercanía a la comunidad en estudio es el principal causante de enfermedades respiratorias y gastrointestinales en los habitantes, es por ello que tales parámetros han sido escogidos por el grave daño que causan a la salud y al medio ambiente.

3.2.2 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

La selección de los puntos de muestreo fue basándose en la ubicación de las fabricas ladrilleras artesanales dentro de la comunidad, en relación con las obstrucciones al movimiento del aire y la naturaleza del terreno que se encuentran en la dirección del viento que viene de las fabricas ladrilleras.

Para el muestreo del Índice de Corrosividad , Polvos Sedimentables y Lluvia Acida cada muestra se ubico en viviendas aledañas a las fabricas ladrilleras, colocándose cada una a una altura no menor de 3 metros y no mayor de 10 metros (atmósfera abierta) y protegiéndolas de la interferencia de personas extrañas.

Para abarcar las áreas de mayor y menor concentración de contaminantes fueron ubicados seis puntos de muestreo para el caso del análisis de Índice de Corrosividad y cuatro puntos de muestreo para la determinación de Polvos Sedimentables y Lluvia Acida.

3.2.3 FRECUENCIA DE MUESTREO

Se llevo a cabo una vez al mes durante cuatro meses:

Primer muestreo Marzo - Abril

Segundo muestreo Abril - Mayo

Tercer muestreo Mayo - Junio

Cuarto muestreo Junio - Julio

Utilizando para ello seis monedas de acero normalizadas (Índice de Corrosividad) y cuatro recipientes plásticos (Polvos Sedimentables), con el objetivo de obtener datos representativos y comparativos en época seca y época lluviosa.

Para la determinación de pH (Lluvia Acida), los meses de toma de muestra fueron Mayo y Junio(época lluviosa), efectuándose cuatro muestras por mes.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 DETERMINACION DE INDICE DE CORROSIVIDAD: (I.C.)

FUNDAMENTO DEL METODO

Se exponen al aire libre durante un mes monedas de acero normalizadas a las cuales se les determinara el aumento de peso que corresponden al oxigeno y otras sustancias combinadas para formar óxidos y sales de hierro.

Especificaciones de las Monedas de Acero Normalizadas

| Moneda | No. de Ranura de moneda | Diámetro de moneda | Altura de moneda |
|--------|-------------------------|--------------------|------------------|
| 1 | 9 | 6.5 cm | 0.30 cm |
| 2 | 8 | 6.6 cm | 0.30 cm |
| 3 | 7 | 6.5 cm | 0.20 cm |
| 4 | 5 | 6.6 cm | 0.15 cm |
| 5 | 2 | 6.4 cm | 0.20 cm |
| 6 | 1 | 6.6 cm | 0.20 cm |

INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA SECA)**MUESTREO No 1**

| No. de ranura de moneda | Peso de moneda sola (g) | Peso de papel (g) | Peso de moneda expuesta (g) | Aumento de peso (g) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 9 | 75.6385 | 0.9450 | 75.7174 | 0.0789 |
| 8 | 83.5128 | 0.8790 | 83.6101 | 0.0973 |
| 7 | 74.4517 | 0.9857 | 74.5639 | 0.1122 |
| 5 | 77.0253 | 0.7158 | 77.1137 | 0.0884 |
| 2 | 63.9333 | 0.8957 | 64.041 | 0.1077 |
| 1 | 80.1973 | 0.9807 | 80.435 | 0.2377 |

INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA SECA)**MUESTREO No 2**

| No. de ranura de moneda | Peso de moneda sola (g) | Peso de papel (g) | Peso de moneda expuesta (g) | Aumento de peso (g) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 9 | 75.6385 | 0.836 | 75.730 | 0.0915 |
| 8 | 83.5128 | 0.886 | 83.683 | 0.1702 |
| 7 | 74.4517 | 0.868 | 74.567 | 0.1153 |
| 5 | 77.0253 | 0.821 | 77.1050 | 0.0797 |
| 2 | 63.9333 | 0.923 | 64.209 | 0.2757 |
| 1 | 80.1973 | 0.958 | 80.3010 | 0.1037 |

INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA LLUVIOSA)

MUESTREO No 3

| No. de ranura de moneda | Peso de moneda sola (g) | Peso de papel (g) | Peso de moneda expuesta (g) | Aumento de peso (g) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 9 | 75.6385 | 1.3220 | 75.691 | 0.0525 |
| 8 | 83.5128 | 0.7560 | 83.584 | 0.0712 |
| 7 | 74.4517 | 0.8159 | 74.4871 | 0.0354 |
| 5 | 77.0253 | 1.5490 | 77.062 | 0.0367 |
| 2 | 63.9333 | 0.81190 | 63.984 | 0.0507 |
| 1 | 80.1973 | 0.7190 | 80.2600 | 0.0627 |

INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA LLUVIOSA)

MUESTREO No 4

| No. de ranura de moneda | Peso de moneda sola (g) | Peso de papel (g) | Peso de moneda expuesta (g) | Aumento de peso (g) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 9 | 75.6385 | 0.9428 | 75.6877 | 0.0492 |
| 8 | 83.5128 | 1.3215 | 83.5488 | 0.036 |
| 7 | 74.4517 | 0.8370 | 74.4859 | 0.0342 |
| 5 | 77.0253 | 0.9839 | 77.0968 | 0.0715 |
| 2 | 63.9333 | 0.8751 | 63.9989 | 0.0656 |
| 1 | 80.1973 | 0.9951 | 80.2609 | 0.0636 |

Ejemplo :

INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA SECA)

Muestreo N° 1 (moneda 1 ; ranura 9)

$$\text{I.C.} = [19 \times 7.89 \text{ mg}] / [6.5 \text{ cm} (6.5 + 2(0.3 \text{ cm}))] \times 30 \text{ días}$$

$$\text{I.C.} = 149.91 \text{ mg} / 1384.5 \text{ cm}^2/\text{días}$$

$$\text{I.C.} = 0.1083 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$$

CUADRO DE RESULTADOS

**INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA SECA)
MUESTREO No 1**

| N° DE RANURA DE MONEDA | IC(mg/cm²/30 días) |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 9 | 1.083 |
| 8 | 1.335 |
| 7 | 1.539 |
| 5 | 1.213 |
| 2 | 1.478 |
| 1 | 3.262 |

I.C.= Índice de Corrosividad.

**INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA SECA)
MUESTREO No 2**

| N° DE RANURA DE MONEDA | IC(mg/cm²/30 días) |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 9 | 1.255 |
| 8 | 2.335 |
| 7 | 1.582 |
| 5 | 1.093 |
| 2 | 3.783 |
| 1 | 1.423 |

I.C.= Indice de Corrosividad.

**INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA LLUVIOSA)
MUESTREO No 3**

| N° DE RANURA DE MONEDA | IC(mg/cm²/30 días) |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 9 | 0.720 |
| 8 | 0.977 |
| 7 | 0.4858 |
| 5 | 0.5036 |
| 2 | 0.695 |
| 1 | 0.860 |

I.C.= Indice de Corrosividad.

**INDICE DE CORROSIVIDAD (EPOCA LLUVIOSA)
MUESTREO No 4**

| N° DE RANURA DE MONEDA | IC(mg/cm ² /30 días) |
|---------------------------|---------------------------------|
| 9 | 0.675 |
| 8 | 0.494 |
| 7 | 0.469 |
| 5 | 0.981 |
| 2 | 0.900 |
| 1 | 0.872 |

I.C.= Indice de Corrosividad.

4.1.1 DISCUSION DE RESULTADOS SOBRE INDICE DE CORROSIVIDAD

De acuerdo a los resultados obtenidos en época seca y en época lluviosa al comparar los datos, se observa un incremento del Indice de Corrosividad en época seca, dando valores de 3.262 y 3.783 mg/cm²/30 días.

Aunque no existe un limite establecido sobre Indice de Corrosividad se puede observar en el lugar de estudio, que en época seca se presenta una mayor acumulación de contaminantes, ya que estos tienden a bajar cuando la temperatura disminuye, por lo tanto en época lluviosa se presentan valores de contaminación bajos debido a factores climáticos como: viento, temperatura, velocidad del viento y presión atmosférica. Esto no significa que en época

lluviosa no exista contaminación, ya que la lluvia actúa en este caso como depuradora de partículas, disminuyendo en esta época el Índice de Corrosividad.

4.2 RESULTADO DE LLUVIA ACIDA

FUNDAMENTO

“ La lluvia ácida es aquella que presenta un pH ,menor a 5.6 debido a la presencia de los ácidos carbónico, sulfúrico y nítrico, generados por la excesiva contaminación atmosférica “.

Experimentalmente la lluvia ácida se determino utilizando el pHmetro marca ORION, modelo 420-A y papel pH. (Escala 0-14).⁽¹¹⁾

CUADRO DE RESULTADOS SOBRE pH DE LLUVIA ACIDA

| MUESTRA | POTENCIÓMETRO | PAPEL pH (0-14) | NORMATIVA |
|---------|---------------|------------------|-----------|
| 1 | 7.14 | 7 | < 5.6 |
| 2 | 6.03 | 6 | < 5.6 |
| 3 | 6.20 | 6 | < 5.6 |
| 4 | 6.02 | 6 | < 5.6 |
| 5 | 6.32 | 6 | < 5.6 |
| 6 | 6.20 | 6 | < 5.6 |
| 7 | 6.01 | 6 | < 5.6 |
| 8 | 7.03 | 7 | < 5.6 |

4.2.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS SOBRE LLUVIA ACIDA

Los valores obtenidos en la determinación de lluvia ácida no se encuentran dentro del límite de acidez normal cuyo valor es de 5.6, lo cual puede deberse a la presencia de Sílice y Carbonatos que actúan como sales básicas neutralizando la acidez de la lluvia, por lo que se concluye que hasta la fecha el lugar no se ve afectado por lluvia ácida.

4.3 RESULTADOS DE POLVOS SEDIMENTABLES: (P.S.)

FUNDAMENTO

La determinación de polvos sedimentables se fundamenta en la capacidad de las partículas de estar suspendidas en el aire debido a su tamaño y peso, y por lo cual son atraídos al suelo por la fuerza de gravedad. Estas partículas tienen un tamaño aproximado de 5 μ y por ello pueden ser transportados por la respiración hasta los pulmones.

Especificaciones establecidas para llevar a cabo el muestreo de polvos sedimentables:

- 1- Altura de la muestra no debe ser inferior a 3 metros, ni superior a 10 metros del nivel del suelo.
- 2- Debe elegirse un lugar cubierto de la interferencia de personas extrañas.

CALCULOS PARA DETERMINAR POLVOS SEDIMENTABLES

Fórmula :

$$PS = \frac{\text{Peso neto de material recolectado (mg)} \times 30}{\text{Superficie útil de la boca del frasco (cm}^2\text{)} \times 30 \text{ días}}$$

MUESTREO No. 1

EPOCA SECA

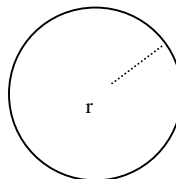
Peso de la cápsula de porcelana vacía = 73.9100 g

Peso de la cápsula de porcelana + muestra = 74.3355 g

Peso del material neto = 0.4255 g

Diámetro de la boca del frasco

$$D = 2r$$



Diámetro de la boca del frasco = 25.5 cm

$$r = D/2 = 25.5 \text{ cm} / 2 = 12.75 \text{ cm}$$

sustituyendo :

$$A = 3.1416 \times (12.75 \text{ cm})^2 = 510.70 \text{ cm}^2$$

$$PS = [425.5 \text{ mg} \times 30] / [510.70 \text{ cm}^2 \times 30]$$

$$PS = 0.8331 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días.}$$

Normativa: 0.5 mg/cm² /30 días

CUADRO DE RESULTADOS DE POLVOS SEDIMENTABLES

POLVOS SEDIMENTABLES (EPOCA SECA)

MUESTREO No 1

| Peso de cápsula de porcelana vacía (g) | Cápsula de porcelana + muestra (g) | Muestra (g) | Polvos sedimentables mg/cm²/30 días |
|---|---|--------------------|---|
| 73.9100 | 74.3355 | 0.4255 | 0.8312 |
| 77.2575 | 78.3512 | 1.0937 | 2.140 |
| 80.4245 | 82.4650 | 2.0405 | 3.990 |
| 101.582 | 102.712 | 1.1300 | 2.210 |

POLVOS SEDIMENTABLES (EPOCA SECA)

MUESTREO No 2

| Peso de cápsula de porcelana vacía (g) | Cápsula de porcelana + muestra (g) | Muestra (g) | Polvos sedimentables mg/cm²/30 días |
|---|---|--------------------|---|
| 73.9103 | 75.2220 | 1.302 | 2.54 |
| 77.2585 | 78.100 | 0.8415 | 1.64 |
| 80.4235 | 83.671 | 3.2475 | 6.35 |
| 101.580 | 102.60 | 1.020 | 1.99 |

POLVOS SEDIMENTABLES (EPOCA LLUVIOSA)**MUESTREO No 3**

| Peso de cápsula de porcelana vacía (g) | Cápsula de porcelana + muestra (g) | Muestra (g) | Polvos sedimentables mg/cm²/30 días |
|---|---|--------------------|---|
| 73.9450 | 74.001 | 0.056 | 0.109 |
| 77.3690 | 77.3740 | 0.005 | 0.0097 |
| 84.1025 | 84.1950 | 0.0925 | 0.181 |
| 101.625 | 101.655 | 0.030 | 0.058 |

POLVOS SEDIMENTABLES (EPOCA LLUVIOSA)**MUESTREO No 4**

| Peso de cápsula de porcelana vacía (g) | Cápsula de porcelana + muestra (g) | Muestra (g) | Polvos sedimentables mg/cm²/30 días |
|---|---|--------------------|---|
| 73.952 | 73.99 | 0.038 | 0.074 |
| 78.3684 | 78.412 | 0.0436 | 0.085 |
| 77.9036 | 77.960 | 0.0564 | 0.1104 |
| 81.8695 | 81.964 | 0.0945 | 0.1850 |

4.3.1 DISCUSIÓN SOBRE RESULTADOS DE POLVOS SEDIMENTABLES

Según los datos obtenidos en época seca y época lluviosa, se observa que en el muestreo dos referente a la época seca se presenta un valor de 6.35 mg/cm²/30 días, lo cual se atribuye a la topografía del lugar, a la cantidad de ladrilleras que producen una gran cantidad de hollín, ya que en este sitio de muestreo se producen mayor cantidad de ladrillos diarios en comparación a las otras fabricas aledañas. Sin embargo en época lluviosa las concentraciones de polvos sedimentables son menores en comparación con la época seca, ya que la humedad de la lluvia hace que las partículas circundantes en la atmósfera sean arrastradas mas fácilmente, y por lo tanto estas caen en la tierra.

4.4 DIAGNOSTICO SOBRE LA REPERCUSION EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA COMUNIDAD EN ESTUDIO

El basurero no es la única fuente de contaminación en la zona. Para interpretar los resultados hay que considerar otras fuentes de descarga y emisión esto incluye:

1.0 Ladrilleras.

Estas se encuentran en la orilla de la carretera a Quezaltepeque y dentro de la comunidad. Estas fabricas artesanales queman una gran cantidad de leña en el proceso de hornear bloques de ladrillo, aumentando la tasa de deforestación generando una cantidad de partículas CO_2 y CO . Cuando hay escasez de leña algunas ladrilleras queman llantas en vez de madera. La quema de llanta es fuente de múltiples contaminantes, incluyendo partículas compuestos de azufre, hidrocarburos, CO_2 , CO .

2.0 La población misma

Los pobladores de la zona también contaminan a través de:

El mal manejo de la basura generando la contaminación del aire y del agua y criaderos de zancudos y otros vectores de enfermedad.

El depósito de excreta al aire libre o fosas sépticas mal ubicadas o en mala posición contaminando el agua y dispersando múltiples enfermedades

La tala de árboles para leñas y para cultivo que resulta en erosión ,
envenenamiento por agroquímico contaminación del agua y aire, calentamiento
de la zona y pérdida de hábitat y de biodiversidad.

La quema de basura, la quema agrícola y el uso de leña para cocinar todo lo
cual emite al aire partículas, CO₂, CO .(8)

4.5 ENCUESTA PARA DETERMINAR LAS ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN NIÑOS (AS) DE (2 – 10 AÑOS), EN LA COMUNIDAD EL CEDRAL

Total de familias encuestadas : 50 familias

Total de niños encuestados : 57 niños

Total de niñas encuestadas : 90 niñas

Total 147 niños

RESULTADOS DE ENCUESTA No. 2

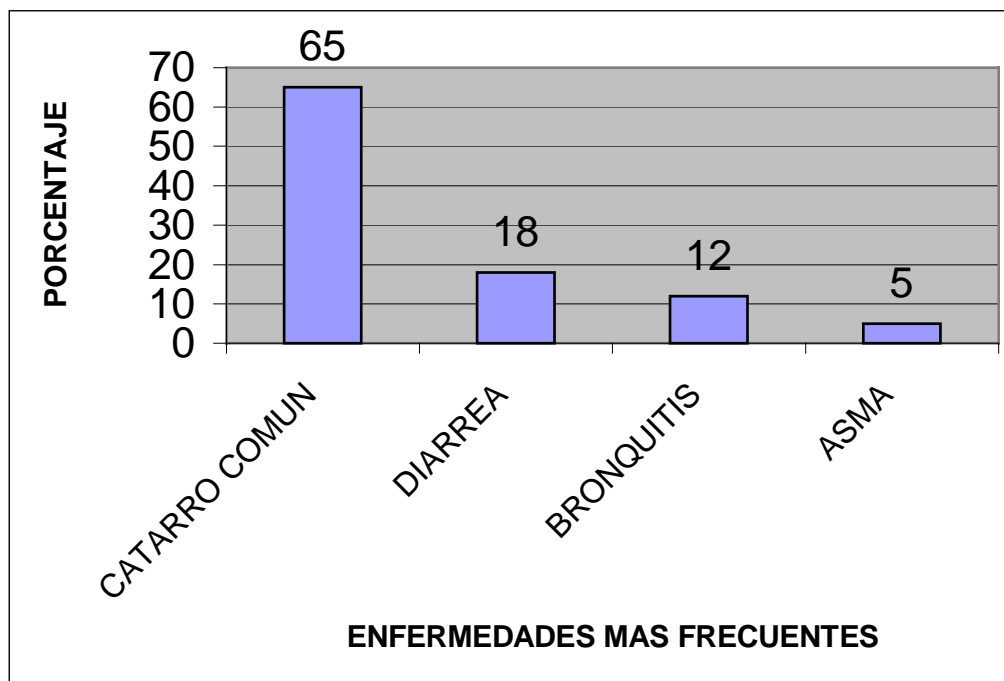


GRAFICO DE ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN NIÑOS(AS)

4.6 INTERPRETACION DE GRAFICO DE ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN NIÑOS (AS)

La tabulación de datos y resultados nos indican :

Para obtener un sondeo del impacto en la salud, específicamente en niños (as) entre las edades que oscilan de 2 – 10 años, se paso una encuesta de la cual se obtuvieron los siguientes resultados : el grupo familiar promedio en cada vivienda es de cinco personas.

| Comunidad encuestada | Comunidad El Cedral |
|-----------------------|---------------------|
| Población | 1245 personas |
| Cantidad de familias | 188 familias |
| Cantidad encuestada | 50 familias |
| Porcentaje encuestado | 27 % |

Las enfermedades respiratorias más comunes son :catarro común , bronquitis y asma .Estas enfermedades son causadas por la exposición al humo que emite las ladrilleras cuando quema , así como también el uso que tiene la leña en la cocción de alimento en el hogar.

La enfermedad gastrointestinal más común es la diarrea. Este tipo de enfermedad es causada directamente por la basura, ya que en ella se desarrollan y se producen infinidad de organismos como son las moscas, que se alimentan de materia orgánica en descomposición y transportan

microorganismos que producen enfermedades digestivas por otro lado también se encuentran los roedores que son animales altamente perjudiciales que consumen, destruyen y hechan a perder los alimentos los cuales ocasionan enfermedades gastrointestinales.

Comparando los resultados obtenidos en la encuesta con los datos estadísticos de la unidad de Salud del municipio de Nejapa, se observa que el mayor número de casos atendidos por enfermedades gastrointestinales es la diarrea común con un total de 718 casos reportados. (ver anexo no. 8)

CONCLUSIONES

1. Durante el proceso de fabricación de ladrillos en forma artesanal, el deterioro ambiental inicia desde la etapa de la obtención de materia prima, ya que los elementos utilizados se emiten en forma de minúsculas partículas sólidas, las cuales permanecen suspendidas en la atmósfera, provocando alteraciones en la calidad del aire, siendo capaces de generar cambios fisiopatológicos que dañan la salud de los habitantes.
2. Durante el proceso de combustión de la materia prima usada en la fabricación de ladrillos, se emiten gases peligrosos como: CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , que alteran el desequilibrio atmosférico por el alto consumo de leña, utilización de otras materias primas como llantas, que afectan la salud de la población así como también flora y fauna.
3. La distancia de la vivienda en relación a las ladrilleras es muy limitada (1-5 mts) representando un riesgo para la salud de los habitantes de la zona, siendo un factor de contaminación permanente por la frecuencia en que se realiza la fabricación de ladrillos.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación con respecto a Polvos sedimentables e índice de corrosividad, se concluye que en época

seca los resultados obtenidos fueron mayores en comparación con los obtenidos en época lluviosa, debido al efecto de dilución de la lluvia, es decir que ésta actúa como depuradora de partículas suspendidas en la atmósfera; por lo que en términos de riesgo para la salud es la época seca la que amenaza a los habitantes de la zona.

5. Los valores obtenidos en la determinación de lluvia ácida presentan valores alcalinos, lo cual puede deberse a la presencia de sílice y carbonatos que actúan como sales básicas neutralizando la acidez de la lluvia.
6. En cuanto a las enfermedades más frecuentes en niños(as) se reporta que dentro de las de tipo respiratorio, el catarro común, bronquitis y asma son las más frecuentes, las cuales probablemente son causadas por la exposición al humo que emiten las ladrilleras cuando queman, así como también al uso que tiene la leña en la cocción de alimento en el hogar.
7. Dentro de las enfermedades gastrointestinales la más común es la diarrea. Este tipo de enfermedad es causada directamente por la basura, ya que en ella se desarrollan insectos como las moscas y los roedores que se alimentan de materia orgánica en descomposición y transportan microorganismos que producen enfermedades digestivas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evitar la construcción del botadero cerca de la comunidad para evitar la contaminación de las aguas superficiales. Esto requiere un plan de clausura que contempla toda la zona de influencia del botadero.
2. Un programa de monitoreo en la zona para vigilar el movimiento y destino de los contaminantes hasta que la concentración disminuya bajo la norma o criterio relevante.
3. Un plan de protección de la salud de los pobladores ,incluyendo medidas de contingencia en caso de que se encuentren nuevas fuentes de riesgo o que aumenten las concentraciones permisibles.
4. Hay que eliminar la quema de llantas, plásticos y otras sustancias generadoras de emisiones nocivas que frecuentemente ocurren en las fabricas ladrilleras.
5. Promover la utilización de otros materiales como combustible sustituto de la leña como aserrín, estopa de coco, granza de arroz, bagazo de caña y otras.

6. Asistencia Medica de emergencia o instalación de una clínica, para que atienda los casos médicos de la población y las enfermedades producidas por las fabricas ladrilleras y en botadero.

7. Decretar que la zona del botadero cumpla con las especificaciones técnicas para que en un futuro próximo pueda construirse un área de recreación, evitando con esto que se intente construir viviendas lo cual seria un riesgo para todos por el peligro de hundimiento, exposición de gases y otras consecuencias.

BIBLIOGRAFIA

1. Alarcón Solano, Ulma Teresa; “Estudio de La Contaminación Atmosférica provocadas por la planta Nejapa Power; El Salvador: Facultad de Química y Farmacia; Universidad de El Salvador; 1997.
2. Bialko, Calpe A. y otros; Contaminación Ambiental. Barcelona, 1994.
3. Dreisbach, Robert: Manual de Toxicología Clínica, 5ª edición; México, Editorial Manual Moderno
4. Enciclopedia Visual de La Ecología; Modulo de educación ambiental para docentes EGEBE; Buenos Aires PRODIA; 1996.
5. Enkerlin, Ernest y otros; Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thomson Editores. México. 1997.
6. El Salvador, Green Com. Proyecto de Educación Ambiental.
7. Fisher. M. y otros . “La capa de ozono, la tierra en peligro “. México , 1994.
8. Guevara Laínez, René Adelio y otros. “ Impacto Ambiental producido por ladrilleras ubicadas en el área de Armenia “ . El Salvador ., Facultad de Química y Farmacia., Universidad de El Salvador .,1994.
9. Guevara Rivera, Víctor M. y otros., “Estudio de factibilidad de técnica y económica para el diseño de un modelo de manejo y tratamiento de sólidos” Universidad Albert Einstein. Facultad de Ingeniería., 1997.

10. Manual de Contaminación Ambiental, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 2002.
11. Martínez Arnaíz, José Ignacio. Problemas del Medio Ambiente Salvadoreño UCA Editores. 6° Edición, 1997. Págs. 174 – 181.
12. Michael Scott; Ecologia-Colección Oxford Joven. Ediciones EDEBE. Barcelona. 1995.
13. Ministerio de Salud. Breves artículos e informes de FUSADES sobre la contaminación del aire a través del laboratorio central OPS/OMS.
14. Muñoz, Daniel. 1996. “Cambios climáticos provocan cambios en el mundo” El Diario de Hoy, S.S., E.S. Jun.20, pág. 12.
15. Nottingham P. Gregory “ Condiciones Ambientales del Basurero de Nejapa “., El Salvador, Universidad Luterana Salvadoreña. 1998
Pompo, Juan Manuel y otros. “ Deterioro de los Ecosistemas “., Colombia.,1999.

16. Pompo, Juan Manuel y otros. "Deterioro de los ecosistemas"
Colombia, 1999.
17. Reglamento especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental.,
Legislación Ambiental, ley del medio ambiente, con su prontuario,
reglamentos y ley forestal , Capítulo III " Calidad del Aire ", Artículo 9,
Sección I. Editorial jurídica Salvadoreña, Primera edición , julio 2000
18. R. Clarke, "La contaminación atmosférica", Pág. 134.
19. Swisscontact, " Calidad del Aire ", 2000
20. www.medioambien.gov.ar/sian/scruz/educacion/contaminación.htm.
21. www.cec.uchile.cl/prica/
22. [www.monitoreodecontaminantes.gaseosos.frst.utn.edu.ar/investigación/
grupos/gese/información/medioham.ht](http://www.monitoreodecontaminantes.gaseosos.frst.utn.edu.ar/investigación/grupos/gese/información/medioham.ht).

G L O S A R I O

DISNEA : Dificultad para poder respirar.

EDEMA : Hinchazón blanda de una parte del cuerpo por retención patológica de líquido.

ESTOMA : Cada una de las aberturas microscópicas que en la epidermis de la planta permite el intercambio de gases de las células en el exterior.

EXPELIDA : Despojar, liberar.

GRANZA : Residuos de paja, espiga y grano sin descascarillar, que quedan de algunos cereales después de la criba.

NEBLUMO: Niebla baja y densa. Todo lo que dificulta la visión o comprensión de algo.

NECROTICO: Destrucción de un tejido orgánico.

IMPELEN : Empujar , dar movimiento, estimular.

FLUVIAL : relativo a los ríos.

PANTE: Se refiere a la cantidad de leña usada en la fabricación de ladrillos (una carretilla), equivalente a 1364 Kg. mas o menos.

SOMNOLENCIA : Pesadez física, causada por el sueño.

TAPONAN: Cerrar algún orificio, obstrucción de alguna cavidad.

VETAS : Vena o faja de alguna materia que por su color, calidad etc. Se distingue de la masa en que se hallan interpuestas.

TRONERA : Ventana pequeña y estrecha por donde entra escasamente la luz.

ANEXOS

ANEXO No. 1

ESPECIFICACIONES PARA DETERMINAR POLVOS SEDIMENTABLES

SELECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO

1. Debe de elegirse un lugar cubierto de la interferencia de personas extrañas.
2. Muestras tomadas a diferentes alturas pueden dar resultados diferentes, por lo que no siempre son comparables. Se sugiere, convencionalmente, que la altura de la muestra no sea inferior a 3 metros ni superior a 10 metros del nivel del suelo.
3. No debe de existir en las cercanías del sitio de muestreo chimeneas u otras fuentes de contaminación que puedan ocasionar perturbaciones serias de los valores obtenidos.
4. La boca del frasco debe de quedar en posición perfectamente horizontal



ANEXO No 2
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

ENCUESTA No. 1

"ENCUESTA SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACION
AMBIENTAL EMANADOS POR LAS FABRICAS LADRILLERAS Y
ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN LA COMUNIDAD EL CEDRAL,
MUNICIPIO DE NEJAPA"

1. CUANTO TIEMPO TIENE DE VIVIR EN ESTA COMUNIDAD ?

AÑOS _____ MESES _____

No. DE CASA _____

2. CUÁNTOS MIEMBROS VIVEN EN LA CASA _____

ADULTOS _____ NIÑOS _____ NIÑAS _____

3. POSEE USTED O SU FAMLIA LADRILLERA ?

SI _____ NO _____

CUANTO TIEMPO TIENE DE POSEER LA LADRILLERA _____

4. QUE MATERIAL OCUPA ADEMAS DE LA LEÑA PARA LA FABRICACIÓN
DE LADRILLOS _____

5. APROXIMADAMENTE CUANTOS LADRILLOS HACE AL MES :

6. COMO OBTIENE EL AGUA PARA BEBER

POTABLE _____ RIO _____

POZO _____ OTROS _____

7. QUÉ PRECAUCIONES TOMA CUANDO EL AGUA NO ES POTABLE ?

HIERVE EL AGUA _____

PURIFICA CON CLORO _____

NO DA TRATAMIENTO _____

8. CREE USTED QUE EL PROMONTORIO DE BASURA O LA QUEMA DE
LADRILLOS QUE EXISTE TRAE ALGUN PROBLEMA DE SALUD PARA
USTED O SU FAMILIA

SI _____ NO _____

CUÁLES

9. ALGUN MIEMBRO DE SU FAMILIA O USTED HA TENIDO ALGUNA
ENFERMEDAD EN LOS ULTIMOS CINCO MESES

SI _____ NO _____

CUÁL ES LA MÁS FRECUENTE :

GRIPE _____ PALUDISMO _____

DIARREA _____ DOLOR DE CABEZA _____

DENGUE _____ ENF. RESPIRATORIAS _____

OTRAS _____

10. A QUE DISTANCIA CREE USTED QUE DEBERIAN DE ESTAR LAS
LADRILLERAS DE SU CASA _____

ANEXO No 3
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

ENCUESTA No. 2

ENCUESTA SOBRE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES Y
RESPIRATORIAS MAS FRECUENTES EN NIÑOS(AS) EN LA COMUNIDAD
EL CEDRAL, MUNICIPIO DE NEJAPA

1. ¿ Cuántos niños viven en la casa ? _____

niños _____ niñas _____

2. ¿Cuál es la enfermedad más frecuente que ha padecido ?

diarrea _____ dengue _____ asma _____

catarro común _____ cólera _____ hepatitis _____

bronquitis _____ disentería _____ otras.

3. Hace cuánto le dio la enfermedad ? _____

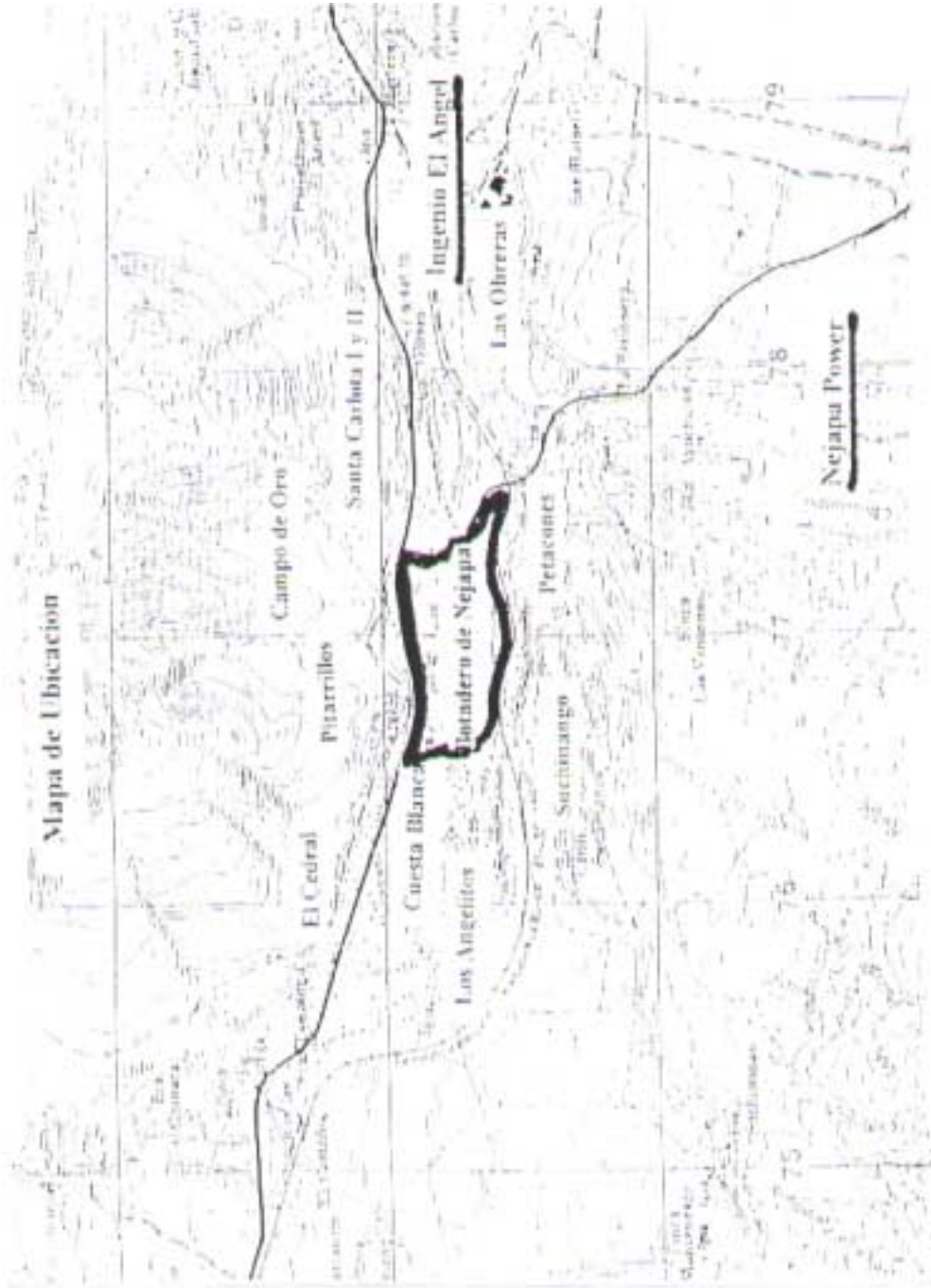
4. Con qué frecuencia la padece ? _____

5. Asiste a la unidad de Salud _____

Cada cuánto? _____

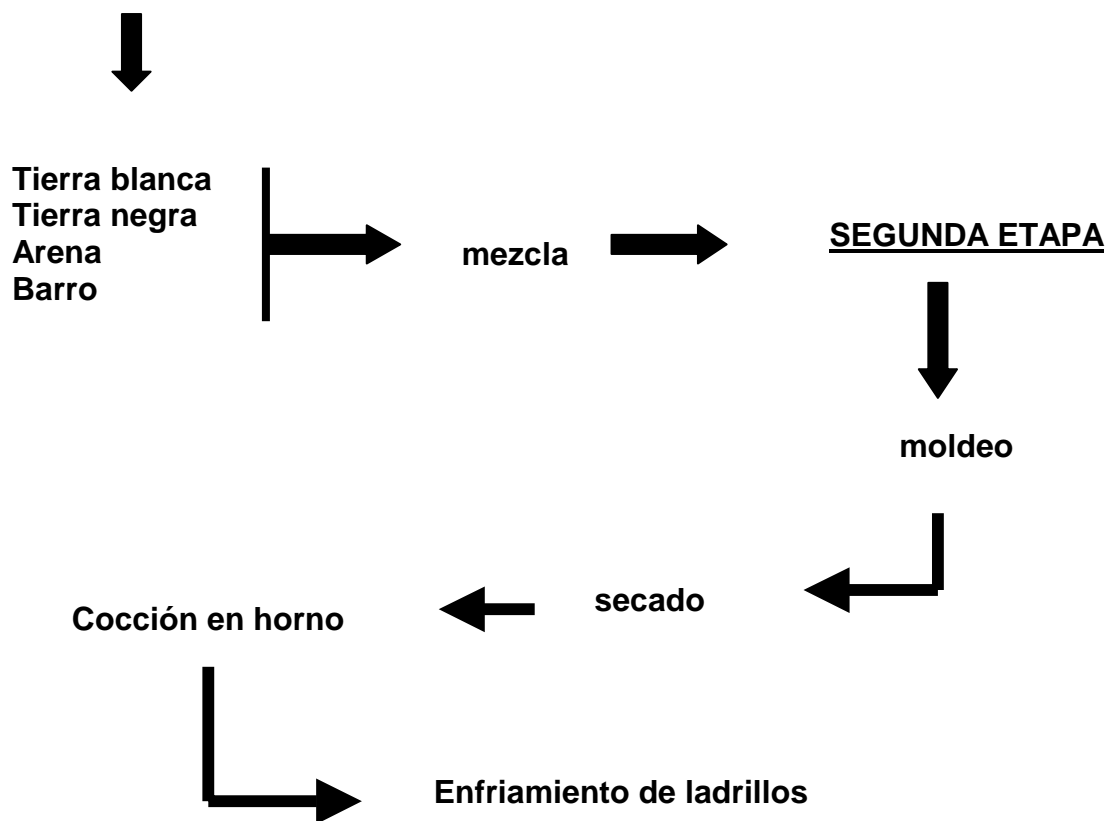
6.Cuál cree que es la causa de la enfermedad? _____

ANEXO No 4



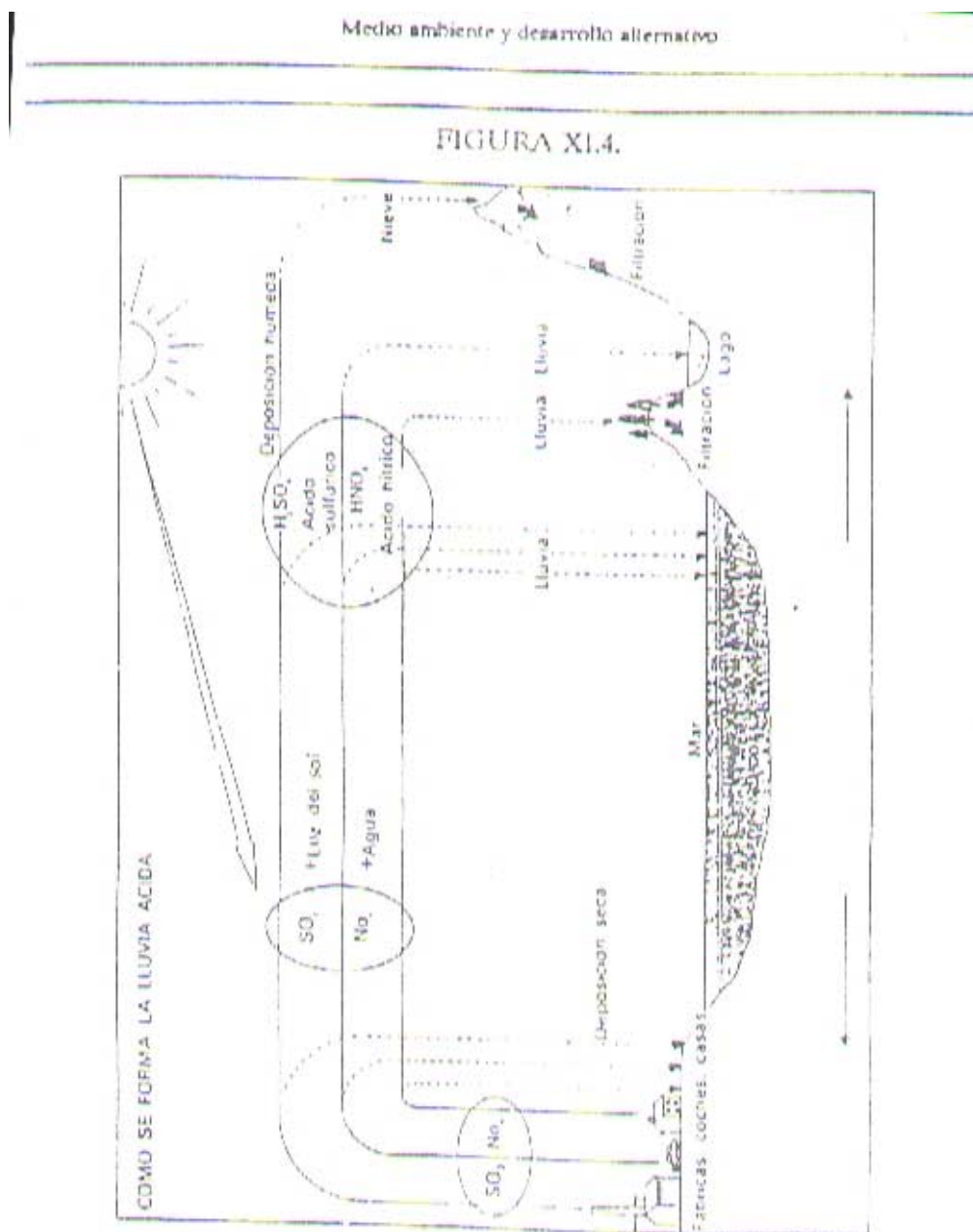
ANEXO No 5

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES

PRIMERA ETAPA (Obtención de materia prima)

ANEXO No. 6

CICLO DE FORMACIÓN DE LA LLUVIA ACIDA



Fuente: R. Clarke, "La contaminación atmosférica", referencia (23), p. 134.

ANEXO No. 7

CALCULO Superficie x tiempo de Exposición DE CORROSIVIDAD

FORMULA

$$I.C. = \frac{\text{Aumento de peso} \times 30 \text{ días}}{\text{Superficie}}$$

La superficie total de un disco es igual a la de ambas más la de la cara lateral, es decir :

$$S = 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 + \pi D \times (D + 2h)$$

al introducir este último valor en la formula queda :

$$IC = \frac{\text{Aumento de peso} \times 30 \times 2}{S}$$

$$IC = \frac{60 \times \text{Aumento de Peso}}{\pi \times D (D + 2h) \times \text{tiempo de exposición}}$$

$$IC = \frac{19 \times \text{Aumento de Peso}}{D (D + 2h) \times \text{tiempo de Exposición}}$$

ANEXO No. 8**REPORTE EPIDEMIOLOGICO DE LA UNIDAD DE SALUD****MUNICIPIO DE NEJAPA AÑO 2002**

| |
|--------------------------------------|
| ENFERMEDADES INTESTINALES |
| DIARREA |
| ENTERITIS |
| GASTROENTERITIS |
| TOTAL: 718 CASOS |

**Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Salud. Unidad de Epidemiología.**