

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN
LA ALDEA CERRO COLORADO,
LA GOMERA, ESCUINTLA"**

Estudio descriptivo-transversal de los elementos físicos, químicos
y bacteriológicos del agua de los pozos y del río Pantaleón
en la aldea Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla
en el mes de agosto de 1996.

TESIS

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

POR

NEFTALI MEJIA RAMOS

En el acto de investidura de:

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, septiembre de 1996

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

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

La) PERITO CONTADOR NEFTALI MEJIA RAMOS

et Universitario No. 79-13367

presentado para su Examen General Bilico, previo a optar al Titulo
Médico y Cirujano, el trabajo de tesis titulado:

CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ALDEA CERRO COLORADO

LA GOMERA, ESCUINTLA

ajo asesorado por:

JORGE PALMA MOYA

or

visado por:

VICTOR GARCIA LEMUS

or


nes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, firman
llan la presente **ORDEN DE IMPRESION**.

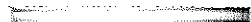
Guatemala, 4 de septiembre de 1996.

NIDAD DE TESIS

DIRECTOR
CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

IMPRIMASE:


Dr. Edgar Axel Oliva Gonzalez
DECANO



DL
05
1(7543)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Guatemala, 4 de septiembre de 1996

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Doctor
Carlos Humberto Escobar Juárez
COORDINADOR
Unidad de Tesis
Presente

Se le informa que el PERITO CONTADOR
NEFTALI MEJIA RAMOS

Nombres y Apellidos Completos

Carnet No.: 79-13367 ; ha presentado el Informe Final de su trabajo de tesis titulado:

CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ALDEA CERRO COLORADO, LA GOMERA

ESCUINTLA

Del cual autor, asesor(es) y revisor nos hacemos responsables por el contenido, metodología, confiabilidad y validez de los datos y resultados obtenidos; así como de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones expuestas.

Firma del Estudiante



Nombre Completo y Sello Profesional

apme

r.: Revisor
Nombre Completo y Sello Profesional:
Reg. de Personal: 15217
Dr. VICTOR M. CARBONELL
MEDICO Y CIRUJANO
Colegiado No. 6481



DE CIENCIAS MEDICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Of. APR- UT-179-96

Guatemala, 4 de septiembre de 1996

CONTADOR
L. MEJIA RAMOS
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

ite.

Por este medio hago de su conocimiento que su Informe Final de Tesis, sobre la CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ALDEA CERRO COROLADO, LA GOMERA ESCUINTLA ha sido RECIBIDO, y luego de revisado se ha establecido que cumple con los requisitos contemplados en el reglamento de trabajos de tesis; por lo tanto se es autorizado para completar los trámites previos a su inscripción.

Por lo particular me suscribo de usted.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Carlos Humberto Escobar Juárez
COORDINADOR



La información y conceptos contenidos en el presente trabajo es responsabilidad única del autor.

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	01
II.	PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA..	03
III.	JUSTIFICACION.....	05
IV.	OBJETIVOS.....	07
V.	RESEÑA HISTORICA.....	08
VI.	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	10
VII.	METODOLOGIA.....	30
VIII.	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	37
IX.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	39
X.	CONCLUSIONES.....	45
XI.	RECOMENDACIONES.....	47
XII.	RESUMEN.....	48
XIII.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	49
XIV.	ANEXOS.....	50

I. INTRODUCCION

El agua es un elemento insustituible en la salud del humano, por ser necesaria fisiológicamente y para evitar enfermedades relacionadas con la higiene.

La calidad del agua que consume el humano debe ser vigilada cuidadosamente para que, en lugar de beneficiar al consumidor, se constituya en un vehículo que lleve elementos bacteriológicos, químicos y físicos que atenten contra la salud y la vida misma de éste.

El presente estudio se efectuó para conocer la calidad del agua que consumen los habitantes de la aldea Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla. Para conocer la misma, se evaluaron sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

El interés por conocer la calidad del agua de consumo humano de dicha aldea fue despertado por el hecho que reportes del Puësto de Salud de dicha aldea, indican que las enfermedades gastrointestinales ocupan el segundo lugar en el reporte epidemiológico. También al hacer visitas domiciliarias se pudo ver el aspecto del agua que a simple vista, por su color amarillento y turbidez causa rechazo en el consumidor.

Al efectuar los análisis bacteriológico y químico sanitario en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

de 5 muestras de los 267 pozos que proveen el agua que consumen los habitantes de la aldea Cerro Colorado y una muestra del río Pantaleón en el trayecto paralelo a la misma, se encontró lo siguiente: que bacteriológicamente el agua no es potable, es decir que no es apta para consumo humano sin previo tratamiento. También se encontró en el examen químico sanitario que el color, la turbiedad, hierro y manganeso están en cantidades elevadas, es decir fuera de los límites máximos permisibles de acuerdo a la norma COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas) para el agua potable.

II. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

El agua es fisiológicamente necesaria para la supervivencia humana. Esta ayuda a guardar equilibrio por la pérdida natural de líquidos en relación con el peso, la superficie del cuerpo, la temperatura y la humedad del ambiente, la dieta, el vestido, el estado de salud y las actividades que el individuo realiza. (5)

La calidad del agua para consumo humano debe ser vigilada a fin de evitar una interacción negativa entre el consumidor y las enfermedades que éste puede obtener por la presencia de agentes bacteriológicos y químicos que dañen la salud.

Se conoce que un 90% de las aguas de los ríos están contaminadas con desechos de aguas negras y de industrias, que no han recibido previo tratamiento, para ser depositadas en los mismos. (3) El río Pantaleón, a simple vista, sus aguas tienen un aspecto oscuro y turbio. El río Coyolate tiene un aspecto claro con poca turbidez y al unirse con el río Pantaleón al inicio de la aldea, se evidencia a simple observación que las aguas no se mezclan en la convergencia, pues la mezcla se da hasta los 5 kilómetros aproximadamente. De lo anterior se puede deducir que el río puede ser el factor que ha ocasionado el cambio en el aspecto del agua de los pozos, por filtración, ya que el terreno es arenoso.

Por otra parte, se tiene información por parte del Puesto de Salud de la aldea, en su informe epidemiológico, que las enfermedades diarreicas ocupan el segundo lugar en las diez primeras enfermedades por las que consulta la población aumentando de esa forma el costo para el sistema de salud y disminuyendo la calidad de vida de la población.

Esta investigación desea determinar la calidad del agua que consumen los habitantes de la aldea Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla. Para lograr ese objetivo se analizarán los componentes físicos, químicos y bacteriológicos, del agua de los pozos de las viviendas de los habitantes de la aldea y del río Pantaleón que corre paralelamente de norte a sur a 200 metros aproximadamente de las primeras viviendas. Se tomarán en consideración los componentes, antes mencionados por ser los que norma la organización COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas), en su norma No. 29,001 de fecha 11-10-85, para EL AGUA POTABLE en Guatemala. Además las mismas coinciden con las normas sugeridas por la Organización Mundial Para la Salud. (2)

III. JUSTIFICACION

La disponibilidad y uso de sistemas de abastecimiento de agua potable adecuados, así como medios higiénicos de disposición de residuos, constituyen partes integrales de la atención primaria de salud, reconocidos y recomendados en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud llevada a cabo por la OMS y UNICEF en Alma Ata en 1978. (5)

Los habitantes de la aldea Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla, que son 1,509, según el último censo efectuado por el Puesto de Salud en noviembre de 1995, se abastecen de agua para consumo humano procedente de pozos, los cuales han cambiado su aspecto físico en color y olor desde hace tres años aproximadamente, según información del personal del Puesto de Salud y por observación propia al efectuar visitas domiciliarias. El color es amarillento, aspecto turbio y el olor fétido. Además cuando se trata el agua con cloro se cambia el color amarillo a rosado. Los vecinos del lugar atribuyen el cambio cualitativo a que el río Pantaleón tiene su trayecto de recorrido a una distancia de 200 metros aproximadamente en disposición paralela a la localización de los pozos, y que éste arrastra los residuos industriales de varias industrias localizadas en Santa Lucía Cotzumalguapa. Adicionalmente se ven afectadas tres comunidades más, las cuales están a orillas del cauce del río a unos 5 kilómetros

de la aldea, con un total de 3,800 habitantes aproximadamente.

Esta investigación pretende determinar la calidad del agua que consumen los habitantes de la aldea Cerro Colorado La Gomera, Escuintla, tomando en consideración los componentes físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los pozos y del río Pantaleón que corre paralelo de norte a sur a la aldea Cerro Colorado, para que después sirva de base para analizar los efectos que puede producir a la salud de sus consumidores.

IV. OBJETIVOS

1. GENERAL

Determinar la calidad del agua de consumo humano de los pozos y del río Pantaleón de la aldea Cerro Colorado, La Gomera, Escuintla.

2. ESPECIFICOS

- 2.1 Identificar los componentes físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los pozos.
- 2.2 Identificar los componentes físicos, químicos y bacteriológicos del agua del sector del río Pantaleón, que pasa paralelamente a los pozos de la aldea.
- 2.3 Comparar los elementos químicos y bacteriológicos encontrados en los pozos y el río.

V. BREVE RESEÑA HISTORICA

La aldea Cerro Colorado pertenece al municipio de La Gomera, departamento de Escuintla. Está localizada a 23 kilómetros al este de la Villa de La Gomera y a 26 kilómetros al sur de la Ciudad de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Su territorio es un rectángulo de 950 metros de largo de norte a sur y 400 metros de ancho de este a oeste, aproximadamente. Está limitada al este por el río Pantaléon, el cual se une con el río Coyolate de La Nueva Concepción, el cual desemboca al norte, es decir al inicio, de la aldea. Al norte colinda con la finca La Presa, al sur con la finca La Confianza y al oeste con el parcelamiento El Silencio.

Fue fundada el 15 de enero de 1955, como consecuencia de problemas políticos que sufría el país, debido a ideas de reformas agrarias. Las 300 primeras familias recibieron sus terrenos como pago de indemnización por parte de los patronos con quienes ellos trabajaron, los hermanos Herrera.

Los primeros habitantes vinieron de la aldea Ceiba Amelia en 1955 quienes se instalaron en el sur de la aldea. El segundo grupo vino un año después en febrero de 1956 y se instaló en la parte norte de la aldea. Este grupo procedía de las fincas Pantaleoncito y Pantaléon.

Debido a las inundaciones causadas por el río Pantaléon, al desviarse de su curso, se mudaron de un área que actualmente está a la orilla del actual cauce del río, para la definitiva en donde están asentadas las viviendas actuales. Es-

to ocurrió hace 30 años aproximadamente.

Al inicio de este movimiento migratorio, a cada familia se le adjudicó un terreno para vivienda, un lote de 30 por 40 metros y una parcela de 3 manzanas para que cada familia tuviera donde trabajar por su propia cuenta y tener así su subsistencia.

Por falta de fuentes de trabajo y por la violencia en el inicio de la década de los ochenta (1980 - 1983), algunas familias fueron perseguidas y obligadas a dejar la aldea ya sea por muerte o por temor a ser ultimados por parte de los diferentes escuadrones de persecución integrados por la guerrilla o por grupos paramilitares o de otro origen que se es- cudaban en el desorden imperante. Actualmente quedan pocas familias de las que originalmente poblaron esta aldea. Esta breve historia fue contada por dos miembros de esas familias, Don Jesús Juárez y Don Genaro Zamora.

El nombre de Cerro Colorado, fue a consecuencia que al cavar en un pequeño cerro ubicado al sur de la aldea, se encontró tierra colorada en todo el cerro, por lo que el ingeniero que hizo la medición de los terrenos, sugirió que se le nombrara a la aldea Cerro Colorado.

Actualmente la aldea está formada por dos cantones, que son SAN JOSE y CONCEPCION situados al norte y al sur respectivamente. La división fue hecha por el origen distinto de los pobladores de cada sector.

2.2 PRUEBAS DE LA CALIDAD DEL AGUA. Los tipos más comunes de pruebas que se efectúan en los laboratorios para determinar la calidad del agua para consumo humano son:

ANÁLISIS FÍSICO: Este se relaciona con la medición y registro de las propiedades que pueden ser detectadas por los sentidos. Estas características son: aspecto, turbiedad, olor, sabor, color y temperatura. ANÁLISIS QUÍMICO: Con este análisis se determinan las cantidades de materia mineral y orgánica presentes en el agua y que pueden afectar su calidad. Comúnmente se toman en cuenta el potencial hidrógeno (pH), alcalinidad, acidez, dureza, nitrógeno, cloruros, fluoruros, sulfatos, y sustancias tóxicas. EXAMEN BACTERIOLÓGICO: Con el examen bacteriológico es posible determinar la presencia de algunas especies bacterianas cuyas características son un índice de la contaminación y a la vez un índice de la calidad del agua. (2)

2.3 TABLA DE CARACTERES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

FÍSICOS: Turbiedad máxima: 10 (escala de Sílice).

Inodoro.

Sabor agradable.

Color máximo: 20 (escala Platino-Cobalto)

Aspecto: claro

Potencial Hidrógeno (pH) de 6.0 a 8.0

	Miligramos
QUIMICOS:	Por litro:
Nitrógeno (N) amoniacal, hasta	0.50
Nitrógeno (N) protéico, hasta	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable), hasta	0.05
Nitrógeno (N) de nitratos, hasta	5.00
Oxigeno (O) consumido en medio ácido, hasta	3.00
Solidos totales, de preferencia hasta 500, pero tolerándose, hasta	1000
Alcalinidad total, expresado en CaCO ₃ , hasta	400
Dureza total, expresado en CaCO ₃ , hasta	300
Dureza permanente o de no-carbonatados, expresados en CaCO ₃ en aguas naturales, hasta	150
Cloruros expresados en Cl, hasta	250
Sulfatos, expresados en SO ₄ , hasta	250
Magnesio, expresado en Mg, hasta	125
Zinc, expresado en Zn, hasta	15.00
Cobre, expresado en Cu, hasta	3.00
Fluoruros, expresados en Fl, hasta	1.50
Hierro y manganeso, expresados en Fe y Mn, hasta	0.30
Plomo, expresado en Pb, hasta	0.30
Arsénico, expresado en Se, hasta	0.05
Cromo hexavalente, expresado en Cr, hasta	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta	0.001
Cloro libre, en agua cloradas, no menos de	0.20

Cloro libre, en aguas sobre-cloradas no menos de
0.20 ni más de

1.00

BACTERIOLOGICOS: el agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que un agua está libre de esos gérmenes patógenos cuando la investigación dé como resultado final:

- a. Menos de 20 organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiéndose como organismos de los grupos antes mencionados a todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos, no esporágenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- b. Menos de 200 colonias bacterianas por ml de muestra, en placa de Agar incubado a 37 grados C por 24 horas.
- c. Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de 1 ml de muestra en gelatina incubada a 20 grados C por 48 horas. (10)

DISTRIBUCION DE PRUEBAS:

POBLACION SERVIDA		NUMERO MINIMO DE PRUEBAS MENSUALES
2,500	o menos	1
10,000	"	7
25,000	"	25
100,000	"	100
1,000,000	"	300

,000,000	o menos	390
,000,000	"	450

Los métodos que se usen para las investigaciones físicas, químicas y bacteriológicas anteriores, serán los que elija la Secretaría de Salubridad y Asistencia o los que sugiera la Organización Mundial de la Salud. (10)

3. EFECTOS SECUNDARIOS DEL EXCESO DE ELEMENTOS FISICOS, QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO

Las aguas naturales tienen materias extrañas en solución y suspensión y microorganismos patógenos en proporciones variables. El exceso de sus proporciones puede ocasionar diferentes efectos, según sea el o los elementos que han alcanzado cantidades nocivas para el consumo humano. Los elementos de mayor trascendencia son: en los contenidos físico-químicos.

El exceso de sal (Cloruros) produce sabor desagradable y limita su uso, porque en algunas personas actúan como laxantes por no estar acostumbradas.

El hierro colorea el agua, le da un sabor desagradable y mancha la ropa.

Los nitratos arriba de 50 mg/litro, pueden producir alteraciones en la sangre de niños de corta edad.

Los fluoruros arriba de 1.5 mg/litro, suelen provocar la aparición de manchas oscuras y picaduras en los dientes.

El exceso de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio causan dureza en el agua y obliga al consumo elevado de

jabón y proporciona un sabor desagradable.

Sustancias como el plomo, el arsénico y el cromo pueden ser tóxicos y producir con el uso continuado, desórdenes en varios sistemas del cuerpo humano. (10)

En el aspecto bacteriológico, se pueden transmitir variedad de entidades patológicas como: enfermedades gastrointestinales, es decir, diarreas de diverso origen, amebiasis, parasitismo, poliomielitis, bocio endémico, enfermedades cardiovasculares y enfermedades de la piel. (5)

5. CARACTERISTICAS DEL AGUA

5.1 FISICAS. Las cualidades más sobresalientes son: turbiedad, color, olor y sabor, y temperatura.

LA TURBIEDAD: Esta característica da al agua el aspecto de sucia. Es causada por la presencia de materia suspendida con partículas de tierra, arcilla, desechos industriales y domésticos que van a dar al agua. Estos elementos pueden ser fuente de nutrientes y protección para algunos microorganismos. Una excesiva turbiedad impide la desinfección del agua.

OLOR Y SABOR: En la evaluación de la calidad del agua, las sensaciones del olor y sabor son complementarias. El sentido del gusto es más útil para detectar constituyentes inorgánicos, mientras que el sentido del olfato es en detectar constituyentes orgánicos. Los olores y sabores desagradables son

causados por una gran variedad de sustancias, siendo los principales, organismos microscópicos vivos, vegetales en estado de descomposición, desechos industriales y otros.

COLOR: El color que muestran las aguas, comunmente son de origen mineral, tal como el que producen el hierro y el manganeso, vegetal como el producido por materia orgánica en suspensión como también de deshechos industriales.

TEMPERATURA: La temperatura comun de una habitación es la ideal para el agua de consumo humano. Las temperaturas altas ayudan a desinfectar pero dan un sabor desagradable. Las temperaturas un poco bajas fomentan la sobrevivencia de virus y disminuyen la de las bacterias. Los cambios de temperatura influyen en zonas deficientes de oxígeno.

5.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS. En estas se consideran el pH, la alcalinidad, la acidez, dureza, nitrógenos, cloruros, fluoruros, sulfatos y substancias tóxicas.

POTENCIAL HIDROGENO (pH): El pH del agua es de 7, aunque se aceptan valores de 6 a 9.

DUREZA: La dureza del agua es debida a la presencia de cualquier catión polivalente, es decir, la presencia de calcio o magnesio, siendo estos los que más abundan en las aguas naturales. También el término se aplica a la capacidad que tiene el agua de neutralizar la acción del jabón. La dureza regu-

larmente da problemas de tipo económico, industrial y doméstico.

NITROGENO: Sus presentaciones son como nitrito y como nitrato. Es esencial como nitrato, en los diferentes procesos vitales, su presencia es detectable en la transformación de la materia orgánica. El nitrógeno ya sea como nitrito y nitrato junto con nitrógeno amoniacal y el amonio han sido indicadores de contaminación.

FLUORUROS: Son de importancia para prevenir la caries.

CLORUROS: Es uno de los compuestos que más abundan en los desechos humanos y animales, siendo el más común el cloruro de sodio (ClNa).

SULFATOS: En las aguas naturales, es uno de los aniones más abundantes. Causa problemas al combinarse con otros metales, como corrosiones, también tiene poder laxante, produce malos olores y reduce el pH.

SUSTANCIAS TOXICAS: Estas las constituyen el plomo, selenio, arsénico, cromo, cianuro, cadmio, bario, y pueden ocasionar serios daños a la salud.

5.3 CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS. El agua natural contiene microorganismos provenientes del suelo, del aire, de objetos que la contactan, de las personas y animales. Estos llegan al agua esporádicamente y no sobreviven en ella durante largo tiempo. Algunas especies no son patógenas. Los microorganismos patógenos llegan al agua a través de las deyecciones

intestinales, por lo que la investigación que se practica al agua es para detectar o descartar la presencia de especies bacterianas que se encuentran normalmente en el intestino grueso del hombre y de otros animales de sangre caliente. Estas especies bacterianas se denominan "Grupo Coliforme". (1,2,9)

5. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las fuentes de agua se clasifican según su ubicación, condición y procedencia y podemos agruparlas así:

6.1 Lluvias y nieve

6.2 Agua de superficie:

6.2.1 Corrientes

6.2.2 Lagos y lagunas naturales

6.2.3 Embalses

6.2.4 Océanos o mares

6.3 Aguas subterráneas

6.3.1 Manantiales

6.3.2 Pozos someros

6.3.2 Pozos profundos

Para comprender mejor como se forman las fuentes de abastecimiento, consideraremos el ciclo del agua, antes de explicar la clasificación de las fuentes.

CICLO DEL AGUA. Las aguas naturales, están sujetas a una circulación permanente, como también a cambios continuos de su estado físico. Del agua que se precipita sobre el suelo

una parte se escurre sobre el terreno donde cae para incrementar las corrientes superficiales y otra se infiltra en el terreno superficial para constituir las aguas subterráneas.

Posteriormente las aguas superficiales pueden evaporarse e infiltrarse. Del agua infiltrada, una parte queda cerca de la superficie y se evapora directamente, otra es aprovechada por las raíces de las plantas, regresando a la atmósfera por el proceso de transpiración de estas, y la parte restante aumenta el caudal de las aguas subterráneas.

El ciclo del agua se completa con la evaporación de las aguas de los océanos, con la circulación del vapor de agua en la atmósfera hasta formar nubes y con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones. (10)

7. AGUAS SUBTERRANEAS

Se describen únicamente, las aguas subterráneas, por ser ésta la fuente de abastecimientos de los pozos someros, cuya agua es el objeto de estudio de la presente investigación.

Las aguas subterráneas están situadas en una zona con cavidades unidas entre sí. Como se dijo anteriormente estas están constituidas por el agua precipitada sobre la tierra como la lluvia, granizo o nieve, la que se infiltra a través de la tierra.

La zona donde están las aguas subterráneas, comprende: la zona de aereación: que está compuesta de agua del suelo,

agua vadosa y agua capilar. La zona de saturación que está formada por agua freática, estrato impermeable y agua artesiana. Estas dos zonas están separadas por el nivel freático.

En la zona de aereación las cavidades están llenas de gases atmosféricos, principalmente, y de agua sostenida por atracción molecular, por lo que recibe el nombre de agua suspendida. Comprende de la superficie a la profundidad. El agua del suelo, el agua vadosa y el agua capilar se mantiene casi estacionaria y se mueve hacia la zona de saturación por gravedad.

La zona de saturación está separada de la zona de areación por el nivel freático, aquí las cavidades están llenas de agua bajo presión hidrostática y reciben el nombre de aguas subterráneas, las que a su vez se dividen en freáticas y artesianas.

La topografía y estructura del suelo determinan la profundidad del nivel freático, este es sensiblemente paralelo al nivel del suelo y su profundidad varía desde unos centímetros hasta cientos de metros.

Las aguas de la zona de saturación constituyen las fuentes subterráneas de abastecimiento.

Las aguas freáticas están muy expuestas a la contaminación por bacterias, parásitos y sustancias químicas, por la facilidad de filtración hasta ellas que presente el tipo de suelo, y el contenido de letrinas, pozos negros, fosas sépticas, depósitos de basura o de estiércol, desechos industria-

les y otros. Una letrina debe estar separada de la fuente de agua como mínimo de 15 metros y de 1.5 a 3 metros sobre el nivel de las aguas subterráneas. (10)

7.1 POZOS SOMEROS

Son aquellos que captan acuíferos cercanos a la superficie y cuya profundidad no exceda de 30 metros.

En cuanto a la calidad del agua de los pozos someros se puede decir, que tienen las características del agua subterránea y que es mejor que el agua superficial del lugar. Generalmente las aguas de los pozos someros son frías, claras, incoloras y duras, con calidad muy uniforme, aunque esta va a depender de las condiciones sanitarias de las zonas vecinas de captación. El volumen acuífero es muy limitado. (3)

7.2 POZOS PROFUNDOS

Son los que captan acuíferos que se encuentran a más de 30 metros de profundidad. Se hacen perforados y sus diámetros son muy variables. Por lo general estas aguas no contienen bacterias y son incoloras y la cantidad de agua disponible es mayor a la de un pozo somero. Pueden contener elementos químicos más abundantes que los someros, como ejemplo: hierro, manganeso, bioxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cloruros, sulfatos y carbonatos. (3)

AGUAS DE SUPERFICIE

Generalmente este es el tipo de agua que abastece a las grandes ciudades. La calidad a menudo no es adecuada y depende de la área de la cuenca, de las características topográficas y geológicas, de la época del año, del clima y del desarrollo humano.

1.1 CORRIENTES DE AGUA

Se describe únicamente esta subdivisión, por ser la que forma parte de este estudio, de las aguas de superficie.

Esta fuente de abastecimiento de agua para consumo humano es la provista por ríos. En épocas de grandes precipitaciones el caudal aumenta y tiene apariencia lodosa, es suave con alto contenido de bacterias. En tiempos de sequía el agua de las corrientes es más dura, debido principalmente a que está integrada principalmente de agua de subsuelo.

Por la gran variación de su caudal a menudo se hace necesario construir embalses, redundado en grandes inversiones económicas. (3)

9. HIERRO Y MANGANESO

La presencia de hierro y manganeso crea diversos tipos de problemas, especialmente en abastecimientos públicos de agua. En las aguas subterráneas los problemas son más extensos y críticos, estos son encontrados en ciertas épocas de año en aguas de algunos ríos. La respuesta a el porqué algunos abastecimientos subterráneos están libres de cantidades relativas de hierro y manganeso y otros contienen demasiada continua siendo un enigma que desafía explicaciones desde punto de vista de la química.

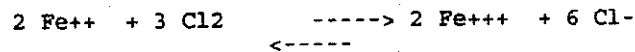
La presencia de hierro en las aguas naturales puede ser consecuencia de la disolución de rocas y minerales, del drenaje ácido de las minas, de sistemas de alcantarillados industriales que elaboran hierro. En la atmósfera se encuentran concentraciones bajas como resultado de emisiones industriales de hierro, acero, energía térmica y de la incineración. En el agua se encuentra principalmente en formas ferrosa y férrica. (9, 11)

Cuando las aguas subterráneas que contienen hierro extraen, se presentan claras y cristalinas, pero al quedar en contacto con el aire, o si se agitan con aire, adquieren color pardo amarillento o rojizo, la razón de esta acción reside en el hecho que el CO_2 se desprende y el bicarbonato ferroso se oxida con el aire formando hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) insoluble y de alta coloración.

Las sales ferrosas (Fe^{++}) contenidas en las aguas s

oxidan facilmente a la forma férrica (Fe⁺⁺⁺) por la acción del oxígeno atmosférico.

Al clorarse las aguas que llevan iones ferrosos, ocurre una inmediata oxidación a la forma férrica, según la reacción:



Hasta que se completa totalmente esta reacción, puede el cloro disolverse en el agua para formar ácido hipocloroso e iniciar su acción bactericida. De acuerdo a la anterior ecuación, cada mg/L de Fe necesita para su oxidación 1.9 mg/L de cloro y muchas veces los aparatos cloradores son insuficientes para satisfacer la demanda y en consecuencia no llegan a clorar el agua.

Por lo antes mencionado se deduce que se puede dar la falta de una acción bactericida, lo que permite acumulaciones de óxidos de hierro en tuberías. y otros elementos que facilitan la procreación de bacterias ferruginosas que utilizan el hierro en su metabolismo, muchas veces oxidándolo de Fe⁺⁺ a Fe⁺⁺⁺. El hierro favorece el crecimiento de las bacterias del hierro obteniendo su energía de la oxidación del hierro. Estas bacterias, de los géneros Crenothrix, Sphaerotilus y Leptothrix, imparten al agua olores y sabores que las hacen decididamente repulsivas.

Desde el punto de vista sanitario, el humano no sufre efectos negativos a la salud con la ingesta de agua con

hierro. (2,11)

El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana y está presente en una buena cantidad de proteínas biológicamente significantes, por ejemplo: hemoglobina, y citocromos también en muchas enzimas de oxi-reducción. El requerimiento diario de hierro varía de 7 a 14 mg, dependiendo de la edad, sexo y estado psicológico. Las mujeres embarazadas necesitan más de 15 mg diarios. El promedio de requerimiento diario considerado como de 10 mg. Los requerimientos individuales regulan la cantidad de absorción de hierro de la dieta, la cual varía de 1 a 20%. En la mayoría de individuos se absorbe acerca de un 10% del hierro ingerido, y obligadamente pierde un 1% a través de las heces, orina y respiración. Entre el 60 a 70 % del hierro absorbido es usado en la producción de hemoglobina; otro 5 % es utilizado en la producción de mioglobulina, el exceso es almacenado primariamente en el hígado, médula ósea y el bazo.

La ingesta de hierro en grandes cantidades resulta en una condición patológica llamada hemocromatosis, que es el resultado de mal funcionamiento del mecanismo regulador, por esta condición rara vez desarrolla de la simple sobredosis de la ingesta por la dieta diaria. Esta condición ha resultado de la ingesta prolongada de comidas ácidas cocinadas en instrumentos de hierro. En animales se ha evaluado la ingesta de cantidades extremadamente grandes de hierro y no se ha presentado la hemocromatosis. En niños pequeños se ha

resentado casos de intoxicación por la ingesta de grandes cantidades de tabletas de hierro. (9)

La presencia de hierro en los abastecimientos de agua para consumo humano es objetable por el color y el olor que esta adquiere cuando se oxida. También las manchas que ocasiona a la ropa, al lavarla con dicha agua y el daño que ocasiona a recipientes de metales, causan rechazo. (9,11)

El manganeso tiene un comportamiento muy semejante al hierro, existiendo un paralelismo en dichos procesos. El manganeso existe en los suelos principalmente como dióxido de manganeso, el cual es muy insoluble en aguas que contienen dióxido de carbono. En condiciones de reducción, el manganeso en forma de bióxido es reducido de una valencia de 4 a una de 2, y ocurre una solución comparada con la de óxidos férricos.

Las experiencias más recientes, dentro del moderno campo de la ciencia química y otras relacionadas, muestran que las alteraciones bioquímicas, o más exactamente, las alteraciones de las condiciones del medio causadas por las reacciones biológicas, son las causas más importantes del fenómeno de los altos contenidos de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn). (11)

Al igual que el hierro, el manganeso cuando se oxida por aireación o por el cloro se precipita y da al agua un color con matiz purpúreo o negruzco, lo que igual a la reacción del hierro, obligan a los consumidores a rechazar estas aguas aunque sean sanitariamente seguras.

En cuanto a lo sanitario las aguas con manganeso no pro-

ducen efectos negativos a la salud de los consumidores.

Las principales vías de absorción de manganeso son respiratoria y por el tracto gastrointestinal. Debido a la baja solubilidad de manganeso en el jugo gástrico, solamente del 3 al 4 % de la cantidad administrada oralmente es absorbida por el tracto gastrointestinal. Intimamente ligada con la absorción de manganeso está la absorción de hierro. La anemia conduce a un incremento en la absorción tanto de hierro como de manganeso, y en individuos anémicos la absorción de manganeso es incrementada más de dos veces. La absorción es inversamente relacionada con los niveles de calcio en la dieta y directamente relacionada con el nivel de potasio.

El manganeso en el cuerpo es regulado primariamente por la excreción más que por la absorción. Parte del metal es excretado a través de secreciones pancreáticas y algunas directamente a través del intestino. Muy poco (0.1-2%), es eliminado en la orina. El manganeso es considerado como uno de los elementos menos tóxicos. Experimentos en conejos, cerdos y ganado con ingestión crónica de dosis de 1-2 mg/kg de peso corporal no han presentado efectos, más que el cambio de reducción del apetito y del metabolismo del hierro para formar hemoglobina. (2,9,11)

Se puede concluir que el hierro y el manganeso no son un problema sanitario a quienes consumen agua con contenidos más altos que los normados por COGUANOR y otras instituciones dedicadas a la creación de control y normativas del agua de consumo humano. El problema mayor es de orden estético, sabor y la interferencia que tiene con las labores domésticas.

del lavado de telas, las manchas a los artefactos sanitarios
y depósitos en tuberías.

VII. METODOLOGIA

1. Diseño de estudio:

Se realizó un estudio descriptivo transversal, de la calidad del agua para consumo humano de los pozos someros de la aldea Cerro Colorado, La Gomera Escuintla, y del tramo del río Pantaleón que corre paralelo de norte a sur a la misma.

2. Sujeto de estudio:

Se tomaron en cuenta muestras del agua de los 267 pozos de la aldea y el río.

3. Universo y Muestra:

Universo: Está formado por los 267 po-

zos someros de los que se abastecen de agua para consumo humano los habitantes de la aldea Cerro Colorado. Y el tramo del río Pantaleón, que corre paralelo a la aldea a 200 metros aproximadamente.

Muestra: La muestra se seleccionó tomando en consideración el costo de los análisis físico-químicos y bacteriológicos. El total de la muestra es de 5 provenientes de los pozos y una del río. Las 5 muestras de pozos se seleccionaron por el método de muestreo sistemático, es decir, el total del universo se dividió entre el número de la muestra ($N/n = 267/5 = 53$). Luego se determinó la unidad por la que se inició la selección de la muestra por sorteo, dando como resultado la unidad 2. Como el número de selección sistemática es 53, los números de los pozos, previamente enumerados, estudiados son : 2, 55, 108, 161, 214. Además se tomó una muestra del río.

1. Criterio de Inclusión:

Se incluirán los pozos señalados con los números de selección sistemática.

5. Criterios de Exclusión:

No se tomaron en el estudio los pozos no señalados con los números de selección sistemática.

6. Variables a estudiar:

- 6.1 Características físicas del agua
- 6.2 Características químicas del agua
- 6.3 Características bacteriológicas del agua (ya definidas en el marco teórico).

7. Recursos:

7.1 Materiales:

7.1.1 Económicos: El costo de las 6 muestras es de Q 3,205.00. Mas el costo de alquiler de recipientes para las muestras y el transporte es de Q. 300.00.

7.1.2 Físicos: Se utilizaran las instalaciones del Laboratorio Físico Químico de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, USAC.

Bibliotecas: Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Biblioteca de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Biblioteca de OPS de Guatemala.

7.2 Humanos: Licenciados en Química y Biología, Ingeniero Químico y Técnico en la laboratorio Químico Biológico de Ingeniería Sanitaria.

8. Aspectos Eticos de la Investigación:

Considerando que en el presente estudio no participan directamente como objeto de estudio ningún humano, se excluye por sí mismo de responsabilidad de carácter ético. Además redundará en beneficio de los consumidores del agua a estudiar.

9. PLAN PARA RECOLECCION DE LOS DATOS.

9.1 Luego que el inicio del estudio fue aprobado, se recogieron las muestras de agua de los pozos seleccionados y del tramo del río. Para el efecto se utilizaron 6 recipientes debidamente estériles para recoger las muestras para el examen bacteriológico, las que fueron recolectadas tomando en cuenta todas las medidas para no adulterar la prueba. Además se tomaron 6 muestras en 6 recipientes de un galón para el exámen físico-químico sanitario, todos los recipientes fueron proporcionados por el laboratorio debiéndolos de traer de regreso a el mismo, antes de 24 horas de tomada la muestra.

9.2 Se analizaron las muestras en el laboratorio y en diez días se concluyó el informe pormenorizado, el cual sirvió de base para la recolección de datos.

Los datos recolectados son los que enuncian las características físico-químicas y bacteriológicas del agua investigada, según normas de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas) y de OMS (Organización Mundial de la Salud).

10. PLAN DE ANALISIS DE DATOS

10.1. COMPARACION DE DATOS DE LABORATORIO CON LA NORMA COGUANOR No. 29,001.

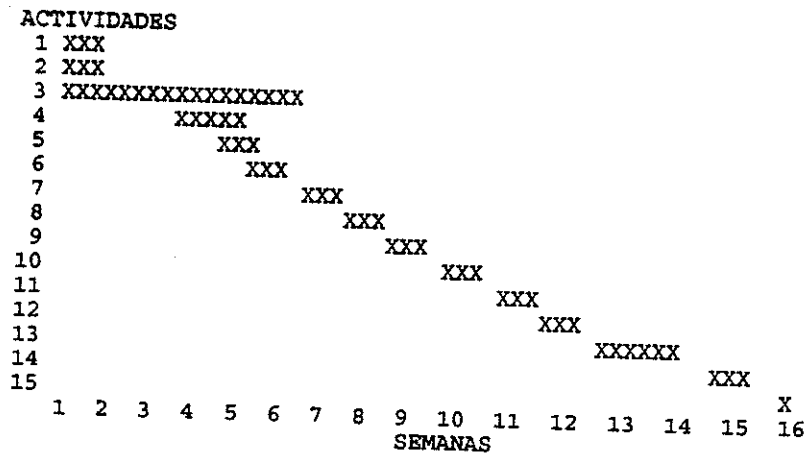
Se compararon los valores de las características físicas, químicas y bacteriológicas encontrados en las muestras recolectadas en los pozos y el río, con los valores contenidos de las mismas en la NORMA DE COGUANOR No. 29,001. Para el efecto se utilizaron los informes del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de Investigaciones de Ingeniería, USAC., ver formularios en anexos 1 y 2.

10.2. CUANTIFICACION DE LOS VALORES DE LABORATORIO

Para cuantificar las alzas y bajas de los valores encontrados en las muestras evaluadas en el laboratorio y comparadas con las normas de COGUANOR, se utilizó el método de porcentaje. Los límites máximo aceptable y máximo permisible se consideraran como el 100 por ciento.

11. TIEMPO DE EJECUCION DE LA INVESTIGACION

GRAFICA DE GANTT



ACTIVIDADES

1. Selección del tema del proyecto de investigación
2. Elección del asesor y revisor
3. Recopilación de material bibliográfico
4. Elaboración del proyecto conjuntamente con asesor y revisor
5. Aprobación del proyecto por la institución donde se efectúa el estudio.
6. Aprobación del proyecto por la unidad de tesis
7. Diseño de los instrumentos que se utilizarán para la recopilación de datos.
8. Ejecución del trabajo de campo
9. Procesamiento de resultados, elaboración de tablas y gráficas.
10. Análisis y discusión de resultados
11. Elaboración de conclusiones, recomendaciones y resumen
12. Presentación del informe final para correcciones
13. Aprobación del informe final
14. Impresión final y trámites administrativos
15. Examen público de defensa de la tesis

VIII. PRESENTACION DE RESULTADOS

CUADRO NO. 1

RESULTADOS DE EXAMEN QUIMICO SANITARIO A MUESTRAS DE POZOS DE LA ALDEA CERRO COLORADO Y EL RIO PANTALBON

FISICO	COGUANOR		POZOS					RIO 6
	LMA	LMP	1	2	3	4	5	
Color	5.0 U	50.0 U	295.0 U	140.0 U	130.0 U	110.0 U	58.0 U	260.0 U
Turbiedad	5.0 utj	25.0 utj	60.00	24.0	25.0	18.0	9.0	115.0
pH	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2	7.1	7.3	7.3	7.3	7.1	7.7
Conductividad eléctrica	50 a 1,500 umho/cm		714.0	616.0	590.0	611.0	593.0	206.0
QUIMICO								
Nitrógeno Orgánico			0.042	0.033	0.029	0.043	0.142	0.082
Amoniaco NH3		0.50 mg/L	0.017	0.012	0.011	0.018	0.050	0.035
Nitritos NO2		0.810 mg/L	0.0033	0.0	0.0	0.0033	0.018	0.0099
Nitratos NO3		45.00 mg/L	2.2	5.25	4.84	3.96	3.96	10.56
Cloruros Cl	200.00 mg/L	400.00 mg/L	16.5	15.5	18.0	10.0	19.0	30.0
Fluoruros		1.700 mg/L	0.39	0.33	0.38	0.49	0.43	0.20
Sulfatos	200.00 mg/L	400.00 mg/L	5.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0
Hierro Total Fe	0.100 mg/L	1.000 mg/L	3.56	2.92	2.86	1.90	0.76	4.19
Manganeso Mn	0.050 mg/L	0.500 mg/L	4.4	0.4	2.4	3.5	3.0	0.0
Dureza	100.00 mg/L	500.00 mg/L	340.0	292.0	270.0	292.0	290.0	100.0
Sólidos Totales	500.0 mg/L	1000.0 mg/L	519.0	439.0	397.0	381.0	344.0	180.0
Sólidos Volátiles			222.0	188.0	161.0	157.0	155.0	81.0
Sólidos Fijos			297.0	251.0	236.0	224.0	189.0	99.0
Sólidos en suspensión			107.0	81.0	85.0	39.0	17.0	69.0
Alcalinidad Total			350.0	316.0	286.0	310.0	290.0	88.0

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

IX. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

1. ANALISIS DE CARACTERISTICAS FISICAS. En el cuadro No.1 se presentan los resultados obtenidos por medio de laboratorio en el aspecto físico de las muestras de agua de los pozos y el río seleccionados previamente. El primer aspecto a considerar es el color, que según la norma 29,001 de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas), el límite máximo permisible (LMP) es de 50 U. para que el agua sea potable. Los resultados encontrados reportan un color del agua con: 490% más en el pozo No. 1, es decir 5 veces más que el LMP; 180% más en el pozo No. 2, casi dos veces más que el LMP; 160% más en el pozo No. 3, una y media vez más que el LMP; 120% más en el pozo No. 4, el doble más que el LMP; 16% más en el pozo No.5, es decir que hay un pequeño aumento del LMP. El color del agua del río 420% mayor, es decir, mas de cuatro veces de aumento del límite máximo permisible. Como se puede observar el aumento es bastante grande y significativo, ya que el color con esas características provoca en el consumidor una actitud de rechazo.

La turbiedad que es de 25 utj (Unidades de turbiedad Jackson) en el límite máximo permisible (LMP) también

presenta resultados de aumento en el primer pozo con un 140% de demasía, es decir una y media vez más que el LMP; el río con un 360% más, es decir, tres y media veces más que el LMP; el resto de los pozos tienen ligera turbidez, La turbidez es otro de los factores que afectan la potabilidad su aceptación por los consumidores, ya que estos la pueden detectar a simple vista cuando es mayor de 5 unidades. En este estudio el pozo que menor turbidez tiene es de 9.0 unidades.

El pH y la conductividad eléctrica están en límites permisibles.

El olor únicamente se manifestó aromático en el primer pozo evaluado. El resto de los pozos y el río resultó inodora. Posiblemente el olor aromático del primer pozo se deba a que por su ubicación cercana al río, tenga remanentes de los restos industriales de los ingenios que son arrastradas por este.

2. CARACTERISTICAS QUIMICAS. El cuadro nos presenta también los resultados de las cualidades químicas que contienen las muestras analizadas. Los resultados de Nitrógeno orgánico, Amoníaco NH_3 , Nitritos NO_2 , Nitratos NO_3 , Cloruros Cl, Fluoruros, Sulfatos, Sólidos totales, volátiles, fijos y en suspensión están dentro de los límites máximos aceptables y permisibles que estipulan las normas para el agua potable de COGUANOR.

El hierro total (Fe) se encuentra sobre el límite máximo

permisible, así:

El pozo No.1 tiene 256% más, dos y media veces más de LMP; el pozo No.2 tiene 192% más, casi dos veces más de LMP; el pozo No.3 tiene 186% más, casi dos veces más de LMP; el pozo No.4 tiene 90% más, es decir una vez más de LMP no así el pozo No.5 que está dentro de los límites máximos aceptable y permisible. El río tiene 319% mas, es decir, mas de 3 veces mayor que el límite máximo permisible.

Al analizar las consecuencias de los contenidos altos de hierro de los pozos, se puede decir que no causan efectos contrarios a la salud el beber dicha agua. Sin embargo es conveniente considerar que las aguas que contienen mucho hierro, al ser expuestas al aire entran en contacto con el oxígeno, provocando turbidez, lo cual las hace inaceptables desde el punto de vista estético, debido a la oxidación del hierro. También cuando el hierro se oxida por aireación o por el cloro, los minerales se precipitan y este imparte al agua un color rojizo o negruzco, lo que obliga a los consumidores a rechazar este tipo de agua. (11)

El manganeso también está aumentado en el pozo No. 1 en un 780%, es decir casi ocho veces más del LMP; el pozo No. 2 tiene 380% más, casi cuatro veces más del LMP; el pozo No. 4 tiene 700% más, es decir 7 veces más del LMP; y el pozo No. 5 tiene 500% más, es decir 5 veces más del LMP. En el pozo No. 3 el manganeso está dentro de los límites aceptable y permisible. En el río está ausente.

Al igual que el hierro, el manganeso se oxida al entrar en contacto con el oxígeno y provoca turbidez en el agua y favorece la formación de precipitados coloidales. También el manganeso es un elemento que no causa problemas de salud, aunque no es tan útil a la salud como lo es el hierro, si es esencial para la nutrición de animales y plantas y es necesario en el funcionamiento como cofactor en una serie de sistemas enzimáticos, desempeñando un papel muy importante en el funcionamiento adecuado de las flavoproteínas y en la síntesis de mucopolisacáridos sulfatados, el colesterol y la hemoglobina. (11)

Cuando el manganeso se oxida por aireación o por cloro, los minerales se precipitan y el manganeso imparte al agua un matiz purpúreo o negruzco, en esta reacción se parece bastante al hierro. También modifica el sabor de las aguas. Es conveniente también, incluir en éste análisis que el hierro y el manganeso favorecen el crecimiento de las bacterias del hierro, organismos filamentosos que extraen su energía de la oxidación del hierro ferroso a hierro férrico (Fe_2 a Fe_3), es decir, que los metales actúan como simples factores de crecimiento, como vitaminas. (11)

Tanto el hierro como el manganeso interfieren con las operaciones domésticas de lavado de telas, manchas objetables a los artefactos sanitarios, atacan a los accesorios de hierro fundido y tuberías. Las manchas causadas por el

manganeso son mas molestas y difíciles de remover que las de hierro. (3)

La dureza reportada por el análisis que se efectuó a las muestras en el laboratorio mostró rangos de 100 mg/L a 340 mg/L de esta manera: 340, 292, 270, 292, y 290 en los pozos numerados de 1 a 5 respectivamente, y el río mostró 100 mg/L. Al comparar con los límites máximos aceptable y permisible de la norma COGUANOR que son 100.0 mg/L y 500mg/L respectivamente, se puede resumir que el agua de los pozos es bastante dura pero está dentro de los límites normados por COGUANOR para el agua potable.

Al analizar la posible causa del aumento de las sustancias de hierro y manganeso, la sugerencias más viable es que debido a las alteraciones de las condiciones del medio causadas por las reacciones biológicas, esten dando origen al fenómeno de los altos contenidos de los elementos ya mencionados. Siendo más específicos, como es de conocimiento general, ha aumentado el número y variedad de industrias que conducen sus desechos a los ríos y ello ocasiona un desbalance en las reacciones normales de la conducta de los mismos.

3. ANALISIS DE CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS.

En el cuadro No. 2 se presentan los resultados del examen bacteriológico que se efectuó a las muestras de los 5 pozos y la del río. El resultado es igual en todas las muestras evaluadas.

Se efectuaron pruebas en cultivos en Agar nutritivo para establecer de manera general la totalidad de gérmenes en cada muestra, rebasando el número de colonias desarrolladas, la capacidad de los instrumentos para contar, por lo que el resultado es simplemente INNUMERABLES por cm³.

También se efectuó investigación del número de gérmenes COLIFORMES, los cuales son más específicos para determinar la potabilidad del agua de consumo humano, teniendo-se los siguientes resultados.

En las pruebas presuntiva y confirmativa a 35 grados Centígrados y la fécal a 44.5 grados C., se obtuvieron cantidades de NMP (Número Más Probable) mayores de 2,400 gérmenes coliformes por 100 cm³.

Estos resultados demuestran que el agua de los pozos y del río es inadecuada para consumo humano por el contenido elevado de bacterias coliformes, pues el NMP (Limite Máximo Permisible) es de 2.2 coliformes en 100 cm³, o sea NMP/100 cm³, de acuerdo a la Norma 25,001 de COGICOR, lo cual se interpreta como un indicador de que el agua satisface la norma de calidad para consumo humano.

X. CONCLUSIONES

1. El total de las muestras evaluadas de los pozos y el río presentaron color y turbiedad más altos de los límites máximos permisibles, de acuerdo a la norma COGUANOR.
2. Las sustancias químicas de Nitrógeno orgánico, Amoníaco NH_3 , Nitritos NO_2 , NITratos NO_3 , Cloruros Cl , Floruros, Sulfatos, Solidos Totales, volátiles, fijos y en suspensión estan dentro de los limites máximos aceptables y permisibles (LMA y LMP) que estipulan la norma COGUANOR, en todos las muestras de los pozos y la del río.
3. Todas las muestras evaluadas de los pozos y el río mostraron cantidades de hierro total (Fe) más altas que las estipuladas en el límite máximo permisible de la norma COGUANOR.
4. El manganeso está aumentado del límite máximo permisible en 4 de las 5 muestras de los pozos y ausente en la muestra del río.
5. De acuerdo a los resultados del examen bacteriológico efectuado en todas las muestras de los pozos y la del río; el agua de los mismos no es potable, según Norma COGUANOR.
6. El agua de los pozos y el río evaluados, desde el punto de vista químico sanitario, no es dañina a la salud de los consumidores.
7. El color y la turbidez del agua de los pozos y el río provoca rechazo en los consumidores.

8. La presencia de hierro y manganeso en cantidades mayores de los límites máximos permisibles hacen muy costoso el tratamiento del agua con cloro y el uso de la misma en el lavado de telas por las manchas difíciles de remover.
9. El agua por tener una dureza mayor de 300 mg/L se clasifica como muy dura, lo cual es sanitariamente inofensivo, pero económicamente lesivo para el uso doméstico.
10. La diferencia de concentraciones de sustancias químicas entre pozos y río sugieren que características locales de composición del suelo y cambios en la cantidad de elementos del agua que corre por el río, han producido una mezcla de reacciones químicas naturales de oxidación, que han propiciado color y turbidez desagradables para el consumo.
11. Que es de suma urgencia tomar medidas para evitar la contaminación del agua que actualmente están consumiendo los habitantes de la aldea y reducir así los efectos dañinos a la salud de los consumidores.
12. Que el rechazo del agua provocado en los consumidores puede conducir a la ingesta reducida de líquidos, propiciando con ello la presencia de situaciones que desequilibren su salud.

XI. RECOMENDACIONES

- .. Efectuar un estudio de los componentes del suelo para determinar su papel en la composición de las aguas subterráneas que surten a los pozos estudiados, así como las fuentes de contaminación por hierro y manganeso.
1. Diseñar un sistema funcional de tratamiento para potabilizar el agua, ya que tiene contaminantes bacteriológicos y químicos, los cuales son totalmente perjudiciales a la salud y aceptación del consumidor.
2. Corregir y vigilar el sistema de letrización para evitar que el mismo sea una fuente de contaminación del agua de los pozos que abastecen a los habitantes de la aldea.
3. Informar a través del Puesto de Salud de la localidad, el resultado de este estudio, para que los consumidores tomen las medidas pertinentes y traten el agua que beben.
4. Que el Comité Pro-mejoramiento de la aldea catalogue de suma urgencia e importancia la solución del problema del agua que ahora consumen.

XII. RESUMEN

Este es un estudio descriptivo sobre la CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Se efectuó en la aldea Cerro Colorado La Gomera, Escuintla, en el mes de agosto de 1996.

La investigación se realizó tomando 6 muestras para el examen bacteriológico y 6 para el examen químico sanitario. De estas muestras 5 fueron de pozos previamente seleccionados y una muestra del río Pantaleón que corre paralelo a la aldea como a 200 metros aproximadamente.

Los resultados obtenidos de la evaluación que se hizo en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, indican que el agua de los pozos y el río no es potable desde el punto de vista bacteriológico. Además se encontraron niveles de color, turbidez, hierro y manganeso más altos que los estipulados por la norma COGUANOR. También el agua se clasifica como muy dura.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Baldizón P., José F. ESTUDIO PARASITOLÓGICO DE LAS FUENTES DE CONSUMO DE AGUA DEL ÁREA CENTRAL DE PETEN Y LUGARES ALEDAÑOS A PETEN ITZA. Tesis de Médico y Cirujano, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1981.
2. Bravatti, Edgar José. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ. Tesis de Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1982, 35 pp.
3. Fernández, Carlos Alfredo. INVESTIGACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DESDE EL PUNTO DE VISTA QUÍMICO SANITARIO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA. Tesis de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1985, 94 pp.
4. Hunter, J.M., et al. PARASITIC DISEASES IN WATER RESOURCES DEVELOPMENT. WHO, England, 1993, 146 pp.
5. McJunkin, F. Eugene. AGUA Y SALUD HUMANA. Caribajal, Colombia, 1988, 231 pp.
6. MSPYAS. GUIA PARA LA PREPARACION, CONSTRUCCION Y SUPERVISION DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. División de Saneamiento del Medio, Guatemala, 1991, 159 pp.
7. MSPYAS. PLAN NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA EL ÁREA RURAL 1991-1995. Guatemala, 1990, 124 pp.
8. MSPYAS. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO. Guatemala, 1994, 119 pp.
9. WHO. GUIDELINES FOR DRINKING WATER QUALITY. Macmillan, Geneva, 1984, 325 pp.
10. Facultad de Ciencias Médicas, USAC. ABASTECIMIENTOS DE AGUA. Folleto de Unidad de Colectividad, Diarreas, 1983, 7 pp.
11. Marín G. Oscar y Eduardo Ortiz A. REMOCION DE HIERRO Y MANGANESO. Guatemala, Facultad de Ingeniería, USAC, 1992, 26 pp.

XIV. A N E X O S

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, C. A.

MUESTRA DE AGUA

Lugar: _____
Fuente: _____
Dia: _____
Hora: _____
Condiciones de transporte: _____
Temperatura: _____
Examen: _____
Tomada por: _____
Interesado: _____
Municipio: _____ Depto. _____

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, C. A.

MUESTRA DE AGUA

Lugar: _____
Fuente: _____
Dia: _____
Hora: _____
Condiciones de transporte: _____
Temperatura: _____
Examen: _____
Tomada por: _____
Interesado: _____
Municipio: _____ Depto. _____

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, C. A.

MUESTRA DE AGUA

Lugar: _____
Fuente: _____
Dia: _____
Hora: _____
Condiciones de transporte: _____
Temperatura: _____
Examen: _____
Tomada por: _____
Interesado: _____
Municipio: _____ Depto. _____



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA - USAC.

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

RIF No _____

PARA DE: _____ RECOLECTADA POR: _____ LUGAR: _____ FECHA: _____	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: _____ FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: _____ CONDICIONES DE TRANSPORTE: _____ _____ _____
--	---

RESULTADOS

pH: _____ COLOR: _____ TURBIDEZ: _____	4. OLOR: _____ 5. SABOR: _____ 6. P.H.: _____	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION) 8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA _____ $\mu\text{C.mhos/cm}$																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>SUSTANCIAS</th> <th>mg/L</th> <th>SUSTANCIAS</th> <th>mg/L</th> <th>SUSTANCIAS</th> <th>mg/L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ORGANICO</td> <td></td> <td>6. CLORO RESIDUAL</td> <td></td> <td>12. DUREZA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AMONIACO NH₃</td> <td></td> <td>7. CLORUROS Cl⁻</td> <td></td> <td>13. SOLIDOS TOTALES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NITROS NO₂⁻</td> <td></td> <td>8. FLUORUROS F⁻</td> <td></td> <td>14. SOLIDOS VOLATILES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NITRATOS NO₃⁻</td> <td></td> <td>9. SULFATOS</td> <td></td> <td>15. SOLIDOS FIJOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COBALTO DISUELTO</td> <td></td> <td>10. HIERRO TOTAL Fe</td> <td></td> <td>16. SOLIDOS EN SUSPENSION</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>11. MANGANESO Mn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	ORGANICO		6. CLORO RESIDUAL		12. DUREZA		AMONIACO NH ₃		7. CLORUROS Cl ⁻		13. SOLIDOS TOTALES		NITROS NO ₂ ⁻		8. FLUORUROS F ⁻		14. SOLIDOS VOLATILES		NITRATOS NO ₃ ⁻		9. SULFATOS		15. SOLIDOS FIJOS		COBALTO DISUELTO		10. HIERRO TOTAL Fe		16. SOLIDOS EN SUSPENSION				11. MANGANESO Mn					
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L																																							
ORGANICO		6. CLORO RESIDUAL		12. DUREZA																																								
AMONIACO NH ₃		7. CLORUROS Cl ⁻		13. SOLIDOS TOTALES																																								
NITROS NO ₂ ⁻		8. FLUORUROS F ⁻		14. SOLIDOS VOLATILES																																								
NITRATOS NO ₃ ⁻		9. SULFATOS		15. SOLIDOS FIJOS																																								
COBALTO DISUELTO		10. HIERRO TOTAL Fe		16. SOLIDOS EN SUSPENSION																																								
		11. MANGANESO Mn																																										

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIPOXIDROS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
_____	_____	_____	_____

REMARKS / OBSERVACIONES: _____

SEGUIR EL METODO "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 18 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR N-80
 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

REVISIONES:

ANALISTA: _____

SELLO

JEFE DEL LABORATORIO



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12**

FACULTAD DE INGENIERIA-USAC.

EXAMEN BACTERIOLOGICO	
OT. No _____	NF No _____
INTERESADO: _____	PROYECTO: _____
MUESTRA RECOLECTADA POR: _____	DEPENDENCIA: _____
MUESTRA RECOLECTADA EN: _____	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: _____
MUNICIPIO: _____	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: _____
DEPARTAMENTO: _____	CONDICIONES DE TRANSPORTE: _____
SABOR: (AGUA TRATADA): _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: _____
ASPECTO: _____	COLOR RESIDUAL: _____
OLOR: _____	

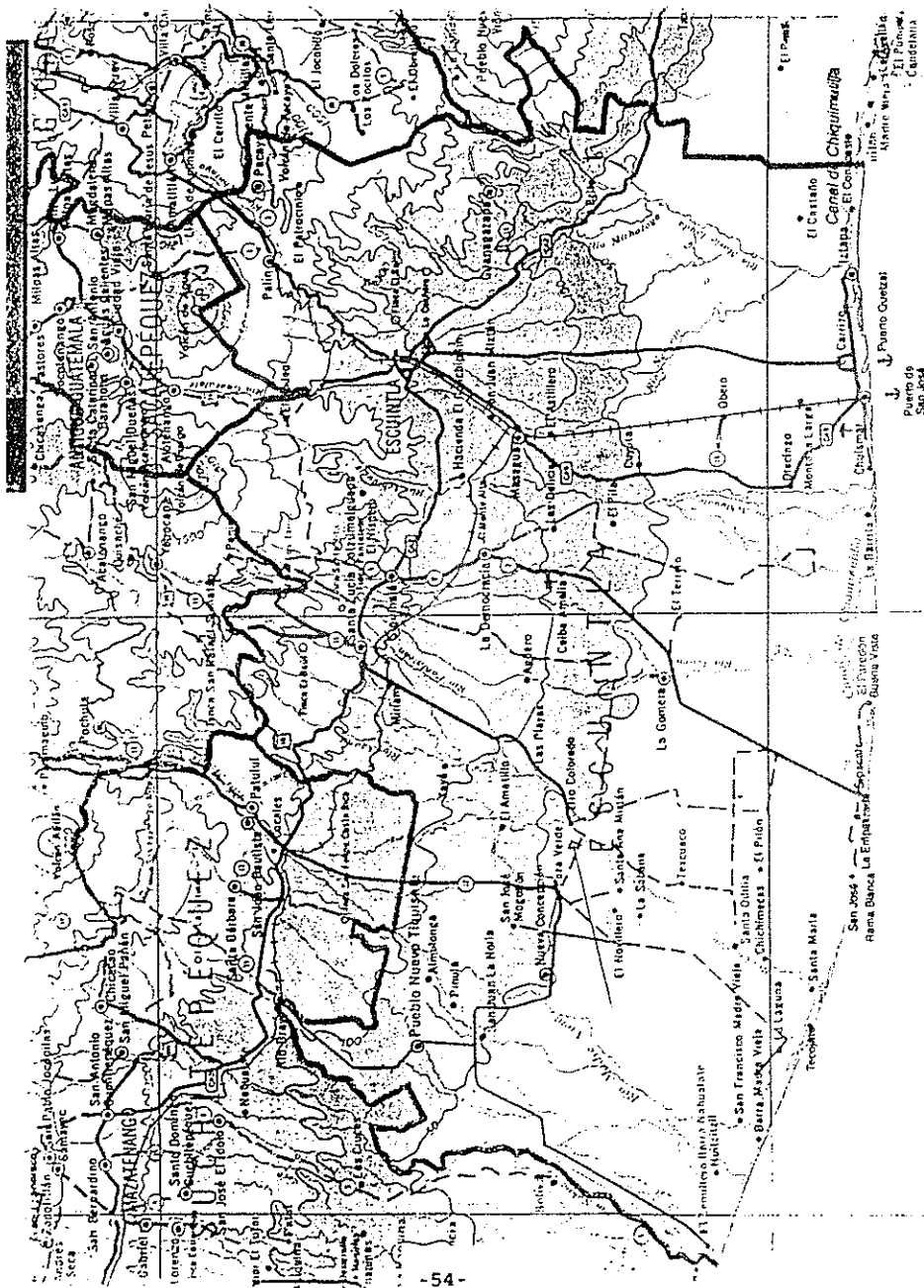
NUMERACION TOTAL DE GERMESES			
a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C			
CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS			
b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C			
CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS			
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		

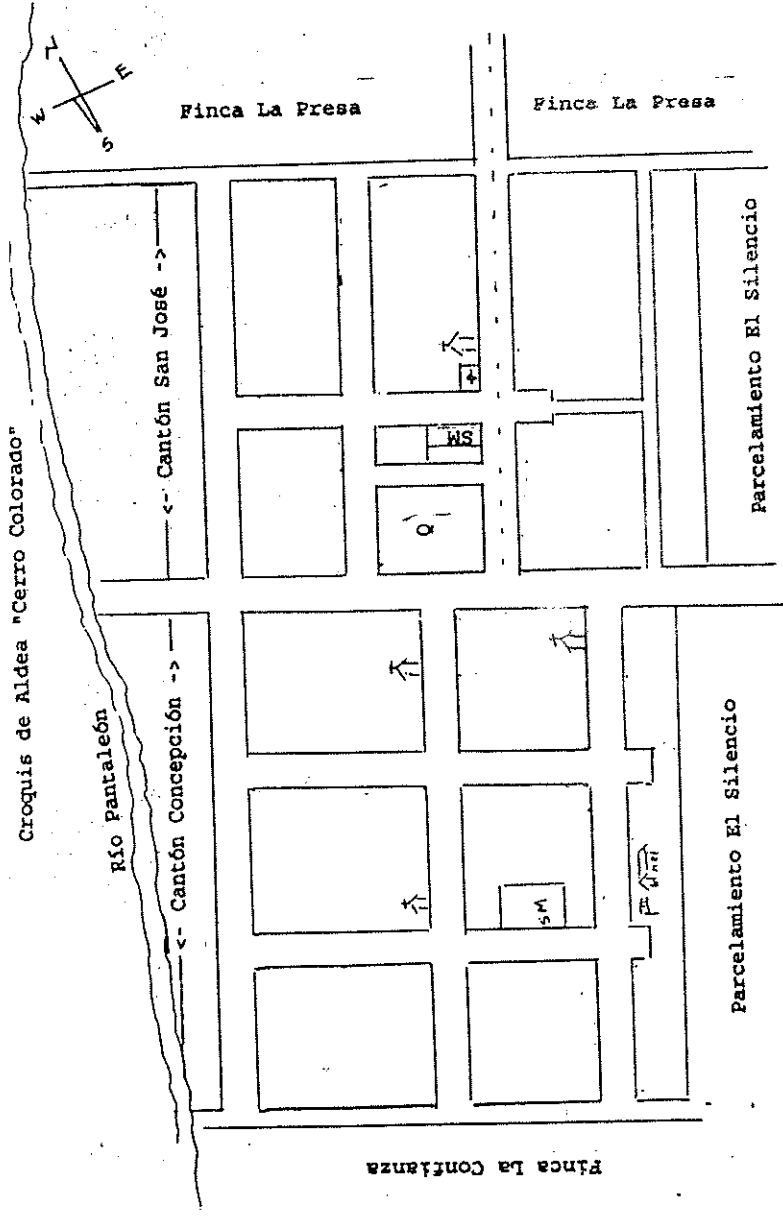
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)		
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	FORMACION DE GAS TOTAL 35°C FECAL 44.5°C
10.0 cm ³		
1.0 cm ³		
0.1 cm ³		
0.01 cm ³		
0.001 cm ³		
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm ³		

TECNICA STANDARD METHODS DE LA A.P.H.A.-A.W.W.A.-W.R.C.P. NORMA COGUANOR NGO 4-010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: _____

A.T.deA/C.G.E. GUATEMALA. _____ JEFE DE LABORATORIO





- Referencias:
- + = Puesto de Salud
 - ☛ = Iglesia
 - ▤ = Escuela
 - Q = Mercado
 - SM = Salón Municipal
 - = Pozo