

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on horseback, holding a lance. Above the knight is a crown. To the left is a castle tower, and to the right is a lion rampant. The seal is surrounded by Latin text: "UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA AGRICULTURAE COACTEMALITANA" and "CIVITAS GUATEMALENSIS".

**"EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA  
CONSUMO HUMANO DE LA ALDEA EL PAREDON  
BUENA VISTA, LA GOMERA, ESCUINTLA"**

**Informe de tesis  
Presentado por  
Zuly Ileana López Ardón  
Para optar al título de  
Químico Farmacéutico**

**Guatemala, noviembre de 1998.**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

06  
3(111)  
6.4

**JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA.**

**DECANA LICDA. HADA MARIETA ALVARADO BETETA**

**SECRETARIO LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA**

**VOCAL I DR. OSCAR MANUEL COBAR PINTO**

**VOCAL II DR. RUBEN DARIEL VELASQUEZ MIRANDA**

**VOCAL III LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE**

**VOCAL IV BR. HERBERTH RAUL AREVALO ALVARADO**

**VOCAL V BR. MANOLA ANLEU FORTUNY**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS:** Creador, sustentador y soberano de todo lo que existe.
- MI ESPOSO:** Marco Vinicio De la Rosa Montepeque.
- MIS HIJOS:** Marco Vinicio De la Rosa López.  
Andrea Lucía De la Rosa López.
- MIS PADRES:** Marlo Antonio López Rodas.  
Elena Ardón Escobar de López.
- MI ABUELITA:** Juana Rodas de López (+).
- MIS HERMANOS:** Marlo Guillermo (+), Adolfo, Angel Manuel, Patricia, Alma y Cristina.
- MIS SUEGROS:** Lic. Héctor Arnoldo De la Rosa García y Dora Luz Montepeque Castañeda de De la Rosa.
- MIS CUÑADOS:** Byron, Daniel, Héctor, Dora Emilia y Anayansi.
- MIS TIOS:** López Rodas y Ardón Escobar.
- MIS SOBRINOS:** Ariel, Keren, Allan, Marian, Rolando, Diana y Amy.
- MIS PRIMOS:** En general.
- LA MEMORIA DE:** Trinidad López (+)  
Tito Montepeque (+)

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios por su fidelidad / misericordia eterna.**

**Mi esposo, por su apoyo incondicional a traves de toda mi carrera.**

**Mis padres por su amor y constante motivación y paciencia a lo largo de mi vida.**

**Mi suegros por su apoyo y cariño Incondicional.**

**La familia Vasquez Montepeque por su colaboración y cariño sin límites.**

**Emelina Ríos Vda. de Montenegro por el cariño y apoyo mostrado a mi familia.**

**Ing. Norma Albendaño y personal técnico del Laboratorio de Análisis de Agua del INFOM por su colaboración sin igual.**

## INDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. ANTECEDENTES	4
4. JUSTIFICACION	6
5. OBJETIVOS	8
6. HIPOTESIS	9
7. MATERIALES Y METODOS	10
8. RESULTADOS	18
9. DISCUSION DE RESULTADOS	24
10. CONCLUSIONES	26
11. RECOMENDACIONES	27
12. BIBLIOGRAFIA	28
13. ANEXOS	30

## 1. RESUMEN

Mediante el presente trabajo de tesis se evaluó la calidad del agua de pozos, que se utilizan para consumo humano en la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.

Este trabajo se realizó en un período de tres meses, analizándose muestras de ocho pozos artesanales de la aldea El Paredón Buena Vista, las cuales se sometieron a análisis físico, químico y microbiológico.

Para la investigación se diseñó un programa de muestreo en 8 pozos situados en diferentes puntos de la aldea, en cada pozo seleccionado se analizaron 2 muestras. Se obtuvo un total de 72 muestras, de las cuales 24 muestras fueron para el análisis físico y químico, y 48 para el examen bacteriológico, realizando en cada muestra 10 ensayos físicos, 15 químicos y un examen bacteriológico.

Los resultados del análisis químico y del examen microbiológico demuestran que el agua que consume actualmente la población de la Aldea El Paredón Buena Vista, no cumple con las normas establecidas en Guatemala para el agua potable, por lo cual su utilización representa un riesgo para la salud de los consumidores y es importante que las autoridades correspondientes consideren estos aspectos para efectuar el tratamiento respectivo.

## 2. INTRODUCCION

El agua es indispensable para la vida y es necesario que esté a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio, de agua de calidad aceptable. Lo primero es protegerla de la contaminación y para ello el mejor método es casi siempre la protección de la fuente, que debe preferirse al tratamiento del agua contaminada, a fin de hacerla apta para el consumo. (1)

En la medida de lo posible, las fuentes de agua se deben proteger de la contaminación por desechos de origen humano o animal que puedan contener multiplicidad de bacterias, virus y protozoarios patógenos, así como de helmintos. Si no se consigue proteger y tratar eficazmente el agua, los usuarios tendrán el riesgo de surgimiento de brotes de afecciones intestinales y otras enfermedades infecciosas. La población en su totalidad está expuesta a enfermedades transmitidas por contaminantes presentes en el agua y con mayor riesgo los lactantes y niños de corta edad, las personas que viven en condiciones antihigiénicas, los enfermos y los ancianos. El riesgo que presentan para la salud las sustancias químicas tóxicas que se encuentran en el agua para consumo humano, es distinto del que suponen los contaminantes microbianos. Son pocas las sustancias químicas presentes en el agua que pueden causar problemas de salud agudos, salvo por contaminación masiva del abastecimiento. Además, la experiencia demuestra que cuando se producen accidentes de ese tipo, por lo común es imposible consumir el agua debido a su sabor, olor y apariencia inaceptables. (1)

El consumidor depende principalmente de sus sentidos para evaluar la calidad del agua que ingiere. Los componentes del agua pueden influir en la apariencia, el olor o el sabor de ésta y el consumidor se basa en esos criterios, para estimar su calidad y aceptabilidad. Se considera peligrosa y rechazable el agua turbia, de un color acentuado o de sabor u olor desagradable. Es esencial mantener la calidad aceptable para el consumidor, aunque la

ausencia de efectos sensoriales negativos no garantiza la inocuidad.(1)

En la Aldea El Paredón Buena Vista, ubicada en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla, existen problemas graves de contaminación del Canal de Chiquimulilla, ocasionada por ingenios azucareros, una planta procesadora de aceite de palma africana para consumo humano y varias granjas que se dedican a la producción porcina. El problema lleva aproximadamente ocho años, las acciones llevadas a cabo por el Comité Promejoramiento del lugar son infructuosas por falta de apoyo e interés institucional. Por otro lado es evidente la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales y cutáneas desde que empezó la contaminación, especialmente en niños.

La población obtiene el agua para su consumo de pozos artesanales de escasa profundidad (2-6 metros), ubicados dentro del núcleo urbano, a una distancia no mayor de 200 metros del canal de Chiquimulilla:

Por la importancia de estos aspectos se evaluó la calidad del agua para consumo humano de la citada aldea, efectuándose el análisis desde el punto de vista Físico, Químico y Bacteriológico para determinar si la misma cumple con las normas requeridas para ser utilizada como agua potable.



### 3. ANTECEDENTES

La aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla; está ubicada a 140 Km de la Ciudad Capital, a una altura de 8 metros sobre el nivel del mar; con una latitud norte de 13 grados, 50 minutos y 58 segundos, y longitud oeste de 91 grados, 4 minutos y 28 segundos. (I.G.M., 1981) Corresponde según Cruz (1982) a la zona de vida Bosque Seco Subtropical, la época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre.

La temperatura media mensual oscila entre 29 y 30 grados centígrados. Está ubicada en una franja de suelo arenoso, con colindancias con el océano Pacífico y el Canal de Chiquimulilla.

En los últimos años dicho canal presenta índices de contaminación elevados a consecuencia de industrias situadas en las márgenes de uno de sus afluentes (río Acomé).

Según el análisis realizado por la Química Bióloga María Inés de Gerencias en 1990 (Prensa Libre, 14 de abril de 1996; 99 8-10) se encontraron residuos químicos industriales en el río Acomé (el cual es el principal tributario del Canal de Chiquimulilla en el área del Paredón Buena Vista) que también contaminaron pozos familiares, con altos niveles de cobalto, fosfato, sulfato, nitrito y nitrato; los que exponen a un alto riesgo la salud de los habitantes, quienes al no disponer de otras fuentes de abastecimiento no hacen acopio de las recomendaciones de la citada profesional, en cuanto a no consumir el agua de pozos artesanales.

Según análisis realizado por la Secretaría General de Planificación Económica (SEGEPLAN), se evidencia que a la fecha no existen cambios. El documento registra altas concentraciones de insecticidas residuales y químicos industriales en peces de varios ríos de La Gomera y Sipacate. En el caso del río Acomé la contaminación es provocada por

fábricas, industrias e ingenios que descargan sus aguas residuales sin previo tratamiento, adicional a los desechos de poblaciones cercanas que desembocan sus alcantarillas en el afluente. Añadido a esto, la utilización indiscriminada de las aguas del río para riego durante el verano, provoca el cierre de la bocabarra de salida al mar en el área, por la disminución del caudal, lo cual produce una mayor concentración de contaminación, lo que hace factible que ésta llegue al manto freático del cual se abastecen los pozos artesanos.

Existen otros estudios referentes al control de la calidad en agua como lo son: Berganza N. 1982. "Análisis físico, químico y examen bacteriológico del agua para consumo humano de la población del Amatillo, Ipala, departamento de Chiquimula". Tesis Q.F. USAC, y Méndez L. en 1984 realizó el estudio de "Control de la calidad del agua potable para el consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos". Tesis Q.F. USAC.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Existe un aumento considerable de enfermedades dermatológicas y gastrointestinales en la población, las cuales coinciden con el aumento del nivel de contaminación del Canal de Chiquimulilla, según conversaciones con el personal del Puesto de Salud que labora en dicho lugar.

La potabilidad del agua para consumo humano, obtenido de pozos artesanos en épocas anteriores (hace 30 años), no presentaban ninguna contaminación. Las enfermedades transmitidas por el agua se originaban por ingestión de agua o hielo contaminados, o por contacto (al bañarse, nadar, vadear, inhalación o por exposición ocular), con agentes etiológicos contenidos en el agua. Las enfermedades adquiridas por ingestión son clasificadas como: a) intoxicaciones causadas por sustancias químicas o toxinas producidas por microorganismos, b) infecciones causadas por bacterias que elaboran enterotoxinas (toxinas que afectan a los tejidos de la mucosa intestinal, generalmente al interferir en el transporte de NaCl y agua), durante su propagación en el tubo digestivo y c) infecciones causadas por microorganismos que invaden la mucosa intestinal u otros tejidos. (1),(2)

Las enfermedades transmitidas por contacto se clasifican en a) infecciones causadas por microorganismos que penetran en la piel o invaden lesiones cutáneas, las vías urinarias o los oídos, y se multiplican allí mismo o emigran a otros tejidos, proliferando y b) erupciones o irritaciones cutáneas causadas por microorganismos o sustancias químicas tóxicas y reacción al huésped. (1) (2)

En los últimos 10 años se han aumentado los casos de infecciones intestinales e infecciones de la piel, debido a que la población consume el agua sin tratamiento alguno,

---

\* MORALES, E. 1998. Ministerio de Salud Pública, Puesto de Salud Aldea El Paradón Buena Vista. Comunicación personal.

de los pozos familiares, pudiendo ser ésta la causa de lo anteriormente expuesto. Por este motivo se decidió investigar la calidad del agua y así ayudar a los habitantes de la aldea, para beneficio de su salud, a prevenir ciertas infecciones con un tratamiento adecuado al agua.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL.**

Determinar si la calidad del agua de la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, es apta para consumo humano.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Evaluar por análisis físico, químico y bacteriológico, la calidad del agua que consume la población de la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.

Generar información científica que permita tomar las acciones necesarias para el tratamiento del agua para consumo humano, por el Comité Promejoramiento de la citada aldea.

## 6. HIPOTESIS

El agua de pozos familiares cumple con las especificaciones físicas, químicas y bacteriológicas de calidad, para ser utilizada como agua de consumo, por la población de la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.

## **7. MATERIALES Y METODOS**

### **7.1 Universo de trabajo:**

Muestras de agua de pozos familiares de donde se extrae el agua para consumo humano en la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.

### **7.2 Recursos Humanos:**

Autor : Zully Ileana López Ardón.

Asesor: Elfego Rolando López G.

### **7.3 Medios :**

#### **7.3.1. Recursos Materiales:**

##### **7.3.1.1. Equipo y Material de Laboratorio:**

- Potenciómetro
- Espectofotómetro DR-2000
- Estufa
- Centrífuga
- Horno
- Mechero Bunsen
- Refrigerador
- Balanza analítica
- Termómetro
- Autoclave
- Cubetas de vidrio de 25 cc
- Pissetas
- Goteros
- Pipetas de 10 cc, 1cc.
- Probetas 25 cc y 50cc
- Beacker 250 cc

- Erlenmeyer 250 cc
- Agitador de vidrio
- Frascos de vidrio de 250 ml
- Galones de polietileno
- Hielera
- Cajas de petrí
- Equipo de campo para el análisis de coliformes fecales, DEL AGUA.

➤ **Reactivos:**

- Hielo
- Agua desionizada
- Kit de reactivos de Lauryl sulfato para membrana de filtración HACH.

#### **7.4 Procedimiento:**

Se hicieron muestreos en 8 pozos de la aldea, seleccionándose 72 muestras en total, 24 muestras para efectuar los análisis físicos y químicos, y 48 muestras para el análisis bacteriológico, por un período de tres meses.

##### **7.4.1. Análisis físico:**

Este análisis está relacionado con los sentidos y es de mucha utilidad e importancia para determinar la potabilidad del agua, ya que además de ser sanitariamente segura, debe ser agradable a los sentidos, en caso contrario causa rechazo por parte del consumidor. Es deseable que el agua destinada para consumo humano posea un aspecto claro.

**Olor:** Se determinó mediante el sentido del olfato. Los olores en el agua son debido a muy pequeñas concentraciones de compuestos volátiles, algunas de las cuales se producen cuando se descompone la materia orgánica, la intensidad y lo ofensivo de los olores varían con el tipo, algunos son a tierra y a moño, mientras que otros son putrefactos. En la mayoría de los casos, los olores indeseables en las aguas superficiales, son producidos por



el plancton dado que estos organismos desprenden pequeños vestigios de aceites esenciales volátiles que confieren al agua olores dulzones, aromáticos, a pescado etc. Debido a las muy pequeñas concentraciones de las sustancias que producen olores, los procedimientos analíticos no son satisfactorios para su medición y tiene que confiarse en el sentido del olfato.

Significado sanitario: las características de la intensidad del olor ayudan frecuentemente a indicar la existencia de contaminación.

Límite máximo aceptable: No rechazable.

Límite máximo permisible: No rechazable.

Las pruebas de olor se efectuaron a temperatura ambiente (olor frío a 20 °C y a 60 °C olor en caliente). (1)

**Color:** se determinó sobre la base de patrones de comparación de Platino-Cobalto; por lo que se expreso en unidades de color (UC). (3)

El color del agua es ocasionado generalmente por la extracción de materia colorante de humus de los bosques, o de la materia vegetal de los pantanos y áreas de poca profundidad. Esta materia colorante esta formada por compuestos de humus, los cuales originan el color café amarillento como en las aguas superficiales.

Significado sanitario: las aguas que contienen colores debido a materia en descomposición no son consideradas sustancias tóxicas, pero normalmente la coloración adquirida por el agua es amarillo pardo y el usuario tiene aversión natural a usarla, lo cual es debido a las comparaciones antiestéticas a las que se les asocia.

El color del agua es de dos tipos:

- a) Color verdadero: es el que está presente en el agua después de haber removido la materia suspendida.
- b) Color aparente: es el color verdadero, mas cualquier otro color que produzcan las sustancias en suspensión.

Límite máximo aceptable: 5 UC.

Límite máximo permisible: 50 UC. (4)

**Potencial de Hidrógeno:** se determinó con el potenciómetro con electrodos de vidrio.

Un pH 7 en el agua indica neutralidad.

Un pH comprendido entre el valor neutro y 14 indica alcalinidad.

Un pH entre uno y el valor neutro indica acidez.

Significado sanitario: la mayoría de aguas superficiales tienen valores de pH 5.5. a 8.6. La alteración excesiva fuera de éstos límites puede indicar contaminación en el abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial.

Límite máximo aceptable: 6.6 - 8.5 pH

Límite máximo permisible: 6.5 - 9.2 pH (4)

**Residuos totales:** se determinó por evaporación de la muestra y secado subsecuente en estufa a una temperatura de 103-105 y a 179-181 ° C. La definición usual de residuos totales, está referida a la cantidad de materia que permanece como residuo después de un proceso de evaporación (103-105 ° C) y secado de una muestra de agua determinada. (4)

Límite máximo aceptable: 500 mg/ L

Límite máximo permisible: 500 mg/ L (4)

**Turbiedad:** La turbiedad es atribuida a materia suspendida y coloides. El efecto es perturbar la claridad y disminuir la penetración de la luz. Puede ser causada por microorganismos o desperdicios orgánicos, sílice u otras sustancias minerales, incluye zinc, hierro componentes de manganeso.

Límite máximo aceptable: 5.0 utn (Unidades nefelométricas)

Límite máximo permisible: 25.0 utn (4)

#### **7.4.2. Análisis Químico:**

Son los análisis que determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y que afectan su calidad proporcionando datos acerca de la contaminación.

**Cloruros:** se determinaron mediante titulación con solución de difenilcarbazona y nitrato mercurico al 0.0141 N.

Significado sanitario: los cloruros en proporciones razonables no son dañinos para la salud su concentración excesiva en el agua podría indicar contaminación por excretas humanas, particularmente la orina que contiene cloruros aproximadamente igual a la consumida en la alimentación, además sirve para conocer posibles contaminaciones por agua residual contaminada.

Límite máximo aceptable: 200 mg/L Cl

Límite máximo permisible: 600 mg/L Cl (4)

**Nitrógeno:** Se determinó por método de reducción del Cadmio a 500 nm de espectrofotometría. El nitrógeno se encuentra presente en concentraciones variables en aguas superficiales y en aguas profundas, siendo un producto de la actividad micro-biológica. (6) El nitrato representa la fase mas altamente oxidada, en el ciclo del nitrógeno y alcanza normalmente concentraciones importantes en las etapas finales de la oxidación biológica, por lo general se presenta en huellas en aguas superficiales, pero puede alcanzar elevadas concentraciones en aguas subterráneas. En cantidades excesivas, contribuye a la enfermedad conocida como metahemoglobinemia infantil. (5)

El nitrito: es un paso en el ciclo del nitrógeno, el nitrito se presenta en las aguas como un producto intermedio en los procesos de oxidación o reducción. (6)

Límite máximo aceptable: nitratos 45 mg/L

Límite máximo permisible: nitritos 0.01 mg/L (4)

**Dureza total:** se determinó con la solución de Hardnes 1 mediante titulación con TetraVer 0.010N N. La dureza es una característica del agua que representa la concentración total de calcio, magnesio y otros aniones expresados en carbonato de calcio. La dureza influye en la precipitación del jabón en forma de jabones insolubles. La presencia de dureza en el agua, no afecta su calidad sanitaria, pero es importante considerarla, ya que en ciertos casos, dificulta la cocción de algunos alimentos y provoca la formación de incrustaciones

en los utensilios de cocina. (6) Las normas nacionales para el agua potable recomiendan una dureza máxima deseable de 100 mg/L y una dureza máxima permisible de 500 mg/L. (5)

**Alcalinidad:** se determinó mediante titulación con ácido sulfúrico 0.02 N, fenoftaleína y naranja de metilo como indicadores. La alcalinidad es la medición de los constituyentes alcalinos expresados como hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, por lo que la alcalinidad total es la suma de los tres anteriores. No tiene importancia sanitaria pero si por sus propiedades corrosivas, que aumenta si se asocia con alto valor de pH y residuos de sólidos. (4)

**Hierro total:** se determinó con espectrofotómetro a 510 nm. Por medio de la concentración de hierro II y III (sales ferrosas y férricas) que resultan de la corrosión de contaminaciones de desechos industriales o de soluciones de sales de hierro del suelo o rocas.

**Significado sanitario:** No se conocen efectos perjudiciales a la salud por tomar agua que contiene hierro; al agua que lo contienen en forma excesiva al entrar en contacto con el aire y absorber oxígeno se vuelve también inaceptable desde el punto de vista estético debido a la oxidación del hierro que forma precipitados coloidales.

El hierro tiende a precipitar como hidróxidos, el cual mancha la ropa y porcelana, da coloración y turbiedad al agua, provoca depósitos y proliferación de ferrobacterias, que en las tuberías puede ocasionar problemas dándole color y olor desagradable, haciéndola inapropiada para ciertos usos. (7)

Límite máximo aceptable: 0.1 mg/L

Límite máximo permisible: 1.0 mg/L (5).

#### **7.4.3. Examen Bacteriológico:**

Se utilizó el método de filtración con membrana, el cual consiste en obtener recuentos coliformes fecales al filtrar un volumen conocido de una muestra de agua a través de un filtro de membrana. Este es un filtro de papel especial con un tamaño de poro de 45 um

que retiene todas las bacterias coliformes fecales, el cual se somete a incubación 44°C por 24 horas. Luego se cuentan las colonias amarillas y se calcula su número por 100 ml. (9)

## 7.5 Diseño de la investigación:

7.5.1. Cálculo del número de replicas: el cálculo se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NC^2 (p.q)^2}{\Delta^2}$$

Donde:

n: número de repeticiones (muestras a analizar de cada pozo).

NC: Nivel de confianza al 95%.

p.q: equivale a la variación del estudio.

$\Delta$ : Límite de error (0.05).

Obteniéndose lo siguiente:

$$n = \frac{(1.96)^2 [(0.5)(0.5)]^2}{(0.05)^2} = 96 \text{ repeticiones}$$

## 7.5.2. Diseño de muestreo.

El muestreo se llevó a cabo de forma estratificada, donde el universo lo constituyen los pozos de la Aldea El Paredón Buena Vista y los estratos son los 8 pozos a partir de los cuales se extrajo 1 muestra con un intervalo de 15 días, para dar un subtotal de 6 muestras de agua por pozo para el examen microbiológico y 1 muestra cada 30 días para un subtotal de 3 muestras de agua por pozo para los ensayos fisicoquímicos, lo que hace un total de 72 muestras.

## 7.5.3. Muestreo para el análisis físico y químico sanitario:

**7.5.3.1. Frecuencia:** los análisis físicos y químicos pueden hacerse de manera menos frecuentes con respecto a los exámenes bacteriológicos.

**7.5.3.2. Toma de la muestra:** se identificaron las muestras con: fecha y hora de muestreo, lugar, fuente, condiciones de transporte, temperatura, tipo de examen, captado por interesado, municipio, departamento.

Se escogió el mismo pozo que se usó para el examen bacteriológico.

Se captó directamente de la fuente de abastecimiento sumergiendo el galón de polietileno dentro de la fuente misma lo más profundo posible.

La muestra se llevó antes de 24 horas al laboratorio (máximo 24 horas).

#### **7.5.4. Muestreo para el examen bacteriológico:**

**7.5.4.1. Toma para la muestra:** los lugares de muestreo fueron los mismos que para los bacteriológicos pero los recipientes que se utilizaron para el transporte fueron frascos de vidrio de boca ancha, tapón esmerilado, con 125 ml de capacidad, debidamente esterilizados el tapón y el cuello del frasco se protegieron con papel kraft. La técnica empleada para la toma de las muestras consistió básicamente en sumergir el frasco lo más cerca posible del fondo y con el cuello hacia abajo se le dio vuelta de tal forma que quedaba ligeramente más elevado que el fondo y la boca en la dirección de la corriente, luego se abrió el frasco y se llenó dejando un espacio de aire adecuado para una posterior homogeneización. Todas las etiquetas se identificaron como se escribió anteriormente.

Las muestras se transportaron y conservaron en refrigeración, el período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio del examen bacteriológico no fue mayor de 18 horas.

#### **7.5.5. Análisis de la calidad del agua:**

Los resultados obtenidos fueron comparados con las especificaciones de agua potable COGUANOR NGO 29001, como los datos provienen de un estudio en el ámbito descriptivo, donde las variables estudiadas fueron las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua de pozo.

## 8. RESULTADOS

8.1. El cuadro No. 1 y gráficas No. 1, 2 y 3 representan el resultado promedio de las características físicas de los ocho pozos analizados.

**Cuadro No.1**

Fuente	Olor en frío	Olor en caliente	Color aparente Pt-Co	Color verdadero Pt-Co	T <sup>o</sup> C	Turbiedad UTN	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C	pH	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos en suspensión mg/L
1	Inodora	A tierra	21.67	8	23	0.35	481	7.2	229	1.33
2	Inodora	A tierra	23.67	3.67	22.3	0.29	558	7.4	293	1.33
3	Inodora	A tierra	33.67	14	23	0.38	485	7.6	207	0.67
4	Inodora	A tierra	26.67	8	23	0.37	488.3	7.4	321	2.67
5	Inodora	Inodora	22.33	13	23	0.31	702.7	7.4	335	0.67
6	Inodora	A tierra	21	9	23	0.35	605.3	7.3	275	3.33
7	Inodora	A tierra	37	16.67	23	0.36	661.7	7.4	331	3.33
8	Inodora	A tierra	29.33	15.67	23	0.34	1475	7.3	927	3.33

GRAFICA No. 1

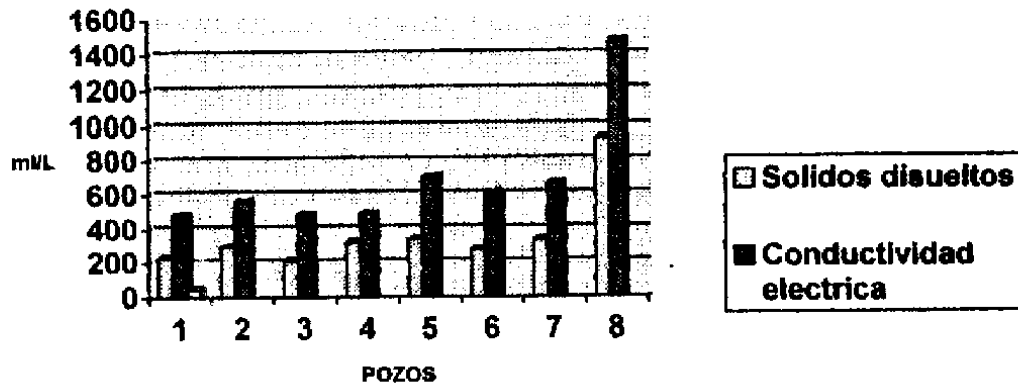
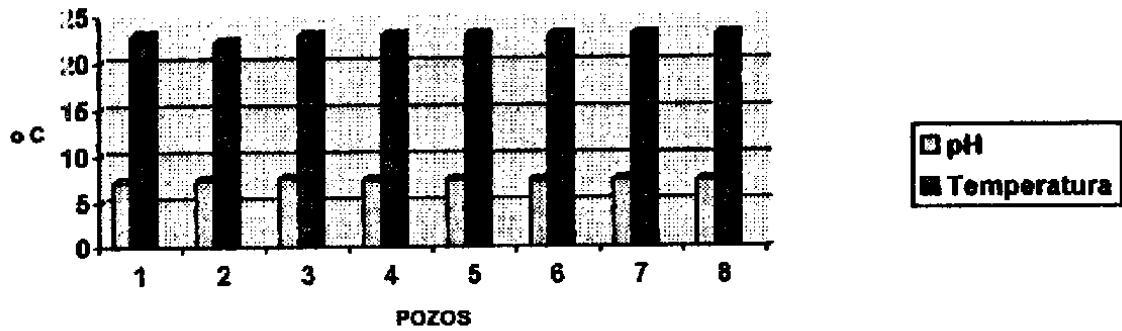
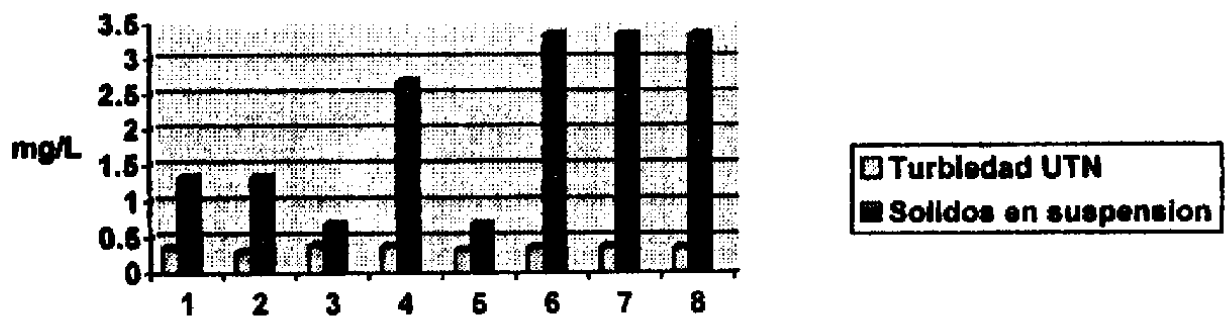


GRAFICO No. 2



GRAFICA No. 3



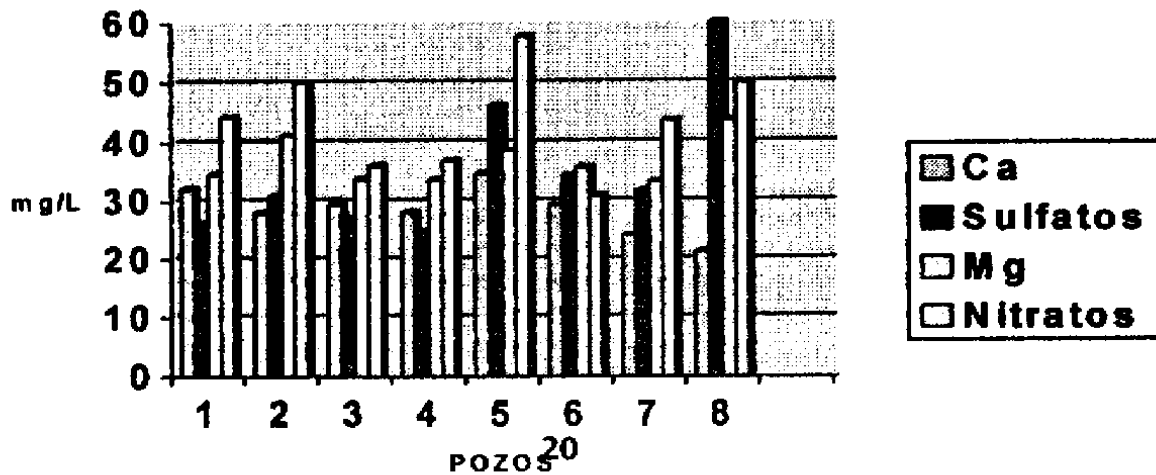


8.2 El Cuadro No. 2 y Gráficas No. 4, 5 y 6 muestran el resultado promedio de las características químicas de los 8 pozos analizados.

**Cuadro No. 2**

Fuente	Alcalinidad bicarbonatos mg/L	Cloruros mg/L	Dureza total mg/L	Dureza de Ca <sup>++</sup> mg/L	Calcio mg/L	Dureza de Mg <sup>++</sup> mg/L	Mg mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L	Sulfatos mg/L
1	90.67	50.67	223.33	80.00	32.00	143.33	34.51	0.06	0.07	44.13	0.63	26.00
2	108.67	64.83	240.00	70.00	28.00	170.00	41.04	0.07	0.07	50.00	0.38	30.67
3	97	49.80	233.00	73.33	29.33	160.00	33.75	0.11	0.10	35.93	0.25	27.00
4	90	66.83	210.00	70.00	28.00	140.00	33.65	0.11	0.07	36.81	0.01	24.67
5	88.67	100.5	246.67	86.67	34.67	160.00	38.55	0.06	0.10	57.64	0.03	46.00
6	95.33	100.17	220.00	73.33	29.33	146.67	35.70	0.10	0.13	30.87	0.10	34.33
7	86	106.57	196.67	60.00	24.00	136.67	33.32	0.10	0.03	43.57	0.20	31.67
8	74.67	362	233.33	53.33	21.33	180.00	43.65	0.15	0.07	49.88	0.05	60.00

**GRAFICO No.4**



GRAFICA No. 5

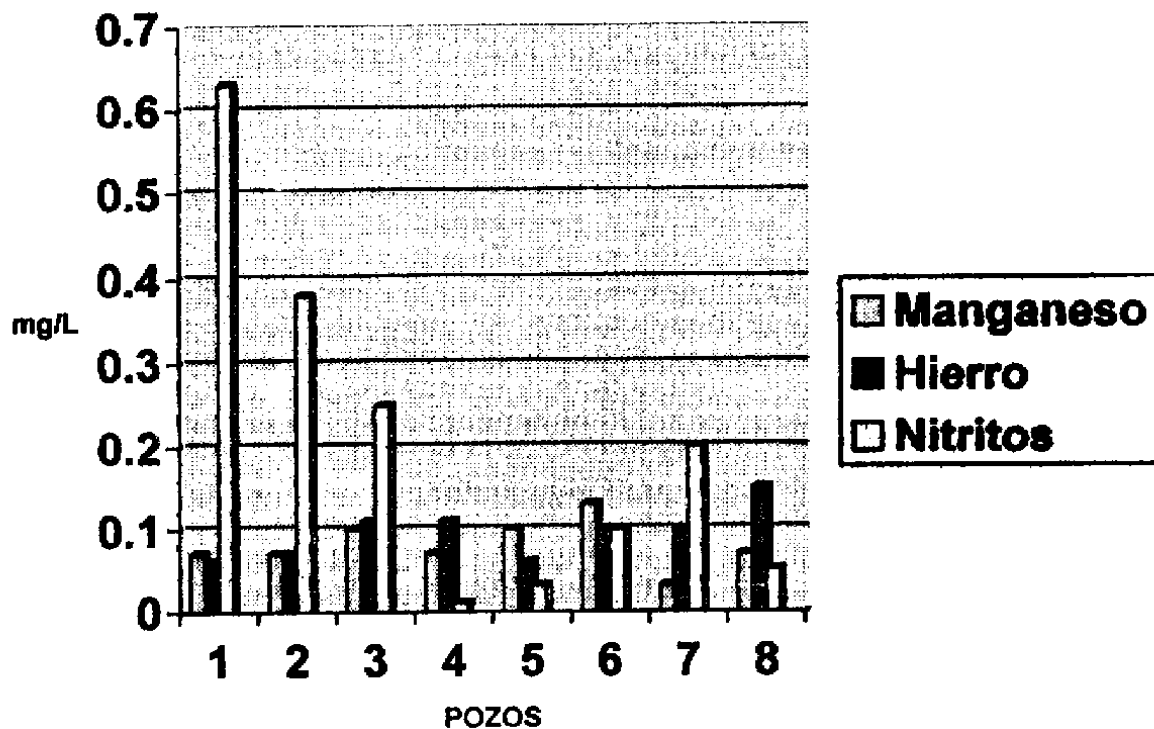
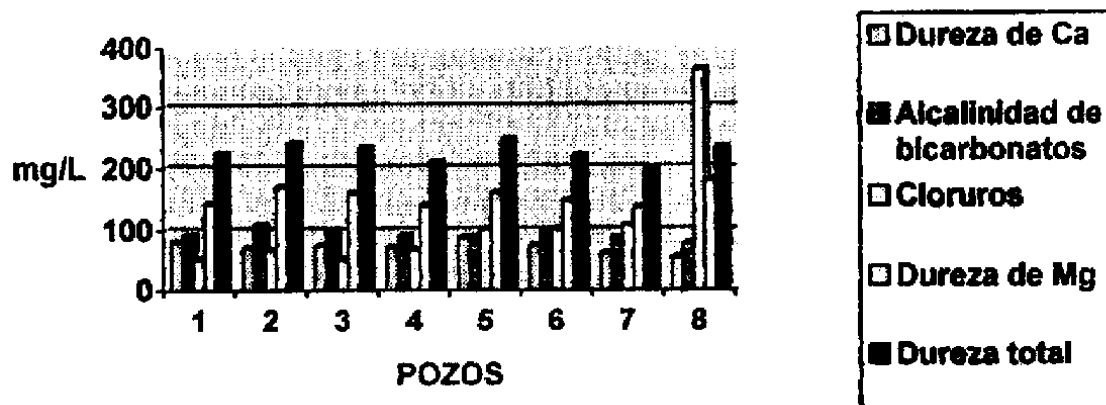


GRAFICO No. 6

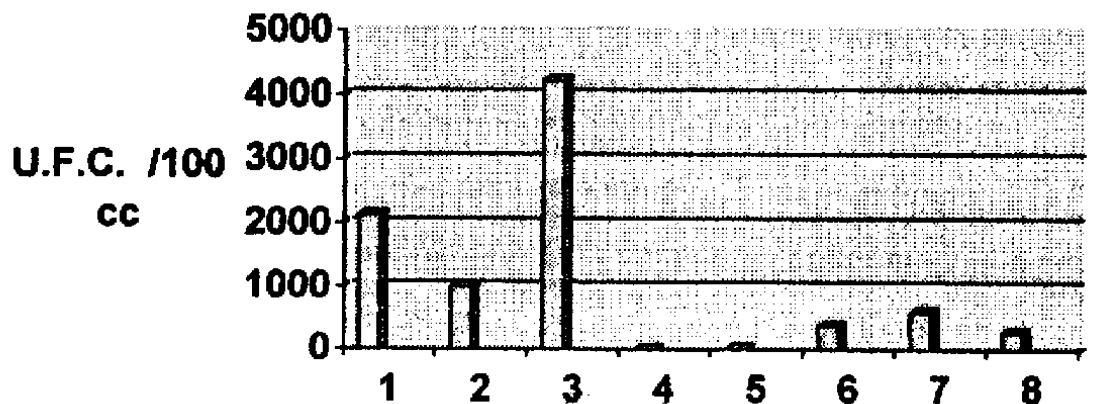


8.3 El cuadro No. 3 y gráfica No. 7 representa el resultado total de los parámetros analizados a los ocho pozos con sus respectivos límites aceptables y permisibles por la Norma COGUANOR NGO 29001 de coliformes fecales.

Cuadro No. 3

Fuente	Aspecto	Sustancias en suspensión	Colonias coliformes /100 cc de muestra y desviación estándar	Especificaciones/100 cc de muestra	Conclusión
1	Claro	Negativo	2133 ± 4088	No > 4	No aceptable
2	Claro	Negativo	1001 ± 1975	No > 4	No aceptable
3	Claro	Negativo	4213 ± 8494	No > 4	No aceptable
4	Claro	Negativo	7 ± 8.9	No > 4	No aceptable
5	Claro	Negativo	23 ± 27	No > 4	No aceptable
6	Claro	Negativo	384 ± 213	No > 4	No aceptable
7	Claro	Negativo	592 ± 530	No > 4	No aceptable
8	Claro	Negativo	265 ± 261	No > 4	No aceptable

GRAFICA No. 7



8.4 El cuadro No. 4 representa el resultado promedio , Desviación Estandar , L.M.A., L.M.P. y conclusiones del grupo Coliforme de los ocho pozos analizados en este estudio.

Cuadro No.4

Parámetros	L.M.A. <sup>1</sup>	L.M.P. <sup>2</sup>	Valores promedios	Conclusión
Color	5 Unidades	50 Unidades	26.96 ± 12.59	Aceptable
Olor	No rechazable	No rechazable	A tierra	No aceptable
pH	7.0-8.5	6.5-9.2	7.37 ± 0.21	Aceptable
Residuos totales	500 mg/L	1,500 mg/L	364.75 ± 50.49	Aceptable
Temperatura	18.0-30.0 °C	No > de 34 °C	22.9 °C ± 0.79	Aceptable
Turbiedad	5.0 Utn ó Utj	No > de 25.0 Utn ó Utj	0.34 ± 0.096	Aceptable
Dureza	100 mg/L	500 mg/L	225.42 ± 22.06	Aceptable
Cloruros	200 mg/L	600 mg/L	112.67 ± 113.47	Aceptable
Nitratos	45 mg/L	45 mg/L	43.604 ± 13.14	No aceptable
Nitritos	0.010 mg/L	0.010 mg/L	0.207 ± 0.2389	No aceptable
Hierro total	0.3 mg/L	0.5 mg/L	0.096 ± 0.095	Aceptable
Magnesio	50 mg/L	150 mg/L	37.396 ± 5.697	Aceptable
Manganeso	0.050 mg/L	0.500 mg/L	0.0796 ± 0.0883	Aceptable
Sulfatos	200 mg/L	400 mg/L	42.54 ± 37.13	Aceptable
Calcio	75 mg/L	200 mg/L	28.33 ± 10.27	Aceptable

<sup>1</sup> L.M.A.: Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

<sup>2</sup> L.M.P: Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para el consumidor humano.

## 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 9.1. Análisis Físico y Químico:

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos, practicados a las muestras de ocho pozos familiares donde se extrae agua para consumo humano, en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla. Consignados en los cuadros No.1, 2, 3, de resultados, se puede decir que su aspecto es rechazable, ya que de los parámetros investigados su olor en caliente no cumple con los límites máximos permisibles aceptables (olor a tierra), esto puede deberse a la poca profundidad que tienen los pozos y que al ser calentada el agua se evapora desprendiendo el olor.

Desde el punto de vista químico no posee concentraciones anormales de ningún contaminante que lo haga sanitariamente rechazable en lo que son cloruros, sulfatos, dióxido de carbono, hierro, manganeso, magnesio, calcio, alcalinidad, acidez y dureza ya que se encuentran dentro de los límites de aceptación. Cuadros No.2 y 3, gráficas No. 4, 5 y 6 de resultados.

Según el resultado promedio de nitratos consignados en el cuadro No. 2 de resultados los pozos 2, 5, 8 presentaron promedios mayores que el límite aceptable permisible que se encuentran en la Cuadro No. 3 de resultados. Mientras que los resultados promedios de nitritos de los pozos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, se encuentran altamente contaminados, lo que representa un peligro toxicológico que se manifiesta en la evolución de metahemoglobinemia o hipoxia sanguínea. Esta patología se presenta principalmente en niños menores de 3 meses que ingieren estas aguas, debido a que su hemoglobina es más susceptible.

La hemoglobina al ponerse en contacto con el anión nitrito que es el que ingresa al torrente sanguíneo, se oxida irreversiblemente, lo que evita que esta ligue oxígeno para suplir a los tejidos. Por lo que está situación provoca en los niños serios problemas, algunos de estos problemas son disminución del desarrollo mental y físico, poco crecimiento, mayor susceptibilidad a enfermedades y otros.

Los nitritos y nitratos son iones presentes en la naturaleza que forman parte del ciclo del

nitrógeno. En las aguas superficiales y subterráneas, las concentraciones de nitratos naturales ascienden generalmente a unos pocos miligramos por litro. En algunas aguas subterráneas, se ha observado en numerosas ocasiones, debido a la intensificación de las prácticas agrícolas, un aumento de las concentraciones de nitratos que pueden llegar a varios centenares de miligramos por litro, ya que son lavados de las tierras de cultivo por aguas de riego y las lluvias, estas los filtran por la tierra hasta las fuentes de agua subterránea donde se concentran. Cuando una fuente posee concentraciones altas de nitritos y nitratos se convierte en un peligro latente para la población que depende de ella. Se atribuye este incremento en ambos aniones, al aumento de precipitaciones pluviales, ya que el muestreo se realizó en diferentes estaciones del año. De los ocho pozos evaluados, los pozos No. 1,2,3,6 y 7, presentan concentraciones promedio de nitrito, elevadas, (gráfica No. 6) lo cual puede atribuirse al lugar donde se encuentran localizados, ya que se encuentran a la orilla de la aldea, cercanos al canal de Chiquimulilla, un foco de contaminación de desechos industriales de por lo menos dos ingenios azucareros, una planta procesadora de aceite para consumo humano y granjas que se dedican a la producción porcina. Los demás pozos se encuentran localizados al centro de la aldea presentando una concentración menor a los anteriores, aún así presentan concentraciones mayores a la del límite máximo permitido para agua de consumo humano, debido posiblemente a la tendencia acumulativa de nitrito y nitrato por filtración desde el suelo.

## **9.2. Examen Bacteriológico:**

En el cuadro No. 4 de resultados promedios del examen bacteriológico, se observó que el 100% de las muestras presentan contaminación de coliformes fecales, sobrepasando las normas para considerarla adecuada para consumo humano.

De las muestras captadas en los pozos se observó que la cantidad de bacterias por cc, se ve disminuida al inicio del muestreo y asciende en el transcurso de éste, lo cual se atribuye a las lluvias que produjeron un arrastre de contaminantes en el suelo, ya que la profundidad de los pozos no sobrepasa los 6 metros, la contaminación fecal existe no solo debido a esto, sino al manipuleo del uso del agua por parte de los habitantes.

## **10. CONCLUSIONES**

- 10.1.** El agua de la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla no cumple con los requerimientos físicos y químicos establecidos por la Norma de Agua Potable COGUANOR NGO 29 001.
- 10.2.** Debido a la presencia del grupo coliforme fecal, el agua de la Aldea El Paredón Buena Vista no debe ser utilizada para consumo humano, por el riesgo que implica para la salud.
- 10.3.** De los ocho pozos de agua analizados, tres presentaron concentraciones de nitratos que sobrepasa los límites permisibles.
- 10.4.** Seis pozos de ocho, representan un riesgo toxicológico para la población que consume agua de los mismos, debido a las altas concentraciones de nitritos y sus consecuencias en los organismos vivos.
- 10.5.** Con base a los resultados obtenidos, se evidencia que el agua de la Aldea El Paredón Buena Vista, no es apta para consumo humano.

## **11. RECOMENDACIONES**

- 11.1. De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de agua de pozo muestreados, se evidencia la necesidad, en cuanto a que las autoridades municipales deben facilitar los mecanismos que permitan el tratamiento y sanitización del agua para consumo de la población de la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.
  
- 11.2. Efectuar campañas educativas por parte de las autoridades de salud, para informar y concientizar a los habitantes de la aldea El Paredón Buena Vista, sobre las consecuencias que pueden presentarse por el consumo del agua sin previo tratamiento, además instaurar las medidas necesarias para disminuir los riesgos de problemas de este tipo sanitario, ya que el agua, microbiológicamente, no es apta para consumo humano, por lo cual deben sugerirse mecanismos que permitan a los pobladores desinfectar el agua antes de su uso como: mantener el pozo protegido, hervir el agua antes de su uso, purificación con hipoclorito, etc.



## 12. BIBLIOGRAFIA

1. Organización Mundial de la Salud. 1995. Guías para la calidad del agua potable. Segunda Edición. Ginebra .
2. Méndez L. 1984. Control de calidad del agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez departamento de San Marcos. Guatemala USAC. 41 p. (Tesis de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Químico Farmacéutico).
3. Standard Methods for the Examination of Water and Waste-Water. 1995. 19 Edition.
4. COMISION GUATEMALTECAS DE NORMAS -COGUANOR- 1985. Norma de agua potable NGO 29001, Ministerio de Economía, Guatemala.
5. Organización Panamericana de la Salud. 1986. Metahemoglobinemia infantil. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Mexico, D.F.
6. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 1978. Tópicos sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Guatemala. Facultad de Ingeniería. USAC.
7. APHD, AWWA Y WWA. 1963. Métodos estándar para examen de aguas de desecho. Ed. Intercontinental. México.
8. Mijangos, Víctor. 1978. Estudio preliminar de aguas subterráneas en la cuenca del río Salamá. Tesis de Ingeniero Civil, USAC.
9. Escuela regional de Ingeniería Sanitaria. 1978. Tópicos sobre la calidad de las

aguas superficiales y subterráneas. Facultad de Ingeniería, USAC.

10. Organización Mundial de la Salud. 1997. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Ginebra.
11. Santizo, Salazar, O. Werner. 1991. Determinación de Niveles de Nitratos en Aguas para consumo humano de la Ciudad de Rabinal, Departamento de Baja Verapaz. Guatemala, USAC. 41 p (Tesis de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Químico Farmacéutico).
12. Valladares Montalvo, Mario. 1994. Evaluación de niveles de nitritos y nitratos en las aguas del lago de Amatitlán en época lluviosa. Guatemala, USAC. 51 p (Tesis de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Químico Farmacéutico).
13. Berganza, N.E. 1982. Análisis Físico, Químico y Examen Bacteriológico del agua para consumo humano de la población del Amatillo, Ipala, del Departamento de Chiquimula. Guatemala, USAC. 31 p (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Químico Farmacéutico).
14. Sánchez Andrés. 1997. Técnicas cualitativas para el control de calidad del agua. Ottawa, Canadá.

## **13. ANEXO**

### **13.1. Localización:**

El estudio se llevó a cabo en la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, ubicada a 140 Km. de la Ciudad Capital, a una altura de 8 metros sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 13 grados, 50 minutos y 58 segundos; y longitud oeste de 91 grados, 4 minutos y 28 segundos (I.G.M. 1981) corresponde según Cruz (1982) a la zona de vida Bosque Seco Subtropical, cuyas condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante la época seca (noviembre a mayo). La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre. La temperatura media mensual oscila entre 29 - 30 grados centígrados.

Los habitantes se dedican a la pesca artesanal, agricultura cosechando principalmente maíz y ajonjolí, ganadería y turismo.

**13.2.** Los servicios públicos con que cuenta la población son: energía eléctrica, dos iglesias protestantes y una católica, educación primaria y pre-primaria con 4 maestros, puesto de salud con una enfermera, un promotor del Instituto Nacional de Bosques, 2 inspectores de la Unidad de Pesca y Acuicultura, un promotor de APROFAM, teléfono comunitario celular.

**13.3.** La aldea se encuentra rodeada por un lado por el canal de Chiquimulilla el cual une a la aldea con la carretera al pacífico y del otro lado se une con el mar pacífico. (lugar turístico).

### **13.4. Descripción del Sistema de abastecimiento de agua:**

Los habitantes tienen pozos artesanales de 2.5 a 6 metros de profundidad. No existen drenajes y fosas sépticas solo en algunos casos y exclusivamente para las letrinas, no así para el resto de aguas servidas.

  
-----  
**Br. Zuly Ileana López Ardón.**  
**Autor.**

  
-----  
**Lic. Eusebio Rolando López G.**  
**Asesor**

  
-----  
**Lidia Beatriz Batres de Jiménez.**  
**Directora**

  
-----  
**Lidia Hada Marieta Alvarado Beteta**  
**Decano**