

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO Y
PROPUESTAS DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE USO EN LA CUENCA DEL RÍO ITZAPA
DEL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

**Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de
Guatemala**



**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO	Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO	Br. JOSÉ DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO	Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999



Guatemala, noviembre de 1999

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía

Señores miembros:

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de Tesis titulado:

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO Y
PROPUESTAS DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE USO EN LA CUENCA DEL RÍO ITZAPA
DEL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

presentandola como requisito, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de
Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,


Julio Jhonsson Taracena Hernández
9316626



ACTO QUE DEDICO

A:

PADRE TODOPODEROSO: Padre amoroso que me ha señalado el camino

MIS PADRES : José Julio Taracena y Adriana Luis de Taracena. Este es la recompensa a sus sacrificios y lucha de toda la vida.

MIS HERMANAS: Carolina , Fabiola y Noelia, que ustedes puedan emular o superar este logro para su propio bien y de toda la sociedad.

EVELYN: Por tu comprensión y cariño al apoyarme, gracias de todo corazón.

MI HIJA: Andrea Alejandra, eres una nueva etapa en mi vida, niña de mi alma.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala, patria grande que me ha dado su cobijo.

Escuela de Formación Agrícola de Sololá, primer peldaño en este largo caminar.

Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Vanguardia en la formación de los profesionales del Agro.

Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Facultad de Agronomía, que todos tus egresados te engrandezcan.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a:

Ing. Agr. Msc. Víctor Manuel Cabrera Cruz, por su valiosa asesoría y aportes durante la realización de este trabajo de tesis.

Ing. Agr. Msc. Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez, por compartir sus conocimientos y apoyar los trabajos realizados en la ejecución de este trabajo.

Ing. Agr. Msc. Hugo Tobías e Ing. Agr. Msc. Maxdelio Herrera, por la oportunidad que me dieron de trabajar con ellos en los proyectos de Investigación.

Los compañeros del proyecto; Ing. Agr. Carlos López, Ing. Agr. Msc. Guillermo Santos, Gilberto Cifuentes, por su apoyo y colaboración.

Los compañeros de la subárea de Matemática y Física, por su apoyo en todo momento

Mis padrinos de Graduación: Ing. Agr. Isaac Herrera e Ing. Agr. Waldemar Nufio, cada uno de ellos ha contribuido en la formación profesional de mi persona.

Mis amigos y amigas, Marlon Carrera, Alfredo Mirón, Eduardo Moreira, Gilberto Cifuentes, Gregorio Sánchez, Elba Melgar, Claudia Donis, Claudia Say.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. MARCO TEORICO.....	4
4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
4.1.1 Importancia del Agua Subterránea	4
4.1.2 Distribución del Agua Subterránea	4
4.1.3 Movimiento de la Humedad del Suelo	5
4.1.4 Recarga del Acuífero.....	5
4.1.5 Acuífero.....	7
4.1.6 Tipos de Acuífero.....	7
4.1.6.1 Acuíferos Libres.....	7
4.1.6.2 Acuíferos Confinados.....	7
4.1.6.3 Acuíferos Semi-confinados.....	8
4.1.6.4 Acuíferos Semi-libres.....	8
4.1.7 Propiedades y Parámetros de Acuíferos.....	8
4.1.7.1 Porosidad.....	8
4.1.7.2 Permeabilidad.....	8
4.1.7.3 Transmisividad	10
4.1.7.4 Almacenamiento Específico	10
4.1.7.5 Coeficiente de Almacenamiento	11
4.1.7.6 Rendimiento Especifico	11
4.1.7.7 Retención Específica	12
4.1.8 Regiones Hidrogeológicas	12
4.1.9 Unidades Hidrogeológicas	13
4.1.9.1 Aluviones Cuaternarios	13
4.1.9.2 Depósitos Piroclásticos Cuaternarios	14
4.1.9.3 Lavas Cuaternarias y Terciarias	15
4.1.10 Clasificación de Aguas de Riego	15
4.1.10.1 Clasificación Basada en la C.E y RAS	16
4.1.11 Agua Potable	17

4.1.11.1 Normas de Calidad	17
4.1.11.2 Normas de COGUANOR	18
4.2 MARCO REFERENCIAL	19
4.2.1 Fisiografía	19
4.2.2 Uso de la Tierra	21
4.2.3 Características Socioeconómicas	22
5. OBJETIVOS	25
5.1 OBJETIVO GENERAL	25
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
6. METODOLOGÍA	26
6.1 Parámetros Hidrogeológicos del Acuífero	26
6.2 Determinación de las Demandas de Agua	27
6.3 Calidad Química y Biológica del Agua Subterránea	28
6.4 Areas de Recarga del Acuífero	29
6.4.1 Precipitación Pluvial	29
6.4.2 Precipitación Efectiva	31
6.4.3 Evaporación	31
6.4.4 Escorrentía Superficial	31
6.4.5 Balance Hídrico	32
6.4.6 Niveles Freáticos	32
6.5 Propuestas de Políticas y Estrategias	32
6.5.1 Políticas	33
6.5.2 Estrategias	34
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1 Parámetros Hidrogeológicos	35
7.1.1 Transmisividad	35
7.1.2 Coeficiente de Almacenamiento	35
7.1.3 Movimiento del Agua Subterránea	40
7.1.4 Demandas de Agua Potable	46
7.1.5 Demandas de Agua Agrícola	46
7.1.6 Calidad Química	47
7.1.7 Recarga del Acuífero	55
7.1.7.1 Precipitación Pluvial	55
7.1.7.2 Evaporación	56

7.1.7.3 Escorrentía Superficial	57
7.1.7.4 Balance Hídrico	60
7.1.7.5 Recarga Total	60
7.1.7.6 Extracción Actual de Agua Subterránea	63
7.1.7.7 Potencial del Recurso Hídrico Subterráneo	64
7.1.7.8 Costo Económico de Perforar Un Pozo	64
7.1.7.9 Estimaciones Técnicas	64
8. CONCLUSIONES	70
9. RECOMENDACIONES	72
10. BIBLIOGRAFÍA	73
11. APÉNDICE	75

INDICE DE CUADROS

No	Página
1. Permeabilidad de algunos materiales	9
2. Características Físicas Normas de COGUANOR	18
3. Sustancias químicas Normas de COGUANOR	18

INDICE DE FIGURAS

No.	Página
1. Mapa de Ubicación	23
2. Mapa Uso de la Tierra Cuenca del Río Itzapa	24
3. Mapa de Isoyetas Anuales	30
4. Curva tiempo-abatimiento pozo bombeado Lotificación Colinas de San Andrés	36
5. Curva tiempo-abatimiento pozo de Observación DONG BANG	37
6. Curva tiempo-abatimiento pozo de Referencia DONG BANG	39
7. Mapa de Ubicación de Pozos Censados	42
8. Mapa de Isofráticas y curvas a nivel snm	43
9. Variación de Nivel Estático de algunos Pozos	45
10. Localización de los puntos de muestreo de análisis de agua	52
11. Diagrama de Piper	53
12. Diagrama para la Clasificación de las aguas para riego	54
13. Aforos Diferenciales del Río Itzapa período febrero 1998 – agosto 1999	58
14. Interpretación de aforos diferenciales	59
15. Ubicación de Campo de Pozos	76
15. a. b. c. Diseño Propuesto de la Caseta de Protección de Pozo y controles	76, 77, 78

INDICE DE TABLAS

No.	Página
1. Datos de abatimiento-tiempo prueba de Bombeo Colinas de San Andrés	35
2. Datos de abatimiento-tiempo pozo de Observación Fabrica DONG BANG	38
3. Inventario de los pozos de agua en la cuenca del río Itzapa y alrededores	41
4. Comparación de niveles estático (msnm) de algunos Pozos de agua 1998-1999	44

5. Comparación de parámetros medidos en campo y laboratorio	47
6. Resultados de los Análisis Químicos de las Muestras	48
7. Resultados de Hidroquímica, Error y Sólidos Disueltos Totales período 1997-1998.....	49
8. Resultados de los Análisis Químicos de las Muestras de Agua del período julio-agosto 1999	49
9. Resultados de Hidroquímica, Error y Sólidos Disueltos Totales período julio-agosto 1999	50
10. Precipitación Pluvial en mm Estación Chicazanga	55
11. Precipitación Pluvial en mm Estación Alameda-ICTA	55
12. Evaporación media mensual en mm Estación Alameda-ICTA período 1991-1998	56
13. Evaporación media mensual en mm Estación Chicazanga período 1993-1998	56
14. Aforos Diferenciales del Río Itzapa	57
15. Volumen de Recarga total media anual en la cuenca del río Itzapa	60
16. Balance Hídrico de Suelos Parte Alta de la Cuenca del Río Itzapa	61
17. Balance Hídrico de Suelos Parte Baja de la Cuenca del Río Itzapa	62
18. Extracción de Agua Subterránea en la cuenca del Río Itzapa	63
19. Costo de perforar un pozo de 8" de diámetro en el brocal	65
20. Costo de Construir una caseta para protección de pozos y controles	66

**DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO Y
PROPUESTAS DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE USO EN LA CUENCA DEL RIO ITZAPA
DEL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

**ASSESSMENT OF AVAILABILITY OF THE UNDERWATER RESOURCE AND PROPOSALS
OF POLICIES AND STRATEGIES OF USE IN RIO ITZAPA BASIN, OF DEPARTAMENT
CHIMALTENANGO.**

RESUMEN

Los agricultores de la cuenca del río Itzapa han tenido la necesidad de regirse a la estación lluviosa para poder realizar la siembra de cultivos y para poder hacerlo en época seca, han hecho uso de flujos superficiales con el propósito de regar sus terrenos. Dentro del área que ocupa la cuenca del Río Itzapa se ha utilizado el caudal que éste transporta, lamentablemente tanto la cantidad como la calidad no es la adecuada, ya que en la parte baja de la cuenca se encuentran contaminadas las aguas superficiales debido a la descarga de aguas servidas del poblado de la cabecera municipal de San Andrés Itzapa y los desechos agrícolas de la parte alta y media de la cuenca. Siendo la fuente de abastecimiento más idónea el agua subterránea, para tal motivo se planteó la necesidad de conocer las características del recurso hídrico subterráneo en la zona en mención y su dinámica de comportamiento, y poder planificar el uso racional de este recurso.

Dentro del área que abarca la cuenca del Río Itzapa, se ha llevado desde 1992, el Estudio Básico de la Cuenca del Río Itzapa, por parte de la Dirección General de Investigación de la USAC (DIGI) y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA). Como parte de los componentes de estudio de dicha cuenca se encuentra el recurso hídrico que se aprovecha como agua superficial, la que no ofrece las posibilidades adecuadas en cuanto a cantidad y calidad, cuando se capta para uso humano y para actividades de producción. Además por estudios básicos se cree que existen condiciones favorables para explotar las aguas subterráneas por lo que se hace necesario su estudio, de tal manera de tener un mejor conocimiento de las cantidades disponibles de agua y de las características hidrogeológicas del acuífero presente.

Para la realización de este trabajo se hizo un censo de los pozos habilitados tanto dentro como en las cercanías de la cuenca bajo estudio, de los cuales se extrajo información para determinar los parámetros hidrogeológicos del acuífero presente. Por otra parte se realizó dos pruebas de bombeo de pozos para realizar cálculos de Transmisividad, Coeficiente de almacenamiento y el movimiento del agua

subterránea. La explotación actual del recurso se realizó a través de las demandas de agua, para uso potable, agrícola e industrial. La calidad de agua subterránea se determinó por medio de análisis de laboratorio, tanto para los aspectos químicos como microbiológicos. De igual manera se conoció las áreas donde se lleva a cabo la recarga del acuífero.

Los parámetros hidrogeológicos indican que el acuífero presente es de tipo libre, la fluctuación de del nivel estático indica que la alimentación del acuífero por aguas subterráneas es alta y varía de 1700 a 1950 msnm con una dirección del flujo subterráneo del OESTE hacia el ESTE. El área que más contribuye a la recarga es la parte alta de la cuenca principalmente en la parte montañosa. La corriente del río Itzapa es influente, la recarga anual es de 6.546 millones de metros cúbicos. La disponibilidad del agua subterránea oscila en un promedio de 4.634 millones de metros cúbicos de agua. Las demandas actuales de agua son de 483,625 y 1227 millones de metros cúbicos para consumo humano y agrícola respectivamente.

La calidad de agua extraída es apta para consumo humano y para ser usada en riego agrícola. Dado el costo de exploración de agua subterránea se propone un campo de pozos con profundidad promedio de 600 pies (183 m), con una columna de agua mínima de 100 m.

Se recomienda actualizar constantemente el censo de pozos, realizar un monitoreo periódico de las características físico-químicas, realizando por lo menos un muestreo de calidad de agua subterránea cada año. El diámetro de perforación recomendado es de 12" de perforación con tubería de 8" con producción de 25 L/ s (400 GPM)

Por último se recomiendan políticas y estrategias en los aspectos de Uso, Conservación y Desarrollo de las aguas subterráneas, las cuales contemplan el uso sostenido, exploración, prevención control de contaminación, extracción y construcción de obras hidráulicas, para los beneficiarios de éste valioso recurso, y evitar el mal uso y sobre explotación del mismo.

1. INTRODUCCIÓN

El relieve de Guatemala está formado por altas cumbres, laderas y valles, donde existen cuencas hidrográficas, habitadas por grupos poblacionales dispersos, que debido al crecimiento demográfico, actualmente ejercen una fuerte presión sobre los recursos naturales.

Uno de los recursos naturales vitales para la población es el hídrico, ya que se utiliza en el consumo humano, tanto como parte de su sobrevivencia, como en actividades de producción, agrícolas e industriales.

Una de las maneras más fáciles de proveer agua a las comunidades ha sido la captación de flujos superficiales como los ríos o bien la explotación de cuerpos de agua como lagos y lagunas. Pero la utilización de éstos se ha visto seriamente comprometida por los cambios climáticos y sobreexplotación, así como la contaminación de que han sido objeto al utilizarlos como transporte de desechos sólidos y líquidos, influyendo negativamente tanto en la cantidad como calidad del recurso.

En consecuencia, en los últimos años se ha venido utilizando el recurso hídrico subterráneo, tanto para consumo humano como para fuente de agua en áreas potenciales de agricultura bajo riego y en la industria que necesita de grandes cantidades de agua para su funcionamiento.

Es debido a esto que se hizo necesario hacer un estudio para determinar la disponibilidad del recurso subterráneo de agua, y luego sobre la base de éste, se recomienda el uso adecuado y se proponen políticas y estrategias para hacer un uso racional y técnico del mismo.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Los agricultores de la cuenca del río Itzapa han tenido la necesidad de regirse a la estación lluviosa para poder realizar la siembra de cultivos y para poder hacerlo en época seca, han hecho uso de flujos superficiales con el propósito de regar sus terrenos. Dentro del área que ocupa la cuenca del Río Itzapa se ha utilizado el caudal que éste transporta, lamentablemente tanto la cantidad como la calidad no es la adecuada, ya que en la parte baja de la cuenca se encuentran contaminadas las aguas superficiales debido a la descarga de aguas servidas del poblado de la cabecera municipal de San Andrés Itzapa y los desechos agrícolas de la parte alta y media de la cuenca. Esta situación ha provocado serios problemas de salud a las personas que consumen productos alimenticios que han sido regados con este tipo de agua, y así mismo ha causado rechazo de productos agrícolas de exportación, tal es el caso de los "berries", como Frambuesa (Rubus idaeus L.) y Mora (Rubus fruticosus L.), entre otros.

Por otra parte la población que habita dentro del área de la cuenca se ha incrementado y se incrementa aún más debido al establecimiento de nuevos proyectos habitacionales, lo que indudablemente hace presión sobre la demanda de agua para uso domestico. Siendo la fuente de abastecimiento más idónea el agua subterránea, para tal motivo se planteó la necesidad de conocer las características del recurso hídrico subterráneo en la zona en mención y su dinámica de comportamiento, y poder planificar el uso racional de este recurso.

3. JUSTIFICACIÓN

Dentro del área que abarca la cuenca del Río Itzapa, se ha llevado desde 1992, el Estudio Básico de la Cuenca del Río Itzapa, por parte de la Dirección General de Investigación de la USAC (DIGI) y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA). Como parte de los componentes de estudio de dicha cuenca se encuentra el recurso hídrico que se aprovecha como agua superficial, la que no ofrece las posibilidades adecuadas en cuanto a cantidad y calidad, cuando se capta para uso humano y para actividades de producción. Según Romero Orellana (20), dentro del estudio de áreas potenciales de riego en la cuenca del río Itzapa determina una necesidad de producción de $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$. Por otra parte, el consumo promedio de agua por habitante en el área de estudio aún no está cuantificada exactamente.

Además por estudios básicos se cree que existen condiciones favorables para explotar las aguas subterráneas por lo que se hace necesario su estudio, de tal manera de tener un mejor conocimiento de las cantidades disponibles de agua y de las características hidrogeológicas del acuífero presente.

De igual modo el recurso hídrico subterráneo ha tomado importancia en los últimos años debido a que es una fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico, agrícola e industrial, por lo que se debe evaluar el potencial existente en el área, tales como la capacidad del acuífero, los posibles volúmenes disponibles y parámetros hidrogeológicos que permitan determinar en forma planificada la explotación racional del mismo, ya que actualmente el acuífero es poco aprovechado por los habitantes dentro de la cuenca y se hace de una forma empírica y desordenada. Por otro lado conviene establecer algunas políticas y estrategias de explotación que permitan el uso óptimo de éste recurso.

4. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Importancia del Agua Subterránea:

El uso del agua subterránea se conoce desde hace muchos siglos, quizá desde los tiempos bíblicos, aunque lógicamente en aquellas épocas la explotación se hacía en forma rústica y primitiva.

En la antigüedad, probablemente la hazaña más grande en explotación de aguas subterráneas fue la construcción de largas galerías de infiltración que drenaban aguas de los conos aluviales de deyección y de las rocas sedimentarias blandas. Tales obras, llamadas *KANATS*, se originaron en Irán desde hace más de 2,500 años, y de ahí se extendieron a Afganistán y Egipto, en donde aún hay algunas en servicio, en aquellos tiempos, el agua que captaban se usaba tanto para fines domésticos como agrícolas.

Durante la edad media, el uso del agua subterránea fue impulsado en Europa por el descubrimiento de los llamados *pozos artesianos surgentes*, y en épocas más modernas (siglo XVIII), éste fue el motivo que impulso el desarrollo de las técnicas de perforación. La Hidrogeología se vislumbra como ciencia desde el siglo XVII (Perrault, Mariotte, Halley, etc.), su desarrollo es más bien moderno y comienza formalmente en el siglo pasado, con los estudios de Darcy, Dupuit, Theis y otros.

4.1.2 Distribución del Agua Subterránea:

En general, todos los materiales de la corteza terrestre, a mayor o menor profundidad tienen cierto espesor en el que son porosos, a esta parte se le conoce como *zona porosa*, a su vez estos poros pueden estar llenos total o parcialmente de agua.

El estrato superior, donde los poros no están completamente llenos de agua, es a lo que se le llama *zona de aereación*; abajo de ésta, donde los poros están totalmente llenos, se localiza la zona de saturación.

A su vez, la zona de aereación se divide en tres franjas:

- *La humedad del suelo*, de gran importancia para la vegetación, ya que proporciona el agua necesaria para el desarrollo de las plantas; esta agua es retenida por atracción molecular y acción capilar contra la fuerza de gravedad.
- *La franja intermedia*, que se encuentra por debajo de la anterior, su espesor es variable. El agua que contiene es un almacenamiento inútil o fósil, puesto que no se puede recuperar para utilizarla; esta parte funciona como tránsito del agua, de la zona húmeda hacia la franja capilar y la zona de saturación.
- *La franja capilar*, situada inmediatamente arriba de la zona de saturación, sobre la que se retiene agua por acción capilar, contrarrestando la acción de la gravedad, su espesor y la cantidad de agua que retiene depende del tamaño de los granos del material, llegando a alcanzar hasta 3 metros de altura en materiales finos como limos y arcillas.

El agua que se encuentra en la zona de saturación es la que propiamente se conoce como *agua subterránea*, *agua del subsuelo* o *agua profunda*. Esta agua subterránea puede encontrarse en forma de un solo cuerpo continuo o en estratos separados. Su espesor varía desde unos pocos metros hasta centenares, dependiendo de factores tales como

la geología local, la presencia de poros o intersticios en las formaciones, la recarga, grado de fracturación y el movimiento o desplazamiento del agua desde las zonas de recarga hasta las de descarga. (26)

4.1.3 Movimiento de la Humedad del Suelo:

La *infiltración* es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior del mismo, diferente a la *percolación*, que es el movimiento del agua a través del suelo profundo y las rocas. Una vez que el agua esta en contacto con el suelo, el agua gravitacional penetra hacia abajo a través de los intersticios más gruesos, mientras que los más pequeños toman agua por capilaridad. El agua gravitacional, en su trayecto de descenso, también es interceptada por los intersticios capilares. A medida que los poros capilares de la superficie se llenan de agua, la tasa de infiltración disminuye. En suelos homogéneos, la infiltración disminuye gradualmente hasta la zona de aireación saturada. Normalmente, el suelo es estratificado y las capas inferiores son menos permeables que las capas superficiales; en este caso, la tasa de infiltración se reduce a la tasa de percolación del estrato menos permeable.

La infiltración a partir de una lluvia se caracteriza por la formación de capas de agua muy delgadas en la superficie del suelo, que se extienden sobre áreas de considerable magnitud. Las cantidades de agua infiltrada son en general muy pequeñas (unos pocos centímetros por día) raramente son capaces de saturar una profundidad considerable del suelo cuando la lluvia cesa, el agua gravitacional presente aún en el suelo continua, su trayectoria descendente y es también interceptada por los intersticios capilares. Generalmente el agua infiltrada se distribuye dentro de las capas superiores del suelo, aportando muy poco al abastecimiento de agua subterránea, a menos que el suelo sea muy permeable o que la zona vadosa sea muy delgada. (2)

4.1.4 Recarga del Acuífero:

El agua subterránea se deriva de la infiltración de las aguas superficiales que provienen directamente de la lluvia, de corrientes superficiales y lagos alimentados por lluvia.

Lo anterior se demuestra sobre la base de datos cuidadosamente analizados, tales como los de penetración de la lluvia a través de los estratos, las pérdidas en las corrientes por infiltración, la pendiente del nivel freático, desde las áreas de entrada hasta las de descarga; La relación de la cantidad de agua subterránea descargada en un área cualquiera con la precipitación media anual y además de la permeabilidad de los materiales en el área de entrada, y las fluctuaciones del caudal de descarga relacionadas con la precipitación durante un periodo determinado de tiempo.

Recarga por infiltración de la lluvia

Las recargas de agua en la zona de saturación provenientes de fuentes superficiales, comprenden tres pasos a saber:

- a) Infiltración del agua desde la superficie a la zona de suelos.
- b) El movimiento descendente del agua a través de los materiales comprendidos en la zona de aireación, y

c) La emigración de parte del agua al manto freático, aumentando así las reservas subterráneas.

La infiltración se produce debido a la acción combinada de las fuerzas de gravedad y atracción molecular. La atracción molecular se expresa como un gradiente de potencial en aquellos lugares donde la humedad del suelo no está en equilibrio. Una vez que la zona de los suelos ha recibido agua a toda su capacidad toda el agua adicional desciende por gravedad, ya sea directamente hasta el manto freático o a la zona intermedia. En virtud de que la zona intermedia no es afectada por el fenómeno de la evaporación o absorción de las raíces de las plantas, normalmente retiene mucha agua, no obstante esto, la mayor parte del agua tiende a moverse hacia abajo en respuesta a la fuerza de gravedad.

Recarga por Infiltración de las Corrientes:

En general, las corrientes se pueden clasificar en *incurrentes o influentes* y *excurrentes o efluentes*; incurrentes si escurren encima del nivel freático aumentando su caudal de agua y excurrentes si escurren en un nivel inferior que el nivel freático, en cuyo caso reciben aportaciones de aguas subterráneas.

La recarga se debe principalmente a la penetración en el subsuelo de la lluvia, sin embargo, si la lluvia al caer lo hace más rápidamente que la infiltración, el agua correrá sobre la superficie formando la escorrentía superficial. Las condiciones que influyen en la cantidad de recarga del agua subterránea son dos:

a) *Las que se refieren a la Precipitación pluvial:*

En general, la proporción de agua infiltrada aumenta en cierto grado con la precipitación, si ocurre en forma de lluvias ligeras y escasas, puede ser absorbida por el suelo; las lluvias que caen una vez satisfechas las deficiencias del suelo son las que enriquecen las reservas subterráneas. Si la lluvia cae en forma de fuerte aguaceros de corta duración, solo una pequeña parte del agua se infiltra y otra parte aún más pequeña alcanzará el nivel freático.

b) *Las que se refieren a las Facilidades de Entrada:*

Están determinadas por ciertas condiciones que hacen variar el porcentaje de la lluvia infiltrada. La más importante es la permeabilidad del terreno. Formaciones tales como calizas cavernosas, rocas fracturadas, grava o arena de grano grueso, permiten en gran parte que las lluvias alcance el nivel freático, en cambio un suelo arcilloso sólo permite el paso del agua a poca profundidad.

Las facilidades para la infiltración del agua desde la superficie son controladas, en parte, por el carácter de la formación subyacente de la cual se deriva el suelo, en parte por el estado de desarrollo del mismo suelo, la vegetación y otros como, la topografía del terreno que también tiene gran influencia en la infiltración del agua. En general, la infiltración es mayor en terrenos planos que en inclinados.

La cantidad de recarga de un acuífero depende en cierto modo de la extensión del área de entrada. De hecho, los acuíferos más productivos son los lechos permeables, situados en áreas extensas. Por otra parte, la infiltración es mayor cuando en el área de entrada concurre no solo la precipitación local, sino el escurrimiento superficial de alguna área tributaria, como sucede en pendientes aluviales que reciben aguas superficiales provenientes de áreas montañosas con fuerte precipitación.

Las medidas de infiltración se pueden realizar por los siguientes métodos:

- Método del Lísímetro.
- Método del balance general, consiste en determinar la cantidad de precipitación en una cuenca y deducir las pérdidas por escurrimiento y evaporación.
- Balance de Humedad de los suelos. Haciendo determinaciones periódicas de la humedad a distintas profundidades.
- Observando las fluctuaciones del manto freático y aplicándole un factor para determinar el rendimiento específico.
- Determinando la disminución del escurrimiento en corrientes incurrentes, por medio de estaciones de aforos diferenciales. (4)

4.1.5 Acuífero:

Es una unidad geológica saturada capaz de suministrar agua a pozos y manantiales, los que a su vez sirven de fuentes prácticas de abastecimiento del líquido. Para que un acuífero sea funcional, sus poros o intersticios deben de estar llenos de agua y ser lo suficientemente grandes como para que permitan que el agua se desplace hacia los pozos y manantiales con un caudal apreciable. (26)

4.1.6 TIPOS DE ACUIFEROS:

4.1.6.1 Acuíferos Libres:

Son una capa permeable parcialmente saturada de agua y situada sobre una capa relativamente impermeable, su límite superior está formado por una superficie libre de agua o nivel freático, a una presión igual a la atmosférica. El nivel del agua en un pozo que se haya penetrado en un acuífero libre no está, en general, por encima del nivel freático. En acuíferos de material granular fino o medio, el drenaje por gravedad en los poros no es instantáneo, de aquí que después de un bombeo, el nivel freático tarda en estabilizarse; cuando esto sucede los acuíferos se llaman libres con rendimiento retardado.

4.1.6.2 Acuíferos Confinados:

Un acuífero confinado es el que esta totalmente saturado de agua y sus límites superior e inferiores son capas relativamente impermeables. En general, son poco comunes y en ellos la presión del agua suele ser mayor que la atmosférica, así como el nivel del agua en los pozos de observación es más alto que el nivel del límite superior del acuífero. Al agua que contienen estos acuíferos se les llama *confinada o artesisiana*. Si al perforar un pozo en un acuífero de este tipo, el agua supera el nivel de la superficie del terreno, entonces el pozo es *surgente*.

4.1.6.3 Acuíferos semi-confinados:

Son de este tipo los acuíferos que están totalmente saturados de agua, y en su límite inferior hay una capa impermeable o semipermeable, y en su límite superior una capa semipermeable. Una capa es semipermeable cuando la permeabilidad es baja, pero aún medible. Para detectar el movimiento en este tipo de acuíferos, es necesario instalar un piezómetro tanto en el acuífero como en la capa semipermeable superior, y a veces también en la inferior. También en este caso el nivel piezométrico es superior al que tiene el agua dentro del acuífero, ya que se encuentra a mayor presión que la atmosférica, y en general, el descenso del nivel de agua en la capa semipermeable es muy pequeño en comparación con el descenso del nivel piezométrico del acuífero.

4.1.6.4 Acuíferos Semi-libres:

Se presentan cuando la conductividad hidráulica de la capa de material granular fino en un acuífero semiconfinado es tan grande que la componente horizontal del flujo no puede despreciarse, (como se hace en los semiconfinados), entonces, el acuífero está situado entre los semilibres y los semiconfinados. (26)

4.1.7 PROPIEDADES Y PARAMETROS DE ACUIFEROS

4.1.7.1 Porosidad:

Para un material dado, la porosidad "n" se define como la relación del volumen de vacíos (V_v), al volumen total (V_t) del material dado, es decir

$$n = \frac{V_v}{V_t} \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

La porosidad es una medida de la capacidad acuífera de un medio y tiene un papel importante en la aptitud del mismo, respecto a la transmisión del agua. En los materiales consolidados "n" depende del grado de cementación, así como del estado de disolución y de fracturación de la roca. En los materiales sueltos, "n" depende del grado de compactación de los granos, de su forma, del tipo de empaquetamiento y de su distribución por tamaños. (26)

Algunas porosidades típicas son: arcilla 45-55%, limo 35 – 50%, arena 25 –40%, grava 25 a 40%, arena y grava mezclados 10 - 35%, arenisca 5 – 30%, caliza 1 – 20% y rocas fracturadas 10- 50%.

4.1.7.2 Permeabilidad o conductividad Hidráulica: (K)

Es la propiedad que mide la facilidad con la que un fluido específico puede moverse a través de un acuífero; depende tanto de las propiedades del fluido como de las de la matriz sólida (permeabilidad intrínseca) . En el aprovechamiento de aguas subterráneas, se define como el flujo de agua a través de un área unitaria perpendicular a la dirección del flujo, bajo el gradiente hidráulico de 100% y a la temperatura de 20°C.

La permeabilidad o conductividad hidráulica tiene dimensiones en el sistema métrico de cm/s, m/s o m/d. Como se muestra en el cuadro 1 . (2)

Cuadro 1 Permeabilidad de algunos materiales (según Benítez, A., 1963)

Permeabilidad (m/día)	10^4	10^3	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
Tipo de terreno	Grava limpia	Arena limpia; mezcla de grava y arena			Arena fina; arena arcillosa; mezcla de arena; limo y arcilla; arcillas estratificadas			Arcilla no meteorizadas			
Calificación	Buenos acuíferos				Acuíferos Pobres				Impermeables		
Capacidad de drenaje	Drenan bien				Drenan mal				No drenan		

En la percolación, el agua pierde energía por rozamiento con el material por el cual circula; en los acuíferos arenosos, esta pérdida por unidad de longitud de la distancia recorrida (o gradiente hidráulico), es proporcional a la velocidad del agua. Esto, expresado en términos matemáticos, conduce a una ley lineal conocida como *Ley de Darcy*.

Experimentalmente, Darcy concluyo que el movimiento a través de lechos de arena estratificados horizontalmente, conducía un caudal Q inversamente proporcional a la longitud del camino recorrido y directamente proporcional a la pérdida de energía y a un coeficiente K (permeabilidad), que dependía de la naturaleza de la arena, es decir:

$$Q = \frac{K (h_1 - h_2)}{l} A \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

$$Q = - K \frac{\Delta h}{l} A = KAS i \dots\dots\dots \text{ecuación 3}$$

En donde:

A = Área de la sección del acuífero

$\Delta h/l = i$, gradiente hidráulico

$h = z + p/g + \text{constante arbitraria}$

h representa la energía por unidad de peso del líquido o fluido; En este caso, nivel piezométrico o potencial hidráulico; z es la elevación respecto a un plano de referencia arbitrario; p es la presión soportada por el fluido en los poros del medio; g es el peso específico del fluido. Para el caso del agua, el gradiente hidráulico se define como

$$i = \frac{\Delta h}{l} \dots\dots\dots \text{ecuación 4}$$

Actualmente se ha establecido que K esta en función del peso específico del fluido ($\gamma = \rho \cdot g$), de su viscosidad dinámica μ , y de la longitud característica d , que es el promedio del tamaño de los poros del medio. Esta función se expresa como:

$$K = C d^2 \gamma / \mu = Cd^2 * \rho g / \mu \dots\dots\dots \text{ecuación 5}$$

Donde C es una constante adimensional o factor de forma, que tiene en cuenta los efectos de estratificación, empaquetamiento, disposición de los granos, distribución de tamaño y de porosidad.

Para el movimiento, la ley de Darcy puede escribirse como:

$$V = \frac{Q}{A} = - \frac{K}{\mu} \dots\dots\dots \text{ecuación 6}$$

4.1.7.3 Transmisibilidad:

Este termino se define como el producto de la conductividad hidráulica media (K) por el espesor del acuífero (b). Entonces, la Transmisibilidad es el caudal del flujo de agua bajo un gradiente hidráulico igual a la unidad que pasa a través de una sección transversal de ancho unitario y de altura igual al espesor del acuífero en símbolos:

$$T = Kb \dots\dots\dots \text{ecuación 7}$$

donde

- T = Transmisibilidad en (m²/ día)
- K = conductividad hidráulica en (m/ día)
- b = espesor del acuífero en longitud (m)

Cuando este concepto se introduce en la ley de Darcy, el flujo a través de cualquier sección transversal vertical del acuífero viene expresado por:

$$Q = T i w \dots\dots\dots \text{ecuación 8}$$

Donde

- T = coeficiente de Transmisibilidad
- i = gradiente hidráulico
- w = ancho de la sección vertical a través de la cual tiene lugar el flujo (26)

4.1.7.4 Almacenamiento Específico de Acuíferos Comprensibles (confinados), Ss:

El almacenamiento específico de un acuífero compresible se define como el volumen de agua que un volumen unitario de acuífero libera por expansión del agua y compactación de la matriz sólida de un acuífero, cuando la carga hidráulica disminuye en una unidad. El Almacenamiento específico, Ss, se relaciona con las características del agua y del acuífero mediante la ecuación:

$$Ss = \rho g (\alpha + n \beta) \dots\dots\dots \text{ecuación 9}$$

Donde:

- ρ = densidad o masa específica del agua
- g = aceleración de la gravedad
- α = Compresibilidad vertical de la matriz sólida del acuífero
- n = porosidad del acuífero
- β = Compresibilidad del agua

El término $pg\alpha$ es la cantidad de agua liberada por compactación de la matriz sólida, mientras que $pn\beta g$ es la cantidad liberada por dilatación o expansión del agua en el acuífero, el almacenamiento específico tiene dimensión de m^{-1} en el sistema métrico.

4.1.7.5 Coeficiente de Almacenamiento de acuíferos compresibles, S:

El coeficiente de almacenamiento de un acuífero compresible se define como el volumen de agua que una columna vertical del acuífero, que tiene como base la unidad de área y como altura el espesor medio del acuífero, libera por la expansión del agua y compactación de la matriz sólida, cuando la carga hidráulica disminuye en una unidad. S se relaciona al almacenamiento específico mediante la expresión:

$$S = m S_s \dots\dots\dots \text{ecuación 10}$$

Donde m es el espesor medio del acuífero. (2)

4.1.7.6 Rendimiento Específico, Sy:

El rendimiento específico de un acuífero es la razón entre el volumen de agua (V_a) y el volumen de un acuífero que puede liberar por drenaje gravitatorio (d). También se le define como la porosidad drenable del acuífero, Sy es adimensional.

$$S_y = \frac{V_a * d}{V_t} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Frecuentemente el rendimiento específico y coeficiente de almacenamiento son iguales en acuíferos libres y varían de 1 a 30% (0.01 – 0.3), mientras que en acuíferos $S < S_y$. Los rangos son:

0.01 < S < 0.35 en acuíferos libres (existe drenaje, es decir, el agua se mueve, por lo que hay mayor volumen de agua)

0.001 < S < 0.01 en acuíferos semiconfinados

0.00001 < S < 0.001 en acuíferos confinados (existe cambio de presión y el volumen es menor)

El coeficiente de Almacenamiento y la Transmisibilidad son conocidas como las características de formación de un acuífero y definen las características hidráulicas de éste. Cuando ambos parámetros se pueden determinar, pueden efectuarse algunas predicciones muy significativas, tales como:

- a) Abatimiento en un pozo en cualquier tiempo después de haber comenzado el bombeo.
- b) Capacidad específica de pozos de diferentes tamaños.
- c) Abatimiento en el acuífero a diversas distancias del pozo de bombeo.
- d) Interferencia entre pozos

Uno de los objetivos principales de la hidráulica de pozos es la determinación de esas constantes de formación, mediante las llamadas *Pruebas de bombeo pozos*. Como primera aproximación, el coeficiente de

almacenamiento (S) y la transmisibilidad (T) pueden determinarse en laboratorio con muestras provenientes de las perforaciones de pozos que se realicen, pero en general, estas muestras están alteradas y son de un tamaño reducido, los resultados de las pruebas tendrán algunas desviaciones, significativas en muchos casos, por lo que no serán representativas del acuífero en cuestión.

De aquí que las pruebas de bombeo de pozos o pruebas de campo sean las más apropiadas y den valores más aproximados a los valores reales de las características de un acuífero, base esencial para su correcta planificación y operación. (2)

4.1.7.7 Retención Específica, S_r :

Porción del agua retenida en contra de la gravedad con relación al volumen total (V_t) del acuífero

$$S_r = \frac{V_{a,r}}{V_t} * 100 \dots\dots\dots \text{ecuación 12}$$

en arena y gravas, el rendimiento específico es mayor a la retención específica ($S_y > S_r$), mientras que en arcillas y limos es el contrario ($S_y < S_r$).

4.1.8 REGIONES HIDROGEOLOGICAS DE GUATEMALA

Guatemala, desde el punto de vista hidrogeológico puede ser dividida en cuatro distintas regiones, aproximadamente coincidentes con las mayores provincias fisiográficas, que son:

- a) Las llanuras aluviales de la costa del Pacífico.
- b) El altiplano volcánico.
- c) Las tierras altas cristalinas.
- d) La región sedimentaria septentrional.

La cuenca del río Itzapa se ubica en la región del altiplano volcánico, por lo que a continuación se describen las principales características de esta zona.

El altiplano volcánico, se encuentra inmediatamente al norte de las llanuras del Pacífico y se extiende en dirección de Oeste-Noroeste hacia Este-Sureste, sobre una faja de algo más de 350 Km de largo, con una amplitud variable de entre 60 y 90 Km.

El altiplano está constituido por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias, como lava, tobas y cenizas, que descansan sobre un basamento levantado, formado por rocas carbonatadas cretácicas y rocas ígneas, en el que se han originado varias depresiones tectónicas que rellenas por depósitos piroclásticos, constituyen los mayores valles donde está concentrada la mayoría de la población del país (Valle de Guatemala, Valle de Quetzaltenango, Valle de Chimaltenango y otros). Una cadena volcánica, constituida por conos volcánicos, algunos de los cuales todavía activos, marcan el borde sur del altiplano, alcanzando altitudes de hasta 4,220 m.s.n.m.

El altiplano se extiende a elevaciones mucho menores, comprendidas entre los 1,500 y los 2,000 m.s.n.m. y constituye la divisoria continental de las aguas que drenan hacia el Pacífico en el lado sur y el Atlántico del lado norte.

El clima en el altiplano volcánico es muy variado, con precipitaciones promedio anual que varían entre 500 y 4,000 mm. distribuidas entre los meses de abril- mayo a octubre - noviembre y temperatura media anual entre 11° y 27 ° C.

En la parte central, donde se encuentran localizados los valles mayores, las precipitaciones medias están comprendidas entre los 1,000 y 2,000 mm. anuales, alcanzando en la parte más septentrional, valores de entre 500 y 1,000 mm. anuales.

Las zonas de vida localizadas en ésta región hidrogeológica son las siguientes: bosque seco sub-tropical, bosque húmedo sub-tropical templado, bosque muy húmedo sub-tropical cálido y frío, bosque húmedo montano bajo sub-tropical, bosque húmedo montano sub-tropical frío y bosque muy húmedo montano sub-tropical. (11)

4.1.9 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

En la región volcánica existen tres unidades con características hidrogeológicas diferentes:

4.1.9.1 Aluviones Cuaternarios:

Esta unidad esta constituida por los depósitos aluviales cuaternarios que están bastante representados en todo el país.

Los depósitos más importantes se encuentran en las llanuras del Pacifico donde cubren prácticamente toda la región, extendiéndose sobre una superficie de unos 7,500 Km cuadrados aproximadamente, formando una serie de abanicos interconectados entre ellos con terrazas de varios ordenes.

Litológicamente los depósitos aluviales están formados por materiales de varios tamaños como gravas, arenas y limos, procedentes de la erosión de los depósitos volcánicos cuaternarios y terciarios del Altiplano. Los espesores son generalmente muy elevados, siendo reportados pozos que han llegado hasta 200 metros de profundidad (departamento de Escuintla) sin haber encontrado la base.

En el altiplano volcánico los depósitos aluviales son poco representados y se encuentran en pequeñas áreas con máximos de algunas decenas de Km² de extensión (Delta del Río Villalobos, Río Guacalate, Valle de Antigua Guatemala), constituidos de materiales de dimensiones muy variadas, desde guijarros, gravas y arenas hasta limo y arcilla con espesores reportados de hasta 145 metros.

Los depósitos aluviales cuaternarios constituyen casi siempre un acuífero con porosidad primaria, de muy buena productividad, con valores generalmente elevados de Transmisibilidad y de almacenamiento.

Datos puntuales indican valores de Transmisibilidad de 150 hasta 2,000 m²/ día en los depósitos de la costa del Pacifico y valores de 100 a 2,500 m²/ día en el delta del río Villalobos y abanico aluvial de Antigua Guatemala, con coeficiente de almacenamiento de 0.10 a 0.20, en los depósitos aluviales en los valles del altiplano.

En pozos perforados en los aluviones del altiplano se han efectuado registros de caudales de entre 3 y 58 litros por segundo (promedio 30 l/s sobre 7 pozos), con capacidades especificas muy variables, de entre 0.1 y 5 l/s/m y niveles de bombeo comprendidos entre 20 y 135 metros de profundidad.

También en la región del altiplano las aguas de los depósitos aluviales son generalmente buenas para fines de riego, presentando una conductividad eléctrica normalmente de entre 200 y 400 micromhos/cm. y siendo clasificadas en las clases C1-S1 y C2-S1.

4.1.9.2 Depósitos Piroclásticos Cuaternarios:

Esta unidad comprende a todos los depósitos piroclásticos sueltos o muy poco constituidos por la caída y flujo de cenizas, que generalmente se encuentran en todos los valles mayores del Altiplano, que han rellenando las grandes depresiones tectónicas. Litológicamente están constituidos por materiales de todas las fracciones granulométricas, de cenizas hasta arena volcánica, lapilli y fragmentos líticos, a veces pseudo-estratificados y a veces sin estratificación.

Los depósitos de cenizas caídas (tefra), se encuentran generalmente en mantos continuos de espesor constante, cada uno no excediendo los 10 metros con bloques de lavas. Los depósitos de flujo de ceniza (diamictones), tienen espesores muy variados controlados por la topografía preexistente, que puede llegar hasta más de 100 metros por unidad de deposición.

Desde el punto de vista hidrogeológico, todo el conjunto de estos depósitos constituye una unidad bien definida, limitada en su base generalmente por las rocas volcánicas Terciarias o en la parte más septentrional del Altiplano, por rocas intrusivas o metamórficas Paleozoicas.

Toda la unidad esta por lo tanto, constituida por niveles mas o menos permeables, con permeabilidad primaria intercalados con niveles impermeables o semipermeables, pero con interconexión hidráulica entre ellos (acuifero multiestratos).

La Transmisibilidad de todo el conjunto es muy variable, con valores entre 50 a 750 m²/ día en el valle de Guatemala, de 300 a 1000 m²/ día en Antigua Guatemala y de entre 100 y 300 m²/día en el valle de Quetzaltenango. Valores del coeficiente de almacenamiento obtenidos por pruebas de bombeo varían entre 0.01 y 0.09.

Pozos perforados exclusivamente en los depósitos piroclásticos en varias zonas del altiplano, en el cuadro del Proyecto Mini riego de DIGESA, (21 pozos), a profundidades generalmente a unos 180 m, tienen caudales de entre 2 y 50 l/s con capacidades especificas variables de 0.02 a 4.4 l/s/m (1.3 l/s/m promedio) y niveles de bombeo de entre 20 y 160 m (100 m promedio) de profundidad.

Así mismo los pozos perforados en los depósitos piroclásticos cuaternarios del Valle de Chimaltenango, a profundidad media de 160 m tienen caudales de 5 a 20 l/s (12 l/s promedio) con capacidades especificas de entre 0.1 y 2 l/s/m y niveles de bombeo entre 75 y 165 m (130 m promedio).

La calidad del agua subterránea contenida en los depósitos piroclásticos es generalmente muy buena, presentando valores de conductividad eléctrica comprendidos entre 200 y 400 micromhos/cm. y siendo siempre clasificada en las clases C1-S1 y C1-S2.

4.1.9.3 Lavas Cuaternarias y Terciarias:

Esta unidad comprende a todos los flujos de lava proveniente de los treinta y más volcanes, principalmente a lo largo del borde sur del Altiplano Volcánico.

Litológicamente se trata de lavas basálticas, andésíticas y riolíticas, asociadas a todos los tipos de productos volcánicos que han originado los conos actuales y lavas fisurales que se han depositado en los alrededores inmediatos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, todo el conjunto de los materiales que constituyen a esta unidad puede ser considerado como un acuífero muy permeable, con permeabilidad generalmente primaria en las intercalaciones de materiales volcánicos sueltos o poco consolidados principalmente sedimentos volcánicos y permeabilidad secundaria por fracturación milimétrica a centimétrica en las coladas de lavas.

Debido a su situación morfológica, con pendientes generalmente elevadas, este conjunto más que formar un acuífero explotable por sí mismo, constituye un área de recarga muy importante de los acuíferos subyacentes, o que de una u otra manera llegan en contacto con él, tales como las tobas y lavas volcánicas Terciarias del Altiplano y los depósitos aluviales de la costa del Pacífico. Las transmisividades varían entre 500 a 5,000 m²/ día con coeficientes de almacenamiento de hasta 0.22.

En general pozos perforados en esta unidad en varias zonas del Altiplano, en el cuadro del Proyecto Mini riego de DIGESA, a profundidades de unos 150 m promedio tiene caudales de entre 20 y 45 l/s (25 l/s promedio) con capacidades específicas medias de 0.8 l/s/m y niveles de bombeo variables de 30 hasta 90 m

La calidad del agua subterránea contenida en esta unidad es generalmente muy buena, presentando valores de conductividad eléctrica inferiores a los 500 micromhos/cm. (11)

4.1.10 CLASIFICACION DE AGUAS DE RIEGO:

Las características que intervienen en la calidad de un agua de riego son: a) La concentración de sales solubles, b) la concentración de Sodio (Na) con relación a otras sales, c) la concentración de boro y otras sustancias tóxicas (aluminio y Selenio), y, e) los carbonatos y bicarbonatos. (3)

La concentración de sales está referida a la presencia de iones, cationes y aniones asociados formando sales en disolución. La concentración de sales (concentración total) está expresada en términos de conductividad eléctrica (micromhos/cm.) $CE \times 10^6$ a 25 °C. El sodio se evalúa en términos de la relación de absorción de sodio (RAS).

La expresión matemática para encontrar el RAS es:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \dots\dots\dots \text{ecuación 13}$$

Los iones están expresados en meq/l

4.1.10.1 Clasificación basada en la C.E. y RAS:

La C.E. expresa la concentración total de sales. Respecto a la C.E., las aguas de riego se clasifican en cuatro grupos.

a) Aguas no salinas, o de muy baja salinidad.

Su clasificación se designa como (C-0), y comprende a aquellas aguas cuya C.E. es menor de 100 micromhos/cm.

b) Aguas de baja salinidad.

Su clasificación se designa como (C-1), y comprende aquellas aguas cuya C.E. varía de 100 a 250micromhos/cm.

c) Aguas de mediana salinidad.

Su clasificación se designa como (C-2), y comprende aquellas aguas cuya C.E. varía de 250 a 750 micromhos/cm.

d) Aguas de alta salinidad.

Su clasificación se designa como (C-3), y comprende aquellas aguas cuya C.E. varía de 750 a 2550 micromhos/cm.

e)Aguas de muy alta salinidad.

Su clasificación se designa como (C-4), y comprende aquellas aguas cuya C.E. varía de 1150 a 5000 micromhos/cm.

El RAS expresa el peligro por presencia y efectos de sodio. Respecto al RAS, las aguas se clasifican en cuatro grupos:

a) Aguas de baja sodicidad (o con bajo contenido de sodio)

Su clasificación se designa como (S-1), y comprende aquellas aguas cuyo RAS varía de 0 a 10.

b) Aguas de mediana sodicidad (o con mediano contenido de sodio)

Su clasificación se designa como (S-2), y comprende aquellas aguas cuyo RAS varía de 10 a 18.

c) Aguas de alta sodicidad (o con alto contenido de sodio)

Su clasificación se designa como (S-3), y comprende aquellas aguas cuyo RAS varía de 18 a 26.

d) Aguas de muy alta sodicidad (o con muy alto contenido de sodio)

Su clasificación se designa como (S-4) y comprende aquellas aguas cuyo RAS es mayor de 26. (3)

4.1.11 AGUA POTABLE:

Se entiende como agua potable a aquella que es adecuada para beber, cuya ingestión no causa daño a la salud.

4.1.11.1 Normas de calidad:

El agua pura es un producto artificial. Las aguas naturales siempre contienen materias extrañas en solución y suspensión en proporciones muy variables. Estas sustancias pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua.

Los excesos de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio producen incrustaciones en tuberías, Causando dureza en el agua que entre otros inconvenientes, obliga a consumos elevados de jabón.

El exceso de sales (cloruros y sulfatos) produce sabor desagradable y limita su uso. Sin embargo hay poblaciones que consumen agua con 2000 mg/litro, que actuarían como laxante en personas no acostumbradas a ingerir tales cantidades.

El hierro colorea el agua, le da un sabor desagradable y se incrustan en las tuberías. Los nitratos (NO_3^-), arriba de 50 mg/litro, pueden producir alteraciones de la sangre en niños de corta edad.

Los fluoruros arriba de 1.5 mg/litro, suelen provocar la aparición de manchas oscuras, y su ausencia predispone a la picadura de los dientes.

La turbiedad es objetable por su apariencia y también porque las sustancias que la producen crean problemas en el lavado de ropa, en la fabricación de hielo y refrescos o en otros usos. Sustancias como el Plomo, el Arsénico, o el Cromo pueden ser tóxicas.

Las aguas que contienen bacterias patógenas producen enfermedades. El agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana, si la investigación bacteriológica da como resultado:

- a) Menos de 20 organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiéndose como organismos de los grupos coli y coliforme todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos no esporógenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- b) Menos de 2 colonias bacterianas por c.c. de muestra, en la placa de agar incubada a 37 °C por 24 horas.

(16)

4.1.11.2 NORMAS DE COGUANOR:

Cuadro 2. Características físicas. límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe de tener el agua potable.

CARACTERISTICAS	LIMITE MAXIMO ACEPTABLE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Color	5.0 u	50.0 u (1)
Olor	No Rechazable	No rechazable
pH (2)	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2
Residuos Totales Disueltos	500.0 mg/L	1,500.0 mg/L
Temperatura	18.0 - 30.0°C.	No mayor de 34.0°C.
Sabor	No rechazable UTN	No rechazable
Turbiedad	5.0 UTJ	25.0 UTN o UTJ (3)

(1) Unidad de color en la escala de platino-cobalto.

(2) Potencial de Hidrógeno en unidades de pH.

(3) Unidad de turbiedad, sea en unidades Jackson (UTJ) o unidades nefelométricas (UTN).

Cuadro 3. Sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles.

CARACTERSTICAS	LIMITE MAXIMO ACEPTABLE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Detergentes aniónicos	0.200 mg/L	1.0 mg/L
Aluminio (Al)	0.05 mg/L	0.10 mg/L
Bario (Ba)	0.050 mg/L	1.0 mg/L
Boro (B)	-----	1.0 mg/L
Calcio (Ca)	75.0 mg/L	200.00 mg/L
Zinc (Zn)	5.0 mg/L	15.00 mg/L
Cloruro (Cl)	200.00 mg/L	600.00 mg/L
Cobre (Cu)	0.5 mg/L	1.50 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃)	100.00 mg/L	500.00 mg/L
Fluoruro (F), (1)	-----	1.70 mg/L
Hierro Total (Fe)	0.10 mg/L	1.00 mg/L
Magnesio (Mg)	50.00 mg/L	150.00 mg/L
Manganeso (Mn)	0.05 mg/L	0.5 mg/L
Níquel (Ni)	0.10 mg/L	0.20 mg/L
Sustancias fenólicas	0.010 mg/L	0.020 mg/L
Nitrato (NO ₃)	-----	50.00 mg/L
Sulfato (SO ₄ ⁻)	200.000 mg/L	400.000m ₁ L

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 FISIOGRAFIA

A) Ubicación

La cuenca del río Itzapa se encuentra ubicada en la cabecera noroeste de la cuenca del Río Achíguate, la cual se localiza en el municipio de San Andrés Itzapa en el departamento de Chimaltenango. Colinda con la cabecera departamental de Chimaltenango al Norte, con el municipio de Parrámos al Este, con el cerro las Minas, la montaña El Soco y con el municipio de Zaragoza al Oeste, y al Sur con el cerro El Chino, finca Santa Rosa y el caserío El Ciprés. Sus coordenadas geográficas son: 14°, 34', 37" a 14°, 38', 56" latitud Norte y 90°, 54', 15" a 90°, 49', 21". Esta cuenca también forma parte de la región fisiográfica de las tierras altas volcánicas del país (Aguilar Marroquín, S.D., 1987, Instituto Geográfico Nacional, 1984). (Figura 1)

B) Superficie

La cuenca comprende 2610.50 hectáreas o sea 26.11 kilómetros cuadrados, constituyendo aproximadamente el 1.8% de la extensión total de la Cuenca del río Achíguate.

C) Altimetría:

La altura máxima de la cuenca está a 2688 msnm en la montaña El Soco y la parte baja está representada por una altura mínima de 1740 msnm, teniendo una elevación media de 2030 msnm (1)

D) Hidrografía:

La cuenca del río Itzapa drena sus aguas por medio del río denominado La Virgen, nombre que además es el que toma el río Itzapa en la parte alta de la cuenca. El origen de este río se encuentra en el cerro El Soco que se encuentra a una elevación de 2688 msnm. (6).

E) Clima

Según la clasificación de Thornthwite el clima de la cuenca es B₂'b'Bi, o sea: templado en cuanto a las jerarquías de la temperatura (B₂') y con invierno benigno en cuanto a la variación de la temperatura (b'). En cuanto a las jerarquías de humedad es húmedo (B) y según el tipo de distribución de la lluvia es con invierno seco (i) (Instituto Geográfico Nacional, 1975)

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge en la cuenca se encuentran las zonas de vida denominadas: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) que abarca principalmente las partes media y baja de la cuenca y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB) en la parte alta de la misma. (Instituto Nacional Forestal, 1983, Tojin, 1987)

Las especies indicadoras que se pueden encontrar en la cuenca son: para el Bosque Húmedo Montano Bajo, Pinus Montezumae Lambert y Quercus sp. L.; para Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Alnus arguta (Schlecht), Chiranthodendron pentadactylon Larreategui, Urtica sp. (L) y Oreopanax xalapensis HBK.

En la parte baja presenta condiciones climáticas caracterizadas por un patrón de lluvias que varía entre 1,057 mm. y 588 mm. con un promedio de 1616 mm. de precipitación anual, con biotemperaturas de 5 a 23 grados C. La evapotranspiración potencial estimada es de 0.80. En la parte alta presenta un patrón de lluvias con una precipitación pluvial anual que va de 2065 a 3900 mm, con un promedio de 2730 mm, con biotemperaturas de 2.5 a 8.6 grados Centígrados. y la evapotranspiración potencial estimada es de 0.80. En cuanto a su elevación sobre el nivel del mar, esta última va de 800 a 3000 msnm, en tanto que la primera varía entre 500 y 2400 msnm (22).

La precipitación media anual en la cuenca es de 1,202.85, los cuales se distribuyen durante los meses de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 23.1 °C; la humedad relativa es de 70 a 75%, la velocidad media del viento es de 3 kilómetros por hora con dirección Oeste (1).

F) Geología

La cuenca del río Itzapa se caracteriza por materiales geológicos constituidos principalmente por rocas volcánicas sin dividir, predominantemente del Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahático y sedimentos volcánicos del período Terciario y materiales piroclásticos de pómez y ceniza volcánica del período Cuaternario (Instituto Geográfico Nacional, 1970).

G) Suelos

Según Véliz (1996), los suelos dentro de la cuenca del río Itzapa van de la categoría de profundos a poco profundos. En su mayor parte (46.47%) son suelos moderadamente profundos, es decir suelos cuya profundidad oscila entre 50 y 90 cm, luego los suelos profundos ocupan una proporción del 31.09%, en tanto que los suelos poco profundos ocupan el 18.17% del área. Según Simmons, Tarano y Pinto (1959), los suelos dentro de la cuenca abarcan las siguientes series:

- I. Suelos Tecpán: los cuales se caracterizan por ceniza volcánica de color claro como material madre, con un relieve casi plano a ondulado, que poseen un buen drenaje interno. El suelo superficial es de color café oscuro con una textura y consistencia franco arcillosa friable y un espesor aproximado de 30 a 50 cm. El subsuelo es café amarillento, de consistencia friable y textura franco arcillosa, con un espesor aproximado de 50 a 100 cm.
- II. Suelos Patzicía: caracterizados por ceniza volcánica pomácea de color claro como material madre con relieve inclinado y drenaje interno bueno. Suelo superficial café oscuro de textura y consistencia franco arcillosa suelta y de 25 a 40 cm. de espesor. El subsuelo se caracteriza por ser de color café, de consistencia suelta a friable y de textura franco arenosa, con un espesor aproximadamente de 40 a 60 cm.
- III. Suelos Alotenango: los cuales se caracterizan por tener un material madre constituido por ceniza volcánica máfica de color obscuro. Son de relieve inclinado a muy inclinado con un drenaje interno excesivo. El suelo superficial es de color café oscuro a café muy oscuro, de textura y consistencia franca suelta y de un espesor

aproximado de 25 a 40 cm. El subsuelo es de color café grisáceo oscuro y la consistencia es suelta, su textura es franco arenosa y presenta un espesor aproximado de 40 a 50 cm.

En cuanto a clasificación taxonómica, el 67.54% de los suelos de la cuenca pertenecen al orden de los Andisoles y 10.29% constituyen una asociación entre Andisoles e inceptisoles (Universidad de San Carlos de Guatemala, 1995).

H) Capacidad de uso de la tierra

Las clases de Capacidad de Uso de la Tierra (por medio de la metodología de USDA) van de la II a la VII, con limitaciones de erosión y escurrimiento superficial. Indica además, que de manera general, son tierras de fuerte pendiente y erosión muy severa, en consecuencia, pueden ser adecuadas para cultivos perennes, pues requieren prácticas intensivas de conservación de suelos. (12)

4.2.2 Uso De La Tierra

Según el I.G.N. en 1982, la cuenca presentaba una cobertura caracterizada por cultivos de maíz, frijol en menor escala y bosque denso en mayor escala (9).

Según Aguilar Marroquín (1987), el uso agrícola de la cuenca del río Itzapa en ese año ocupaba un 16.7% del área que comprende. El 33.2% de dicha área estaba ocupada por bosques naturales de coníferas y frondosas y el 8.07% y 16.2% respectivamente por matorrales y pastizales, mientras que el 2.98% lo ocupaba el área urbana. En 1987 Los cultivos agrícolas principales eran el maíz, frijol, haba, trigo y hortalizas y en menor importancia el café. Estos cultivos se encuentran establecidos en pendientes mayores del 30% sin ninguna práctica de conservación de suelos. El bosque natural está representado principalmente por Pinus montezumae Lambert, Alnus arguta (Schlecht) y Chiranthodendron penthadactylon Larreategui, formando rodales puros y mixtos.

De acuerdo con Véliz (1996) indica que el 58.46% del área de la cuenca está cubierta con bosque. cabe considerar que en buena parte (11.78%) esta formado por lo que se conoce comúnmente como Guatal o Guamil (Bosque mixto bajo o matorral y bosque latifoliar bajo o matorral según la leyenda de la UGI). Además, el 20.32% es bosque abierto y un 3.91% es bosque disperso, lo cual hace referencia a aquel bosque que de alguna manera está siendo afectado por otro tipo de uso de la tierra como el agrícola, es decir que son áreas cuya cobertura principal es el bosque, pero en asociación de uso. (27)

El bosque existente, el que todavía puede considerarse como un bosque denso y que se localiza principalmente en áreas con pendientes muy pronunciadas, específicamente en la parte alta de la cuenca, representa un 18.01% del área total (Figura 2).

4.2.3 Características Socioeconómicas

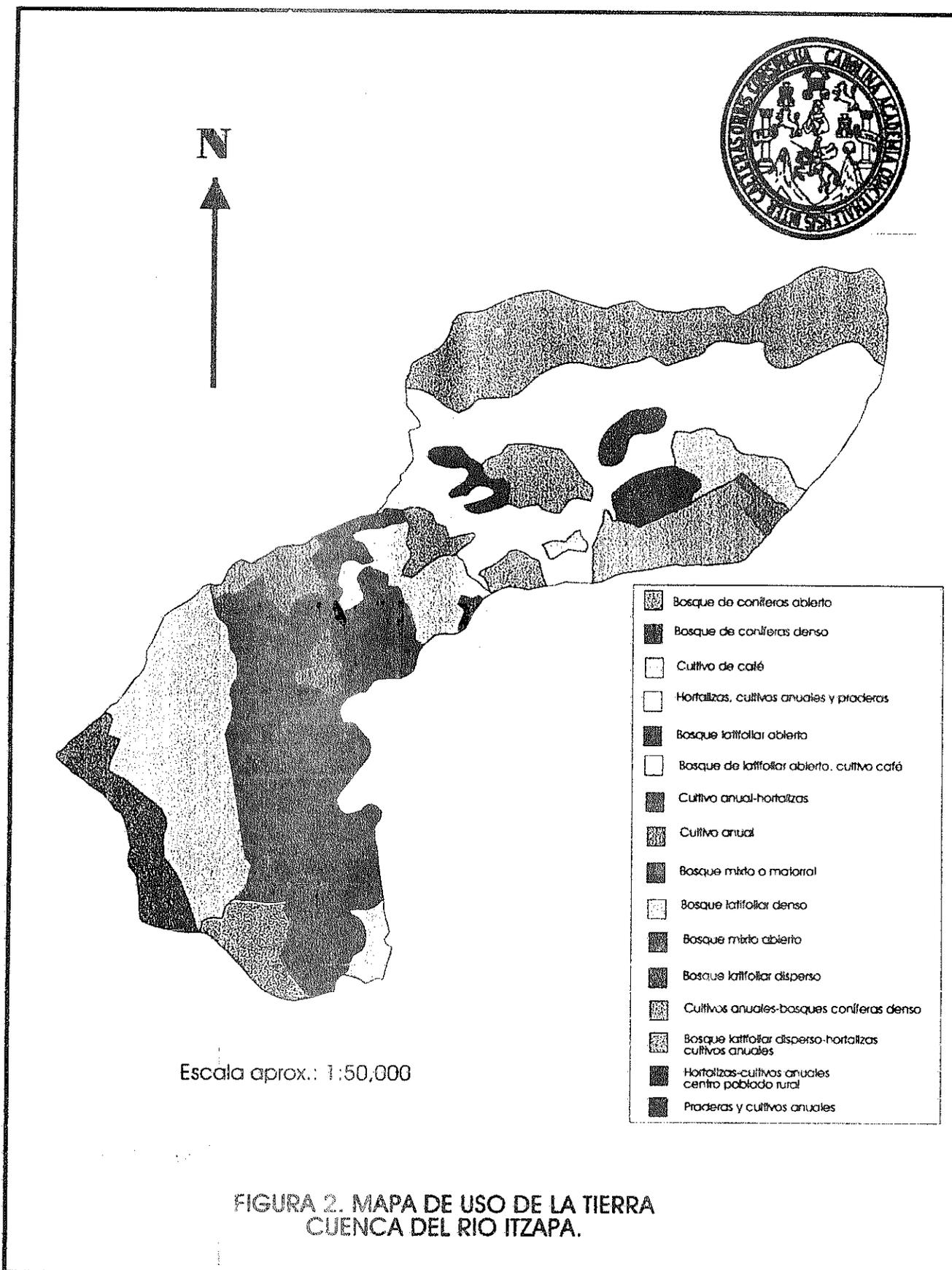
A) Población

La población total de la cuenca del río Itzapa, incluyendo habitantes de la cabecera municipal de San Andrés Itzapa y la aldea Chicasanga, en 1992 ascendía a 14,177 habitantes. En la cuenca del Río Itzapa se ubican las aldeas El Aguacate y Chicasanga y parcialmente la cabecera municipal de San Andrés Itzapa. La aldea Chicasanga la habitan personas Maya Cackchiquel, en tanto que la aldea El Aguacate la forman personas ladinas. En la cabecera municipal se da una mezcla de ambos tipos de personas predominando los indígenas Cackchiquel. En forma general, en la región se presenta predominantemente una población indígena del 61.73% de habla Cackchiquel. Las familias de las comunidades de la cuenca del río Itzapa están formadas por un mínimo de 3 personas hasta un máximo de 8, mientras que el número promedio de personas por familia es de 6. (1)

Según Zúñiga Aragón, R.A. (1995), en la parte media de la cuenca (para este año) existían un total de 552 familias que representaban una población de 7,425 habitantes, con un promedio de 5 miembros por familia, un máximo de 10 y un mínimo de 2. Indica también que un 83.91% de esta población de la parte media son del grupo étnico Maya Cakchiquel, los cuales son bilingües, es decir que tienen dominio de su lengua nativa y del castellano.. (28)

B) Accesibilidad

El área de estudio (cuenca del río Itzapa), abarca parcialmente la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, la cual dista 60 Km de la ciudad capital, los cuales se recorren por la carretera asfaltada CA-1. Para ubicarse exactamente en el área de estudio, se puede hacer siguiendo la ruta nacional Chimaltenango no. 7 que conduce hasta el poblado de San Andrés Itzapa, el cual se encuentra a 5 Km de Chimaltenango; esta carretera es de terracería. También se puede seguir la ruta a través de la carretera de terracería que se inicia en el parque nacional "Los Aposentos", la cual tiene un recorrido de 3 Km hasta San Andrés Itzapa. (8)



5. OBJETIVOS:

5.1 GENERAL:

Determinar la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo y proponer las políticas y estrategias para el uso y aprovechamiento del agua subterránea en la cuenca del Río Itzapa.

5.2 ESPECIFICOS:

- Determinar los parámetros hidrogeológicos del acuífero.
- Cuantificar las demandas de agua, tanto potable como de riego agrícola.
- Determinar la calidad química y biológica del agua subterránea.
- Cuantificar la recarga hídrica del acuífero y el área donde se lleva a cabo.
- Elaborar un mapa de curvas de Niveles freáticos.
- Realizar un mapa con una área propuesta para establecer un posible campo de pozos.
- Proponer políticas y estrategias de uso del agua subterránea.

6. METODOLOGIA

6.1 PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS DEL ACUIFERO

En el área estudiada, se encuentra un acuífero, formado por rocas provenientes de la actividad volcánica de la zona, del que los límites corresponden en gran medida a los límites de la cuenca fisiográfica presente.

6.1.1 Transmisividad

Esta característica se obtuvo mediante la realización de dos pruebas de bombeo, en dos distintos sitios, efectuándose la primera en el pozo de la Lotificación Colinas de San Andrés dentro de la cuenca hidrográfica, cuyos datos de tiempo y abatimiento se presentan en la tabla 1. El caudal de bombeo fue constante a razón de 0.0114 m³/s (11.4 L/s). El tiempo total de la prueba fue de 11 horas.

El segundo lugar donde fue practicada la prueba de bombeo es el pozo de la fabrica AVANTEX, ubicada en el Km 48.5 de la ruta Interamericana jurisdicción del municipio de El Tejar, Departamento de Chimaltenango, debido a que se pudo contar con un pozo de observación a 89.4 metros del pozo bajo prueba y se utilizó como referencia para el cálculo del coeficiente de almacenamiento. En esta ocasión se aprovecho las condiciones existentes para calcular el coeficiente de Almacenamiento, por lo que los datos de tiempo y abatimiento que se tomaron en cuenta fueron los medidos en el pozo de observación y se presentan en la tabla No.2.El caudal fue constante a razón de 0.095 m³/s. (9.5 L/s). La prueba tuvo una duración total de 13 horas.

Para la determinación de la transmisividad se utilizo la ecuación de Jacob donde se relacionan los siguientes datos:

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s} \dots\dots\dots\text{ecuación 14}$$

Donde:

T = Transmisividad, m²/ día

Q = Caudal del pozo de Bombeo (m³ /día)

Δs = Pendiente de la recta, expresada como la diferencia de abatimiento (m) entre dos valores del tiempo, cuya relación sea de 10 en la escala "x" (un ciclo logarítmico)

π = Numero Pi (3.141592...)

También se utilizo la curva de Theis, para comparar los valores de transmisividad, se uso la siguiente formula:

$$T = \frac{QW(\mu)}{4\pi s} \dots\dots\dots\text{Ecuación 15}$$

Donde:

Q = Caudal de Bombeo (m³/día)

W(μ) = Función "u" del pozo, determinada por curva patrón de Theis

π = numero pi (3.141529...)

s = abatimiento (m).

6.1.2 Coeficiente de almacenamiento

Para el calculo del coeficiente de almacenamiento (S), se hizo uso de la ecuación de Jacob.

$$S = 2.25 T t_0/r^2 \dots\dots\dots \text{ecuación 16}$$

En donde:

T = Transmisividad (m^2 /día)

t_0 = Valor que se obtuvo al intersectar la recta abatimiento-tiempo en el eje de abatimiento igual a cero días.

R = Distancia desde el pozo de observación al pozo de bombeo (m)

El valor del coeficiente de almacenamiento se calculó en el pozo de observación DONG BANG (El Tejar) donde existe otro pozo que se utilizo en la prueba como pozo de observación a una distancia de 89.4 m y un $t_0 = 10$ minutos.

También se recurrió al método de Theis para el calculo del coeficiente de almacenamiento mediante la ecuación:

$$S = 4u Tt/r^2 \dots\dots\dots \text{ecuación 17}$$

Siendo:

S = Coeficiente de almacenamiento

u = Determinado por la curva patrón de Theis

T = Transmisividad (m^2 /día)

t = Tiempo transcurrido desde que se inicia el bombeo (días).

r = Distancia desde el pozo de observación al pozo de bombeo (m)

6.1.3 Niveles y Movimiento de Agua Subterránea

Dentro y en los alrededores del área bajo estudio se realizo un inventario de pozos de agua, con el fin de determinar los niveles, del acuífero. Dada la variación en los niveles estáticos debido tanto a las características del acuífero como a los efectos de la topografía del área en mención, se determinaron, los niveles estáticos con respecto al nivel del mar. Así mismo con los datos obtenidos principalmente en la época seca, se trazaron las líneas isofréaticas, que representan la dirección con que se mueve el agua dentro del acuífero.

6.2 DETERMINACION DE LAS DEMANDAS DE AGUA

6.2.1 Agua Potable:

Para determinar la cantidad de agua por persona por día se llevo acabo la toma de datos del consumo de agua para una persona promedio en la concentración de población más importante dentro de la cuenca del Río Itzapa, siendo esta la cabecera municipal. La forma de toma de datos se llevo acabo por medio de la toma de una muestra al azar de toda la población de habitantes de la cabecera, (para garantizar que todos los miembros tuvieran la probabilidad de ser extraídos), siendo esta la reportada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el ultimo censo registrado.

El instrumento de recolección de datos fue la "Boleta de Encuesta",
 Obteniéndose un estimado de la demanda de agua en la zona rural, bajo las condiciones particulares del área.
 El tamaño de la muestra se determino por medio de la ecuación de Yamane:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{N d^2 + Z^2 pq} \dots\dots\dots \text{ecuación 18}$$

Teniendo en esta ecuación que:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de población.

Z = Valor de la tabla de áreas bajo la curva normal estandarizada que depende del nivel de confianza.

p = Proporción de "éxito", obtenida de estudios previos o mediante premuestreo.

q = Proporción de "fracaso", obtenida de estudios previos o mediante premuestreo.

d = Precisión relativa (un valor entre 0 y 1)

Debido a que no se determinaron anteriormente p y q, se asumió un valor llamado de máxima varianza donde p y q tomaron un valor de 0.5, así mismo un nivel de confianza de 95%, la precisión relativa fue de 10% (0.10).

Como la población de la cabecera oscila en unos 14,177 habitantes se tomó un tamaño de muestra de 99 casas a encuestar, todas ellas elegidas al azar cubriendo todo el casco municipal, y utilizándose el modelo de boleta que se presenta en el apéndice.

6.2.2 Agua Agrícola:

Para la determinación de la cantidad de agua para uso agrícola se toma el dato de 0.14 m³/s reportado por Romero. F, (20) debido a que tanto su estudio como el presente forma parte del proyecto de Investigación Básica de la Cuenca del Río Itzapa.

6.3 CALIDAD QUIMICA Y BIOLOGICA DEL AGUA SUBTERRANEA

Se determinó la calidad del agua de acuerdo a las normas establecidas por El Comité de Guatemala para la Normalización (COGUANOR), que define los limites máximos aceptables y permisibles de las características físicas y sustancias químicas.

Para la determinación del componente biológico se realizo un muestreo de aguas de pozos, manantiales y río para su análisis bacteriológico, (también componentes químicos y físicos) tomándose en algunos casos dos muestras en diferentes jornadas de muestreo (1997, 1998, 1999) para minimizar el error al momento de la toma de la muestra, los análisis se obtuvo a través del laboratorio de Químicas y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería. El total de muestras fue de 12 en las que se hicieron examen bacteriológico y Examen

Químico Sanitario para cada una de ellas. Para los análisis se encontró el error del balance de carga (en %) de todas las muestra de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\text{Error} = (E z m_c - E z m_a / E z m_c + E z m_a). (100\%) \dots\dots\dots\text{ecuación 19}$$

Donde:

Z = carga de la especie

m_c = molaridad de todos los cationes

m_a = molaridad de todos los aniones

Para determinar la cantidad de Sólidos Disueltos Totales (SDT), se tomó la sumatoria de todas las especies en solución en mg/L, por lo que la alcalinidad del Bicarbonato (HCO_3^-) se convirtió a alcalinidad de carbonato (CO_3^{--}) multiplicando por la constante 0.4917, dando como resultado mg/L CO_3^{--} .

Los resultados del análisis Bacteriológico de las aguas subterráneas fueron comparados con los niveles mínimos de la norma CAGUANOR, para clasificar un agua como potable. (Cuadro 2)

6.4 AREAS DE RECARGA DEL ACUIFERO

Para la determinación del (las) área (s) de recarga se analizaron los componentes del ciclo hidrológico de la cuenca: Precipitación pluvial, evaporación y escorrentía superficial, ya que influyen en la capacidad de recargar las zonas subterráneas de la cuenca (acuifero).

6.4.1 Precipitación pluvial:

Debido a que se identificaron dos zonas claramente diferenciadas, se dividió la zona fisiográfica en dos de acuerdo a los valores de las isoyetas anuales, siendo estas la parte alta y la parte baja, utilizando la estación meteorológica La Alameda-ICTA, como representativa de la parte baja de la cuenca, aun y cuando se encuentra fuera de los límites de la cuenca pero a tan solo 2 Km de distancia, presentando una elevación de 1767 msnm donde el promedio de valores de precipitación anual son de 1000 a 1100 mm del periodo 1991 – 1998.

En la parte alta la Estación Chicasanga que se encuentra en la aldea del mismo nombre, con una elevación de 2320 msnm con valores de isoyetas de 1200 a 1300 mm promedio anual (figura3). De la aldea Chicasanga se obtuvieron registros del periodo 1994 a 1998 (tabla 9), así como el mismo periodo para la estación Alameda-ICTA.

6.4.2 Precipitación efectiva:

Debido a que la precipitación efectiva esta afectada por los factores como intensidad, Velocidad de Infiltración, Cobertura Vegetal y topografía, se estimo la capacidad de Infiltración por medio de dos pruebas, (una para la parte alta y otra para la parte baja), utilizando el método de Porchet (Custodio y Llamas) por medio de la excavación de un hoyo de radio "R" y una altura "h", un cambio de tiempo muy pequeño (dt) para suponer la capacidad de infiltración como constante, y relacionando los datos por medio de la siguiente ecuación:

$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} * \frac{\ln 2h_1 + R}{2h_2 + R} \dots\dots\dots \text{ecuación 20}$$

De igual manera la capacidad de campo y punto de marchitez permanente se determinaron en el laboratorio.

El porcentaje de Infiltración de la lluvia se calculó con el método aplicado por la FAO con suelos de textura media desarrollo la siguiente ecuación para el calculo de precipitación efectiva mensual:

$$P_e = P' * k \dots\dots\dots \text{ecuación 21}$$

6.4.3. Evaporación:

La evaporación real se consideró como el 80% de la evaporación medida en tanque evaporimetro tipo A, tomándose los valores de las estaciones Chicasanga y Alameda-ICTA, para la parte alta y baja respectivamente.

$$\text{ETP} = 0.8 * (\text{Evaporación de tanque tipo A}) \dots\dots\dots \text{ecuación 22}$$

6.4.4 Escorrentía superficial

De acuerdo a estudios anteriores realizados en la cuenca (24), se cree que existen perdidas del caudal a lo largo de su longitud de 13.5 Kms y que el flujo base del río es producto del agua de infiltración subsuperficial.

Con el fin de cuantificar las perdidas del caudal del río por infiltración, se realizaron aforos diferenciales (determinar cambios en caudal que transporta el río) durante todo el año de 1998 y parte de 1999 en 14 lugares dentro del trayecto del río, comenzando desde la Quebrada Chicasanga (punto 1) hasta la estación limnimetrica El Puente (punto 14) el cual es el punto de aforo de la cuenca. Dentro de los puntos de aforo esta la estación limnimetrica de Xipacay, en la parte media de la cuenca.

Para la mejor comprensión se dividió el área de recarga en dos; La Parte Alta de la cuenca y la Parte Baja de la cuenca de acuerdo al tipo de suelo que presentan dichas áreas. La recarga fue estimada de acuerdo al balance de humedad del suelo, en los cuales se involucra los valores de las constantes de humedad del suelo y se expresa en cm (lámina), con la utilización de la ecuación 23 de conversión para transformar datos de porcentaje a volumen, de acuerdo a los datos usuales obtenidos en el laboratorio.

$$\text{Humedad(cm)} = \frac{(\text{CC \%} - \text{PMP \%}) * \text{Da (g/cm}^3) * \text{Pr (cm)}}{100} \dots\dots\dots\text{ecuación 23}$$

Para el cálculo de la recarga directa del acuífero el método utilizado fue el de Penman-Cridley, utilizando el programa de cálculo de balance de humedad de suelos elaborado por Rodríguez (1990), donde la recarga directa al acuífero se realiza una vez que el proceso de evaporación se ha efectuado y la capacidad de campo se completa.

En el programa existen dos opciones, utilizándose el de la relación lineal, más cercano a la realidad y recomendado por Herrera (1998) para el cálculo de balance hídrico.

6.4.6 Niveles freáticos

Con los datos obtenidos del inventario de 30 pozos de agua, de los cuales se tuvo acceso a la información de 6 dentro del área que ocupa la cuenca fisiográfica del río Itzapa, los cuales se encuentran en la parte baja, y los restantes 26 se encuentran en las cercanías de la cuenca, dentro de los límites de los municipios de Parrámos, El Tejar, Chimaltenango y Zaragoza, como se detalla en la tabla 3.

Al tomar el nivel estático freático de los pozos, se encontraron variaciones de profundidad de hasta 96 m, para evitar errores debido a la orografía presente, los niveles están determinados con respecto al nivel del mar, con la información obtenida se trazaron las líneas isofréaticas del área bajo estudio y áreas circundantes.

6.5 PROPUESTAS DE POLITICAS Y ESTRATEGIAS

Teniendo en cuenta toda la información técnica generada anteriormente con respecto a las características del acuífero presente en la zona de la cuenca del Río Itzapa, y con los parámetros hidrogeológicos se definió la disponibilidad aproximada del recurso hídrico subterráneo.

Para las Propuestas de Políticas y Estrategias de Uso del recurso agua subterránea se tomó los datos técnicos obtenidos, así mismo, se utilizaron dos mecanismos para definirlos.

La primera se refiere a la calidad del acuífero presente en esta área, el cual influye en la forma de manejo deseable que se le debe de dar, de acuerdo a la potencialidad del mismo y las extracciones que de él se hacen, es decir la disponibilidad actual de ser explotado racionalmente.

La segunda técnica se refiere a los problemas puntuales de las poblaciones asentadas dentro del área de influencia y su capacidad de solución, que influyen la explotación de este acuífero, por tal razón, se realizó una

encuesta entre las autoridades municipales para determinar datos generales como cantidad de población estimada, capacidad de prestar el servicio de agua potable, tal como se presenta en la boleta de encuesta que sirvió para tal propósito en el apéndice, así mismo se uso la técnica de recolección de información de preguntas directas a estas autoridades, permitiendo que se extendieran en sus apreciaciones del tema en cuestión.

6.5.1 POLITICAS

Debido que política se define como lo relativo a como se rigen o conducen los medios mediante los que se alcanza un fin determinado, es necesario proponer tres grandes líneas o principios dirigidos principalmente a las autoridades de los municipios en el área de influencia de la cuenca estudiada, pero así mismo, es una guía posible de implementar y adecuar a las condiciones presentes en cada caso en particular y son los siguientes:

POLÍTICA PROPUESTA I : USO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, Constituye junto con la conservación del recurso subterráneo la parte medular de las propuestas de políticas, ya que propone normar el aprovechamiento que se haga de estas, los derechos y obligaciones que deberá cumplir tanto el agente que aprovecha el recurso como las entidades dedicadas a su localización y exploración (perforadoras), tanto para controlar como para vigilar el uso eficiente., múltiple y secuencial, satisfaciendo la mayor cantidad de demandas al menor costo posible.

POLÍTICA PROPUESTA II: CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO, de la aplicación de las recomendaciones dependerá la disponibilidad futura del recurso en cantidad, calidad y oportunidad debida, mediante este principio se recomienda proteger el recurso mediante su uso sostenido y conservar la cuenca hidrológica y su conjunto, de igual manera prevenir y controlar la contaminación. Por otra parte prevenir el abuso, mal uso o desperdicio del vital liquido.

POLÍTICA PROPUESTA III: DESARROLLO DE LA EXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, atiende a la realización de todo proyecto definitivo de extracción y construcción de obras publicas o privadas de interés social o privado, así mismo cuotas de soporte de operación y uso del recurso del cual son beneficiarios.

6.5.2 ESTRATEGIAS

Las estrategias se refieren principalmente a las acciones oportunas que se deben tomar para la realización de las políticas descritas.

6.5.2.1 Estrategias de Uso de las Aguas Subterránea:

Debido a que el recurso hídrico es muy sensible en la forma que se utilice, las estrategias de uso son propuestas, de acuerdo a los parámetros hidrogeológicos determinados en los resultados, para aprovechar su

disponibilidad, para hacer un uso eficiente en forma de agua potable, industrial y como fuente de agua agrícola evitando una sobre explotación, tomando en cuenta la cantidad de recarga y las extracciones actuales que se hacen de agua subterránea.

6.5.2.2 Estrategias de la Conservación del Recurso Hídrico Subterráneo:

Las acciones se encaminan a mantener la actualización de información sobre las actividades de explotación que se realicen, además de proteger las áreas de recarga del acuífero determinadas en la investigación y evitar la contaminación del acuífero presente.

6.5.2.3 Estrategias de Desarrollo de la Explotación de Aguas Subterráneas:

De acuerdo al estado de explotación actuales y los medios con que cuenta la comunidad se hacen las propuestas a seguir en este reglón, así como continuar con la colaboración de instituciones que puedan apoyar las acciones técnicas adecuadas para este fin.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS

7.1.1 Transmisividad:

En la prueba de bombeo realizada en la Lotificación Colinas de San Andrés, con el método de Jacob se obtuvo un $\Delta s = 0.035$ m y una transmisividad de $5,150 \text{ m}^2/\text{día}$, (figura 4). De igual manera, para el pozo de observación Dong Bang en El Tejar se obtuvo un $\Delta s = 0.021$ metros y una transmisividad de $7124 \text{ m}^2/\text{día}$.

(figura 5)

En el método de Theis se obtuvo transmisividad de $7150 \text{ m}^2/\text{día}$ en el pozo de observación Dong Bang. (figura 6)

TABLA 1 DATOS DE ABATIMIENTO-TIEMPO DE LA PRUEBA DE BOMBEO EN EL POZO DE LOTIFICACION COLINAS DE SAN ANDRES (San Andrés Itzapa, Chimaltenango)

Tiempo (minutos)	Abatimiento(m)	Tiempo (minutos)	Abatimiento(m)
0	0	112	0.20
0.5	0.15	130	0.205
2.5	0.15	142	0.205
5.5	0.15	172	0.21
11.5	0.15	192	0.21
20	0.15	230	0.21
25	0.15	250	0.21
28	0.18	270	0.21
30	0.18	330	0.22
37	0.18	390	0.22
42	0.18	450	0.22
50	0.18	510	0.22
60	0.18	570	0.22
61	0.20	630	0.22
77	0.20	660	0.22
94	0.20		

De los datos anteriores se tiene que la matriz del acuífero es capaz de transmitir un flujo de agua subterránea, que lo hace apto para una explotación intensiva y suplir las necesidades de obtención de recurso hídrico.

7.1.2 Coeficiente de Almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento se pudo cuantificar en el pozo de observación ubicada en la empresa DONG BANG, aunque este pozo esta fuera del área de estudio sirvió de referencia para encontrar el coeficiente de almacenamiento por contar con un pozo a 89 m que se utilizó como pozo de observación, llegando a determinar un valor de $S = 0.014$, claro indicio de que el acuífero presente en la zona es de tipo libre o freático.

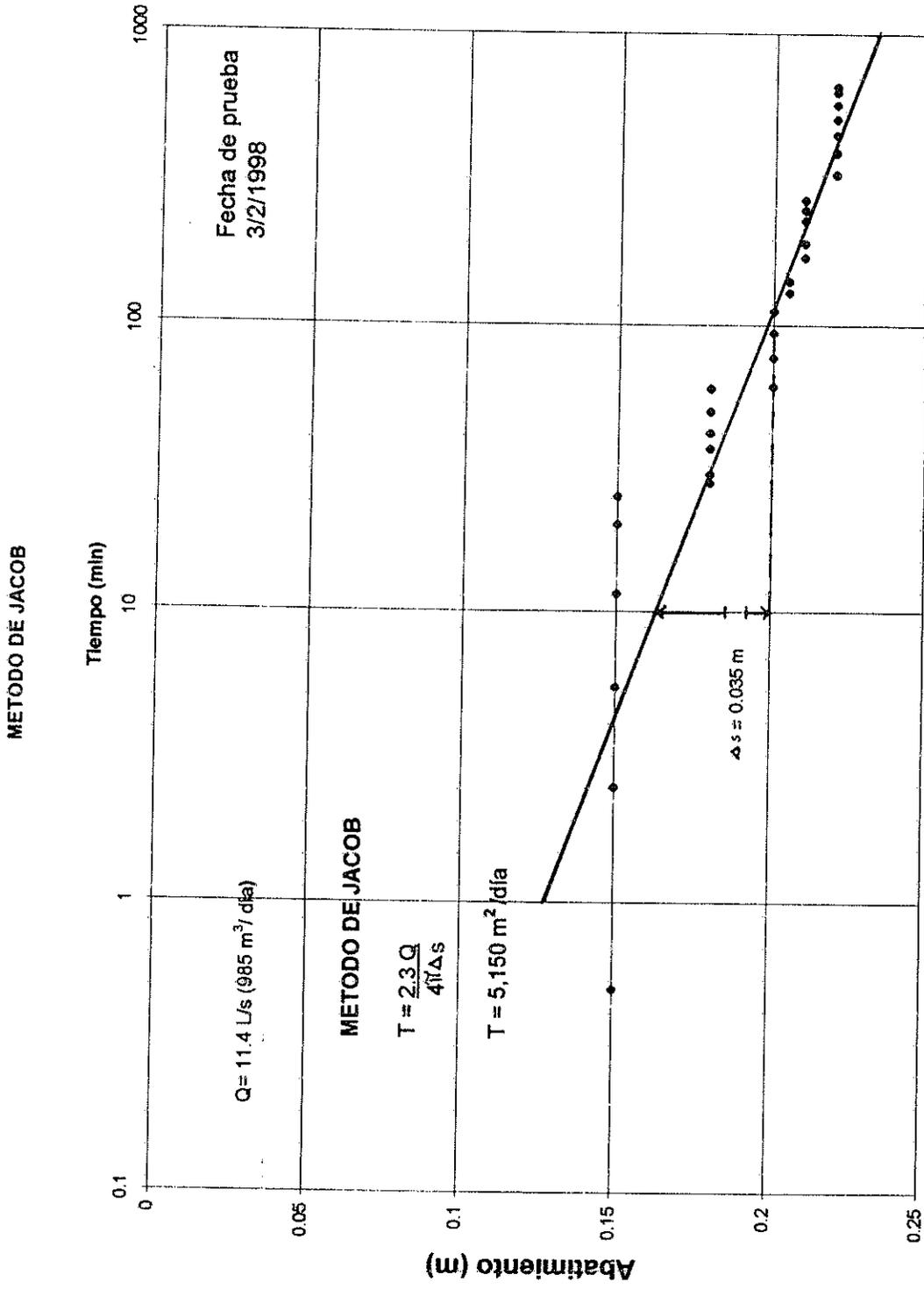


Figura 4 Curva tiempo-abatimiento del pozo bombeado Lotificación Colinas de San Andrés

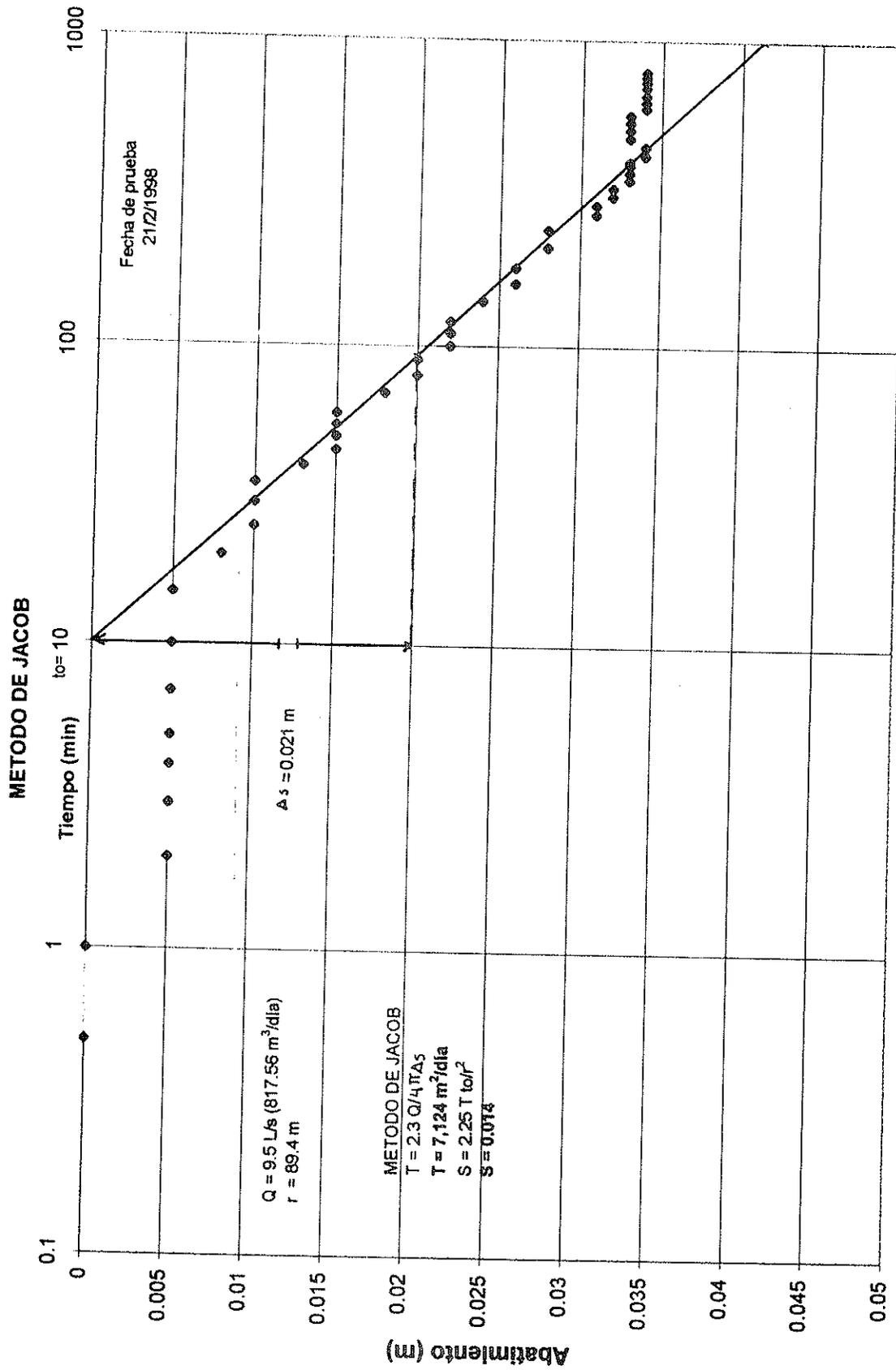


Figura 5 Curva tiempo-abatimiento del pozo de observación DONG BANG

TABLA 2 DATOS DE ABATIMIENTO-TIEMPO DEL POZO DE OBSERVACION DE LA FABRICADONG BANG
(EL TEJAR, CHIMALTENANGO)

Tiempo(minutos)	Abatimiento (m)	Tiempo (minutos)	Abatimiento(m)
0	0	160	0.026
0.5	0	180	0.026
1	0	210	0.028
2	0.005	240	0.028
3	0.005	270	0.031
4	0.005	290	0.031
5	0.005	310	0.032
7	0.005	330	0.032
10	0.005	350	0.033
15	0.005	370	0.033
20	0.008	390	0.033
25	0.010	400	0.033
30	0.010	420	0.034
35	0.010	450	0.034
40	0.013	480	0.033
45	0.015	510	0.033
50	0.015	540	0.033
55	0.015	570	0.033
60	0.015	600	0.034
70	0.018	630	0.034
80	0.020	660	0.034
90	0.020	700	0.034
100	0.022	730	0.034
110	0.022	760	0.034
120	0.022	790	0.034
140	0.024		

Caudal = 9.5 L/s (8817.56 m³/ día)

Q = 817.56 m³/d
r = 89.4 m

Fecha de la prueba
21/2/98

METODO DE THEIS

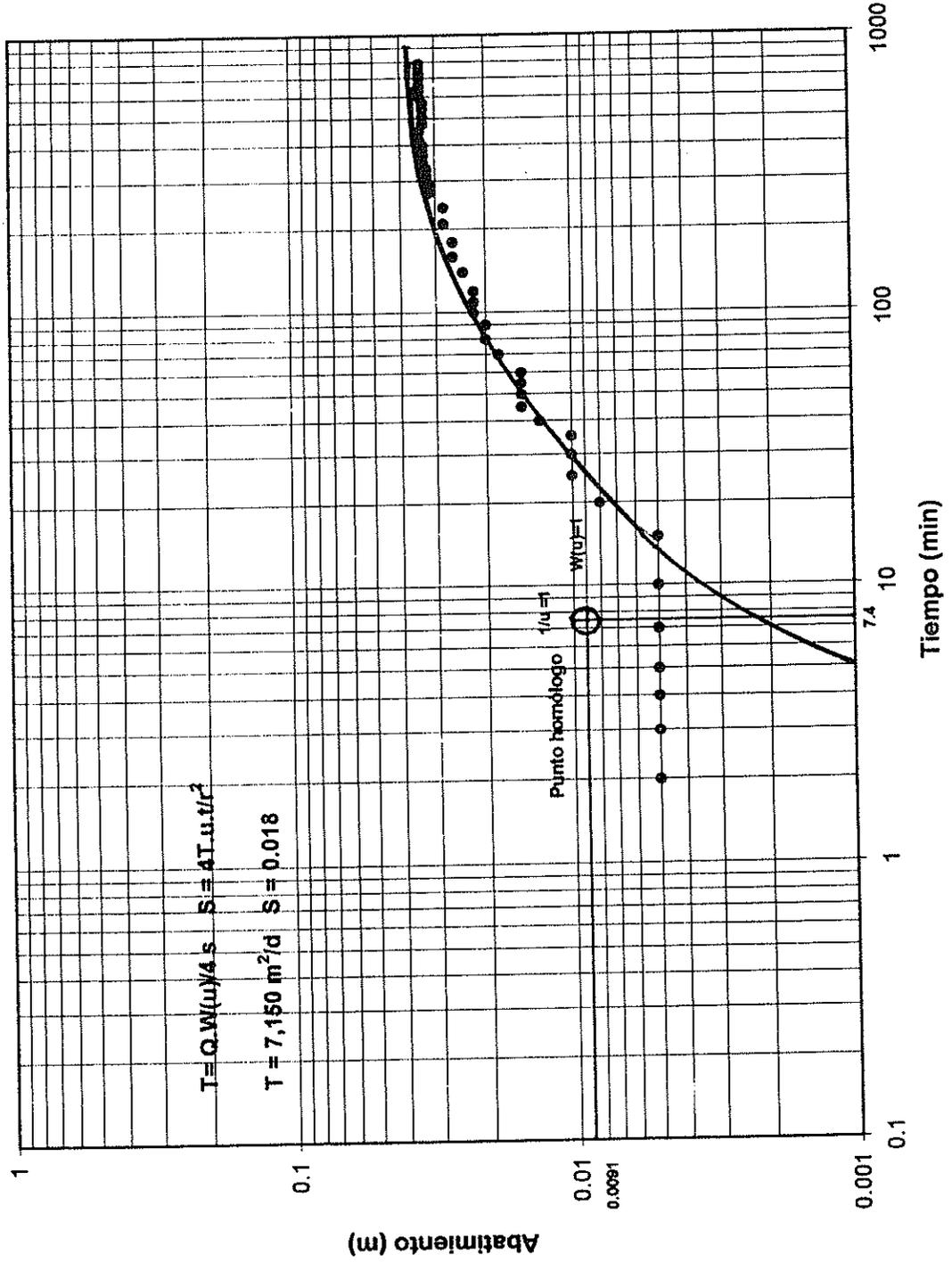


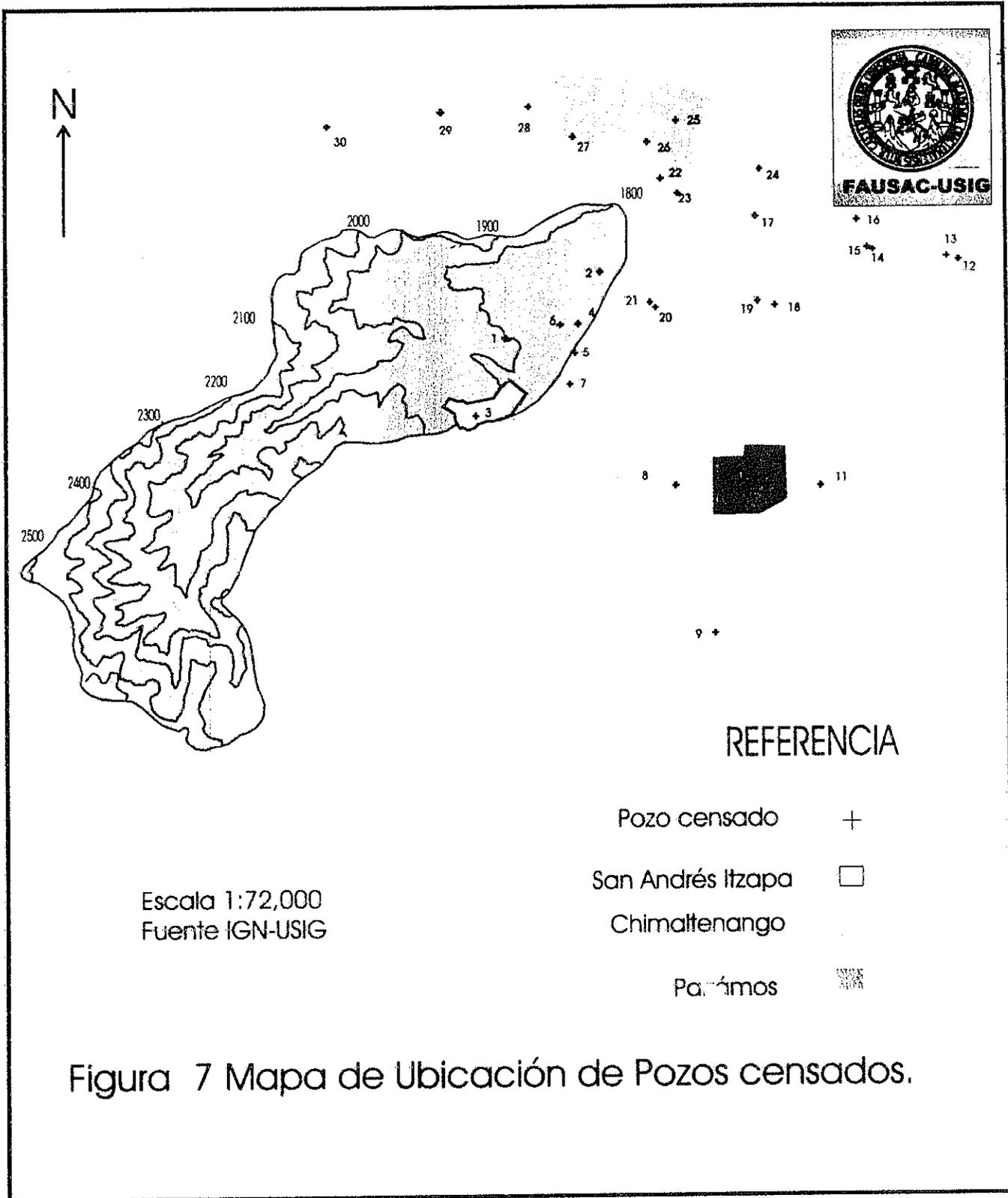
Figura 6 Curva tiempo-abatimiento del pozo de referencia DONG BANG

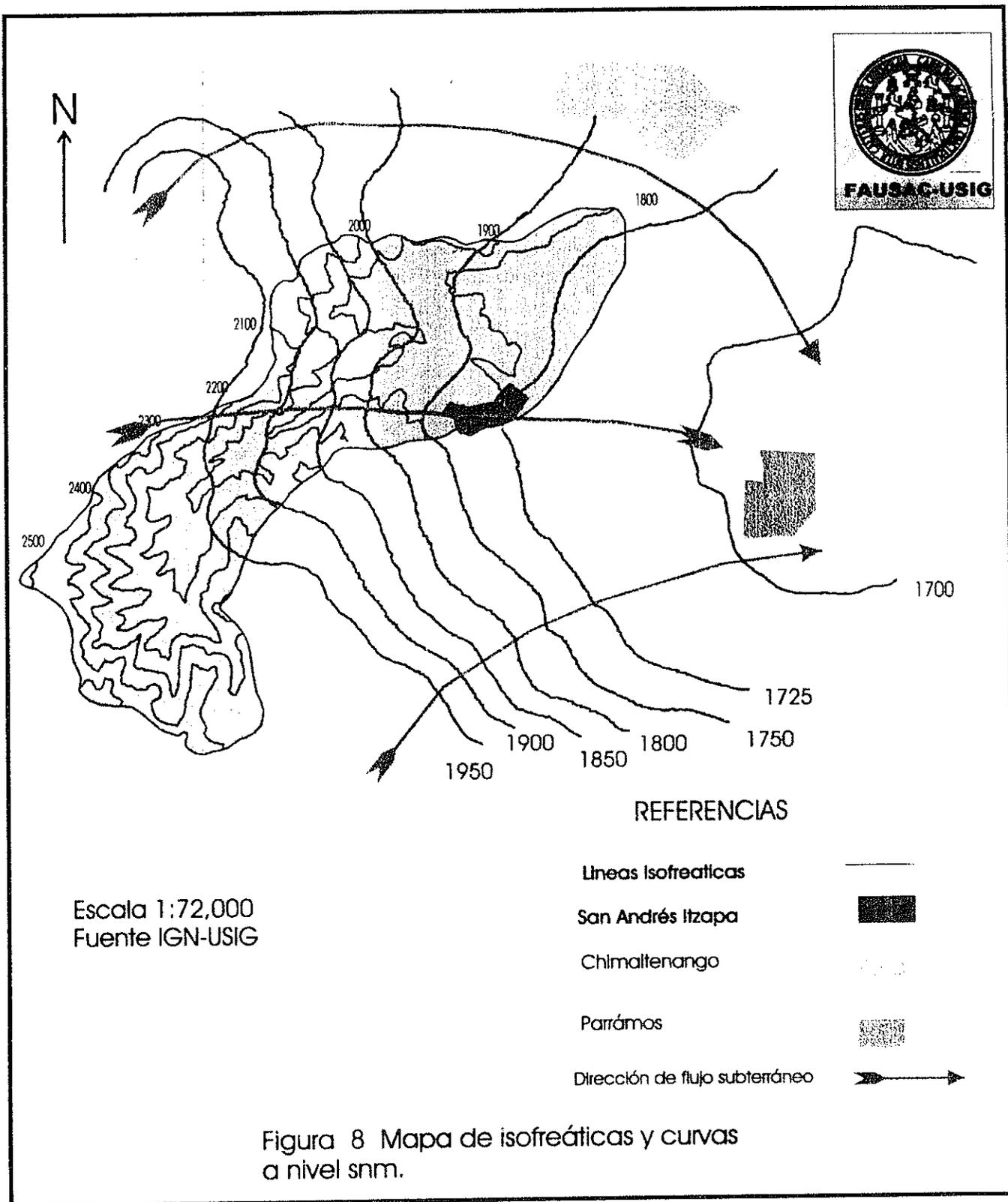
7.1.3 Movimiento del Agua subterránea

El nivel freático estático de los pozos inventariados se encontraron en la época de toma de datos entre los 1720 a los 1750 msnm en la parte baja y alrededores de la cuenca fisiográfica (figura 7) y entre los 1800 a 1950 msnm en la parte alta de dicha área. De acuerdo a la gradiente observada en el mapa de curvas isofréaticas (figura 8). Se puede decir que el flujo de agua tiene un patrón de dirección del OESTE con movimiento hacia el ESTE, drenando esta agua en la cuenca del Río Guacalate, y descargando gran cantidad de su caudal en los manantiales dentro de esta área como por ejemplo El parque municipal Los Aposentos.

Tabla 3 Inventario de los Pozos de agua en la Cuenca del Río Itzapa y Sus alrededores, Departamento de Chimaltenango

No.	MUNICIPIO	LUGAR	COORDENADAS (UTM)		ALTITUD (msnm)	TIPO DE POZO	USOS	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL ESTÁTICO (NE) metros		Fecha de toma del NE	CAUDAL (l/s)	Diámetro de encamizado (pulgadas)	Profundidad de rejilla (m)
			LATITUD	LONGITUD					Debajo la superficie	Sobre el nivel mar				
1	San Andrés Itzapa	Lotificación Colinas San Andrés	1618.60	732.70	1820	Perforado	Agua Potable	152.0	89.13	1730.87	03/02/98	6.30	8	91-152
2	San Andrés Itzapa	Lotificación Estancia de la Virgen	1619.6	734.20	1745	Perforado	Agua Potable	91.0	24.1	1720.3	06/12/97	3.15	8	24-91
3	San Andrés Itzapa	Costado Este de la Municipalidad	1617.40	732.27	1848	Perforado	Agua Potable	183.0	120.0	1728.0	19/03/98	14.20	8	
4	San Andrés Itzapa	Fincas Cauque Farm	1618.83	733.86	1775	Perforado	Riego y agua potable	145.0	49.35	1723.0	19/03/98	5.00	8	
5	San Andrés Itzapa	Cranja Viecilla Las Tunas	1618.34	733.80	1785	Perforado	Agro-industrial	40.5	61.4	1723.6	22/07/97	3.00	8	
6	San Andrés Itzapa	Terrero de Antonio Zamora	1318.78	733.58	1765	Excavado	Riego		39.5	1725.5	13/01/98			
7	San Andrés Itzapa	Agroverde, La Cuchilla	1617.83	733.70	1788	Perforado	Riego	124.4	65.6	1722.4	07/07/99	15.30	8	
8	San Andrés Itzapa	Fincas El Panaj	1616.20	735.30	1770	Perforado	Riego	131.0	57.0	1713.0	04/08/91	24.16	8	75-130
9	Parramos	Hortifrut Guatemala S.A.	1613.85	735.92	1838	Perforado	Riego	216.5	122.0	1716.0	22/07/95	22.80	8	115-214
10	Parramos	Municipalidad	1616.20	736.72	1763	Perforado	Agua Potable	213.6	72.8	1690.2	01/04/81	18.50	8	
11	Parramos	Agroverde	1616.20	737.55	1763	Perforado	Riego	186.5	79.9	1683.1	21/11/86	27.00	8	98-146
12	El Tejar	Escuela San Miguel Morazán	1619.73	739.75	1779	Perforado	Agua Potable	146.3	81.0	1698.0	13/01/98	3.40	6	
13	El Tejar	Parque San Miguel Morazán	1619.75	739.56	1779	Perforado	Agua Potable	182.0	80.8	1698.2	06/08/97	7.52	8	81-182
14	El Tejar	Fabrica Deng Bang	1619.92	738.40	1763	Perforado	Industrial-agua Potable	150.0	71.85	1691.15	21/02/98	5.00	8	73-150
15	El Tejar	Fabrica Avantez	1619.94	738.32	1763	Perforado	Industrial-agua Potable	140.0	71.64	1691.36	21/02/98	6.30	8	73-140
16	El Tejar	Casco Municipal, El Potrero	1620.40	738.18	1770	Perforado	Agua Potable		67.85	1702.15	27/02/98	4.70	8	
17	Chimaltenango	Digesa I	1620.45	736.60	1767	Perforado	Agua Potable	207.0	46.32	1720.7	18/02/98		8	
18	Chimaltenango	Digesa III	1619.06	736.90	1766	Perforado	Agua Potable	182.8	58.85	1707.15	18/03/98	18.00	8	
19	Chimaltenango	Alameda - ICTA	1619.15	736.65	1766	Perforado	Agua Potable	239.6	58.0	1708.2	24/03/81	17.00	8	
20	Chimaltenango	Bosques de Santa Ana, Los Aposentos	1619.08	735.00	1765	Excavado	Agua Potable	55.0	53.5	1711.5	18/02/98			
21	Chimaltenango	Bosques de Santa Ana, Los Aposentos	1619.15	734.94	1762	Excavado	Agua Potable	53.0	48.4	1712.7	18/02/98			
22	Chimaltenango	Quintas Los Aposentos	1620.92	735.12	1789	Perforado	Agua Potable	152.4	57.5	1731.5	19/03/98	6.00	8	
23	Chimaltenango	Hospital Departamental, La Alameda	1620.85	735.45	1785	Perforado	Agua Potable	152.0	55.0	1730.0	01/09/92	2.00	6	
24	Chimaltenango	Quintas Las Victorias	1621.20	736.65	1775	Perforado	Agua Potable	143.3	45.0	1730.0	23/12/83	9.00	6	
25	Chimaltenango	La Terminal,	1621.95	735.35	1795	Perforado	Agua Potable	140.0	73.17	1721.8	23/02/98	15.00	6	97-138
26	Chimaltenango	Hotel La Predilecta (El Alamo)	1621.63	734.92	1805	Perforado	Agua Potable	142.0	76.26	1732.7	20/04/93	7.25	6	
27	Chimaltenango	A lado de la Estación de Bomberos	1621.78	733.75	1825	Perforado	Agua Potable	122.0	64.0	1761.0	22/03/98	4.40	8	
28	Chimaltenango	Buena Vista	1622.25	733.05	1745	Perforado	Agua Potable	183.0	67.5	1777.5	23/03/98	18.90	6	80-105
29	Chimaltenango	La Pedrera	1622.16	731.65	1861	Perforado	Agua Potable	152.0	69.15	1791.8	23/03/98	18.90	8	
30	Zaragoza	Aldea El Llano	1622.05	739.95	2030	Perforado	Agua Potable	304.0	198.0	1832.0	19/11/96	4.73	8	200-304





Las diferencias del nivel estático entre febrero de 1998 a julio de 1999, fluctúan entre 0.33 a 3.35 metros, debido a la recarga en la época lluviosa, durante la cual los niveles ascendieron (figura 9). Por lo tanto, el nivel freático responde a cambios estacionales. Estos cambios se presentan en la siguiente Tabla

Tabla 4 Comparación de los niveles estáticos (en msnm) de algunos pozos de Agua. durante 1998-1999

Pozo No.	LUGAR	Feb-mar 1998	Jul-Ago 1998	Sept-oct 1998	Marzo 1999	Abril 1999	Mayo 1999	Junio 1999	Julio 1999	Agosto 1999	Septiem 1999	Variación de Nivel estático (m)
1	Lotif. Colinas de San Andrés	1730.87	1731.21	1731.30	1731.44	1730.87	1733.14	1733.00	1733.03	1733	1733.2	2.33
2	Lotif. Estancia de la Virgen	1720.30	1720.72	1720.84	1720.71	1720.53	1720.69	1720.60	1720.99	1720.87	1720.99	0.69
4	Finca Cauque Farm	1723.00	1723.60	1723.65	1720.69	1723.54	1723.71	1723.88	1723.87	1723.78	1724.04	3.35
6	Antonio Zamora	1725.50	1725.80	1725.83	1725.61	1725.68	1725.65	1725.73	1725.70	1725.79	1725.82	0.33
16	El potrero, El Tejar	1702.15	1702.70	1702.79	1700.35	1701.5	1702.38	1703.06	1703.2	1703.31	1703.39	1.89
18	DIGESA III	1707.15	1707.30	1707.37	1707.03	1705.7	1707.32	1707.81	1706.66	1707.2	1707.82	2.12
20	Lotif. Bosques Santa Ana	1711.50	1712.00	1712.08	1711.44	1711.46	1710.23	1711.41	1711.46	1711.48	1711.62	1.85

Variación Nivel Estático

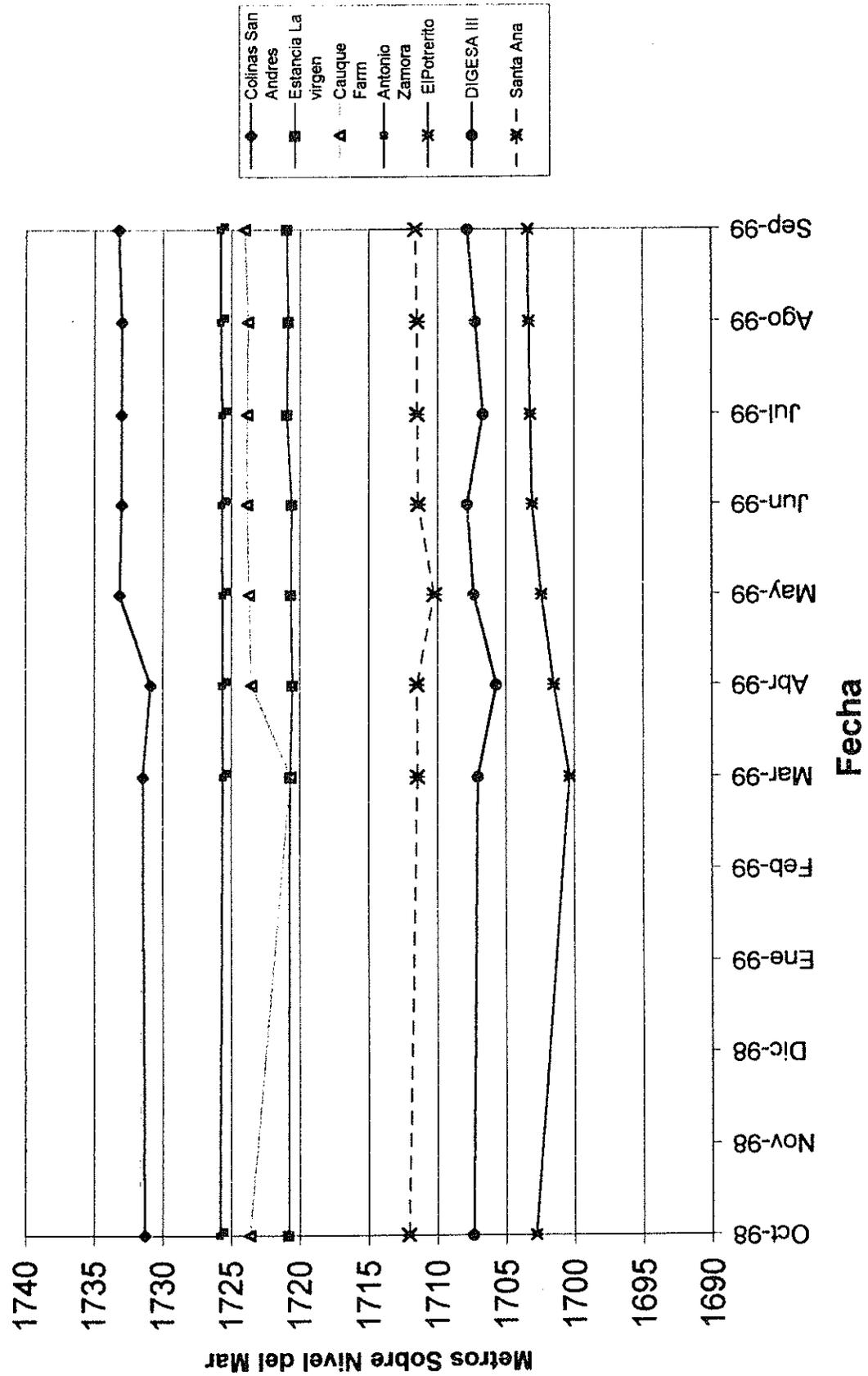


Figura 9 Variación de Nivel estático de algunos pozos en el área de estudio

7.1.4 Demandas de Agua Potable

El 67% de la muestra tiene el servicio de agua entubada proporcionado por la municipalidad, la que utiliza como fuentes de abastecimiento las aguas superficiales del río Negro, captadas en la parte alta y el caudal obtenido por un pozo perforado, lo cual le permite cubrir una parte de las demandas de la población.

Un 33% recurre a los llenos cantaros (16, más algunos inhabilitados) ubicados en la población, mientras que la necesidad de lavado de ropa es cubierta por un 67% en las pilas públicas, (se contaron 8). De igual manera el 92% de los encuestados respondieron que almacenan agua para usos domésticos (tinajas, toneles, pila, botes de metal).

La cuota que pagan los usuarios del servicio de agua entubada es de Q 3.00 al mes, contestando el 95% de la muestra que estarían dispuestos a pagar una cuota un poco más elevada si se mejoraba el tiempo de acceso al líquido, el cual oscila en promedio en dos a tres horas diarias por sector. La cantidad de miembros por familia se ubica en una media de 6 con una desviación estándar de muestra de 2.31.

Se determinó que la población consume en promedio $0.05 \text{ m}^3/\text{día}/\text{habitante}$, estando este consumo muy por debajo de los valores para cubrir sus necesidades básicas de consumo, tanto para labores domésticas como para consumo. Si se considera la población reportada de 14,177 habitantes y tomando como base una dotación de 180 litros/ día por habitante se tiene una demanda de $2,552 \text{ m}^3/\text{día}$ mientras que el caudal del pozo municipal produce $1,227 \text{ m}^3/\text{día}$ que suple solamente el 48% de la demanda estimada, por tal motivo se realizan captaciones adicionales en los manantiales La Toma (hacia el suroeste de la población) y La Chorrera en la parte media de la Cuenca del Río Negro (al este de la aldea Chicasanga) Siendo la demanda insatisfecha de 16 L/ s sería necesario implementar un campo de albergue al menos un pozo para uso potable con producción de 20 L/ s.

7.1.5 Demanda de Agua Agrícola

Anteriormente dentro de la línea de Investigación Básica para la Planificación de la Cuenca del río Itzapa Romero F, 1998 (16) determina que es necesario un caudal de $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$, para regar el área actual cultivada a las orillas del río (38.48 Ha.) y al mismo tiempo el área potencialmente regable (201.27 Ha) que se determinó en este estudio, para un total de 239.75 Ha, lo que representa un avance en el desarrollo de la agricultura local. Por tanto, con dicho caudal aplicado se requiere construir 6 pozos con una producción de 25 L/s o más, (esto dependería de las capacidades de los pozos) para cubrir la demanda de riego durante el periodo de 180 días trabajando tres turnos de 6 horas cada uno con un intervalo de riego crítico de 8 días de acuerdo al calendario de riego calculado y recomendado en el estudio anterior.

7.1.6 Calidad Química

Los resultados de los análisis de las muestras de agua comprenden los siguientes parámetros medidos en el campo y en el laboratorio y se compara las diferencias en cuanto al valor reportado debido a la manipulación y alteración de las muestras durante el transporte:

TABLA 5 Comparación de los Parámetros Medidos en el Campo y En Laboratorio

LUGAR DE MUESTREO	Temperatura (°C)	pH de Campo	pH de laboratorio	C.E (μS/cm) Campo	C.E. a 25°C Laboratorio
a) Manantial Chicasanga	16.3	6.9	6.8	179	148
b) Río Itzapa	16.4	7.4	7.6	267	269
c) Manantial Xipacay	21.7	6.9	7.2	165	172
d) Pozo Municipal de San Andrés	23.7	6.9	7.2	212	217
e) Pozo Colinas de San Andrés	23.2	6.8	7.1	180	185
f) Pozo Finca Cauque Farm	23.0	6.8	7.1	176	185
g) Pozo Avícola Las Tunas	23.1	7.0	7.1	180	201
h) Pozo Estancia de la Virgen	22.5	6.8	7.0	198	231
i) Pozo Quintas Los Aposentos	23.7	6.9	7.6	198	205
j) Pozo Fabrica AVANTEX	20.5	6.8	7.3	215	234
k) Pozo Bosques de Santa Ana	21.6	6.9	7.1	160	167
l) Manantial Los Aposentos	21.2	6.9	6.8	160	165

El valor de temperatura para el agua proveniente de pozo tiene un valor promedio de 22.7 °C, el cual es bastante cercano a la temperatura ambiental media anual de 23 °C, por lo que de acuerdo a la clasificación de Schoeller (Custodio y Llamas, 1983) son Aguas Ortotermales o Normales, mientras que el agua proveniente de manantial es un poco más fría, posiblemente debido a que fueron tomadas a una altitud mayor de 2,000 msnm y haya sido influenciada por la temperatura ambiente más fría.

El pH se presenta en un rango neutro (6.8 a 7.0), siendo el valor más alto de 7.4 correspondiente al agua del río, posiblemente por la presencia de sedimentos en suspensión, la conductividad eléctrica en general es baja estando en un rango de 157 a 215 μ S/ cm, los datos de campo son menores a los determinados en el laboratorio, debido a que el agua subterránea se expone a un ambiente químico diferente al que existe en la matriz que lo contiene. Los resultados del análisis de laboratorio para los cationes mayores se presentan en meq/l y en porcentajes para la localización dentro del diagrama de Piper.

Tabla 6 Resultados de los Análisis Químicos de las Muestras de Agua del período 1997-1998

Muestra	Ca ⁺⁺ meq/l %	Mg ⁺⁺ meq/l %	Na ⁺ Meq/l	K ⁺ meq/l	Na+K %	Cl ⁻ meq/l %	SO ₄ ⁻ Meq/l %	HCO ₃ ⁻ Meq/l %
A. Manantial Chicasanga	0.62 42.7	0.41 28.3	0.31	0.11	29	0.141 10.2	0.166 11.9	1.082 77.9
B. Río Itzapa	0.75 42.4	0.58 32.8	0.33	0.11	24.8	0.141 9.6	0.0416 28.2	0.918 62.2
C. Manantial Xipacay	0.75 41.7	0.53 29.4	0.42	0.10	28.9	0.141 8.2	0.146 8.4	1.442 83.4
D. Pozo municipal de San Andrés Itzapa	0.87 40.1	0.72 33.2	0.47	0.11	26.7	0.127 7.2	0.021 1.2	1.606 91.6
E. Pozo Lotif. Colinas de San Andrés	0.75 37.5	0.60 30.0	0.56	0.09	32.5	0.183 9.8	0.042 2.3	1.639 87.9
F. Pozo Finca CAUQUE FARM	0.75 39.5	0.60 31.6	0.46	0.09	28.9	0.183 10.0	0.104 5.7	1.54 84.3
G. Pozo Avícola Las Tunas	0.75 39.9	0.58 30.8	0.45	0.10	29.3	0.268 13.6	0.125 6.4	1.573 80.0
H. Pozo lotif. Estancia de la Virgen	0.84 38.4	0.68 31.0	0.58	0.09	30.6	0.155 7.2	0.25 11.7	1.737 81.1
I. Pozo Col. Quinta Los Aposentos	0.75 35.4	0.68 32.1	0.59	0.10	32.5	0.169 8.4	0.042 2.1	1.803 89.5
J. Pozo de la Fabrica AVANTEEX	0.87 38.0	0.76 33.2	0.58	0.08	28.8	0.141 6.5	0.083 3.9	1.934 89.6
K. Pozo Lotif. Bosques de Santa Ana	0.62 37.1	0.51 31.5	0.47	0.07	32.3	0.141 9.9	0.042 2.9	1.245 87.5
L. Manantial Los Aposentos	0.62 38.7	0.47 29.4	0.43	0.08	31.9	0.141 7.5	0.333 17.7	1.409 74.8

El agua contenida en el acuífero de acuerdo al análisis varía muy poco en los puntos muestreados, ya que debido a que el flujo tiene un movimiento bastante rápido (transmisividades de 5,000 a 7,000 m²/día), no existe un tiempo suficiente para que se den reacciones significativas con el material presente.

De acuerdo al diagrama de Piper (figura 11), el agua de los puntos de muestra son del tipo Bicarbonatadas-Cálcicas, debido a que es un acuífero libre y los manantiales y pozos se encuentran concentrados en la parte media hacia la parte alta, el agua extraída corresponde a las de la recarga, y son aguas jóvenes, es decir han permanecido poco tiempo en movimiento dentro del manto acuífero.

Los resultados de la hidroquímica (expresados en mg/l), que sirvieron de base para calcular el error del balance de carga (EPM) y de los sólidos disueltos totales (SDT) se presenta en la tabla 7. Se puede observar que se encontraron iones de hierro (Fe⁺⁺), Nitrato (NO₃⁻) y Fluor (F).

El error epm de las muestras de manantiales fue un poco alto (11 a 11.64%), debido probablemente por contaminación a la hora de la toma de las muestras, mientras que el error de las muestras de agua de pozo se presentó bajo (menos de 8.5%) lo que se cataloga aceptable. De los resultados anteriores se desprende que el agua muestreada presenta mayor contenido de aniones que de cationes, pero es posible que existen otros cationes de los que no se analizó su presencia en las muestras.

En los resultados de Sólidos Disueltos Totales (SDT), se presentaron en un rango de 85 a 121 mg/l, lo que se considera bajo, debido posiblemente al corto tiempo que pasa circulando en la matriz subterránea.

Tabla 7 Resultados de Hidroquímica, Error y Sólidos Disueltos Totales periodo 1997-1998

MUESTRA	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		K ⁺		Fe ⁺⁺		E (m.c.z) meq/L
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	
A. Manantial Chicasanga	12.425	0.00062	4.984	0.00041	7.13	0.00031	4.301	0.00011	0.06	0.000002149	1.452x10 ⁻³
B. Rio Itzapa	15.03	0.00075	7.05	0.00058	7.59	0.00033	4.301	0.00011	5.11	0.000183	1.953x10 ⁻³
C. Manantial Xipacay	15.03	0.00075	6.442	0.00053	9.66	0.00042	3.91	0.00010	0.05	0.000001791	1.802x10 ⁻³
D. Pozo Municipal. Sn Andres	17.435	0.00087	8.752	0.00072	10.81	0.00047	4.301	0.00011	0.10	0.000003581	2.173x10 ⁻³
E. Pozo Colinas Sn Andrés	15.03	0.00075	7.293	0.00060	12.88	0.00056	3.519	0.00009	0.12	0.0000043	2.004x10 ⁻³
F. Pozo Cauque Farm	15.03	0.00075	7.293	0.00060	10.58	0.00046	3.519	0.00009	0.05	0.000001791	1.902x10 ⁻³
G. Pozo Avícola Las Tunas	15.03	0.00075	7.05	0.00058	10.35	0.00045	3.91	0.00010	0.05	0.000001791	1.882x10 ⁻³
H. Pozo Estancia la Virgen	16.834	0.00084	8.265	0.00068	13.34	0.00058	3.519	0.00009	2.05	0.00007341	2.263x10 ⁻³
I. Pozo Quintas Los Aposentos	15.03	0.00075	8.265	0.00068	13.57	0.00010	3.91	0.00010	0.05	0.000001791	2.122x10 ⁻³
J. Pozo Fabrica AVANTIX	17.435	0.00087	9.238	0.00076	13.34	0.00058	3.128	0.00008	0.10	0.000003581	2.294x10 ⁻³
K. Pozo Bosques Santa Ana	12.425	0.00062	6.2	0.00051	10.81	0.00047	2.737	0.00007	0.06	0.00000215	1.672x10 ⁻³
L. Manantial Los Aposentos	12.425	0.00062	5.713	0.00047	9.89	0.00043	3.128	0.00008	0.05	0.000001791	1.602x10 ⁻³

MUESTRA	Cl ⁻		SO ₄ ⁻		HCO ₃ ⁻		NO ₃ ⁻		F ⁻		E(m.n.z) meq/l	Error %	SDT mg/l
	mg/l	meq/l	Mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l			
A. Manantial Chicasanga	5.0	1.41	8.0	1.66	66.0	1.082	11.22	1.81	0.28	1.474	1.585x10 ⁻³	-4.37	85.9
B. Rio Itzapa	5.0	1.41	2.0	0.416	56.0	0.918	20.9	3.371	0		1.812x10 ⁻³	3.75	94.5
C. Manantial Xipacay	5.0	1.41	7.0	1.46	88.0	1.442	3.3	0.5323	0.29	1.53	2.277x10 ⁻³	-11.64	94.0
D. Pozo Municipal. Sn Andres	4.5	1.27	1.0	0.21	98.0	1.606	4.4	0.71	0.15	0.79	1.833x10 ⁻³	3.67	96.4
E. Pozo Colinas Sn Andrés	6.5	1.83	2.0	0.42	100.0	1.639	7.19	1.16	0.22	1.16	1.992x10 ⁻³	0.30	103.9
F. Pozo Cauque Farm	6.5	1.83	5.0	1.04	94.0	1.54	5.06	0.816	0.50	2.63	1.935x10 ⁻³	-0.86	99.8
G. Pozo Avícola Las Tunas	9.5	2.68	6.0	1.25	96.0	1.573	5.72	0.9226	0.38	2.0	2.078x10 ⁻³	-4.95	105.2
H. Pozo Estancia la Virgen	5.5	1.55	12.0	2.50	106.0	1.737	7.48	1.206	0.09	0.474	2.267x10 ⁻³	5.34	123.8
I. Pozo Quintas Los Aposentos	6.0	1.69	2.0	0.42	110.0	1.803	5.28	0.8516	0.50	2.632	2.125x10 ⁻³	-0.07	108.7
J. Pozo Fabrica AVANTEX	5.0	1.41	4.0	0.83	118.0	1.934	10.0	1.613	0.18	0.95	2.329x10 ⁻³	-0.76	120.4
K. Pozo Bosques Santa Ana	5.0	1.41	2.0	0.42	76.0	1.245	9.24	1.49	0.34	1.80	1.595x10 ⁻³	2.36	103.6
L. Manantial Los Aposentos	5.0	1.41	16.0	3.33	86.0	1.409	6.82	1.10	0.12	0.632	1.999x10 ⁻³	-11.02	118.9

Tabla 8 Resultados de los Análisis Químicos de las Muestras de Agua del periodo julio-agosto 1999

Muestra	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ Meq/l	K ⁺ meq/l	Na+K %	Cl ⁻		SO ₄ ⁻		HCO ₃ ⁻	
	meq/l	%	meq/l	%				meq/l	%	Meq/l	%	Meq/l	%
A. Manantial Chicasanga	0.50	36.5	0.45	32.8	0.30	0.12	30.7	0.141	9.1	0.208	14.5	1.082	75.6
B. Rio Itzapa	0.62	41.3	0.51	34.0	0.26	0.11	24.7	0.169	12.1	0.083	5.9	1.147	82.0
C. Manantial Xipacay	0.87	41.8	0.66	31.7	0.44	0.11	26.5	0.169	9.2	0.125	6.8	1.540	84.0
D. Pozo municipal de San Andrés Itzapa	1.00	51.3	0.54	27.7	0.30	0.11	21.0	0.282	12.9	0.166	7.6	1.737	79.5
E. Pozo Lotif. Colinas de San Andrés	0.75	47.8	0.44	28.0	0.30	0.08	24.2	0.127	7.2	0.104	5.9	1.54	86.9
L. Manantial Los Aposentos	0.75	50.3	0.36	24.2	0.30	0.08	25.5	0.141	8.5	0.146	8.8	1.377	82.7

Tabla 9 Resultados de Hidroquímica, Error y Sólidos Disueltos Totales período julio-agosto 1999

MUESTRA	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		K ⁺		Fe ⁺⁺		E (m.c.z) Meq/L
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	
A. Manantial Chicasanga	10.02	0.0005	5.47	0.00045	6.9	0.0003	4.692	0.00012	0.16	0.0000573	1.376x10 ⁻³
B. Río Itzapa	12.425	0.00062	6.2	0.00051	5.977	0.00026	4.301	0.00011	2.12	0.0000759	1.576x10 ⁻³
C. Manantial Xipacay	17.435	0.00087	8.023	0.00066	10.45	0.00044	4.301	0.00011	0.04	0.00000143	2.081x10 ⁻³
D. Pozo Municipal. Sn Andres	20.04	0.001	6.564	0.00054	6.9	0.0003	4.301	0.00011	0.05	0.00000179	1.952x10 ⁻³
E. Pozo Colinas Sn Andrés	15.03	0.00075	5.349	0.00044	6.9	0.0003	3.128	0.00008	0.06	0.00000215	1.572x10 ⁻³
L. Manantial Los Aposentos	15.03	0.00075	4.376	0.00036	6.9	0.0003	3.128	0.00008	0.05	0.00000179	1.492x10 ⁻³

MUESTRA	Cl ⁻		SO ₄ ⁻⁻		HCO ₃ ⁻		NO ₃ ⁻		F ⁻		E(mg.z) meq/l	Error %	SDT mg/l
	mg/l	meq/l x10 ⁻⁴	mg/l	meq/l x10 ⁻⁴	mg/l	meq/l x10 ⁻³	mg/l	meq/l x10 ⁻⁴	mg/l	meq/l x10 ⁻⁵			
A. Manantial Chicasanga	5.0	1.41	10.0	2.08	66.0	1.082	10.12	1.632	0.21	1.105	1.605x10 ⁻³	-7.68	85.0
B. Río Itzapa	6.0	1.69	4.0	0.83	70.0	1.147	8.44	1.361	0.08	0.421	1.539x10 ⁻³	1.19	84.0
C. Manantial Xipacay	6.0	1.69	6.0	1.25	94.0	1.54	6.6	1.064	0.23	1.211	1.952x10 ⁻³	3.2	105.0
D. Pozo Municipal. Sn Andres	10.0	2.82	8.0	1.66	106.0	1.737	12.98	2.093	0.17	0.895	2.203x10 ⁻³	-6.04	121.1
E. Pozo Colinas Sn Andrés	4.5	1.27	5.0	1.04	94.0	1.54	5.98	0.852	0.34	1.79	1.874x10 ⁻³	-8.76	91.8
L. Manantial Los Aposentos	5.0	1.41	7.0	1.46	84.0	1.377	9.46	1.526	0.28	1.474	1.831x10 ⁻³	-10.2	92.5

En las tablas 8 y 9 se presentan los análisis químicos de algunos pozos y manantiales que continúan bajo control (julio-agosto 1999). Al comparar los resultados de 1998 con los de 1999 se observa que el calcio (Ca⁺) se mantiene similar en su concentración a excepción del pozo de la municipalidad de San Andrés Itzapa donde de 15.431 mg/L (1998) aumentó a 20.04 mg/L (1999), así como también en los manantiales de Xipacay (15.03 mg/L a 15.03 mg/L). Por el contrario el Magnesio (Mg⁺⁺) disminuyó levemente en los pozos de la municipalidad de San Andrés Itzapa (6.442 mg/L) y Colinas de San Andrés (7.293 mg/L) del año 1998 con respecto a 1999 (pozo municipal 6.564 mg/L y Colinas de San Andrés 5.349 mg/L).

El Sodio (Na⁺) disminuyó tanto en pozos como manantiales, mientras que el Potasio (K⁺) se mantuvo similar en su concentración de 1998 a 1999. En cuanto a los aniones se destaca el hecho que en el pozo de la municipalidad de San Andrés Itzapa aumentaron las concentraciones de las sustancias analizadas: Cl⁻ de 4.5 mg/L (1998) a 10 mg/L (1999); SO₄⁻ de 1.0 mg/L (1998) a 8.0 mg/L (1999); HCO₃⁻ de 98 mg/L (1998) a 106 mg/L (1999); NO₃⁻ de 4.4 mg/L (1998) a 12.98 mg/L (1999), siendo posible que por estar este pozo en medio de la población, se estén dando lixiviaciones de contaminantes al acuífero, como lo atestigua el incremento en sólidos disueltos totales que reportaron 96.4 mg/L en 1998 y 121.1 mg/L en 1999.

Los resultados de análisis químicos como microbiológicos se presentan en el apéndice.

En cuanto a la calidad biológica del agua subterránea, se mantuvieron los resultados obtenidos en las primeras muestras, ya que en el caso de los pozos perforados, el resultado de acuerdo a las normas de COGUANOR, bacteriológicamente son potables, en algunos casos mejoraron los resultados; para el caso del nacimiento de Los Aposentos, se mantuvieron como aguas bacteriológicamente Potables, de tal cuenta que son en terminos generales aptas para consumo humano, siempre y cuando de mantengan libres de microorganismos y se evite la contaminación del acuífero profundo. También debe seguirse con la cloración para evitar enfermedades causadas por aguas contaminadas.

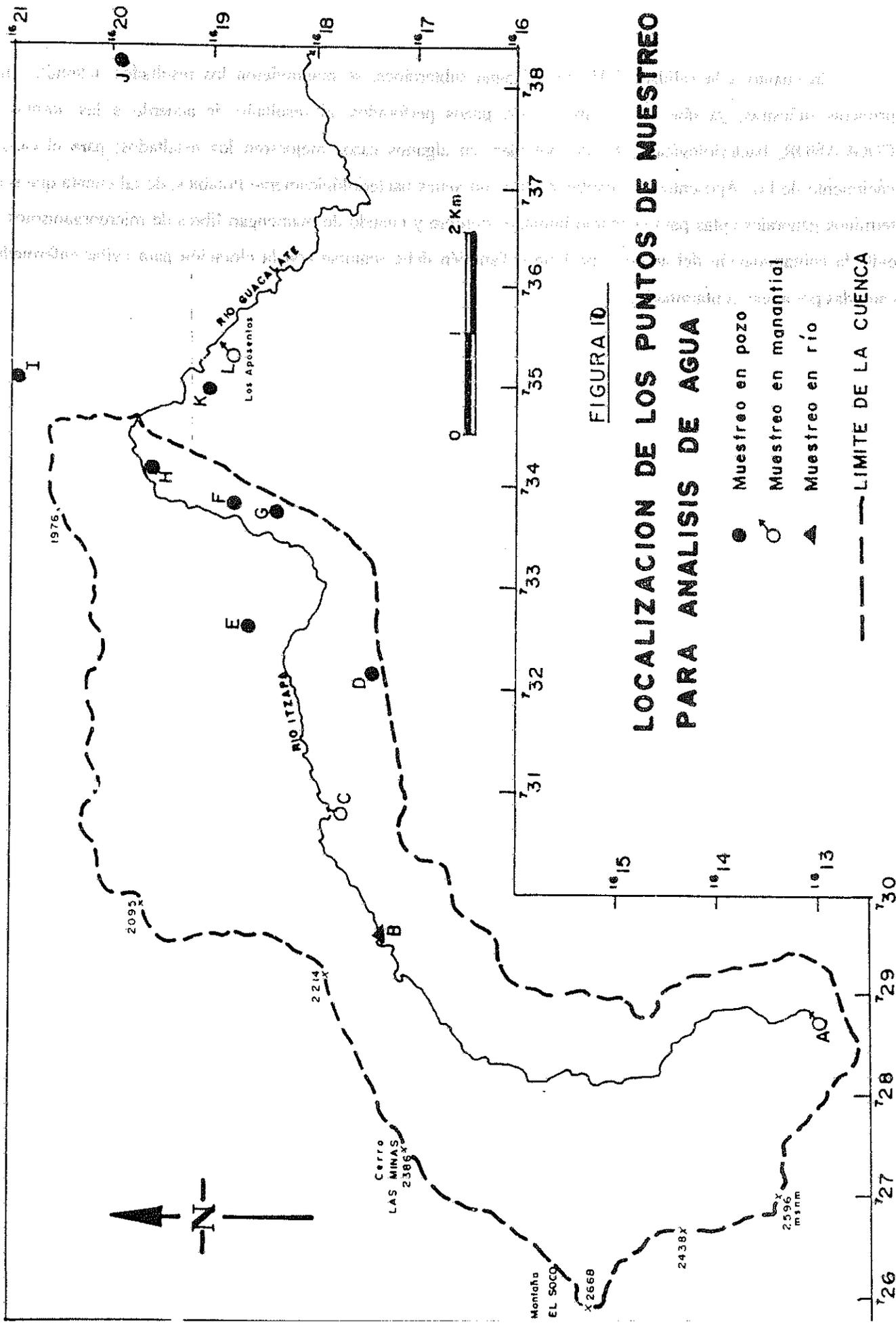


FIGURA 10

LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA ANALISIS DE AGUA

- Muestreo en pozo
- ♂ Muestreo en manantial
- ▲ Muestreo en río
- LIMITE DE LA CUENCA

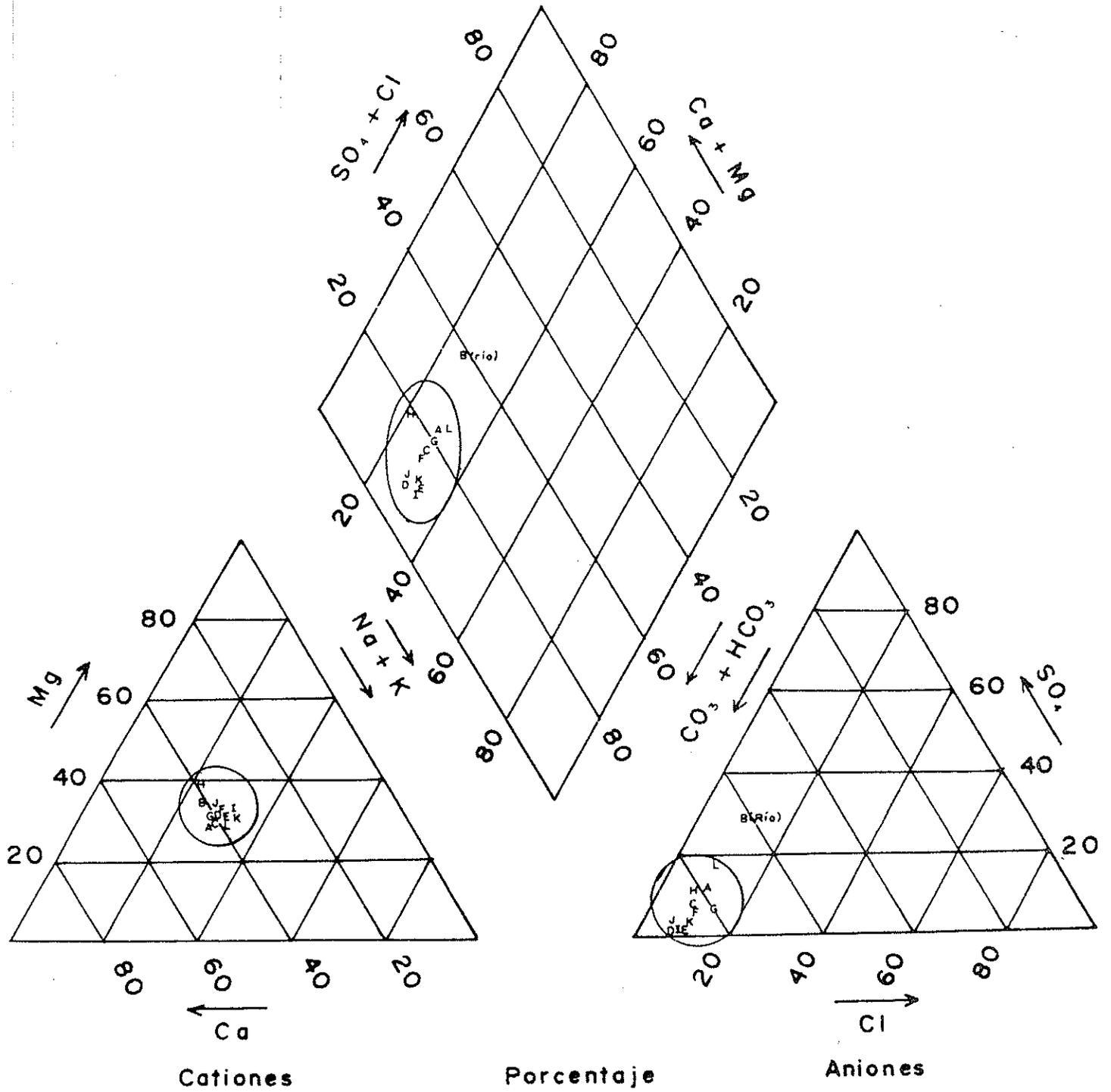


Figura 11 DIAGRAMA DE PIPER

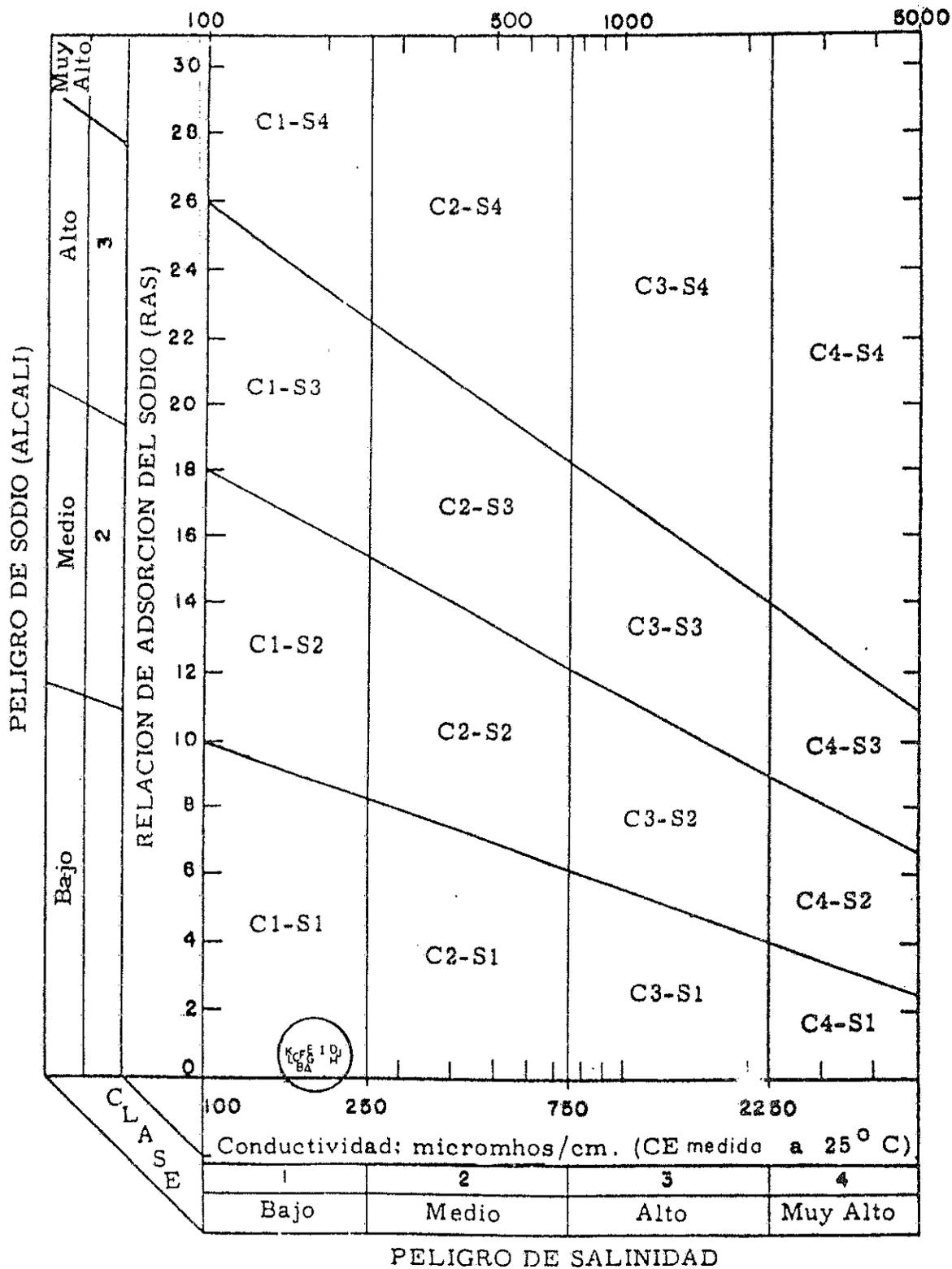


Figura 12. Diagrama para la clasificación de las aguas para riego (según Wilcox, 1948)

7.1.7 RECARGA DEL ACUIFERO

7.1.7.1 Precipitación

Con los datos de precipitación observada en las estaciones meteorológicas de la aldea Chicasanga y La Alameda-ICTA presentados en las tablas 10 y 11 utilizando las ecuaciones 17 y 18 de acuerdo a la intensidad de la lluvia.. Con estas formulas se obtuvieron porcentajes de infiltración de lluvia entre 78 a 94 %, los cuales se han considerado como normales y apegados a los suelos de la cuenca.

Tabla 10 Precipitación pluvial en mm Estación Chicasanga

MES	AÑO						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	MEDIA
Enero	-	11.6	4.9	2.89	0.0	7.6	5.4
Febrero	-	12.3	7.9	0.00	8.4	9.5	7.6
Marzo	-	6.4	14.6	9.5	14.3	15.3	12
Abril	-	48.7	62.36	95.1	15.5	0.00	44.3
Mayo	-	120.3	146.9	235.4	103.5	108.8	142.9
Junio	-	214.1	290.9	381.4	201.3	145.3	246.6
Julio	-	144.5	152.7	201.41	154.25	248.0	180.2
Agosto	221.8	252.8	192.7	158.5	106.75	202.8	189.3
Septiembre	207.2	02.8	292.44	145.7	241.5	336.5	204.4
Octubre	110.8	110.2	158.9	63.2	202.81	344.7	165.1
Noviembre	7.70	64.3	23.1	28.8	24.1	271.5	69.91
Diciembre	5.5	30.5	7.4	12.4	31.1	0	17.4
Total Anual		1218.5	1354.25	1324.3	1203.5	1680	1285.10

Fuente: Proyecto de la cuenca del Río Itzapa

Tabla 11 precipitación en mm de estación Alameda-ICTA

MES	AÑO								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	MEDIA
Enero	0	0	0	9.3	0	6.2	0	0	1.94
Febrero	0	0	0	2.9	0	0	0	0	0.36
Marzo	0	24	0	6	24	0	0	3	7.13
Abril	9	18	18	24	45	93	18	0	28.13
Mayo	232.5	34.1	65.1	145.7	96.1	142.6	68.2	116	112.5
Junio	228	150	336	165	267	210	213	204.1	221.6
Julio	46.5	93	80.6	96.1	148.8	244.9	86.8	190.8	123.4
Agosto	68.2	83.7	217	213.9	148.8	148.8	80.6	198.8	144.9
Septiembre	183	174	69	117	234	228	288	83.6	164.6
Octubre	83.7	161.2	108.5	77.5	123	80.6	96	290.1	127.57
Noviembre	3	6	3	9	3	24	51	146.3	30.7
Diciembre	37.2	24.8	0	6.2	31	27.9	3.1	0	16.7
Total	891.1	768.8	897.2	872.6	1120.7	1206	904.7	1231.7	979.7

Fuente INSIVUMEH

7.1.7.2 Evaporación:

Los valores de evaporación de tanque de las estaciones Chicasanga y la Alameda-ICTA se tomaron y fueron multiplicados por 0.8 como se señala en la ecuación 19 principalmente para la estación seca, ya que es cuando se aplica riego, en este caso se aplicó a lo largo de todos los meses del año.

Tabla No.12 Evaporación media mensual en mm Estación Alameda-ICTA periodo 1991-1998

MES	AÑOS								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	MEDIA
Enero	-	97.8	111.5	100.2	104.7	110.1	106.7	81.6	101.8
Febrero	-	80.6	127.7	114.3	112.1	114.7	100.9	131.7	111.71
Marzo	-	135	144.15	158.1	166.5	161.3	155	145.7	152.3
Abril	123.6	161.9	133.6	139.9	170.9	180.9	166.1	156	154.11
Mayo	128.6	131.5	123.8	163	168.6	175.2	164.7	136.4	148.97
Junio	106.6	93	123.3	132.9	154.3	149.8	131.8		146.29
Julio	105.5	103.4	109.5	116.1	124	147.8	155.7		123.14
Agosto	112.3	125.1	132.5	102.1	139.6	117.3	118.4		121.05
Septiembre	82.4	65.4	86.3	116.3	176.8	113.6	176.7		116.79
Octubre	70.8	81.4	52.6	103.5	134.2	111	117.9		95.91
Noviembre	79.7	83.8	149	85.4	107.7	90.6	71.8		95.43
Diciembre	85.8	105.2	96.8	97.8	92.7	106.8	79.6		94.96

Fuente INSIVUMEH

Tabla No.13 Evaporación media mensual Estación Chicasanga periodo 1991-1998

MES	AÑO							MEDIA
	1993	1994	1995	1996	1997	1998		
Enero	-	97.00	79.3	80.10	83.5	82.91	84.86	
Febrero	-	136.6	82.3	92	88.0	99.29	99.64	
Marzo	-	139.8	120.8	105	75	99.40	108	
Abril	-	151.7	155.6	120	63.4	103.92	118.92	
Mayo	-	121.3	132.4	90.6	113.6	110.1	113.6	
Junio	-	133.1	125.6	63.2	62.8	96.62	115.59	
Julio	-	128.8	113.8	108.8	35.95	110.49	99.57	
Agosto	62.82	83.80	101.3	105	91.45	104.65	91.50	
Septiembre	91.82	113.2	93.10	86.4	98.5	94.48	96.25	
Octubre	86.41	167.7	99.6	111.9	125.6	99.08	115.05	
Noviembre	95.00	85.80	84.99	67.3	98.1	87.04	91.37	
Diciembre	80.60	109.2	82.30	64.9	27.1	72.82	72.84	

Fuente: Proyecto de la cuenca del Río Itzapa

7.1.7.3 Escorrentía Superficial:

Los aforos diferenciales se realizaron a lo largo de todo el año 1998, realizándose en 14 sitios dentro del trayecto del río desde la Quebrada Chicasanga hasta el punto de aforo de la cuenca denominada Estación El Puente, los resultados se presentan en la tabla 14.

En la parte media de la cuenca, en el tramo comprendido desde el nacimiento Xipacay hasta el poblado de San Andrés Itzapa, se realizan extracciones de agua del río para riego por lo que no fue posible realizar aforos en esta parte del río. Sobre la base de los resultados, el río presenta un aumento de caudal en algunos tramos de la parte alta, debido a aportes de las quebradas presentes y pequeños manantiales alimentados por un escurrimiento subsuperficial. Pero en la parte media donde la orografía cambia, y no se presentan quebradas, se identificó pérdidas o disminución del caudal del río (figura 13). Siendo el caso de los ríos influyentes, es decir aportan parte de su caudal al acuífero presente.

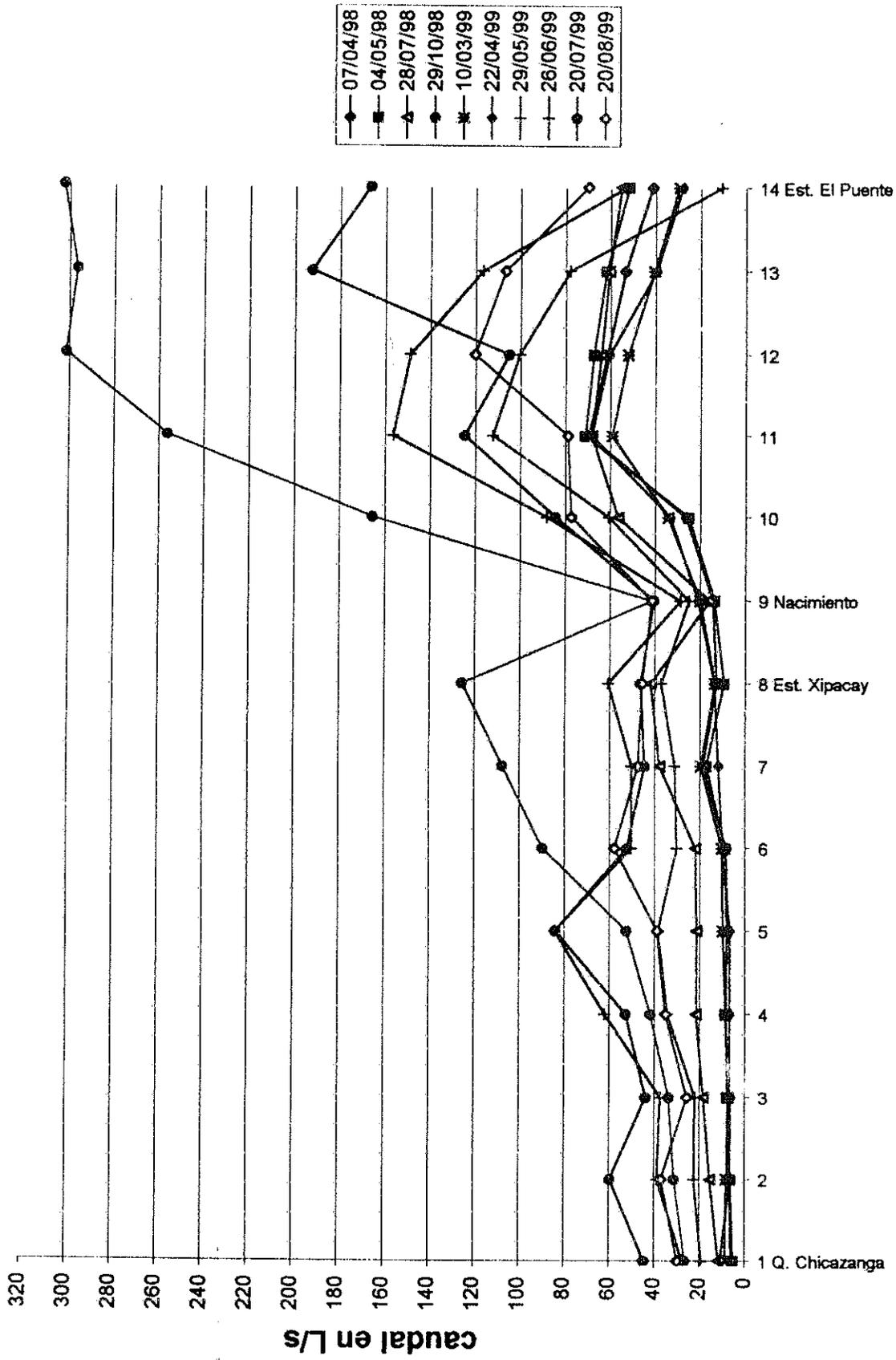
Tabla 14 Aforos Diferenciales del Río Itzapa en L/s.

Punto de Aforo	Lugar	28/2/1998	7/4/1998	4/5/1998	28/7/1998	29/10/1998	10/03/1999	22/04/1999	29/05/1999	26/06/1999	20/07/1999	20/08/1999
1	Final de la Quebrada Chicasanga	6.6	5.81	5.2	11.6	26.5	8.74	10.59	19.02	27.44	44.46	29.76
2	Después de la unión de Quebrada Chicasanga y Quebrada Fria	7.4	6.54	6.31	15.3	31.2	8.03	6.38	22.45	38.53	59.44	36.8
3	Antes de la Quebrada Soca	6.67	6.71	7.62	18.2	33.6	7.22	6.79	22	37.37	43.65	25.6
4	Antes de la Quebrada El Soco	8.8	8.74	8.4	21.54	41.85	8.51	6.59	34.3	62	52.72	35.1
5	Antes de la Quebrada Las Minas	8.9	7.82	7.9	21.3	52.3	9.84	6.64	38.4	84.08	83.85	38.97
6	El Peñasco	9.02	8.43	8.7	21.9	89.8	10.3	9.92	30.19	50.46	52.11	57.74
7	Intersección del río y el camino de la Aldea El Aguacate	21.5	18.67	17.1	37.8	107.56	19.46	11.88	31.02	50.16	44.42	47.19
8	Estación limnimétrica Xipacay	11.8	12.7	9.3	41.8	125.36	13.29	13.63	37	60.63	46.12	45.49
9	Nacimiento Xipacay	19.7	14.12	13.6	15.8	41.23	20.05	20.92	24.8	28.59	40.5	41.31
10	Después de la unión del río y el nacimiento Xipacay	32.1	26.24	25.1	56.5	165.35	34.19	33.33	60.6	88.19	84.28	77.24
11	Después del poblado de San Andrés Itzapa (lado noreste)	62.89	69.4	71.0	68.2	256.31	59.12	68.1	112.1	156.31	124.55	78.81
12	Abajo Finca Cauque Farm	50.25	61.3	67.2	64.0	301.26	52.03	60.3	100.4	148.8	105.05	120.07
13	Al oeste de la Lotificación La Estancia de la Virgen	45.11	53.4	61.7	60.4	296.5	40.43	39.42	78	116.69	192.62	106.58
14	Estación limnimétrica El Puente	32.3	41.2	51.8	55.0	302.56	29.59	27.94	40.6	52.97	166.57	96.92

*

* Comienzo de los efectos del Huracán Mitch.

Variación de caudal



puntos de aforo

Figura 13 Aforos diferenciales del Río Itzapa período febrero 1998 - agosto 1999

7.1.7.4 Balance hídrico:

La parte alta de la cuenca presento mayor precipitación, menor evaporación, con suelos de textura gruesa (Franco arenosa a arena franca)y una mayor profundidad radicular debida a la cobertura vegetal constituida principalmente por árboles(pino, ciprés, aliso, encino, etc.), arbustos (denominado guatal o guamil) y en una menor proporción pastizal. El área delimitada corresponde a 15.49 Km², en la cual una parte de la infiltración de la lluvia produce una descarga al rio como flujo subsuperficial y el resto recarga el acuífero profundo.

La parte baja de la cuenca presenta valores de precipitación más bajos y más altos en lo que respecta a la evaporación, los suelos presentes tienen una textura mediana (franco arcillo arenosos) y la profundidad radicular oscila alrededor de los 40 cms por ser una zona agrícola con cultivos anuales principalmente maíz y frijol. El área de influencia de la parte baja es de 11.22 Km² en la cual la lluvia infiltrada recarga directamente el acuífero profundo.

7.1.7.5 Recarga Total :

Con los datos de 1991 a 1998 se calculó una recarga media por medio de la hoja electrónica elaborada por Rodríguez (1990) anual de 6.545 millones de metros cúbicos, pudiéndose apreciar que la existe una mayor recarga en la parte alta de la cuenca con 5.337 millones de metros cúbicos (81.53%), el resto de la recarga se da en la parte baja de la cuenca con 1.209 millones de metros cúbicos (18.47%), aunque no se estimaron en este estudio otro tipo de recarga, Herrera (1998) reporta una recarga lateral de 0.893 m³/ año un tipo de flujo de tubo que no es contemplado en este estudio.

Tabla 15 Volumen de recarga total media anual en la cuenca del río Itzapa

Recarga	Lamina de Agua (m)	Volumen Anual m ³ x 10 ⁶
Parte Baja de la Cuenca (área = 11.22 Km ²)	0.10775	1.209
Parte Alta de la Cuenca (Área = 15.49 Km ²)	0.34453	5.337

Total = 6.546

Con los anteriores resultados se tiene una discrepancia de estimación con el estudio Herrera I. Isaac R. debido a que los datos que se tomaron son medias mensuales, por lo que es mejor utilizar los datos diarios que se utilizan para determinar la recarga hídrica.

Tabla 16 Balance Hidrico de suelos parte alta de la cuenca del Río Itzapa

BALANCE HIDRICO DE SUELOS													
Zona de Estudio:		PARTE ALTA CUENCA ITZAPA											
Fecha:		PERIODO 1993 - 1998											
Textura de Suelo:		Franco arenoso											
Simbología													
fc: Capacidad de Infiltración.		P: Precipitación Media Mensual.											
I: Infiltración.		Pi: Precipitación que infiltra.											
CC: Capacidad de Campo.		ESC: Escomentía Superficial											
PM: Punto de Marchitez.		ETP: Evapotranspiración Potencial.											
PR: Profundidad de Raíces.		ETR: Evapotranspiración Real.											
PAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.		HSi: Humedad de Suelo Inicial.											
DS: Densidad de Suelo.		HD: Humedad Disponible											
		HSf: Humedad de Suelo Final.											
		DCC: Déficit de Capacidad de Campo.											
		Rp: Recarga Potencial											
		NR: Necesidad de Riego.											
		(%) (mm)											
fc (mm/d):		2160.00		CC		22.60		379.68					
I (%):		0.85		PM		12.20		204.96					
DS (g/cm3):		1.2		RAD		10.40		174.72					
PR (mm):		1400.00											
HSi (mm):		204.96											

Concepto	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Total
P (mm)	44.30	142.98	246.60	180.17	189.23	204.38	165.10	29.60	55.93	5.40	7.62	12.02	181.02
Pi (mm)	37.66	121.53	209.61	153.14	160.85	173.71	140.34	25.16	14.79	4.59	6.48	10.22	962.29
ESC (mm)	9.35	50.69	12.27	40.95	11.29	43.86	4.56	0.68	0.77	4.80	0.00	1.80	3868.38
ETP (mm)	95.14	90.89	92.47	79.66	73.20	77.00	92.05	69.63	58.26	67.88	79.71	86.40	2466.94
HSi (mm)	204.96	229.34	300.94	379.68	379.68	379.68	379.68	379.68	347.88	323.23	293.45	270.17	
HD (mm)	37.66	145.91	305.59	327.86	335.57	348.43	315.06	199.88	157.71	122.86	94.97	75.43	
ETR (mm)	13.28	49.93	92.47	79.66	73.20	77.00	92.05	56.96	39.44	34.38	29.75	24.96	
HSf (mm)	229.34	300.94	379.68	379.68	379.68	379.68	379.68	347.88	323.23	293.45	270.17	255.43	
DCC (mm)	150.34	78.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.80	56.45	86.23	109.51	124.25	
Rp (mm)	0.00	0.00	38.40	73.48	87.65	96.71	48.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	344.53
NR (mm)	232.20	119.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.47	75.27	119.74	159.46	185.69	936.52

Tabla 17 Balance Hídrico de Suelos Parte Baja de la Cuenca del Río Itzapa

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Zona de Estudio: PARTE BAJA CUENCA ITZAPA

Fecha: PERIODO 1991 - 1998

Textura de Suelo: Franco arcilloso

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que Infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSI: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSF: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

fc (mmvd): 1440.00

I (%): 0.78

DS (g/cm3): 1.30

PR (mm): 400.00

HSI (mm): 55.64

P (%) (mm)

CC 20.00 104.00

PM 10.70 55.64

RAD 9.30 46.36

Concepto	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Total
P (mm)	28.13	112.50	221.60	123.40	144.90	164.60	127.57	30.70	16.70	1.94	0.36	7.13	979.53
Pi (mm)	21.94	67.75	172.85	96.25	113.02	128.39	99.51	23.95	13.03	1.51	0.28	5.56	764.04
ESC (mm)	9.35	50.69	12.27	40.95	11.29	43.86	4.56	0.68	0.77	4.80	0.00	1.57	180.79
ETP (mm)	123.29	119.18	117.03	98.51	96.84	93.43	76.73	76.34	76.97	81.44	89.37	121.84	1170.97
HSI (mm)	55.64	61.82	82.75	104.00	103.26	104.00	104.00	104.00	83.68	71.49	62.11	58.01	
HD (mm)	21.94	93.93	199.96	144.61	160.64	176.75	147.87	72.31	41.07	17.36	6.75	7.93	
ETR (mm)	15.76	66.82	117.03	96.99	96.84	93.43	76.73	44.27	25.22	10.89	4.38	5.68	
HSF (mm)	61.82	82.75	104.00	103.26	104.00	104.00	104.00	83.68	71.49	62.11	58.01	57.89	
DCC (mm)	42.18	21.25	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	20.32	32.51	41.89	45.99	46.11	
Rp (mm)	0.00	0.00	34.57	0.00	15.44	34.96	22.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.75
NR (mm)	149.71	73.61	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00	52.39	84.26	112.44	130.96	162.27	767.92

7.1.7.6 Extracción Actual de Agua subterránea:

Actualmente la forma más común de captar agua subterránea es a través de un pozo de forma cilíndrica de un diámetro menor que la profundidad. La mayoría de pozos son perforados, con un diámetro promedio de 8 pulgadas y revestidos con tubería metálica, existiendo unos pocos pozos excavados a mano con diámetros entre 0.80 a 1.00 metro de diámetro sin ningún tipo de revestimiento, las producciones de los pozos se presentan en la tabla 16.

La profundidad de los pozos varía de 100 hasta 300 metros, normalmente la rejilla se encuentra un poco antes o en el nivel freático hasta el fondo del pozo. La explotación por medio de pozos mecánicos se encuentra de 3 a 15 litros por segundo por pozo (50 a 240 GPM), dependiendo del destino que se le da al agua extraída, (agua potable y riego). El bombeo no es continuo, por lo que las extracciones duran de 50 a 85 horas semanales, exceptuando el pozo municipal de San Andrés Itzapa que trabaja 24 horas.

Con estos datos se calculó la extracción de agua subterránea actual en metros cúbicos por año, dando como resultado una extracción cercana a los dos millones de metros cúbicos por año.

Tabla 18 Extracción de Agua Subterránea en la cuenca del Río Itzapa

Tipo de extracción	Caudal (l/s)	Horas/ día	Extracción de Agua (m ³ /año)
Pozo Lotificación Colinas de San Andrés	6.3	12	99,338
Pozo Lotificación Estancia de La Virgen	3.15	12	49,669
Pozo municipal de San Andrés Itzapa	14.2	24	447,811
Pozo Finca Cauque Farm	5.0	10	65,700
Pozo Granja Avícola Las Tunas	3.0	10	39,420
Pozo Agro exportadora AGROVERDE	15.3	10	201,042
Pozo La Cuchilla	5.0	12	78,840
Manantial Xipacay *	28.5	24	898,776
Otros Pozos excavados	2.0	12	31,536

* Manantial

Total = 1 912, 132

7.1.7.7 Potencial del Recurso Hídrico Subterráneo:

Para cuantificar el potencial del recurso hídrico subterráneo, se ha comparado los volúmenes totales de la recarga y de las extracciones anuales, para tomar en cuenta únicamente las reservas potenciales reguladas por los componentes anteriormente calculados, sin tomar en cuenta las reservas permanentes.

Con la recarga anual del acuífero se produce en el área de la cuenca 6.546 millones de metros cúbicos al año, en contraposición la extracción actualmente es aproximadamente 1.912 millones de metros cúbicos al año, teniendo un balance favorable de 4.634 millones de metros cúbicos anuales. Por lo anterior se ha encontrado que la disponibilidad del potencial hídrico subterráneo es alto, ya que la explotación actual es de aproximadamente 29.21% del recurso, por lo tanto existe un 70.79% de excedente del recurso. Siendo las entradas mayores que las salidas por lo tanto la explotación se encuentra en un estado temprano de desarrollo.

7.1.7.8 Costo Económico de Perforar un pozo:

El costo económico de perforar un pozo es elevado, así mismo, la información necesaria para hacer un análisis de costos es limitada debido a la confidencialidad de cada compañía perforadora debido a lo cual en la metodología no se menciona la forma de obtención de esta información. Esta información está estimada para un pozo perforado con una dificultad media, es decir, cada empresa perforadora hace un presupuesto para un tipo de material no demasiado duro y al encontrar un tipo de roca más dura, cobra una cuota extra por la dificultad que conlleva perforar estas formaciones. A continuación se presenta un presupuesto el cual deberá ser actualizado y analizado con parámetros económicos como el nuevo tipo de cambio, y cambio en las tasas de ganancia de cada empresa dedicada a esta actividad.

7.1.7.9 Estimaciones técnicas:

El presupuesto es para un pozo común en el área con una profundidad de 600 pies (182.88 m), con broca de 12 ¼" y tubería de revestimiento de acero al carbón de 8" de diámetro, ranurada (regia) en el espesor de la capa freática, con empaque de grava tamizada en el espacio anular y sello sanitario de cemento para evitar la contaminación con acuíferos superficiales. Incluye la cuantificación de caudal (producción de pozo).

Tabla 19 Costos de Perforar un pozo de 8" de diámetro en el brocal

No.	Actividad	Costo
1.	Transporte, montaje y desmontaje del equipo de perforación y transporte de materiales	Q 15, 800.00
2.	Perforación de 600 pies con broca de 12 ¼" a Q 150.00 / pie	Q 90, 000.00
3.	Valor de 600 pies de tubería de revestimiento de hierro de 8" de diámetro a Q 135.00/p	Q 81, 000.00
4.	Ranuración especial de 300 pies de tubería de revestimiento conforme especificaciones a Q 25.00 / pie	Q 7, 500.00
5.	Instalación de 600 pies de tubería de revestimiento Q 25.00/ pie	Q 15, 000.00
6.	Empaque de grava tamizada conforme especificaciones, colocada en el espacio anular, en la longitud de la rejilla	Q 5, 000.00
7.	Sello sanitario de cemento conforme especificación, incluyendo la cementación del tubo conductor superficial	Q 1, 200.00
8.	Desarrollo del pozo utilizando bailer, desarenador y compresor de aire. Se estiman 36 horas a Q 260.00/ hora	Q 9, 360.00
9.	Prueba de Bombeo utilizando equipo eléctrico sumergible 24 horas	Q 14, 500.00
10.	Análisis macroscópico de las muestras, columna litológica y diagrama de terminación del pozo	Q 1, 800.00

Total incluyendo IVA Q 241, 160.00

Nota: estos precios no incluyen la hora trabajada en material adverso, la cual se estima en Q 300.00 la hora.

Siendo la perforación un gasto alto, se deben de tomar las medidas pertinentes para salvaguardar la inversión hecha en éste. Por lo anterior se propone la construcción de una caseta de protección, no solo de los controles como se acostumbra, sino también del brocal del pozo, para evitar una posible contaminación, sino también restringir el acceso al mismo. Tal como se propone en los planos de las figuras 16.a, 16.b y 16.c.

El gasto que se produce es reducido y es aproximadamente el 1% del total de perforar un pozo de agua, sin tomar en cuenta el costo de la bomba, su instalación y controles de mando.

Tabla 20 Costo de Construir una caseta para protección del pozo y controles

Actividad	Cantidad	Costo de Material	Mano de Obra	Total
Excavado de Cimientos	4 m ²	-----	Q 5.00por m ²	Q 20.00
Cimiento	4 m ²	Q8.50 por m ²	Q 11.00 por m ²	Q 78.00
Levantado de Block	403 unidades	Q 1.81 por unidad	Q 11.00 por m ²	Q 1070.43
Fundición Piso de Concreto	16 m ²	Q 32.85 por m ²	Q 11.00 por m ²	Q 701.60
Colocación de Costaneras	4	Q 2.00 por Costanera	-----	Q 8.00
Colocación de lámina Acanalada	4 3' x 14'	Q 3.20 por pie	Q 1.00 por ml	Q 179.20
Portón	1	Q 300.00	-----	Q 300.00

Costo Total de Construcción de la Caseta Q 2357.23

POLITICA PROPUESTA I USO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ESTRATEGIAS PROPUESTAS:

- a) **Aprovechamiento de las Aguas subterráneas.** Toda persona dentro de los límites de la cuenca hidrográfica puede hacer uso de las aguas subterráneas, para uso domestico (potable), industrial y / o agrícola.
- b) **Derechos de los usuarios:** Usar las aguas conforme las estipulaciones que dicte la autoridad municipal de la siguiente manera:
 - Ser auxiliado de manera técnica por profesionales del ramo
 - Hacer uso del recurso disponible
 - Explotar y evaluar la calidad y cantidad necesaria del recurso que dese aprovechar
- c) **Obligaciones de los usuarios.** Gozaran de los derechos siguientes:
 - Usar las aguas conforme las estipulaciones dictadas por las autoridades pertinentes
 - Ser auxiliados por personal técnico
 - Ser indemnizado cuando las autoridades publicas decidan revocar los permisos en función de una necesidad social, publica o general.
- d) **La municipalidad o autoridad local.** Deberá administrar el aprovechamiento y conservación óptima del

recurso mediante disposiciones reglamentarias y administrativas que se requieran para distribuir el agua subterránea disponible ante las demandas, superar conflictos de aprovechamiento, garantizar la conservación del recurso y lograr que este tipo de agua sea factor de desarrollo.

- La municipalidad deberá exigir a las compañías exploradoras un informe detallado de los resultados de su trabajo conteniendo como mínimo; información del material geológico encontrado, perfiles litológicos del pozo, cantidad disponible (parámetros hidrogeológicos), y costo total de la explotación, tanto en forma escrita como electrónica .
- Velar porque el aprovechamiento no genere perjuicio a terceros
- Controlar el correcto cumplimiento de las obligaciones tributarias que se deriven del aprovechamiento del recurso.
- Para el uso de agua potable se recomienda implementar una cuota que permita operar el sistema de obtención del recurso de manera autofinanciada por los beneficiarios.
- En el caso del uso agrícola deberá constituirse una cuota especial de acuerdo al cultivo que aprovecha el agua extraída y fomentar el uso de sistemas de riego convenientes.
- Podrá autorizar a personas particulares la venta de agua subterránea ya sea para uso doméstico, agrícola o industrial.
- Prevenir y controlar la contaminación tanto del afloramiento de agua subterránea, como evitar la contaminación del acuífero profundo por fuentes puntuales y fuentes dispersas.

POLITCA PROPUESTA II CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO

ESTRATEGIAS PROPUESTAS:

- a) La municipalidad,** deberá estar facultada para dictar las medidas generales y específicas para proteger y mejorar los aspectos de conservación del recurso hídrico subterráneo.
- Fomentar y/o realizar estudios geofísicos para determinar en forma precisa los límites y la profundidad del acuífero.
 - Mantener un inventario de y efectuar pruebas de bombeo en los pozos públicos y privados para obtener mayor información hidrogeológica.
 - Se recomienda que a través de las instituciones indicadas se contribuya a la reforestación y conservación de los bosques en las partes altas y laderas para disminuir el escurrimiento superficial y mejorar la recarga del acuífero, principalmente en el área de la montaña El Soco, debido a que es la parte de la cuenca donde más recarga del acuífero existe.
 - Se le hace la recomendación a municipalidad local, la correcta protección del manantial Xipacay, principalmente a lo que se refiere a la reforestación de sus alrededores.

- Impulsar un plan de manejo del recurso hídrico en la cuenca y que tome en cuenta la construcción de los pozos necesarios en la parte baja, tal y como se propone en la figura 15 del apéndice, de acuerdo a lo que se perfora en promedio (600 pies, 183 m aprox.), se tendría una columna de agua de aproximadamente 92 m, y con los resultados obtenidos es posible tener producciones de hasta 25 L/s o más (400 GPM), con posiblemente niveles de abatimiento no significativos.
- b) Los usuarios, deberán cumplir con las medidas que se dicten para la correcta protección y conservación del recurso presente.**
- Si fuese necesario se podrán modificar y/o construir obras hidráulicas que mejoren la conservación de los recursos en manos de persona individuales o jurídicas. Tales como casetas de protección no solo de los controles del pozo, sino del pozo mismo.
 - podrán ser sujetos de contribuciones económicas que permitan un fondo para proyectos de conservación del recurso subterráneo.
- c) Recarga artificial y manejo de desechos, serán responsabilidad compartidas tanto por autoridades locales como por los beneficiarios de la explotación hídrica.**
- Cuando sea necesario se deberán hacer estudios para determinar la factibilidad de ejecutar trabajos, labores y obras necesarias para la recarga artificial del acuífero, de preferencia en lo que ocupa El Astillero municipal especialmente para ampliar o mantener la cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca y asegurar la disponibilidad del recurso.
 - Se adoptaran medidas administrativas y normativas para evitar la contaminación y para mejorar la calidad del agua extraída.
 - Se recomiendan tomar medidas con los desechos sólidos (basura) y líquidos que se presentan en la cuenca del río Itzapa, debido a que este es de tipo influente, por lo que a mediano y/o largo plazo puede ser foco de contaminación del acuífero presente.
 - Es deseable la implementación de estructuras de tratamiento de aguas servidas que descargan su caudal en las corrientes del río Itzapa.

POLÍTICA PROPUESTA III DESARROLLO DE LA EXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ESTRATEGIAS PROPUESTAS:

- a) El desarrollo de las aguas subterráneas, su control y mantenimiento deberá estar a cargo de las autoridades locales o quienes ellas designen.**
- Actualmente el uso del recurso hídrico subterráneo se encuentra en una etapa joven de explotación, ya que se extrae el 29% aproximadamente por lo que se hace necesario hacer un plan de desarrollo

del recurso por parte de las autoridades locales para asegurar el correcto uso del restante 71% de disponibilidad de agua subterránea proveniente de la recarga..

- Se hace necesario que para desarrollar el recurso hídrico se cuente con un fondo económico para financiar las obras publicas que se hagan necesario en un futuro.
- De igual manera es necesario implementar un cobro del servicio de agua potable ya que actualmente se cobra la cuota de Q 3.00 por mes y el agua agrícola es explotada de manera privada sin ser cobrado el derecho de uso .
- Es necesario que el sistema de distribución de agua potable se amplié y al mismo tiempo se mejore el existente ya que actualmente se raciona el agua potable por sectores, con un promedio de 3 horas por cada uno.

b) Las instituciones como la Facultad de Agronomía, a través del Proyecto de la Cuenca del Río Itzapa puede dar asesoría sobre el desarrollo del recurso hídrico tanto subterráneo como superficial, por medio de los profesionales involucrados en esta actividad, de igual manera la municipalidad de San Andrés Itzapa y otras que se muestren interesadas podrán implementar programas de apoyo para realizar los estudios pertinentes que permitan la realización de estas recomendaciones y propuestas de manejo.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Los parámetros hidrogeológicos indican que el acuífero presente es de tipo libre, con un coeficiente de almacenamiento de 0.014 a 0.018; La transmisividad estimada fue de 3,000 a 7,000 m²/día.
- 8.2 Las fluctuaciones en el nivel estático durante el año de los pozos censados varia de 0.33 a 3.35 metros, lo que indica que la alimentación del acuífero por aguas subterráneas es alta.
- 8.3 Las corrientes del río Itzapa son influentes, principalmente en la parte baja de la cuenca; además, la recarga media anual es de 6.546 millones de metros cúbicos, calculada en el área que ocupa la cuenca.
- 8.4 El área que contribuyé con mayor cantidad de agua de recarga es la parte alta de la cuenca principalmente el área que ocupa la montaña El Soco, el resto de la recarga se sitúa en la parte baja y los cerros ubicados al Oeste de la cuenca.
- 8.5 El nivel estático del acuífero varia en la cuenca y sus alrededores de 1700 a 1950 msnm y el flujo subterráneo se dirige del OESTE hacia el ESTE.
- 8.6 Las demandas actuales de agua potable son de 483, 625 millones de metros cúbicos al año; y para riego son de 1227 millones de metros cúbicos anuales para el área potencial de riego, que pueden ser cubiertas con la disponibilidad de agua subterránea presente.
- 8.7 Los análisis químicos de las aguas subterráneas indican que son aguas poco evolucionadas, de tipo bicarbonatada-calcico-magnésica, de baja salinidad y con un bajo contenido de sodio adecuadas para ser usadas como aguas de uso agrícola.
- 8.8 El agua extraída del manto acuífero, es aptas para el consumo humano, ya que sus características físicas y químicas se encuentran bajo los límites de la norma COGUANOR.
- 8.9 Con respecto a los resultados de los análisis bacteriológicos, la mayoría de las muestras se encontraron por encima de los límites mínimos para considerarla potable. Los resultados obtenidos probablemente se deben a la manipulación de las muestras por tal razón, se considera necesario realizar más análisis de la aguas extraídas, teniendo especial control en el manejo de las mismas.

- 8.10 La disponibilidad de agua subterránea oscila en un promedio anual de 4.634 millones de metros cúbicos, lo que permite una explotación sostenida para la demanda actual de dicho recurso que se encuentra en una etapa inicial de explotación.
- 8.11 Se hace necesario proponer un campo de pozos en el área que se indica en la figura 15 del apéndice con una profundidad promedio de 600 pies (183 m) con una columna de agua mínima de 100 m.
- 8.12 Debido a las características del acuífero es necesario proponer políticas y estrategias de uso adecuado y sostenido del recurso, principalmente en la reforestación y conservación de las áreas altas de recarga hídrica
- 8.13 Se concluye que debido a las condiciones presentes y al costo que implica la construcción de un pozo de agua subterránea es necesario, no solo resguardar los controles de daños, sino que también proteger el brocal del pozo de posibles fuentes de contaminaciones por lo que se diseñó una caseta de protección, con un costo reducido comparado al costo total de la perforación, (1% aprox.) los planos se presentan en la figura No. 16.a, 16.b y 16.c, así como su costo detallado.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Actualizar anualmente el censo de pozos realizado para mantener un banco de datos, así mismo que se ubiquen piezómetros para definir mejor la información hidrogeológica obtenida.
- 9.2 Realizar un monitoreo periódico de las características físicas y químicas de las aguas subterráneas para evidenciar posibles fuentes de contaminantes a largo plazo.
- 9.3 Realizar por lo menos un muestreo bacteriológico por año de las aguas subterráneas y verificar que las muestras se manipulen adecuadamente para evitar error en los análisis.
- 9.4 Se recomiendan las anteriores Políticas y Estrategias de Uso del Recurso Subterráneo presente en esta área.
- 9.5 El diámetro de pozo promedio recomendado sobre la base de las características hidrogeológicas presentes y a las demandas de agua potable y de riego es de 12" de perforación con una tubería de 8" con una producción de 25 L/s (400 GPM)
- 9.6 Utilizar de ser posible un campo de pozos ubicado en el área central de la parte baja de la cuenca en las cercanías del área propuesta en la figura 15 del apéndice.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR MARROQUIN, S.D. 1987. Uso actual del recurso forestal de la subcuenca del río Itzapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 71 p.
2. AMISIAL, R.A. 1978. Aprovechamiento y modelos de aguas subterráneas. Mérida, Venezuela, Editorial CIDIAT. Serie Hidrología. 75 p.
3. CASTILLO, S. 1989. Análisis y calidad del agua con fines de riego. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 108 p.
4. CORREU TOLEDO, G. 1974. Manual para el alumbramiento de aguas subterráneas. México, FIRA. 211 p.
5. CUSTODIO, E. ; LLAMAS, R. 1983. Hidrología subterránea. 2 ed. Barcelona, España, Ediciones Omega. tomo 1-2.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1984. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja cartográfica de Chimaltenango, no. 20591V. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
7. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
8. _____. 1978. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 25-27.
9. _____. 1982. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
10. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000. Color.
11. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACIÓN, DIRECCION DE RIEGOS Y AVENAMIENTO. 1991. Plan maestro de riego y drenaje, disponibilidad de agua subterránea. División de estudios. Guatemala, proyecto PNUD/OSP/Gua/88/003, 71 p.
12. HERRERA, I.R. 1984. Levantamiento semidetallado de los suelos de la cuenca del río Achíguate (fase I). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 199 p.
13. _____. 1998. Reconocimiento hidrogeológico de la cuenca del río Itzap, departamento de Chimaltenango, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología. 104 p.
14. KEMMER, F. 1990. Manual del agua; su naturaleza, tratamiento, aplicaciones. México, McGraw-Hill, tomo 2, p. 21-85.
15. LINSLEY, A. 1988. Hidrología para ingenieros. 2 ed. México, McGraw-Hill. 386 p.
16. MANUAL DE saneamiento; vivienda, agua y desechos. 1984. México, Limusa. 80 p.

17. PACHECO, B.L. 1981. Precipitación efectiva. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 22 p.
18. PEARL, R.M. 1992. Geología. México, Continental. Serie de Compendios Científicos, El Tutor del Estudiante. 316 p.
19. REYES CHAVEZ, L.M. 1998. Método práctico para cálculo de tamaños de muestra en estudios por encuesta. Tikalia (Gua) 16 (2): 81 - 89.
20. ROMERO ORELLANA, F. 1997. Áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Investigación Inferencial - EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
21. SIMMONS, C. ; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
22. TOJIN SÁNCHEZ, S. 1987. Caracterización de los recursos renovables de la cuenca del río Itzapa. Investigación Inferencial-EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
23. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS; DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN. Proyecto de investigación básica para la planificación del manejo de la cuenca experimental del río Itzapa. Informe anual 1995. Guatemala. 50 p.
24. _____. 1996. Proyecto de investigación básica para la planificación del manejo de la cuenca del río Itzapa. (Informe de avances 1996). Guatemala. 40 p.
25. _____. 1998. Proyecto de investigación básica para la planificación del manejo de la cuenca experimental del río Itzapa. Informe anual 1998. Guatemala. 94 p.
26. VELASCO, I. 1981. Aspectos generales de la hidráulica de pozos. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 51 p.
27. VELIZ ZEPEDA, R.E. 1996. Comparación de metodologías de capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Itzapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 113 p.
28. ZUÑIGA ARAGON, R. 1996. Diagnostico socioeconómico de la parte media de la cuenca del río Itzapa, Guatemala. Diagnostico-EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 35 p.

No. 30.





11. APENDICE

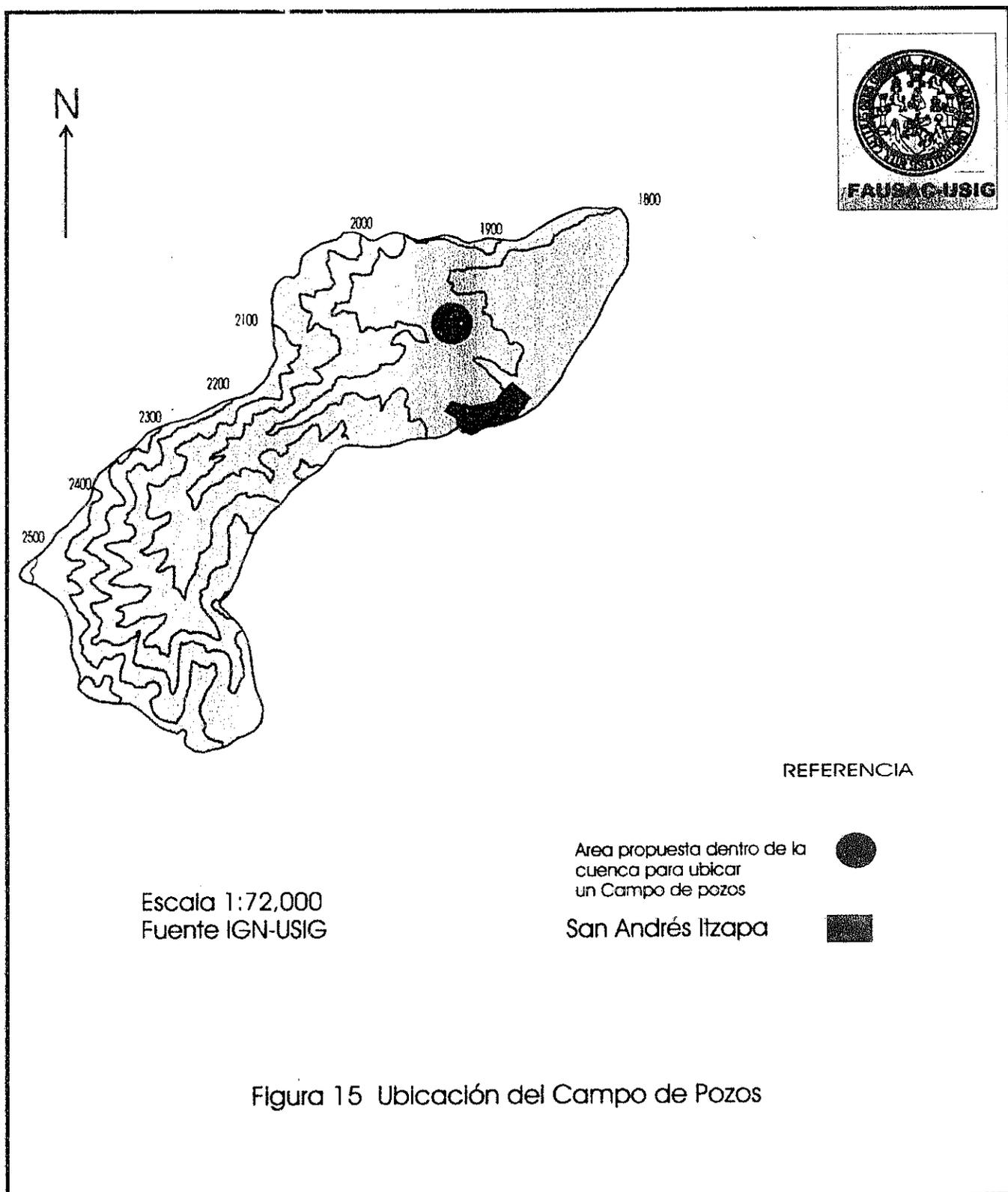
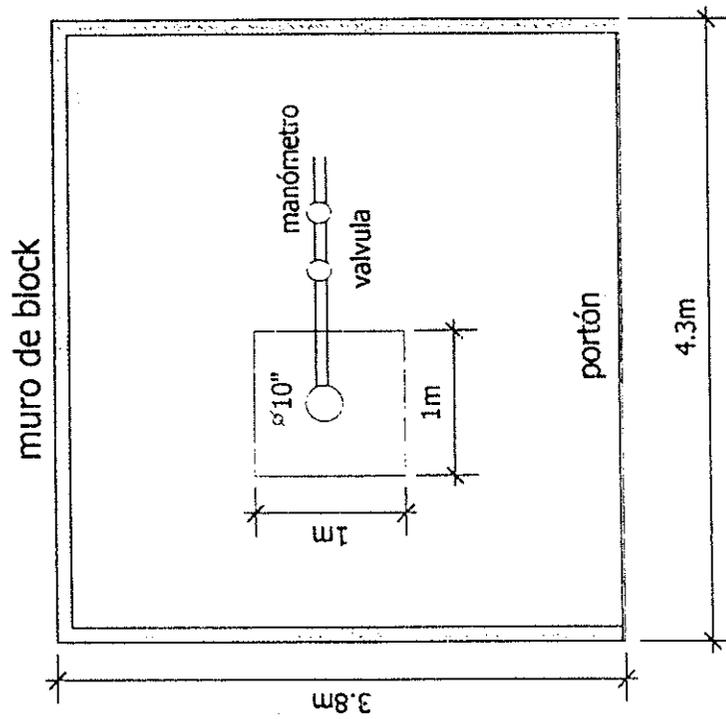
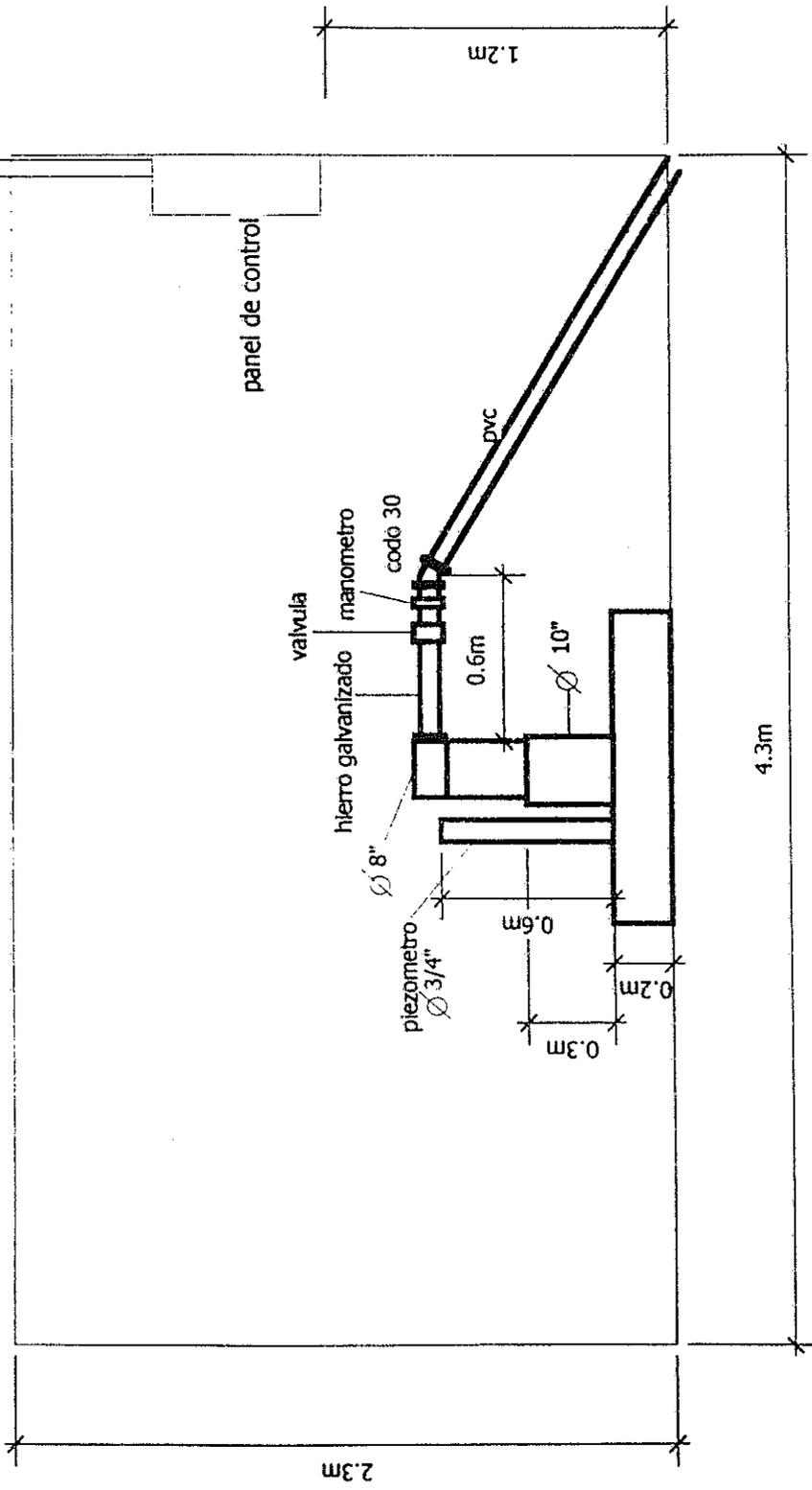


Figura 15 Ubicación del Campo de Pozos



PLANTA ESC. 1:50

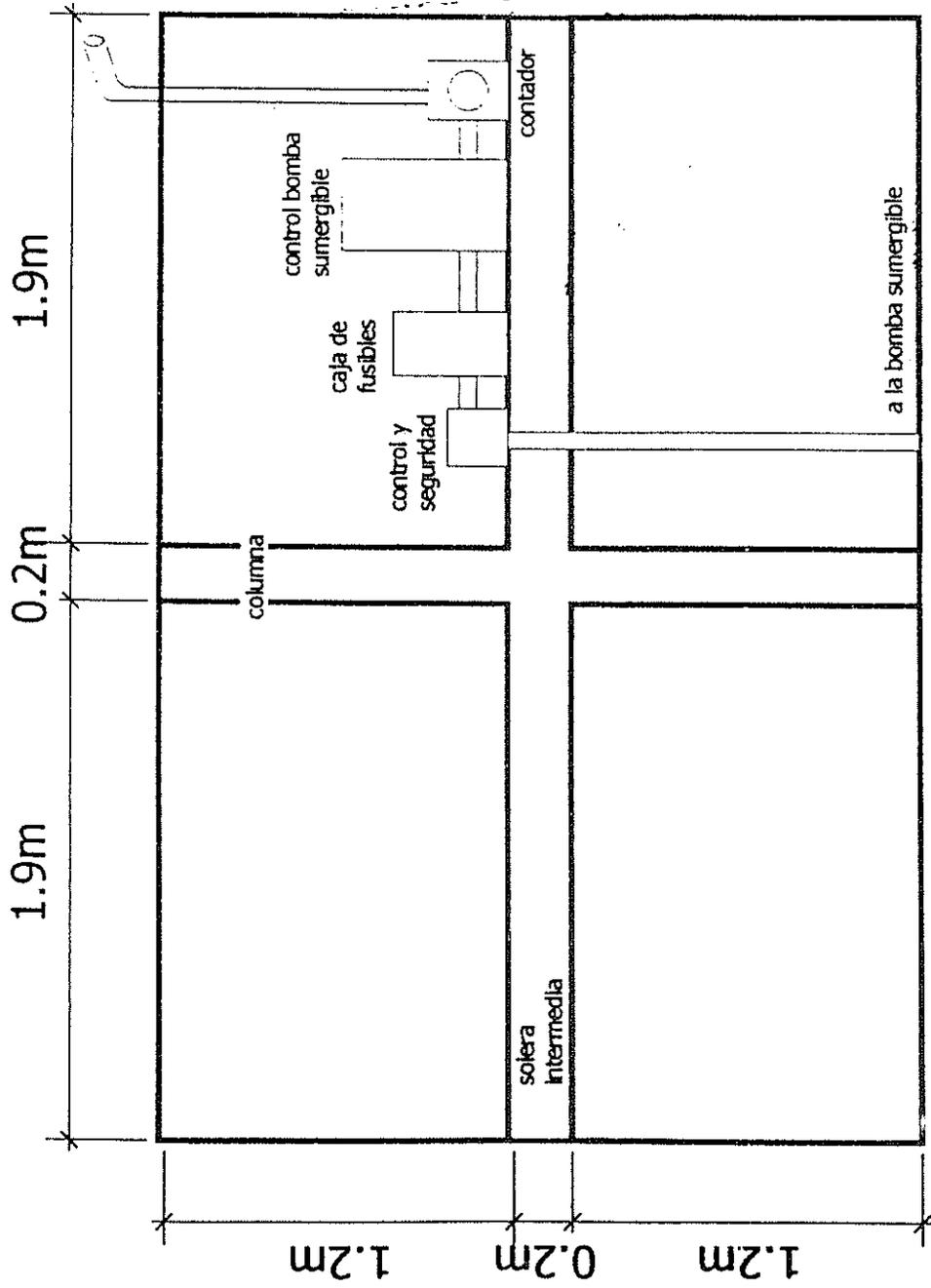
Figura 16.a Caseta de protección de pozos, vista de planta.



ELEVACION

ESC. 1:25

Figura 16.b Caseta de protección de pozos, vista de elevación.



ELEVACION

ESC. 1:25

Figura 16.c Caseta de protección de pozos, vista de perfil.

Tabla 21 Temperatura media mensual en °C, periodo 1991-1998 Estación La ALAMEDA-ICTA

MES/AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ENERO	16.5	18.5	15	14.4	14.8	14.4	15.2	16.5
FEBRERO	16.3	15.6	15.2	15.3	16.4	15	16.2	15.6
MARZO	16	17.9	16.4	16.5	17	16.2	17.3	17.6
ABRIL	SD	18.9	18.3	18.2	18.1	18.1	18.2	18.8
MAYO	17.7	18.2	19.4	19.2	18.4	18.8	18.7	19.7
JUNIO	19.3	19.4	18.7	17.8	18.7	18.7	18.7	
JULIO	17.8	18	17.9	17.6	18.5	18.2	18.9	
AGOSTO	18.3	18	18	17.7	18.6	18.2	18.6	
SEPTIEMBRE	18.4	18.2	18.6	17.8	18.3	18.8	18.9	
OCTUBRE	17.5	17.6	17.6	17.5	17.8	17.9	17.7	
NOVIEMBRE	16	16.7	13.9	16.5	16.7	16.4	17.9	
DICIEMBRE	15.5	15.3	14.4	16.1	16	15.4	16	

Tabla 22 Velocidad media mensual en Km/h periodo 1991-1998 Estación La ALAMEDA-ICTA

MES/AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ENERO	SD	4	3	3	3	2	2	2
FEBRERO	SD	4	3	3	3	3	2	3
MARZO	SD	4	3	3	3	2	2	3
ABRIL	SD	4	3	3	3	2	2	3
MAYO	4	3	3	3	3	2	2	
JUNIO	4	3	3	2	2	2	2	4
JULIO	4	3	3	3	2	2	2	
AGOSTO	4	3	3	3	2	2	2	
SEPTIEMBRE	4	3	3	2	2	2	2	
OCTUBRE	3	3	3	2	2	2	3	
NOVIEMBRE	4	3	3	2	2	2	3	
DICIEMBRE	4	3	3	3	2	2	4	

Tabla 23 Temperatura media mensual en °C, periodo 1993-1998 Estación Chicazanga

MES/AÑO	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ENERO	-	18	18	16	15	13
FEBRERO		19	20	13	13	14
MARZO		23	21	15		18
ABRIL		18	18	17	15	14
MAYO		19	18	17	16	16
JUNIO		19	20	16	15	15
JULIO		18	16	15	15	15
AGOSTO		18	15	15	15	14
SEPTIEMBRE	17	19	15	15	16	15
OCTUBRE	17	19	14	14	14	16
NOVIEMBRE	15	18	14	13	14	15
DICIEMBRE	14	19	16	14	14	16

Tabla 24 Velocidad media en m/s mensual periodo 1995-1998 Estación Chicazanga.

MES/AÑO	1995	1996	1997	1998
ENERO	4.41	13.97	13.9	9.2
FEBRERO	4.43	11.03	11.34	11.35
MARZO	5.57	11.09	7.54	9.67
ABRIL	7.04	6.9	8.7	6.6
MAYO	4.51	8.64	5.71	5.8
JUNIO	6.7	5.3	5.3	5.85
JULIO	8.39	10.2	10.45	9.41
AGOSTO	7.03	7.25	11.93	9.29
SEPTIEMBRE	6.64	6.01	5.2	12.7
OCTUBRE	10.75	9.06	9.1	7.6
NOVIEMBRE	13.7	10.9	3.6	7.5
DICIEMBRE	10.84	8.16	6.8	9.4

Tabla 25 Humedad relativa en porcentaje periodo 1995-1998 Estación Chicazanga.

MES/AÑO	1995	1996	1997	1998
ENERO	50	91	92	91
FEBRERO	58	90	90	92
MARZO	62	92	91	90
ABRIL	83	91	92	91
MAYO	86	98	93	92
JUNIO	91	98	95	94
JULIO	89	99	97	96
AGOSTO	92	97	96	95
SEPTIEMBRE	93	98	96	95
OCTUBRE	87	95	95	95
NOVIEMBRE	69	94	94	93
DICIEMBRE	60	91	93	89

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES

febrero 19 de 1999

BOLETA DE ENCUESTA

1. Puesto que ocupa en la corporación municipal:
2. Sabe usted cuantos habitantes tiene su comunidad (aproximadamente):
3. Cuantas aldeas hay en su comunidad (aproximadamente)
4. Cuantas casas tienen agua potable (aproximadamente) :
5. En su comunidad existen (cuantos aproximadamente)
 Llenacantaros
 Pilas publicas
6. Con que cantidad de agua potable cuentan actualmente para la comunidad:
7. Cuantas casas aún no tienen agua potable (aproximadamente):
8. Cuanto de agua es lo máximo que han podido surtir actualmente:
9. Cuales fuentes de aprovisionamiento utiliza para agua potable (subraye las que use):
a. nacimiento b. río c. pozos
10. Que fuentes de aprovisionamiento de agua potable futuras son posibles de explotar en su comunidad:
a. Cuantos rios b. Cuantos nacimientos c. Cuantos pozos
11. Cual es el estado actual de la red de distribucion:
a. Mala b. Buena c. Muy Buena
12. Racionan el agua en el verano (si) (no), y cuantas horas por sector colonias o barrios _____

13. A su criterio que estudios sobre agua seria importante realizar en su comunidad:

14. Podria haber disponibilidad de financiamiento o apoyo institucional (alcaldia)

14. Considera usted de que hay problemas de contaminacion de agua en su comunidad:

15. A donde canalizan las aguas negras de la comunidad:

16. Que precio tiene el agua potable:
1/2 paja_____ 1 paja_____ El tonel_____ La cisterna__

17. Existe tratamiento de agua potable (si) (no)
Que tipo

Que dosis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SAN ANDRES ITZAPA

ENCUESTA DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

1. Cuantos miembros hay en la casa ?

2. Tiene agua potable o entubada ?

3. Tiene pozo artesanal en la casa ?

Si _____

No _____

4. Se abastece de agua en :

1. Pila publica

2. Llenacantaros

3. Otros

Especifique: _____

5. Utiliza para almacenar agua:

1. Toneles

2. Tinajas

3. Otros

cuantos de cada uno

6. Compra Agua para consumo domestico:

Si _____

No _____

7. Desearia tener agua potable

Si _____

No _____

8. Estaria dispuesto a pagar una cuota por el servicio

Si _____

No _____

9. Que cantidad podria pagar ?



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>9619</u> MUESTRA DE: <u>Agua</u> RECOLECTADA POR: <u>Ronald Gómez A.</u> LUGAR: <u>San Andrés Itzapa</u> FUENTE: <u>Pozo Las Turas</u> <u>Chimaltenango</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO INF. No. <u>18340</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-10-97; 15:30</u> FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>09-10-97</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>
--	---

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
 Ronald Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>2.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>201.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.0 UTN</u>	6. pH <u>7.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.024	6 CLORUROS CL ⁻	9.5	11 SOLIDOS TOTALES	120.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.38	12 SOLIDOS VOLATILES	39.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.72	8 SULFATOS	6.0	13 SOLIDOS FIJOS	81.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	3.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	72.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	111.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

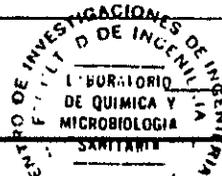
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	96.0	96.0

OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el Análisis de agua se encuentra en los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según la norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 11 de octubre de 1997.
 Vo.Bo. Ingeniero César García
 Director del CII.



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 9480 MUESTRA DE: Agua RECOLECTADA POR: Ronal Gómez LUGAR: San Andrés Itzapa FUENTE: Pozo Cauque Farm Chimaltenango	EXAMEN QUIMICO SANITARIO INF. No. 18301 FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-09-97; 12:30 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 09-09-97 CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración
---	---

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez (E.P.S.)

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0</u> Unidades	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>185.0</u> μmhos/cm
3. TURBIEDAD <u>0.5</u> UNT	6. pH <u>7.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	---	6 CLORUROS CL ⁻	6.5	11 SOLIDOS TOTALES	110.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.50	12 SOLIDOS VOLATILES	40.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.06	8 SULFATOS	5.0	13 SOLIDOS FIJOS	70.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	68.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	102.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	94.0	94.0

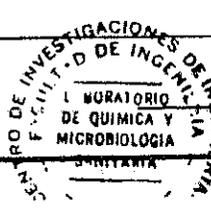
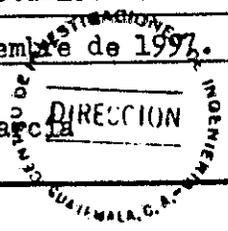
OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el análisis de agua en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 17 de septiembre de 1997.

Vo.Bo. Ingeiero César García
 Director del CII.



ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>9480</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. <u>18302</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-09-97;</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ronal Gómez A.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>09-09-97</u>	
LUGAR: <u>Aldea Chicazanga</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez A. (E.P.S.) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>6.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>148.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.4 UTN</u>	6. pH <u>6.8</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	---	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	96.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0066	7 FLUORUROS F ⁻	0.28	12 SOLIDOS VOLATILES	44.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	11.22	8 SULFATOS	8.0	13 SOLIDOS FIJOS	52.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.06	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	4.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	48.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	81.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	66.0	66.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Color en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad.

Según norma COGUANOR NGO 29001

Guatemala, 17 de septiembre de 1997.

Vo.Bo. Ingeniero César García

Director del CII.



[Signature]
 JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>9619</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. <u>18338</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-10-97; 14:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ronal Gómez A.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>09-10-97</u>	
LUGAR: <u>San Andrés Itzapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Río Itzapa</u>		
<u>Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
 Ronal Gómez A. (RPS)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Turbio</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1,180.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>150.0 UTM</u>	6. pH <u>7.6</u>	<u>120.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	1.09	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	271.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0066	7 FLUORUROS F ⁻	0.0	12 SOLIDOS VOLATILES	112.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	20.90	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	159.0
4 CLORO RESIDUAL	---.---	9 HIERRO TOTAL Fe	5.11	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	197.0
5 MANGANESO Mn	---.---	10 DUREZA TOTAL	26.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	66.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	56.0	56.0

OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el agua es Blanda, Color, Turbiedad, Hierro Altos (Fuera de Norma), las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 11 de octubre de 1997.

Vo. Ro. Ingeniero César García

Director del C.I.T.



Jefe de Laboratorio

ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 9480	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 18304
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-09-97;</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ronal Gómez A.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>09-09-97</u>	
LUGAR: <u>San Andrés Itzapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento Xipacay</u>		
<u>San Andrés - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez A. (E.P.S.)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u> </u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>172.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>0.35 UTN</u>	6. pH <u>7.2</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	-.-	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	106.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.29	12 SOLIDOS VOLATILES	37.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	3.30	8 SULFATOS	7.0	13 SOLIDOS FIJOS	69.0
4 CLORO RESIDUAL	-.-	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	-.-	10 DUREZA TOTAL	60.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	95.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

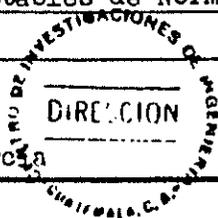
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	88.0	88.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el análisis de Agua, en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Vo.Bo. Ingeniero César García
 Director del CII.



Zenon Much Sant
 JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANT
 Ing. Química Cal. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 9619	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 18339
MUESTRA DE: Agua	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-10-97; 15:00	
RECOLECTADA POR: Ronald Gómez A.	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 09-10-97	
LUGAR: San Andrés Itzapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración	
FUENTE: Pozo Municipal		
Chimaltenango		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
 Ronald Gómez A. (EPS)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>30.0</u> Unidades	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>3.5</u> UTN	6. pH <u>7.6</u>	<u>178.0</u> μmhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.13	6 CLORUROS CL ⁻	4.5	11 SOLIDOS TOTALES	112.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.15	12 SOLIDOS VOLATILES	36.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	4.40	8 SULFATOS	1.0	13 SOLIDOS FIJOS	76.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.10	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	11.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	62.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	97.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	98.0	98.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

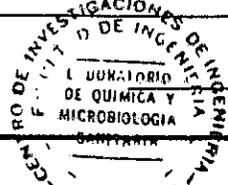
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Color en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites M'ximos Aceptables de Normalidad.

Según norma COGUANOR 29001.

Guatemala, 14 de octubre de 1997.

Vo.Bo. Ingeniero Dirección García
 Director del SII.



Zenon Much Santos
 JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>9480</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. <u>18303</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-09-97; 14:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ronal Gómez A.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>09-09-97</u>	
LUGAR: <u>Apocentos Chimaltenango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Pozo excavado Furungaray</u>		
<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronal Gómez A. (E.P.S.) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>6.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>1.5 UTN</u>	6. pH <u>7.1</u>	<u>167.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	-.--	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	103.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.34	12 SOLIDOS VOLATILES	37.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	9.24	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	66.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.06	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	3.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	50.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	92.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	76.0	76.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

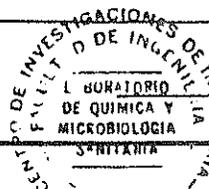
OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Color en Límites Máxi-
mos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad.

Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, el 08 de septiembre de 1997.

Vo.Bo. Ingeniero César García
Director del CII.

DIRECCION



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 10035	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 18484
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 9:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-01-98</u>	
LUGAR: <u>San Lorenzo</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		
<u>Pastores - Sacatepequez</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronal Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>5.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>1.2 UTN</u>	6. pH <u>7.6</u>	<u>257.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.146	6 CLORUROS CL ⁻	7.0	11 SOLIDOS TOTALES	150.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.31	12 SOLIDOS VOLATILES	62.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	1.10	8 SULFATOS	9.0	13 SOLIDOS FIJOS	88.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.06	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	90.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	141.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	140.0	140.0

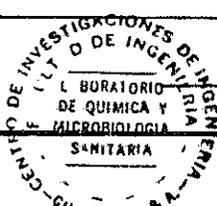
OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el análisis de agua se encuentra en los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 02 de febrero de 1,998.

Vo. Bo. Ingeniero César García
Director del CII.



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Cel. No. 424
M. Sc. Ing. Sanitario



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		INF. No. A- 18485
O.T. No. 10035		
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 10:15</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-01-98</u>	
LUGAR: <u>Quinta Los Apocentos</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Pozo mecánico</u>		
<u>San Andrés Itzapa-Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>205.0</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>4.0</u> Unidades	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>205.0</u> μmhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.0</u> UTN	6. pH <u>7.6</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.134	6 CLORUROS CL ⁻	6.0	11 SOLIDOS TOTALES	117.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.50	12 SOLIDOS VOLATILES	39.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.28	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	70.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	80.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	113.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	110.0	110.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el Análisis de Agua se encuentra en los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 02 de febrero de 1998.

Vo.Bo. Ingeniero Gesa García
 Director del CII.



[Signature]
 JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		INF. No. 18485
O.T. No. 10095	MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 11:00 hrs.</u>
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	LUGAR: <u>Municipalidad de San Andrés Itzapa</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-01-98</u>
FUENTE: <u>Pozo Mecánico</u>	<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA -USAC.
 Ronal Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>6.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>217.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.2 UTN</u>	6. pH <u>7.2</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH ₃	0.146	6 CLORUROS CL ⁻		11 SOLIDOS TOTALES	128.0
2 NITRITOS NO ₂ ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻		12 SOLIDOS VOLATILES	44.0
3 NITRATOS NO ₃ ⁻	10.72	8 SULFATOS		13 SOLIDOS FIJOS	84.0
4 CLORO RESIDUAL	---.---	9 HIERRO TOTAL Fe		14 SOLIDOS EN SUSPENSION	4.0
5 MANGANESO Mn	---.---	10 DUREZA TOTAL		15 SOLIDOS DISUELTOS	119.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	100.0	100.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

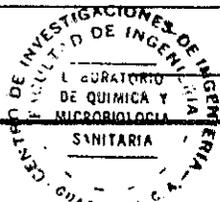
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Color en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad.

Según norma COGUANOR NGO 29001

Guatemala, 02 de febrero de 1,998.

Vo.Bo. Ingeniero César García DIRECCION
 Director del CII.



[Signature]
 JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Cel. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 10035	EXAMEN QUIMICO SANITARIO
	INF. No. 18487
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 12:00 hrs.</u>
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-01-98</u>
LUGAR: <u>Bellos Horizontes El Tejar</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>
FUENTE: <u>Pozo Mecánico</u>	
<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>	

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
Ronal Gómez A (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>16.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>3.0 UTN</u>	6. pH <u>7.4</u>	<u>197.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.179	6 CLORUROS CL ⁻	7.5	11 SOLIDOS TOTALES	110.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0099	7 FLUORUROS F ⁻	0.44	12 SOLIDOS VOLATILES	38.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.06	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	72.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.07	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	6.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	68.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	108.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	108.0	108.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Color en Límites Máximos Permisible, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 02 de febrero de 1998

Vo.Bo. Ingeniero César García
Director del CII.



[Signature]
JEFE DE LABORATORIO
LEON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

O.T. No.

INF. No. 18523

MUESTRA DE: Agua
 RECOLECTADA POR: Ing. Isaac Herrera
 LUGAR: Avantex El Tejar
 FUENTE: Pozo Perforado
El Tejar - Chimaltenango

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 17-02-98, 9:00 hrs.
 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 17-02-98
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
Ronal Gómez (EPS)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Lig. Turbio</u>	4. OLOR <u>A Mat. Orgánica</u>	7. TEMPERATURA <u>----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>85.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>234.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>16.0 UTM</u>	6. pH <u>7.3</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH ₃	0.342	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	170.0
2 NITRITOS NO ₂ ⁻	0.6	7 FLUORUROS F ⁻	0.18	12 SOLIDOS VOLATILES	76.0
3 NITRATOS NO ₃ ⁻	10.0	8 SULFATOS	4.0	13 SOLIDOS FIJOS	94.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.10	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	30.0
5 MANGANESO Mn	0.0	10 DUREZA TOTAL	94.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	129.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	118.0	118.0

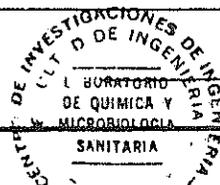
OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Fisico Químico Sanitario, Olor A Materia Orgánica Color, Nitritos Altos (Fuera de Norma), Turbiedad en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 20 de febrero de 1,998.

Vc. Bo. Ingeniero César García
 Director del Cii.



Zenon Much Santos
 JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>10035</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No. <u>18500</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>03-02-98; 13:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>03-02-98</u>	
LUGAR: <u>Colina San Andrés</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>S En refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Pozo Mecánico</u>		
<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>23 - 2</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. OLOR <u>30.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>2.6 UTN</u>	6. pH <u>7.1</u>	<u>185.0</u> μmhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.244	6 CLORUROS CL ⁻	6.5	11 SOLIDOS TOTALES	134.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.22	12 SOLIDOS VOLATILES	54.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	7.19	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	80.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.12	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	9.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	74.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	102.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	100.0	100.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

ECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010
 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Nitritos Altos (Fuera Norma), Color en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 11 de Febrero de 1,998
 Ing. César J. Jarama
 Director del CII



[Signature]
 JEFE DE LABORATORIO
 ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 10244	EXAMEN QUIMICO SANITARIO
MUESTRA DE: Agua	INF. No. 18591
RECOLECTADA POR: Isaac Herrera	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 19-03-98; 17:00 h.
LUGAR: Los Aposentos	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 20-03-98
FUENTE: Nacimiento	CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración
Chimaltenango - Chimaltenango	

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ronal Gómez, (EPS)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>0.50 UTN</u>	6. pH <u>6.8</u>	<u>165.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH ₃	0.0122	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	108.0
2 NITRITOS NO ₂ ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.12	12 SOLIDOS VOLATILES	43.0
3 NITRATOS NO ₃ ⁻	6.82	8 SULFATOS	16.0	13 SOLIDOS FIJOS	65.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	74.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	91.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	86.0	86.0

OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el análisis de agua en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 25 de marzo de 1,998.

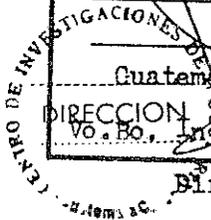
DIRECCION
 Vo.Bo. Ing. Zero César García

Director del CII.



JEF. DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 020
 M. Sc. Ing. Sanitario





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

ESCUELA DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		1998
MUESTRA DE: <u>Agua</u> RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera</u> LUGAR: <u>Lotificación Estancia de la Virgen</u> FUENTE: <u>Pozo Perforado</u> <u>San Andrés Izapa - Chimaltenango</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>13-04-98; 9:30</u> FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>13-04-98</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 RONAL GOMEZ (ORD) RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Turbio</u>	4. OLOR <u>A tierra</u>	7. TEMPERATURA <u>---</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>240.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>---</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>231.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>45.0 UTN</u>	6. pH <u>7.0</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.488	6 CLORUROS CL ⁻	5.5	11 SOLIDOS TOTALES	194.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.09	12 SOLIDOS VOLATILES	26.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	7.48	8 SULFATOS	12.0	13 SOLIDOS FIJOS	98.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	2.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	61.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	96.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	127.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	---	106.0	106.0

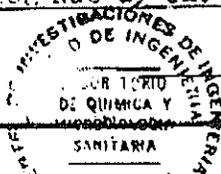
OTRAS DETERMINACIONES _____

99. TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A - W.P.C.F 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista fisico Químico Sanitario, Olor, A tierra, Color, Turbiedad, Alto. (Fuera de Norma), las demás determinaciones en límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 20 de abril de 1,998.

Ing. Ingeniero César García
 Director del CII.



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 10035	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 18500
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>03-02-98; 13:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>03-02-98</u>	
LUGAR: <u>Colina San Andrés</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>S En refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Pozo Mecánico</u>		
<u>San Andrés Itsapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO; FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronal Gómez A. (EPS) RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>23 - 2</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>30.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>2.6 UTN</u>	6. pH <u>7.1</u>	<u>185.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.244	6 CLORUROS CL ⁻	6.5	11 SOLIDOS TOTALES	134.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.22	12 SOLIDOS VOLATILES	54.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	7.19	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	80.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.12	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	9.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	74.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	102.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	100.0	100.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

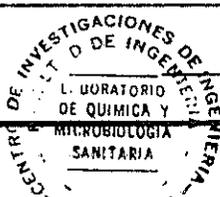
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, Nitritos Altos (Fuera de Norma), Color en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 11 de febrero de 1,998

Vo.Bo. Ingeniero César G. Góngora

Director del CII



[Signature]
JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		INF. No. A- 18485
O.T. No. <u>10035</u>	MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 10:15</u>
RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I.</u>	LUGAR: <u>Quinta Los Apocentos</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-01-98</u>
FUENTE: <u>Pozo mecánico</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
<u>San Andrés Itzapa-Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronald Gómez A. (EPS) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>4.0</u> Unidades	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>205.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.0</u> UTN	6. pH <u>7.6</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.134	6 CLORUROS CL ⁻	6.0	11 SOLIDOS TOTALES	117.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.50	12 SOLIDOS VOLATILES	39.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.28	8 SULFATOS	2.0	13 SOLIDOS FIJOS	70.0
4 CLORO RESIDUAL	-.--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	-.--	10 DUREZA TOTAL	80.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	113.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	110.0	110.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el Análisis de Agua se encuentra en los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 2900L.

Guatemala, 02 de febrero de 1,998.

Vo.Bo. Ingeniero César García
Director del CII.



Zenon Much Santos
JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
Ingeniero Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		INF. No. 1922g
O.T. No. 11884		
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-07-99; 8:00 hrs</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>08-07-99</u>	
LUGAR: <u>Aldea Nac. Chicazanga</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nac. Chicazanga</u>		
<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC (IIA-DIGI)
RESULTADOS

1. ASPECTO <u>claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>22</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>9.0</u> unidades	5. SABOR <u>---</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>142.0</u> μmhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.8</u> UTN	6. pH <u>6.8</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.07	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	93.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	7 FLUORUROS F ⁻	0.21	12 SOLIDOS VOLATILES	31.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	10.12	8 SULFATOS	10.0	13 SOLIDOS FIJOS	62.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.16	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	52.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	78.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

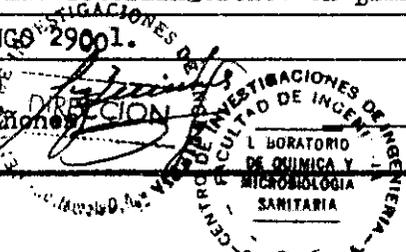
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	66.0	66.0

OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES desde el punto de vista físico químico sanitario, color, hierro en límites máximos permisibles, las demás determinaciones en límites máximos aceptables de normalidad. según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 15 de julio de 1999
VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñones
Director del CII



[Signature]
JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN QUIMICO SANITARIO		INF. No. 19221
O.T. No. 11884		
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-07-99; 9:30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>08-07-99</u>	
LUGAR: <u>Nac. XIPACAY</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nac. XIPACAY</u>		
<u>San Andrés Itzapa - Guatemala</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC
 (IIA - DIGI)

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u> </u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>3.0 unidades</u>	5. SABOR <u> </u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>164.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.0 UTN</u>	6. pH <u>7.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.03	6 CLORUROS CL ⁻	6.0	11 SOLIDOS TOTALES	106.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.23	12 SOLIDOS VOLATILES	27.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	6.6	8 SULFATOS	6.0	13 SOLIDOS FIJOS	79.0
4 CLORO RESIDUAL	--	9 HIERRO TOTAL Fe	0.04	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	--	10 DUREZA TOTAL	62.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	90.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	94.0	94.0

OTRAS DETERMINACIONES

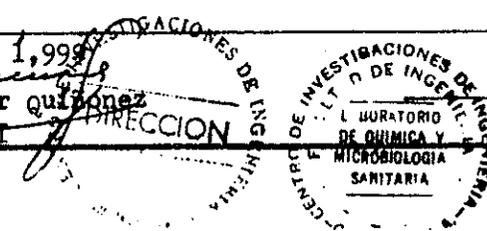
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista fisico químico sanitario, el análisis de agua se encuentra dentro los límites máximos aceptables de normalidad. según norma COGUANOR

NGO 29001

Guatemala, 15 de julio de 1,999

VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñonez
 Director del CII



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 11884	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 19222
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-07-99; 9.10</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>08-07-99</u>	
LUGAR: <u>Camino Al Aguacate</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Río La Virgen</u>		
<u>San Andrés Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC
(IIA - DIGI) **RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>turbio</u>	4. OLOR <u>A Tierra</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>410.0</u> unidades	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>55.0</u> UTN	6. pH <u>7.6</u>	<u>133.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.49	6 CLORUROS CL ⁻	6.0	11 SOLIDOS TOTALES	209.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.08	12 SOLIDOS VOLATILES	109.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	8.44	8 SULFATOS	4.0	13 SOLIDOS FIJOS	100.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	2.12	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	110.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	50.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	73.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

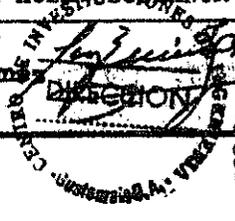
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	70.0	70.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista físico químico sanitario, olor a tierra, color, turbiedad, Hierro Altos (fuera de norma), las demás determinaciones en límites máximos aceptables de normalidad, según norma COGUANOR NGO 29001

Guatemala, 15 de julio de 1,999
vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñones
Director del CII





JEFES DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 Ciudad Universitaria, Zona 12



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. <u>12146</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	19289
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	INF. No. _____	
RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva Pacheco</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>31-08-99; 8:00 h.</u>	
LUGAR: <u>Barrio El Centro</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>31-08-99</u>	
FUENTE: <u>pozo colinas de san Andres</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeracion</u>	
<u>san Andres Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
 Ing. Isaac Herrera.

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>8.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>3.0 UTN</u>	6. pH <u>7.0</u>	<u>229.0</u> μ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.26	6 CLORUROS CL ⁻	4.5	11 SOLIDOS TOTALES	141.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.34	12 SOLIDOS VOLATILES	43.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	5.28	8 SULFATOS	5.0	13 SOLIDOS FIJOS	98.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.06	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	5.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	66.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	126.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	94.0	94.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES desde el punto de vista fisico quimico sanitario, color en limites maximos permisibles, las demas determinaciones en limites maximos aceptables de normalidad.

segun norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 07 de septiembre de 1,999.

VO. BO. Ing. Francisco Javier Quispe
 Director del CII

Director del CII



JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Quimico Col. No. 420

165



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No. 12146	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF. No. 19290
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>31-08-99; 8,30</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva Pacheco</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>31-08-99</u>	
LUGAR: <u>barrio El Centro</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeracion</u>	
FUENTE: <u>pozo municipalidad</u>		
<u>San Andres Itzapa - Chimaltenango</u>		

INTERESADO/ FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ing. Isaac Herrera.

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>4.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>229.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.2 UNT</u>	6. pH <u>7.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.18	6 CLORUROS CL ⁻	10.0	11 SOLIDOS TOTALES	138.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.17	12 SOLIDOS VOLATILES	41.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	12.98	8 SULFATOS	8.0	13 SOLIDOS FIJOS	97.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	92.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	126.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

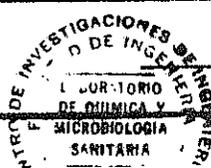
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	106.0	106.0

OTRAS DETERMINACIONES

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 18 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES Desde el punto de vista fisico quimico sanitario, el analisis de Agua se encuentra dentro los limites maximos aceptables de normalidad. segun norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 07 de septiembre de 1999
vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñones
Director del C.I.I.



Zenon Much Santos
JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

O.T. No.	12146	EXAMEN QUIMICO SANITARIO
MUESTRA DE:	Agua	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 31-08-99; 10:00 hrs.
RECOLECTADA POR:	Elmer Oliva Pacheco	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 31-08-99
LUGAR:	Nacimiento Los Aposentos	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeracion
FUENTE:	Nacimiento	
	San Andres Itzapa - Chimaltenango	

INTERESADO, FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.

Ing. Isaac Herrera.

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>3.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>165.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.0 UTN</u>	6. pH <u>6.8</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.25	6 CLORUROS CL ⁻	5.0	11 SOLIDOS TOTALES	107.0
2 NITRITOS NO2 ⁻	0.0	7 FLUORUROS F ⁻	0.28	12 SOLIDOS VOLATILES	36.0
3 NITRATOS NO3 ⁻	9.46	8 SULFATOS	7.0	13 SOLIDOS FIJOS	71.0
4 CLORO RESIDUAL	---	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	---	10 DUREZA TOTAL	64.0	15 SOLIDOS DISUELTOS	91.0

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	84.0	84.0

OTRAS DETERMINACIONES _____

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES desde el punto de vista fisico quimico sanitario, el analisis del Agua se encuentra dentro los limites maximos aceptables de normalidad, segun norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 07 de septiembre de 1999

VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñonez

Director del CII.

Jefe de Laboratorio

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 10244

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. M. A. 101690

INTEGRANDO: FACULTAD DE AGRICULTURA - USAC. Ronal Gómez (MPS)	PROYECTO: Control Calidad del Agua
MUESTRA: Agua de consumo - Chimaltenango	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 19-03-98; 17:00 hrs.
MUESTRA RECOLECTADA EN: Chimaltenango	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 20-03-98; 9:50
MUNICIPIO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	SABOR: -----
ASPECTO: Claro	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: No hay
OLOR: Inodora	CLORO RESIDUAL: -----

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
DESARROLLADAS	15	8	2

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	13	6	1
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		78

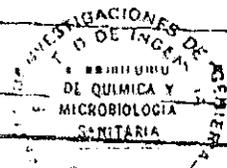
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44500
10.0 cm ³		FORMACION DE GAS INNECESARIAS	
0.1 cm ³			
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³	Menor de 3		Menor de 3

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

CONCLUSION: Bacteriologicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Director del CIT.
Cesar García



JEFE DE LABORATORIO:
Cesar García

PHONE NO. : 4769770

FROM : SECRETARIA FASAC



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

<p>OT. No. <u>9480</u></p> <p align="center">EXAMEN BACTERIOLOGICO</p> <p>INTERESADO: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ronald Gómez A. (EPS)</u></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Ronald Gómez A.</u></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Ald. Chicazanga Nacimiento</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>San Andrés Itzapa</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Quimaltenango</u></p>	<p align="right">INF. No. <u>A-139800</u></p> <p>PROYECTO: <u>Control Calidad del Agua</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-09-97; 14:00 h.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>09-09-97; 10:05</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u></p>
--	---

SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>Lig. Cantidad</u>
ASPECTO: <u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL: _____
OLOR: <u>Inodora</u>	_____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	29	20	6

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	18	10	5
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		240

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		43	15

TECNICA "STANDARD METHOOS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriologicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

DIRECCION
 12 de septiembre de 1997

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. <u>9480</u>	EXAMEN BACTERIOLOGICO	INF. No. <u>A-139799</u>
INTERESADO: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ronald Gómez A. (EPS)</u>	PROYECTO: <u>Control Calidad del Agua</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Ronald Gómez A.</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.</u>	
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Apocentos-Chimaltenango Pozo excavado Furungaray.</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-09-97; 14:30</u>	
MUNICIPIO: <u>Apocentos</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>09-09-97; 10:05</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>Lig. Cantidad</u>	
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>	
OLOR: <u>Inodora</u>		

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	I N N U M E R A B L E S		

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	I N N U M E R A B L E S		
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		Innumerables

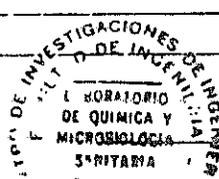
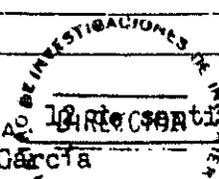
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		Más de 2,400	Más de 2,400

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

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 2900

Vo.Bo. Ingeniero César García 12 de septiembre de 1997. Jefe de Laboratorio





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 9480

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. No. A-139798

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ronald Gómez A. (EPS)	PROYECTO: Control Calidad del Agua
MUESTRA RECOLECTADA POR: Ronald Gómez A.	DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
MUESTRA RECOLECTADA EN: San Andrés Itzapa Pozo Cauque Farm	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-09-97; 12:30
MUNICIPIO: San Andrés Itzapa	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 09-09-97; 10:05
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE:

SABOR: -----	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad
ASPECTO: Claro	CLORO RESIDUAL: -----
OLOR: Inodora	

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	I N N U M E R A B L E S		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20° C

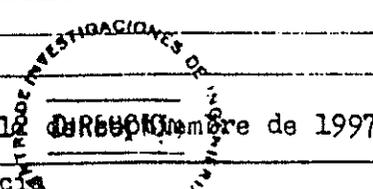
CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		Innumerables

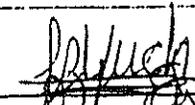
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		Más de 2,400	Más de 2,400

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

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.



No. Bo. Ingeniero Cesar Garcia

JEFE DE LABORATORIO



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 9619

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. No. A-140097

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
Ronald Gómez A. (EPS)
MUESTRA RECOLECTADA POR: Ronald Gómez A.
MUESTRA RECOLECTADA EN: Río Itzapa
MUNICIPIO: San Andres Oatzapa
DEPARTAMENTO: Chimaltenango

PROYECTO: Control Calidad del Agua
DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-10-97; 14:30
FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 09-10-97; 11:20
CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración

SABOR: -----
ASPECTO: Turbio
OLOR: Inodora

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Gran Cantidad
CLORO RESIDUAL: -----

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	I N N U M E R A B L E S		

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	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		Más de 2,400	Más de 2,400

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

CONCLUSION Bacteriologicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

[Signature]
DIRECCION DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
GUATEMALA
Vo.Bo. Ingeniero César García

14 de octubre de 1997



[Signature]
JEFE DE LABORATORIO



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 9619

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. No. A-140099

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
Ronal Gómez A. (EPS)
MUESTRA RECOLECTADA POR: Ronal Gómez A.
San Andrés Itzapa
MUESTRA RECOLECTADA EN: Pozo Las Tunas
MUNICIPIO: San Andrés Itzapa
DEPARTAMENTO: Chimaltenango

PROYECTO: Control Calidad del Agua
DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-10-97; 15:30
FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 09-10-97; 11:20
CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración

SABOR: -----
ASPECTO: Claro
OLOR: Inodora

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad
CLORO RESIDUAL: -----

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	16	14	5

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	17	8	3
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		180

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		43	7

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

CONCLUSION. Bacteriologicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

GUATEMALA 14 de octubre de 1997

Ingeniero César García



Jefe de Laboratorio



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

ACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 10035 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** **INF. No. A-141001**

INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronal Gómez A. (EPS)

MUESTRA RECOLECTADA POR: Ing. Isaac Herrera I.

MUESTRA RECOLECTADA EN: Quinta, Los Apocentos
Pozo Mecánico

MUNICIPIO: Chimaltenango

DEPARTAMENTO: Chimaltenango

PROYECTO: Control Calidad del Agua

DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 28-01-98; 10:15

FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 28-01-98; 13:40

CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración

SABOR: ----- SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad

ASPECTO: Claro CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	16	7	2

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	9	7	1
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		71

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	- - -	I N N E C E S A R I A S	
1.0 cm ³	- - -		
0.1 cm ³	- - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO:	NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³	Menor de 3	Menor de 3

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

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

[Signature]
Vo.Bo. Ingeniero César García
Director del I.I.

02 de febrero de 1,998.



[Signature]
JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico. Col. No. 420
M. Sc. Ing. Sanitario



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. **10035**

EXAMEN BACTERIOLOGICO

A-111002
INF. No.

INTERESADO: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ronald Gómez A. (EPS)</u>	PROYECTO: <u>Control Calida del Agua</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Ing. Isaac Herrera I. Municipalidad San Andrés Itzapa</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.</u>
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Pozo Mecánico</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>28-01-98; 11:00 hrs.</u>
MUNICIPIO: <u>San Andrés Itzapa</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>28-01-98; 13:40</u>
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>

SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>Lig. Cantidad</u>
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: <u>Inodora</u>	_____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	22	10	2

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

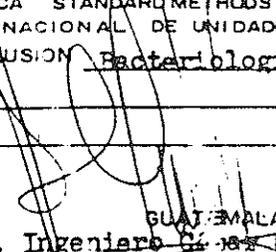
CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	13	7	1
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		84

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	= = =		
1.0 cm ³	= = =	INNecesarias	
0.1 cm ³	= = =		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		Menor de 3	Menor de 3

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

CONCLUSION Bacteriologicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.


 GUATEMALA, 02 de febrero de 1,998
 DIRECCION
 Vo.Bo. Ingeniero Carlos García
 Director del C.T.T.


 JEFE DE LABORATORIO
 ZENON MUCH SANTOS



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

X

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. **10035**

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. No. **A-111003**

INTERESADO: **FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.
Ronald Gómez A. (EPS)**
MUESTRA RECOLECTADA POR: **Ing. Isaac Herrera I.**
MUESTRA RECOLECTADA EN: **Bellos Horizontes El Tejar
Pozo Mecánico**
MUNICIPIO: **El Tejar**
DEPARTAMENTO: **Chimaltenango**

PROYECTO: **Control Calidad del Agua**
DEPENDENCIA: **FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.**
FECHA Y HORA DE RECOLECCION: **28-01-98; 12:00 hrs.**
FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: **28-01-98; 13:40**
CONDICIONES DE TRANSPORTE: **En refrigeración**

SABOR: **-----**
ASPECTO: **Claro**
OLOR: **Inodora**

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: **Lig. Cantidad**
CLORO RESIDUAL: **-----**

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	70	40	15

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	50	25	3
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		530

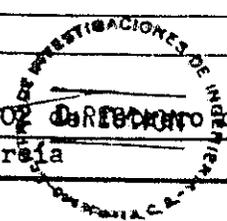
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	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		Más de 2,400	Más de 2,400

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

CONCLUSION **Bacteriologicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 2901.**

7o.Bo. Ingeniero César García
Director del III.



Guatemala, 02 de Febrero de 1,998.



Jefe de Laboratorio
ZENON MUCH SANTOS

116



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

EXAMEN BACTERIOLOGICO	
OT. No.	INF. No.
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ronald Gómez (EPS)	PROYECTO: Control Calidad del Agua
MUESTRA RECOLECTADA POR: Ing. Isaac Herrera	DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.
MUESTRA RECOLECTADA EN: El Tejar Avantex Pozo perforado	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 17-02-98; 9:00 hrs.
MUNICIPIO: El Tejar	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 17-02-98; 10:00
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración
SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Reg. Cantidad
ASPECTO: Claro	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: Ilg. A Mat. Orgánica	_____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	I N N U M E R A B L E S		

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	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³	Innumerables
------------	---	---------------------

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		240	240

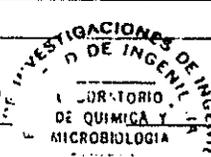
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION **Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.**

20 de febrero de 1,998.

Ingeniero César García

Jefe de Laboratorio





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 10035	EXAMEN BACTERIOLOGICO	INF. No. A-141089
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC Ronald Gómez A. (EPS)	PROYECTO: Control Calidad del Agua	
MUESTRA RECOLECTADA POR: Ing. Isaac Herrera I. Colinas San Andrés	DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.	
MUESTRA RECOLECTADA EN: Pozo Mecánico	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 03-02-98; 13:30	
MUNICIPIO: San Andrés Itsapa	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 03-02-98; 15:00 h.	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración	

SABOR: -----	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad
ASPECTO: Claro	CLORO RESIDUAL: -----
OLOR: Inodora	

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

c) 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	52	30	9

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	37	26	5
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm³		340

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
0.0 cm ³	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
0.1 cm ³	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
1.1 cm ³	♦ = =	♦	=
10.1 cm ³			
100.1 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		460	240

TECNICA "STANDARD METHOOS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

DIRECCION DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 GUATEMALA
 Febrero de 1,998.
 LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 JEFE DE LABORATORIO
 ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 42



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. <u>10244</u>		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. <u>A-141630</u>
INTERESADO: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC.</u> <u>Ronal Gómez (EPS)</u>		PROYECTO: <u>Control Calidad del Agua</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Isaac Herrera</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA- USAC.</u>		
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Los Aposentos - Chimaltenango</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>19-03-98; 17:00 hrs.</u>		
MUNICIPIO: <u>Chimaltenango</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: <u>20-03-98; 9:50</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>		CONDICIONES DE TRANSPORTE <u>En refrigeración</u>		
SABOR: <u>-----</u>		SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Claro</u>		CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>		
OLOR: <u>Inodora</u>				

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	15	8	2

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	13	6	1

RESULTADO:

NUMERO DE BACTERIAS POR cm³

78

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm ³	---		
1.0 cm ³	---		
0.1 cm ³	---	I N N E C E S A R I A S	
0.01 cm ³	---		
0.001 cm ³	---		
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		Menor de 3	Menor de 3

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

CONCLUSION Bacteriologicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

REGION DE AGRICULTURA Y GANADERIA

GUATEMALA 25 de marzo de 1,998

Bo. Ingeniero César García

Director del CII.



JEFES DE LABORATORIO



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 12146	EXAMEN BACTERIOLOGICO	INF. No. A-147228
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ing. Isaac Herrera.	PROYECTO: Control calidad del Agua	
MUESTRA RECOLECTADA POR: Rimer Olva Pacheco	DEPENDENCIA: USAC.	
MUESTRA RECOLECTADA EN: Barrio El centro pozo colinas de san Andres	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 31-08-99; 8:00 hrs.	
MUNICIPIO: San Andres Itzapa	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 31-08-99; 14:40	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeracion	

SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. cantidad
ASPECTO: claro	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: Inodora	_____

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	21	14	6

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	15	10	4
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		210

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm ³	-----		
1.0 cm ³	-----	INNECESARIAS	
0.1 cm ³	-----		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm ³		Menor de 2	Menor de 2

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

CONCLUSION **bacteriologicamente el agua es potable. segun norma COGUANOR NGO 29001**

GUATEMALA, **05 de septiembre de 1999**
 VO. BO. **Ing. Francisco Javier** DIRECTOR DEL CI

 LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitario



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 12146	EXAMEN BACTERIOLOGICO	INF. No. A-147229
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ing. Isaac Herrera.	PROYECTO: Control calidad del Agua	
MUESTRA RECOLECTADA POR: Elmer Oliva Pacheco San Andres Itzapa	DEPENDENCIA: USAC.	
MUESTRA RECOLECTADA EN: pozo municipalidad	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 31-08-99; 8:30	
MUNICIPIO: San Andres Itzapa	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 31-08-99; 14:40	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeracion	
SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. cantidad	
ASPECTO: claro	CLORO RESIDUAL: _____	
OLOR: inodora		

NUMERACION TOTAL DE GERMEENES

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	30	20	6

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	23	17	5

RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³	250
------------	---	-----

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	- - - - -		
1.0 cm ³	- - - - -	INNECESARIAS	
0.1 cm ³	- - - - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMEENES COLIFORMES/100 cm ³		menor de 2	menor de 2

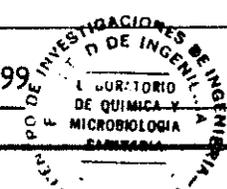
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION pacteriologicamente el agua es potable. segun norma COGUANOR NGO 29001.

07 de septiembre de 1,999

VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñones
director del CII.

ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. 12





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 12146	EXAMEN BACTERIOLOGICO	INF. No. A-147230
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA - USAC. Ing. Isaac Herrera.	PROYECTO: control calidad del Agua	
MUESTRA RECOLECTADA POR: Elmer Oliva Pacheco	DEPENDENCIA: USAC.	
MUESTRA RECOLECTADA EN: Nac. Los Aposentos	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 31-08-99; 10:00 hrs.	
MUNICIPIO: San Andres Itzapa	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 31-08-99; 14:40	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeracion	

SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. cantidad
ASPECTO: claro	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: Inodora	_____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	40	20	12

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	23	9	3

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ 360

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		80	4

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

CONCLUSION bacteriologicamente el agua NO es potable. segun norma COGUANOR NGO 29001. 122

07 de septiembre de 1,999

VO. BO. Ing. **Francisco Javier Quiñones** DIRECTOR DEL CII.

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12

Ing. **ZENON MUCH SANTOS**
Ing. Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

<p>QT. N.º <u>11884</u></p> <p>INTERESADO: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC. (IIA-DIGI)</u></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Elmer Oliva</u></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Ald. Chicasanga</u> <u>Nac. Chicasanga</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>San Andrés Itzapa</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u></p>	<p align="center">EXAMEN BACTERIOLOGICO</p> <p align="right">INF. No. <u>A-146467</u></p> <p>PROYECTO: <u>Control calidad del Agua</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>08-07-99; 8:00 hrs.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>08-07-99; 11:35</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u></p>
<p>SABOR: _____</p> <p>ASPECTO: <u>claro</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>Lig. Cantidad</u></p> <p>COLOR RESIDUAL: _____</p>

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	50	20	7

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	32	10	1

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³	200
--	-----

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		más de 1,600	más de 1,600

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

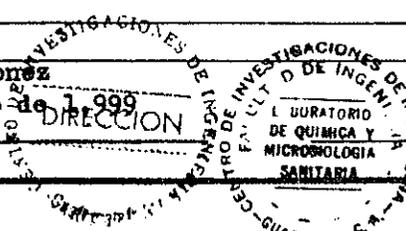
CONCLUSION Bacteriológicamente el agua NO es potable. según norma COGUANOR NGO 29001

vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñonez
GUATEMALA
Director del CII

15 de julio de 1999

DIRECCION

Ing. Zamorán Much Santos
Jefe de Laboratorio



Ing. Químico Col. No. 420



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11884 INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC. (IIA-DIGI) Elmer oliva MUESTRA RECOLECTADA POR: XIPACAY MUESTRA RECOLECTADA EN: Nac. XIPACAY MUNICIPIO: San Andrés Itzapa DEPARTAMENTO: Chimaltenango	EXAMEN BACTERIOLOGICO INF. No. A-146468 PROYECTO: control calidad del Agua DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC. FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-07-99; 9:30 FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 08-07-99; 11:35 CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración
---	---

SABOR: _____	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad
ASPECTO: claro	COLOR RESIDUAL: _____
OLOR: inodora	_____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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	100	38	11

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	64	24	7

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ 430

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	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 GERMENES COLIFORMES/100 cm³		50 N.M.P.	50 N.M.P.

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.
CONCLUSION bacteriologicamente el agua NO es potable. según norma COGUANOR NGO 29001.

15 de Julio de 1999

vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quirónes JES DE LABORATORIO
 Director del CII ZENON MUCH SANTOS
 DIRECCION Ing. Químico Col. No. 424



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11884 INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC. (IIA-DIGI) MUESTRA RECOLECTADA POR: Elmer Oliva Camino al Aguacate MUESTRA RECOLECTADA EN: Río La Virgen MUNICIPIO: San Andrés Itzapa DEPARTAMENTO: Chimaltenango	EXAMEN BACTERIOLOGICO INF. No. A-146468 PROYECTO: Control calidad del Agua DEPENDENCIA: FACULTAD DE AGRONOMIA-USAC. FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 08-07-99; 9:10 FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 08-07-99; 11:35 CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración
SABOR: _____ ASPECTO: turbio OLOR: A tierra	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Gran cantidad COLOR RESIDUAL: _____

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	I N N U M E R A B L E S		

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	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

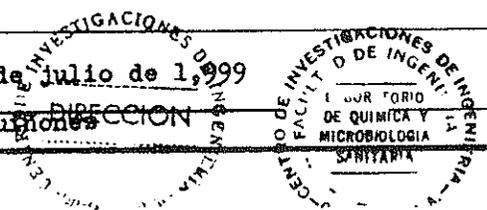
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	+++++	+++++	+++++
1.0 cm ³	+++++	+++++	+++++
0.1 cm ³	+++++	+++++	+++++
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm³		MÁS de 1,00	MÁS de 1,600

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

CONCLUSION bacteriológicamente el agua NO es potable. según norma COGUANOR NGO 29001

15 de Julio de 1999

vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quijónes ZENON MUCH SANTOS
 Director del CII. Ing. Químico Col. No. 420





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO
SUBTERRANEO Y PROPUESTAS DE POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE
USO EN LA CUENCA DEL RIO ITZAPA DEL DEPARTAMENTO DE -
CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO TARACENA HERNANDEZ

CARNET No: 9316626

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis F. Morán Palma
Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
Ing. Agr. Isaac Herrera Ibáñez
Ing. Agr. Maxdelio Herrera de León

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Victor Manuel Cabrera Cruz
A S E S O R



Ing. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECCION DEL IIA

I M P R I M A S E



Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
Archivo
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>

