

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y RECURSOS HIDRAULICOS
A NIVEL DE POST-GRADO



**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LLUVIA E INFRAESTRUCTURA
DE CISTERNAS RURALES, PARA DIFERENTES USOS**

ESTUDIO ESPECIAL

Presentado a la
**Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria
y Recursos Hidráulicos
(ERIS)**

Por

ING. AGR. CARLOS DAVID FLORES AUCEDA

Como requisito previo para optar al Grado Academico de

**MAESTRO
(MAGISTER SCIENTIFICAE)**

EN

RECURSOS HIDRAULICOS

Guatemala, septiembre de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
(1075)
SE

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES:

Transito Auçada de Flores(Q.E.P.D)
Carlos Manuel Flores Campos

A MI ESPOSA:

Elisa

A MI HIJO:

Aldo Alejandro

A MIS HERMANOS:

Marta Lidia, Luis René y Hugo

A MIS SOBRINOS:

Con amor y ternura

A MIS PRIMOS Y TIOS:

Con cariño y aprecio

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y DE TRABAJO.

AGRADECIMIENTO

DESEO EXPRESAR MI AGRADECIMIENTO SINCERO A LAS SIGUIENTES PERSONAS E INSTITUCIONES:

- ING. ZENON MUCH SANTOS, POR SU ASESORAMIENTO Y VALIOSA ORIENTACION EN EL ESTUDIO ESPECIAL.
- ING. TEOFILO ALVAREZ M., POR SU ASESORIA Y VALIOSA ORIENTACION EN EL ESTUDIO ESPECIAL.
- ING. CIVIL E HIDRAULICO, JULIO MARIO DE LA RIVA L., POR SU ASESORIA EN ESTRUCTURAS HIDRAULICAS.
- ING. FULGENCIO GARAVITO, POR SU ASESORIA EN HIDROLOGIA.
- ING. JORAM GIL, POR SU APOYO EN LA FASE CAMPO DEL ESTUDIO ESPECIAL.
- A LA SECRETARIA DE RECURSOSHIDRAULICOS DE LA PRESIDENCIA, POR SU PARTICIPACION EN ESTA INVESTIGACION.
- AL FONDO DE NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA UNICEF, POR SU APOYO EN LA PUBLICACION DE ESTE DOCUMENTO.
- AL PERSONAL TECNICO DEL PROYECTO COSECHA DE LLUVIA, DE LA DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO DIRYA.
- A LA ASOCIACION DESARROLLO DE ORIENTE DECOR.
- AL PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA Y QUIMICA SANITARIA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA, USAC.
- AL PERSONAL DOCENTE DE LA ESCUELA REGIONALDE INGENIERIA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS, ERIS.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	2
3. JUSTIFICACION	3
4. OBJETIVOS	4
5. HIPOTESIS	4
6. UNIVERSO DE TRABAJO	5
6.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	5
6.1.1 Localización	5
6.1.3 Características Hidrográficas	6
6.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA	7
7. ASPECTOS TECNICOS EN LA CONSTRUCCION DEL CISTERNA	8
7.1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE UN CISTERNA	8
7.1.1 Determinación del Volumen Util del Cisterna.....	8
7.1.2 Consumo de Agua	8
7.1.3 Tiempo de Almacenamiento.....	9
7.1.4 Determinación de pérdidas totales de agua	9
7.1.5 Dimensionamiento del Tanque de almacenamiento ...	9
7.1.6 El Talud	10
7.1.7 Dimensionamiento del Area de Captación (Ac).....	11
7.1.8 Materiales y Tipos de Cobertura	11
7.2 PROCESO DE EJECUCION DE UN CISTERNA	12
7.2.1 Selección del Lugar	12
7.2.2 Trazado de la Obra	12
7.2.3 Excavación Del Tanque de Almacenamiento.....	12
7.2.4 Construcción del Tanque de Almacenamiento.....	13
7.2.5 Eliminador de Excedentes	13
7.2.6 Paredes Exteriores	13
7.2.7 Aireadores	13
7.2.8 Techo de la Cisterna	14
7.2.9 Area de Captación	14
7.2.10 Bomba Manual	14
7.2.11 Filtros Internos	15
8. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS A EVALUAR Y SU METODOLOGIA DE MUESTREO	16
8.1 DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS	16
8.1.1 Agua Para Consumo Humano.....	16
8.1.2 Agua para Riego	19
8.1.3 Calidad del Agua para uso Pecuario.....	20
8.1.4 Pérdidas de Agua Por Evaporación.....	20

8.1.5	Eficiencia del Filtro en la Remoción de Algunos Parámetros	21
8.1.6	Infraestructura del Cisterna.....	22
8.2	METODOLOGIA DE MUESTREO.....	22
9.	RESULTADOS	24
9.1	RESULTADOS DEL ANALISIS DE AGUA PARA DIFERENTES USOS	24
9.2	RESULTADOS DE LA EVALUACION DE PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION	25
9.3	RESULTADOS DEL ANALISIS DE REMOCION DE LOS FILTROS INTERNOS	25
9.4	RESULTADO DE LA EVALUACION DEL AREA DE CAPTACION Y EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	25
10.	DISCUSION DE RESULTADOS	26
10.1	CALIDAD DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS	26
10.1.1	Agua Para Consumo Humano	26
10.1.2	Agua Para Uso En Riego	27
10.1.3	Agua Para Uso En Ganadería y Avicultura	28
10.1.4	Agua Para Uso En Acuicultura	29
10.2	EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION.....	29
10.3	EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS	30
10.4	EVALUACION DEL AREA DE CAPTACION E INFRAESTRUCTURA EL CISTERNA	31
11.	CONCLUSIONES	32
12.	RECOMENDACIONES	36
13.	BIBLIOGRAFIA	38
	ANEXOS	

1. INTRODUCCION

La disponibilidad del agua para diferentes usos, en algunas regiones del país es bastante limitada en ciertas épocas del año, especialmente en la región oriental, pues no se cuenta con suficientes fuentes de agua superficiales para ser aprovechadas; razón por la cual es necesario el aprovechamiento del agua de lluvia almacenada en cisternas para utilizarla en el verano, tomando en cuenta que el agua en su estado natural tiene ciertas características físicas, químicas y microbiológicas que se deben de considerar en sus diferentes usos, y así garantizar una buena calidad.

Las áreas rurales de Guatemala, en su mayoría carecen de servicios de agua potable, como también para uso agrícola y pecuario, debido a la poca disponibilidad y baja calidad de la misma; por lo que, la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento DIRYA, inició en 1989 con el apoyo de la FAO, el proyecto de construcción de CISTERNAS PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA, para uso humano, animal y en algunos casos para riego de hortalizas en los departamentos de Guatemala, Zacapa y Jutiapa. No esta demás indicar que en la ejecución de dichos proyectos no se contempló el análisis de la calidad del agua para sus diferentes usos, ni la investigación de las pérdidas reales por evaporación durante el período de almacenamiento del agua.

En el presente estudio se evalúa la calidad física, química y bacteriológica de las diferente cisternas, ubicadas en los municipios de Comapa y Agua Blanca en el departamento de Jutiapa, como también en el municipio de Guatemala del departamento de Guatemala. Así mismo se evalúan las pérdidas de agua por evaporación durante el período de almacenamiento, el funcionamiento de los filtros rápidos de agua con que cuentan la mayoría de los cisternas y los diferentes componentes de la infraestructura física, tales como el techo de captación, canales de conducción y paredes laterales.

Con respecto a la selección de los puntos de toma de muestra para los análisis, se tomó en cuenta la importancia que tiene el agua de lluvia almacenada en cisternas para el consumo humano y en tal sentido se tomaron muestras de todas los cisternas que se encuentran en funcionamiento (un total de 19), correspondiente a un 90% de la cobertura del proyecto.

Para determinar la calidad del agua en sus diferentes usos, se utilizaron las normas COGUANOR para consumo humano; para riego, ganadería, avicultura y acuicultura se consideró la propuesta de norma de CATIE.

2. ANTECEDENTES

El territorio de Guatemala cuenta con una franja territorial seca que se inicia en el occidente del país, en el departamento de Huehuetenango y se extiende hasta los departamentos de Chiquimula y Jutiapa en el oriente de la República, abarcando un área de aproximadamente 14,544 Kms cuadrados (distribuidos en 85 municipios); con una precipitación pluvial que oscila entre los 200 mm. a 1000 mm., predominando las lluvias torrenciales mal distribuidas y alternadas con períodos de sequías prolongadas.

En función de este desfase hidrológico y tomando en cuenta las limitaciones en la disponibilidad de agua para consumo humano, pecuario, agrícola y otros usos; la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento DIRYA, con la cooperación técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, inició en 1989 el proyecto de construcción de cisternas rurales para la captación de agua de lluvia destinada al consumo humano, uso doméstico y en algunos casos para actividades hortícolas.

Como resultado del proyecto se logró la instalación de una unidad piloto ubicada en la comunidad de GUAYABILLA en el municipio de Agua Blanca en el departamento de Jutiapa, la cual consta de cinco (5) cisternas rurales, tres (3) sistemas de riego para cántaros de arcilla y un embalse para riego de auxilio. Además se han construido cisternas en el municipio de El Progreso Jutiapa, San Manuel Chaparrón Jalapa, San Pedro Ayampuc, San Raymundo; colonias: Sáquerti, el Amparo, Tierra Nueva I y II, el Granizo en el departamento de Guatemala y en Huité Zacapa.

En 1993 El programa PROSAF, canalizó recursos financieros con la participación técnica de DIRYA y la administración por parte de la organización no gubernamental DECOR (Desarrollo y Conservación de Oriente), para trabajar en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Huehuetenango y Jutiapa, teniendo a su cargo además la promoción de las cisternas, la formación de grupos familiares beneficiarios y la recuperación del capital invertido, con el objetivo de crear un fondo rotativo para continuar con la construcción de más cisternas y ampliar la cobertura del proyecto. Actualmente se han construido con este último programa 20 cisternas tanto multifamiliares como unifamiliares, en diferentes comunidades del municipio de Comapa, Jutiapa.

3. JUSTIFICACION

Considerando que el agua es un elemento indispensable para el bienestar de la población y que de su calidad dependen los diferentes usos y necesidades que se deben satisfacer; en tal sentido es necesario conocer sus parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para garantizar a las comunidades que utiliza el agua de lluvia almacenada en cisternas, tanto para consumo humano como para otros usos, su aprovechamiento adecuado; determinando el grado de contaminación existente y recomendando la implementación de medidas preventivas y correctivas, y así contribuir de esta manera a mejorar la calidad de vida de la población rural.

Con respecto a las pérdidas de agua almacenada en cisternas por evaporación, únicamente se toma en cuenta un parámetro teórico en el cálculo del volumen de agua necesario para poder abastecer a una o más familias y en las dimensiones del diseño de la estructura. En tal sentido el presente estudio considera prioritario conocer la lámina de agua evaporada diariamente, tomando en cuenta las condiciones climáticas del área del proyecto y así tener un diseño adecuado del volumen mínimo requerido por cada cisterna; para asegurar el abastecimiento de agua durante el período seco y además tener costos de construcción mínimos.

Para garantizar a los usuarios de este proyecto el abastecimiento de agua de buena calidad, dentro de cada cisterna está diseñado un filtro rápido sumergible de arena, grava y carbón, en el cual es necesario evaluar el grado de remoción en cuanto a parámetros físicos y bacteriológicos se refiere, en función de las normas establecidas para los diferentes usos del agua.

Además es necesario evaluar los otros componentes de dichos cisternas, en cuanto a su funcionamiento y estado físico actual, tales como: techo de captación, canales de conducción y paredes laterales; tomando en cuenta los diferentes modelos existentes y la calidad de los materiales utilizados en su construcción.

4. OBJETIVOS:

4.1 GENERAL:

Realizar el estudio de la calidad del agua de lluvia almacenada en cisternas para consumo humano y otros usos, en aquellas comunidades donde las fuentes naturales están muy retiradas o que la disponibilidad de agua no es permanente, como también evaluar el funcionamiento de las cisternas instaladas en relación a su operación y mantenimiento de la infraestructura física; planteando las medidas correctivas necesarias.

4.2 ESPECIFICOS:

- 1.- Evaluar la calidad de agua de lluvia almacenada en cisternas, ubicadas en los departamentos de Jutiapa y Guatemala, determinando si es apta para consumo humano, riego y otros usos; en función de sus parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.
- 2.- Determinar las pérdidas de agua dentro del cisterna por evaporación durante el período de almacenamiento, pudiéndose así considerar en el diseño de su volumen y dimensiones.
- 3.- Medir la eficiencia del filtro que tiene cada cisterna, evaluando la remoción de algunos parámetros físicos y bacteriológicos.
- 4.- Evaluar el área de captación de lluvia y paredes laterales de las cisternas.
- 5.- Plantear posibles medidas a implementarse en la captación y el control de la calidad del agua de lluvia.

5.0 HIPOTESIS:

El aprovechamiento del agua de lluvia, como fuente de abastecimiento para consumo humano y otros usos, es factible en función de sus parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de acuerdo a las normas propuestas para sus diferentes aprovechamientos. Así mismo se considera que los diseños de las cisternas, en cuanto al volumen perdido por evaporación, el tipo de filtro y el área de captación, no son adecuados en función de su operación y mantenimiento.

Todo lo expuesto se analizará para determinar si es positivo o hay que introducir cambios en el diseño de las cisternas.

6. UNIVERSO DE TRABAJO:

6.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO:

El área de estudio se encuentra en los municipios de Agua Blanca y Comapa del departamento de Jutiapa, ubicados en la región suroriental (Región IV) y en el municipio de Guatemala del departamento de Guatemala (Región I).

6.1.1 Localización.

Las cisternas objeto de estudio, que en su totalidad son diez y nueve (19), están localizadas en las siguientes comunidades, que se presentan por municipio y departamento:

A.- Municipio de Agua Blanca (Jutiapa).

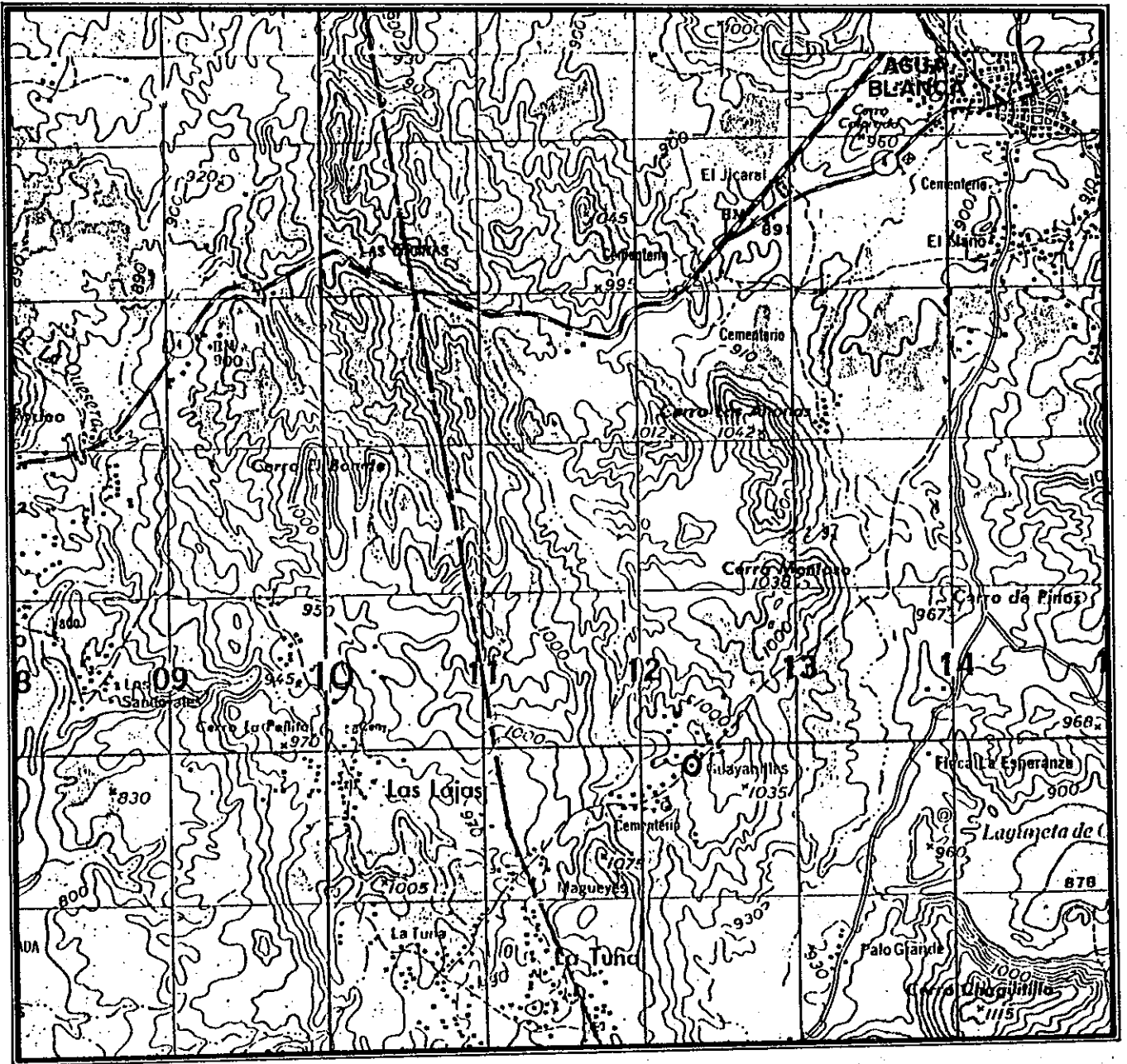
En esta área todas las cisternas se encuentran en la aldea Guayabilla, ver Mapa No.1, la cual está localizada en la parte norte de la Cabecera Municipal, donde hay cinco (5) cisternas para diez y nueve (19) familias y una Escuela Primaria ubicadas a una altura aproximada de 897 msnm. en la latitud $14^{\circ} 29' 43''$ norte y una longitud $89^{\circ} 38' 56''$ este y a una distancia de 6 kms de la Cabecera Municipal y a 162 kms de la ciudad capital de Guatemala, Ver cuadro No.1.

B.- Municipio de Comapa (Jutiapa).

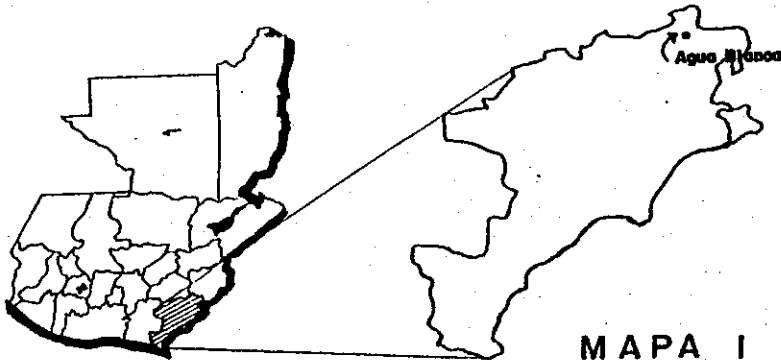
En este Municipio se encuentra la mayor concentración de cisternas construidas, habiendo un total de trece (13) con una cobertura de ochenta y una (81) familias, de las cuales once (11) fueron las evaluadas como se puede observar en el Cuadro No.1; ubicadas en forma dispersa dentro de todo el territorio municipal de Comapa, como lo muestra el mapa No. 2; encontrándose la mayoría de éstas a una altura aproximada entre los 1300 msnm. y los 920 msnm. y en un radio de 6 kms de la Cabecera Municipal ubicada en la latitud $14^{\circ} 06' 45''$ norte y una longitud de $89^{\circ} 54' 55''$ este. Para llegar a la cabecera municipal de Comapa, se toma la carretera Centroamericana CA-1 de la ciudad capital de Guatemala hasta el kilómetro 100, desviándose en la comunidad del Amatón a una distancia de 26 kms de terracería.

C.- Municipio de Guatemala (Guatemala).

Aquí únicamente se pudieron evaluar tres (3) cisternas localizadas en las comunidades de: Tierra Nueva, Sáquerti y El Hato destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, en Centros Educativos, con una cobertura aproximada de 50 alumnos en cada una de ellos. Se encuentran ubicadas en la parte norte de la Ciudad Capital, precisamente al final de la colonia Bethania, las



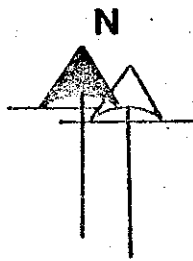
Escala Grafica



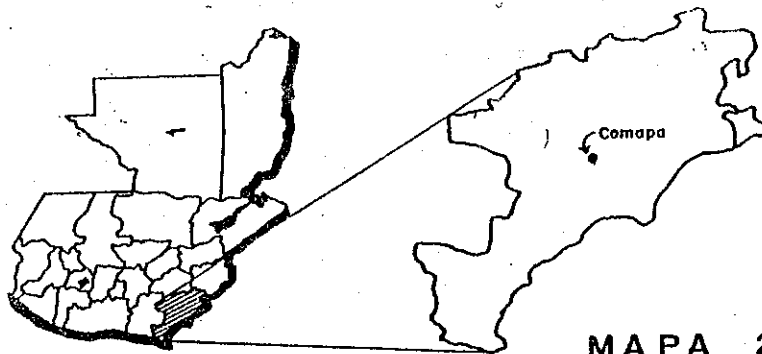
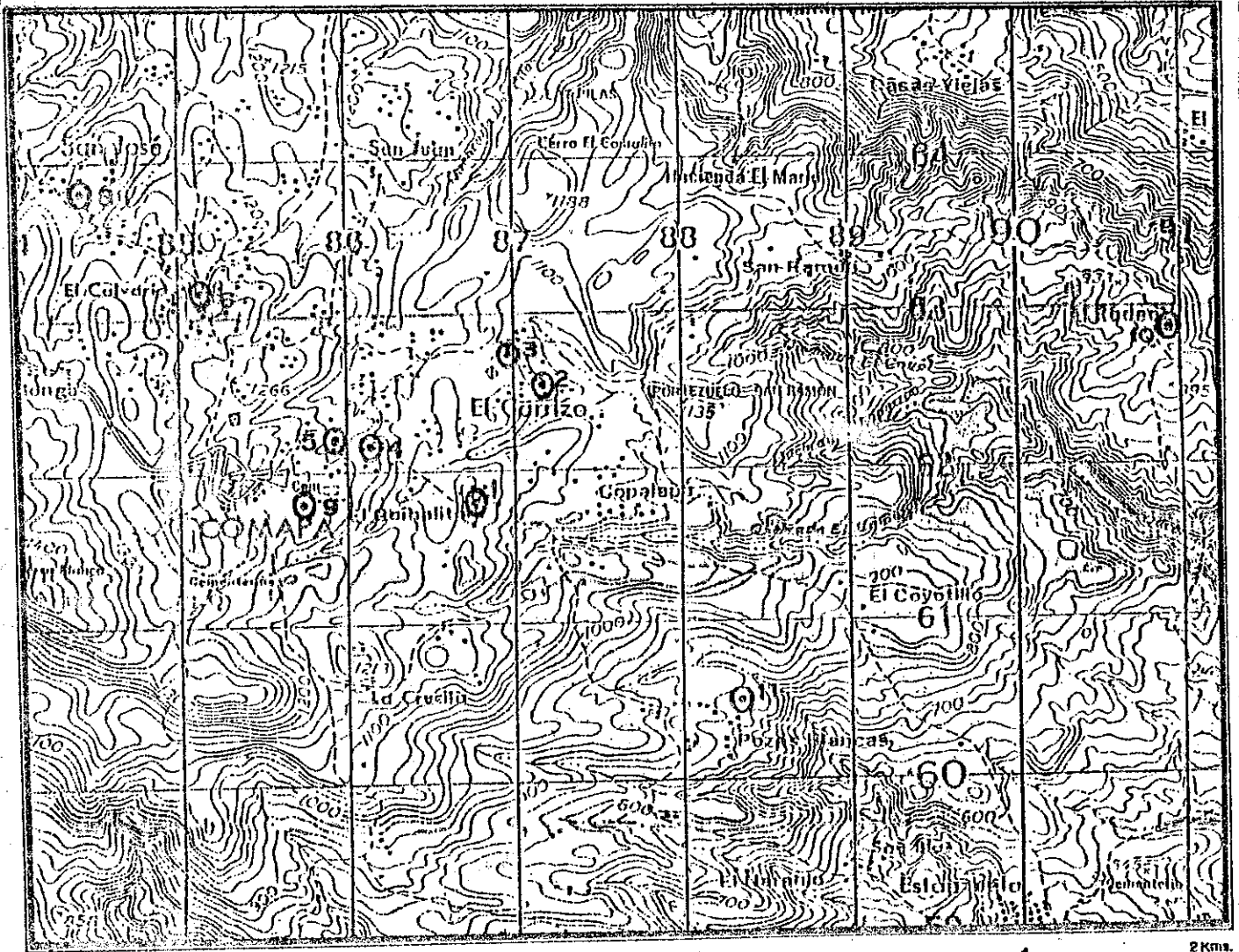
MAPA I

REFERENCIA

⊙ Tanque cisterna



LOCALIZACION DE CISTERNAS EN EL MUNICIPIO DE COMAPA



REFERENCIA

⊙ Tanque cisterna

MAPA 2

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

dos primeras a una altura de 1800 msnm. y una cisterna ubicada en la comunidad del Hato al Nororiente del Municipio, colindando con San Pedro Ayampuc a una distancia de 25 Kms, Ver cuadro No.1 y Mapa No.3.

6.1.2 Actividades productivas.

Entre las actividades productivas de las comunidades de Agua Blanca y Comapa tenemos: en primer lugar, la agricultura produciendo granos básicos, tales como frijol y maíz, frutales y algunas verduras; así mismo hay producción de ganado, bovino y porcino, en menor escala y el resto de la población se dedica a otras actividades económicas.

Con respecto a los usuarios del municipio de Guatemala, que se encuentran en áreas marginales de la Ciudad Capital, en su mayoría se dedican a actividades de servicios públicos, industriales y comerciales.

6.1.3 Características fisiográficas e hidrográficas.

En el área de Agua Blanca su topografía varía de 600 a 1200 msnm., debiéndose esta variabilidad de altitudes a la divisoria de cuencas hidrográficas que se encuentran entre los ríos Anguiatú y el río Ostúa; en cuanto al municipio de Comapa se manifiestan diferentes zonas fisiográficas y geomorfológicas, comprendidas entre los 920 msnm. y 1400 msnm., el sistema hidrográfico más importante en este Municipio lo constituye el río De Paz y sus afluentes que en el verano no tienen escorrentía. El sistema hidrográfico donde se encuentran las cisternas en el municipio de Guatemala, está conformado por la subcuenca del río las Vacas que es parte de la gran cuenca del río Motagua; en las tres áreas se observan parte de relieves quebrados en las zonas altas y en las partes bajas ondulados y planos, también se observan piedemontes en las partes de transición entre relieves accidentados y zonas circundantes más bajas.

Entre los recursos hídricos disponibles en las diferentes áreas de estudio, se pueden mencionar la precipitación media anual, que varía en Jutiapa entre los 1000 mm. a 1200 mm. y de 1250 a 1600 mm. por año en el departamento de Guatemala, según datos del INSIVUMEH. También hay identificadas varias fuentes superficiales (Manantiales) siendo difícil en la mayoría de éstas su aprovechamiento para consumo humano y otros usos, por estar inaccesibles en función de la topografía por donde escurren. (14)

CUADRO No. 1
 NUMERO DE CISTERMAS EVALUADAS

NOMBRE CISTERNA	FORMA GEOMETRICA	CAPACIDAD MTS.3	NUMERO DE FAMILIAS	TIPO DE FILTRO	Tipo captacion lluvia
COMAPA JUTIAPA.				Lento	
comalitos	Trapezoidal	50	12	Interno	Techo propio
El Carrizo	Trapezoidal	100	35	" "	Techo propio
El Tepeance	Trapezoidal	50	14	" "	Techo propio
San Jose	Trapezoidal	50	1	" "	Techo propio
Municipal San Jose	Rectangular	50	5	" "	Techo propio
Caserio Oratorio	Trapezoidal	50	1	" "	Techo vivienda
El Estoraque	Cubica	18	1	" "	Techo vivienda
San Jose II	Trapezoidal	50	1	" "	Techo propio
Barrio El Centro	Trapezoidal	32	1	" "	Techo propio
El Rodeo	Trapezoidal	50	6	" "	Techo propio
Pozas Blancas.	Trapezoidal	100	16	" "	Techo propio
GUAYABILLA, AGUA BLANCA					
Isidro Berrios	Trapezoidal	40	5	Externo	Convinado
Escuela Publica	Rectangular	40	50 alumnos	ninguno	Techo vivienda
Carlos Duarte	Trapezoidal	50	8	Externo	Convinado
Francisco Sandoval	Rectangular	24	1	ninguno	Techo propio
Jose Victor Montoya	trapezoidal	40	5	Externo	Techo vivienda
DEPTO. GUATEMALA					
Saquerti	Trapezoidal	90	50 alumnos	Externo	Convinado
Tierra Nueva	Trapezoidal	60	50 alumnos	Externo	Convinado
El Hato	Rectangular	90	50 alumnos	Externo	Techo vivienda

CONVINADO: Captacion de techo y patio

6.1.4 Índices de morbilidad en enfermedades de origen hídrico.

La tasa de morbilidad por diarreas en el año 1994 fué de 9.45 por mil habitantes en el departamento de Jutiapa y de 13.80 por mil habitantes en el municipio de Guatemala. La información anterior se deduce el estado considerable de esta tasa en las dos áreas de estudio; concluyéndose que en estos lugares, las pocas fuentes de consumo de agua son por manantiales y aguas subterráneas, evitándose de esta manera la proliferación de las enfermedades de origen hídrico. (14)

6.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA

El Proyecto está actualmente construyendo estructuras de captación y almacenamiento de agua de lluvia para consumo humano, por medio de cisternas rurales tipo tronco piramidal invertido y cúbicas; en lugares donde las fuentes de agua se encuentran a grandes distancias, siendo necesario equipos de bombeo y donde las casas se encuentran muy dispersa; así mismo donde las fuentes naturales se agotan en época de estiaje y la perforación de pozos, tanto mecánicos como artesanales, no son posibles debido a lo rocoso del subsuelo. Por lo que, es necesario el abastecimiento de agua a un bajo costo utilizando cisternas rurales.

En el municipio de Comapa del departamento de Jutiapa se están construyendo doce cisternas rurales, de las cuales siete son de modalidad de cisternas municipales multifamiliares, y las otras cinco son cisternas familiares particulares. Para la elaboración de estas obras de captación y almacenamiento del agua de lluvia, en la ejecución del proyecto participan activamente cuatro sectores:

A) El sector Público Agrícola, por medio de la Dirección General de Servicios Agrícolas y la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, a través del Proyecto Cosecha de Agua de Lluvia realiza las funciones siguientes: Ubicación, selección, cálculo y diseño, compra de materiales, mano de obra calificada, adiestramiento sobre el uso y manejo adecuado de las cisternas y la supervisión del mantenimiento. (10)

B) El sector Privado, a través de una Organización No Gubernamental O.N.G. (Desarrollo y Conservación de Oriente, DECOR), desarrolla como funciones principales: La administración y control de recurso financieros, elaboración de los contratos y recuperación del capital. (10)

C) El sector Autónomo, por medio de la Municipalidad, que es la encargada de la selección de las Comunidades, aporta la mano de obra calificada y materiales de construcción; además elabora un Acta, en la cual se acuerda que el terreno donde se establecerá la obra, debe ser municipal y el uso de ésta será exclusivo de las

personas que participan activamente en la construcción de la cisterna.

D) El sector Beneficiario o Comunidad elegida, proporciona principalmente la mano de obra no calificada (Jornales) los materiales existentes en el área y el terreno donde se establecerá la cisterna de agua de lluvia.

7. ASPECTOS TECNICOS EN LA CONSTRUCCION DEL CISTERNA

7.1 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE UN CISTERNA

Es necesario establecer las dimensiones óptimas de un cisterna en la fase de diseño, para su funcionamiento adecuado y se cumplan los objetivos del proyecto; en tal sentido es necesario considerar dos análisis importantes:

- a) La determinación del volumen total del agua necesaria (vt), y
- b) El dimensionamiento del área de captación.

7.1.1 Determinación del volumen útil del cisterna.

La determinación del volumen útil (Vu) del agua, está en función de los siguientes parámetros:

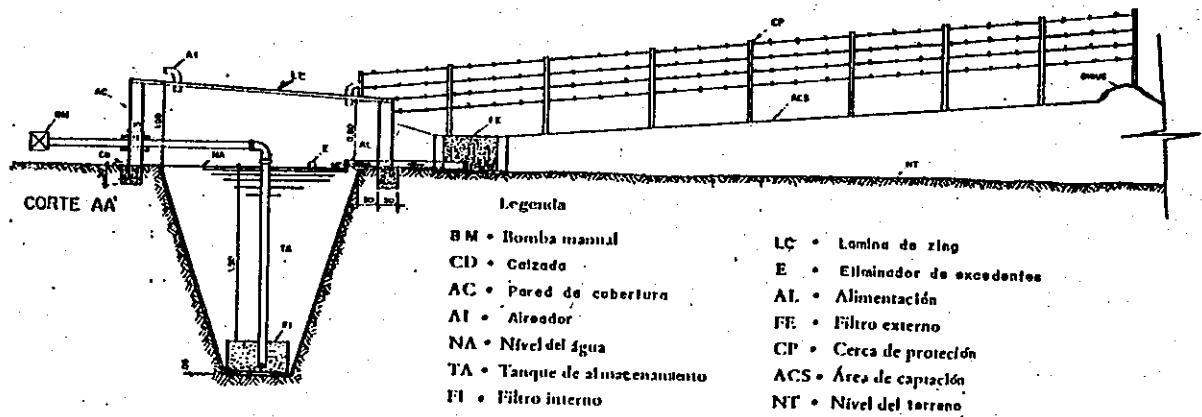
- N = Número de personas a servir
- S = Dotación por persona en l/hab/día
- T = Tiempo que no existe lluvias en días
- 1.1= Factor que considera 10% de pérdidas del agua

$$Vu = \frac{(N * S * T) 1.1}{1000} \quad (m3)$$

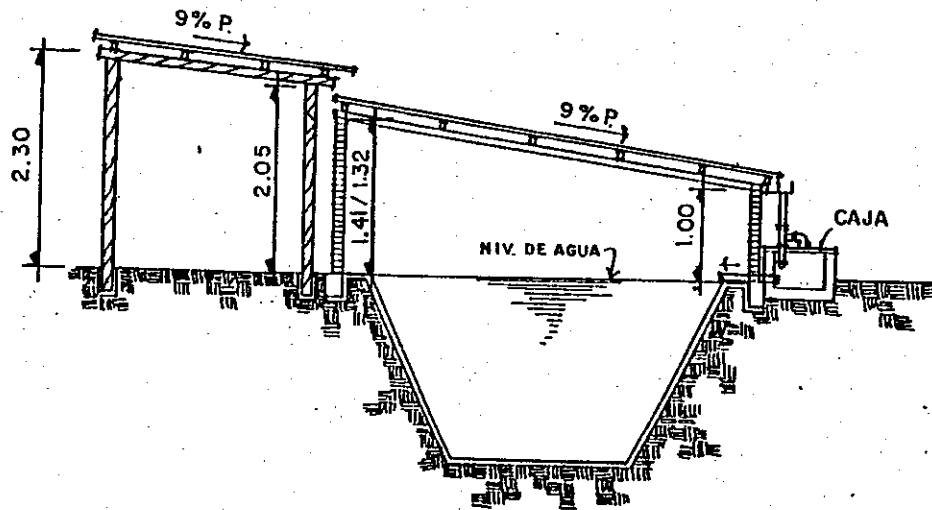
También se puede calcular en base al gráfico No.1 del anexo No.2, que considera el consumo de agua en metros cúbicos por persona, por número de días sin lluvia.

7.1.2 Consumo de agua.

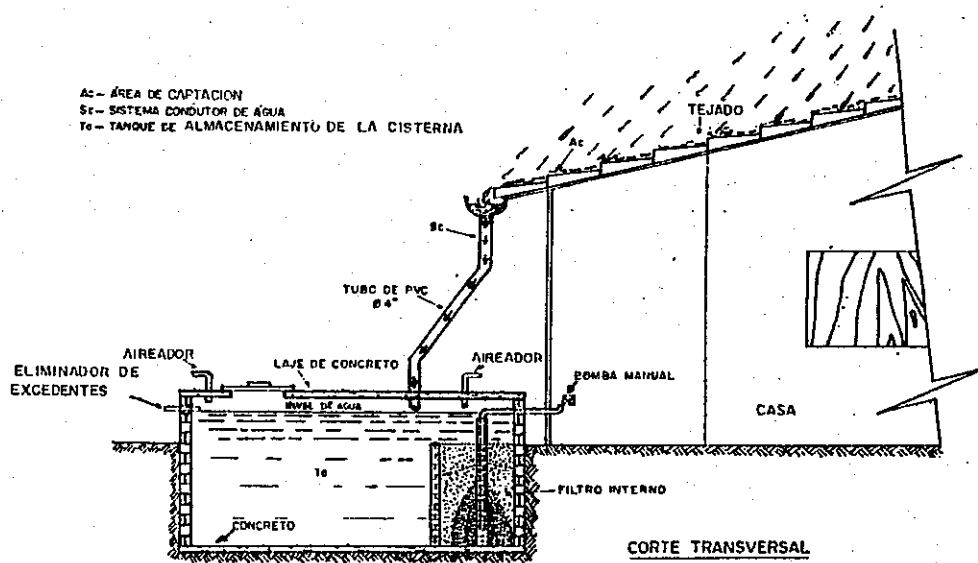
En diversas aldeas de los departamentos de El Progreso y Jutiapa, el acarreo diario de agua que efectúa una familia generalmente es de 3 tambos, la capacidad de cada tambo es de 4 galones, siendo el total del acarreo diario de 12 galones (46.2 litros), estando la familia compuesta por 6 personas o sea que el consumo por habitante es de aproximadamente de 8 litros por día. No obstante dentro del proyecto de Cosecha de Lluvia para el Desarrollo de DIRYA, considera 17 litros por hab/día. (9,10)



CISTERNA CON PATIO DE CAPTACION



CISTERNA CON TECHO DE CAPTACION



CISTERNA CON CAPTACION EN TECHO DE VIVIENDA

Fig. 1

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

7.1.3 Tiempo de abastecimiento.

El tiempo de abastecimiento del agua, será durante el tiempo que no hay lluvias; para el área del proyecto consideraremos que los días de lluvia al año están entre el rango de 110 días y 120 días; en tal sentido el período de almacenamiento a considerar es de 255 días.

7.1.4 Determinación de pérdidas totales de agua.

Para determinar la pérdida total, se utiliza la fórmula siguiente:

$$PTA = PTAm * T$$

PTA = Pérdida total de agua en mts.

PTAm= Pérdida por día en mm.

T = Tiempo que no hay lluvias

La pérdida total de agua expresada en milímetros, se tiene que incrementar a la profundidad de la cisterna independiente de las demás dimensiones, pues corresponde a una lámina de agua que se evaporará.

7.1.5 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.

Depende de la capacidad o volumen necesario de agua a almacenar y de la forma geométrica que se va a utilizar, en el anexo No.2 se muestran cuadros que indican la capacidad, alturas y dimensiones para cisternas del tipo tronco piramidal. (9)

Actualmente se están utilizando dos formas de tanques de almacenamiento, que a continuación se describe el cálculo de su volumen:

A. Cisterna de forma cúbica.

Para la forma cúbica el volumen (V) está dado por:

$$V = L * a * h$$

Donde:

L = largo (m)

a = ancho (m)

h = altura (m)

v = volumen expresado en m³

(Ver figura No.3)

B. Cisterna en forma de tronco-piramidal.

Para la forma de tronco piramidal el volumen está dado por:

$$V = h/3 (A1 + A2 + \sqrt{A1 \cdot A2})$$

Donde:

V = volumen en m³

h = altura del agua (m)

A1= área de la base mayor (m²)

A2= área de la base menor (m²)

A1 = L1 X a1

A2 = L2 X a2

(Ver figura No.3)

7.1.6 El talud.

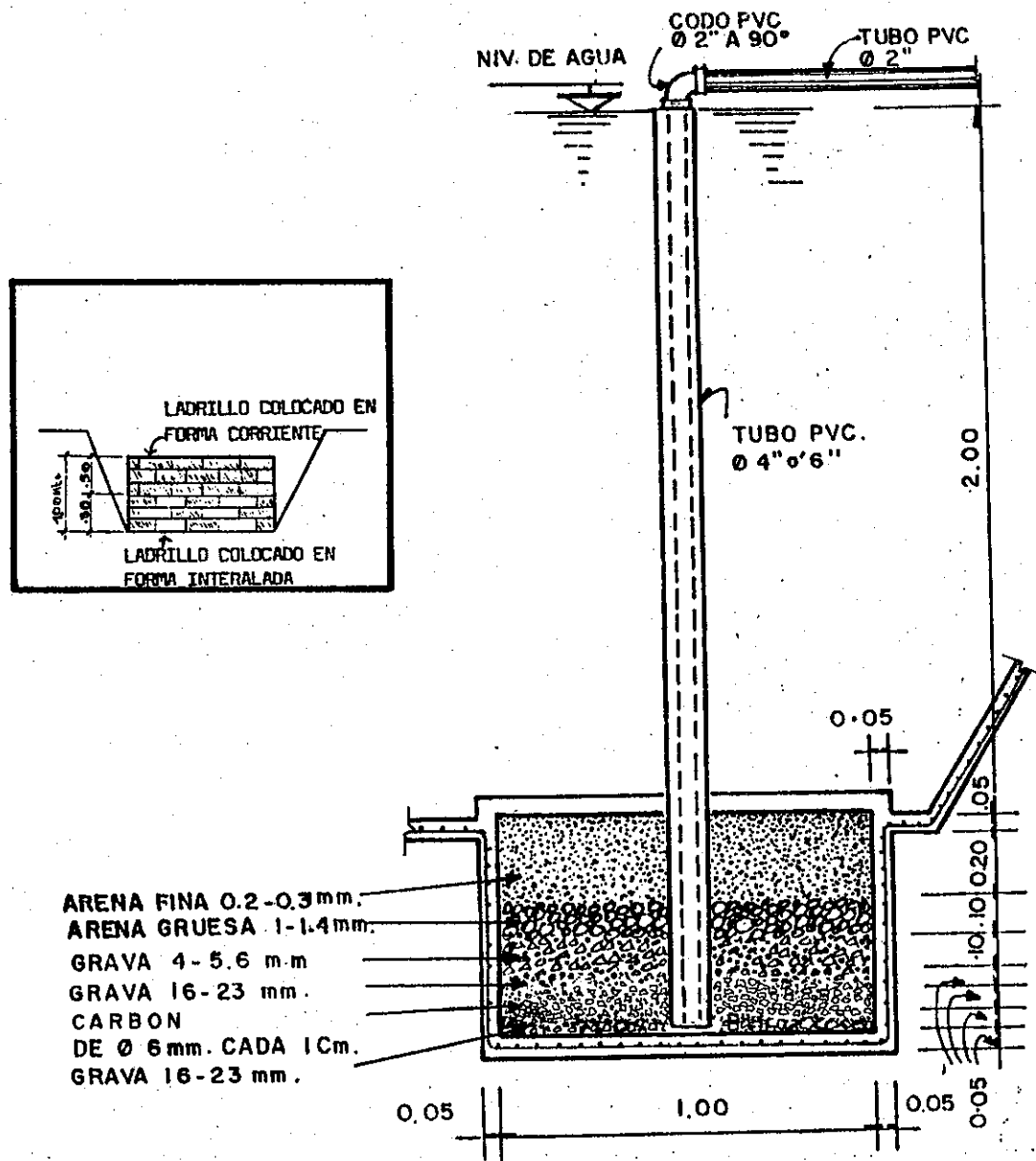
Es la inclinación que deben tener las paredes del tanque de almacenamiento. Las paredes del tanque deben tener un talud de acuerdo con la firmeza de los terrenos. (9)

Si los suelos son muy arenosos, las paredes deberán ser más inclinadas y si los terrenos son muy arcillosos, las paredes podrán hacerse más verticales, lo cual se observa en el cuadro adjunto.

Los taludes y profundidades recomendados en la construcción de los tanque, están en función del tipos de suelos como se puede observar en el siguiente cuadro:

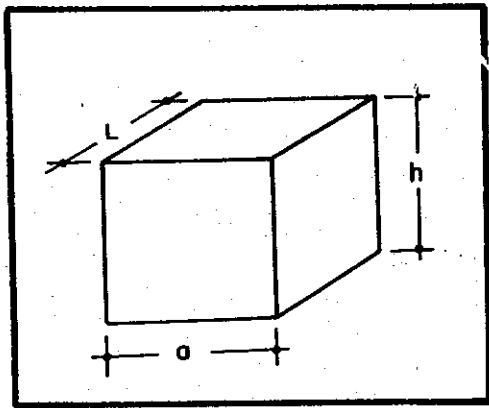
<u>Tipo de Suelo</u>	<u>Talud</u>	<u>Profundidad o altura (m)</u>
Arcilloso	2 :1	1.00 a 1.50
Franco	1.5:1	1.50 a 2.00
Arenoso	1 :1	2.00 a 1.50
Tierra Vegetal	1 :1.5	1.00 a 1.50
Roca Blanda	1 :0.75	1.00 a 1.50
Roca Dura	1 :0.5	1.00 a 1.50

(ver figura No.4)

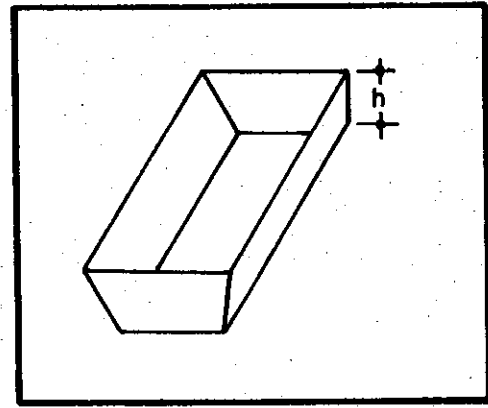


DETALLE FILTRO EXISTENTE

Fig. 2

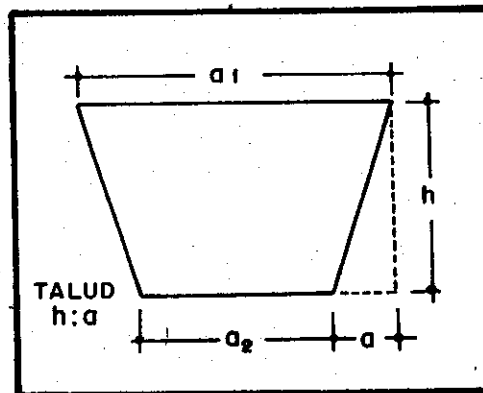


CISTERNA DE FORMA CUBICA



CISTERNA EN FORMA DE TRONCO-PIRAMIDAL

Fig. 3



CALCULO DEL TALUD

Fig. 4

7.1.7 Dimensionamiento del área de captación (Ac).

El área de captación (Ac), se puede calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$Ac = \frac{Vt}{C * pm}$$

Donde:

Ac = área de captación (m²)

Vt = volumen total de agua a almacenar (m³)

C = Coeficiente de escurrimiento superficial

Pm = Precipitación medida anual en metros (50% de probabilidad)

El área de captación calculada por la fórmula, incluye también el área del techado de la cisterna.

7.1.8 Materiales y tipos de cobertura.

Los valores medios del coeficiente de escurrimiento superficial (C), están de acuerdo con las características del material usado en la cobertura del área de captación (Ac). Entre los materiales que se pueden utilizar para dichas áreas, se tienen los siguientes:

Tipos de materiales para techos.

MATERIAL	VALORES (C)
Polietileno	0.90
Lámina	0.90
Mezcla cemento arena	0.88
Asfalto	0.88
Teja de Barro	0.75
Paja	0.50
Palma	0.60

7.2 PROCESO DE EJECUCION DE UNA CISTERNA.

7.2.1 Selección del lugar.

Si utilizamos un techo de vivienda, se debe de considerar que se encuentre en buenas condiciones y que sean áreas superiores a los 20 metros cuadrados. En cuanto al terreno donde se ubicará la cisterna, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Que no sean suelos arenosos ni pedregosos.
- b) La excavación debe ser en las partes más altas del terreno, para evitar inundaciones.
- c) Considerar que si hay letrinas, la cisterna deberá de ubicarse en función de la pendiente, como mínimo 15 metros arriba de éstas.
- d) No debe construirse junto a un pozo, embalse o algún muro de contención.

7.2.2 Trazado de la obra.

Consiste en trazar sobre el terreno las medidas diseñadas para el proyecto, las que se encuentran en el plano del tanque de almacenamiento y el área de captación. Para lo cual es necesario contar con cinta métrica, carrete de hilo, estacas y una escuadra; para trazar perpendiculares como también los límites que marcan los planos, haciéndose con mayor detalle cuando se trata de un cisterna tipo trapezoidal, por tener una forma geométrica con dos bases. (9)

7.2.3 Excavación del tanque de almacenamiento.

El proyecto contempla la construcción de cisternas tipo trapezoidal, tomándose las siguientes especificaciones:

- a) Deberá primero excavarse la base menor, hasta la profundidad como lo establece el diseño.
- b) Las medidas deberán ser verificadas en el fondo de la excavación, observando la verticalidad de las paredes; posteriormente es necesario hacer el talud al vertedor del tanque.

7.2.4 Construcción del tanque de almacenamiento.

En la construcción del tanque de almacenamiento de agua, es necesario considerar lo siguiente:

- a) Uniformizar el corte realizado en el suelo (Tipo Piramidal)
- b) Colocación de una cama de arena en el fondo.
- c) Construcción de zanjas de fijación.
- d) Colocación de una electromalla de alambre sobre las paredes y su ajuste.
- e) Piso de cemento y revestimiento de paredes con savieta.

Para garantizar la impermeabilización del tanque y reducir los riesgos de pérdidas de agua por infiltración, el tanque debe de estar revestido por una camada de mezcla de cemento y arena, en proporción de 1:4, con un espesor de alrededor de 4 cm.

7.2.5 Eliminador de excedentes.

Durante la construcción del cimientó corrido de una de las paredes que soportan el techo de la cisterna, se coloca un tubo PVC de 4" pulgadas de diámetro. La función de este accesorio es para evacuar los excedentes eventuales de agua dentro del tanque de almacenamiento.

7.2.6 Paredes exteriores.

Se inicia su levantado en las zanjas de fijación que se encuentran a 25 cm. de cada lado del tanque de almacenamiento, éstas sirven de suspensión a la cubierta que también es utilizada como área de captación; además estos muros sirven para fijar la malla de alambre que cubren las paredes del tanque, las que pueden ser de ladrillo, block o piedra. (10,12)

7.2.7 Aireadores.

Pueden ser codos de PVC de 4" pulgadas de diámetro o rejillas colocadas tanto en dirección del viento como en sentido contrario, deben ser colocados en el techo o paredes externas. La parte externa de cada aireador tiene que estar cubierta por malla fina o cedazo y en cuanto a su cantidad, se recomienda colocar uno ó dos en cada pared, excepto en la adyacente al área de captación. La colocación de éstos, deben de estar a 2/3 de la pared a partir del suelo y a 1/3 de la longitud a partir de uno de sus extremos.

7.2.8 Techo de la cisterna.

La mayoría de las cisternas utilizan láminas galvanizadas, colocadas sobre vigas de madera, siendo importante que las uniones entre las paredes y las vigas no se dejen espacios libres para evitar el ingreso de basuras o insectos. Cuando el techo de la cisterna sirve como área de captación, las láminas se colocarán con las pendientes hacia el punto de captación (caja de recolección).

La canaleta que se utilizará para la conducción del agua, será de lámina galvanizada, debiendo el borde del techo penetrar de 1 a 2 cms. dentro de la canaleta; el borde exterior de la canaleta debe extenderse como mínimo 7 cms. hacia afuera del canto del techo. Estas canaletas deben de fijarse cada 50 ó 60 cms. para evitar fugas de agua.

7.2.9 Area de captación.

Tomando en cuenta que en la mayoría de las comunidades rurales, las viviendas o edificios públicos no cuentan con techos adecuados para captar agua de lluvia, los techos de las cisternas se constituyen en el área de captación; construyéndose un techo adicional de 6, 8 ó 10 pies de ancho por el largo que tenga la cisterna, para garantizar con mayor precisión el llenado de la misma. (9,10)

Las primeras cisternas construidas en el proyecto piloto de Guayabilla Agua Blanca, consideraron que las cisternas comunitarias con capacidades mayores de 50 m³, tuvieran un área de captación complementaria en forma de patio sobre el suelo, con una pendiente de 3% (Ver Figura No.1).

7.2.10 Bomba manual.

Las bombas manuales instaladas reducen la posibilidad de contaminar el agua, evitándose la introducción al tanque de almacenamiento de objetos tales como cubetas y botes. En cuanto a las especificaciones de su instalación, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La bomba manual debe ser instalada sobre una base construida de las siguientes medidas: 30 cm. de ancho, por 60 cm. de largo y 30 cm. de altura.
- b) Cuando la cisterna tiene un proceso de filtrado interno, la bomba debe ser instalada de manera que su sistema de succión penetre en dicho filtro.
- c) se instalará en una de las paredes laterales del tanque.

7.2.11 FILTRO INTERNO

En la elaboración del filtro interno, la base debe quedar inclinada hacia el interior de la cisterna con una altura mínima de 10 cms. a partir del piso y a una distancia de 1 metro, se construye una pared de ladrillo de 1 metro de altura. En el centro del área limitada por las tres paredes laterales del filtro y por la pared del tanque (Ver Figura No.2), se coloca un tubo de PVC en posición vertical hasta el nivel del piso. En el extremo inferior del tubo se deben perforar orificios de 3/4" de pulgada hasta una altura de 50 cms. para dar paso al agua filtrada. El diámetro del tubo puede ser de 4 a 6" pulgadas, variando en función del tipo de bomba que se utiliza.

El tubo de succión de la bomba debe penetrar en el tubo perforado a una profundidad de 10 cms. sobre el piso, alrededor de la base de dicho tubo se coloca el material filtrante en forma de capas superpuestas en el siguiente orden: carbón vegetal, arena gruesa y arena fina, cada capa debe tener un espesor mínimo de 10 cms. y para que el agua llegue de diferentes direcciones y pase filtrada, las capas se deben de colocar alrededor del tubo en los primeros 50 cms., pero la última capa de arena fina debe de ocupar todo el espacio restante de la caja del tanque de filtración (ver Figura No.2). (10,12).

8. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS A EVALUAR Y SU METODOLOGIA DE MUESTREO

8.1 DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS

8.1.1 Agua para consumo humano.

Para analizar la calidad del agua para consumo humano se deben de tomar en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas. Las físicas son aquellas características que pueden ser detectadas con los sentidos, es decir, son características que tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas del agua. Las químicas son las formadas por compuestos y elementos químicos que pueden estar presentes en el agua y las microbiológicas se refieren al análisis de la presencia de microorganismos dentro del agua. (8,13)

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos considerados en el estudio, se citan a continuación:

A) Olor y sabor.

El olor del agua obedece fundamentalmente a la presencia de sustancias orgánicas, o vegetación en putrefacción y a desechos producto de actividades económicas. Debido al desagrado que causa a los sentidos se puede producir su rechazo. (8)

B) Turbiedad.

La turbiedad del agua se debe a partículas que estando en suspensión o como coloides, le dan al líquido la capacidad de diseminar un haz de luz, siendo este fenómeno óptico lo que determina indirectamente la turbiedad. Se puede afirmar que la turbiedad es una forma de medir la concentración de partículas coloidales y suspendidas en un líquido. (8)

C) Color.

La coloración del agua potable incide en el aspecto estético y puede ser resultado de la presencia de materia orgánica coloreada, metales como el hierro y el manganeso o desechos industriales de color intenso. (8)

D) Temperatura.

El agua fría es mas grata al paladar, pero este factor influye negativamente en los procesos de autopurificación y procesos de tratamiento. No obstante, la temperatura alta intensifica el desarrollo de microorganismos y suele aumentar los problemas de sabor, olor, color, y corrosión. (8)

E) Alcalinidad.

Básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos, aunque los aniones de ácidos débiles pueden contribuir a la alcalinidad; la composición de ésta es función del pH, la temperatura y la fuerza iónica. La alcalinidad es importante en el tratamiento porque reacciona con coagulantes hidrolizables para dar origen al proceso de floculación. Tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y si se presenta en altas cantidades, tiene además efecto sobre el sabor. (4)

F) Amonio.

Puede ser un índice de contaminación por aguas servidas o residuos industriales. En el proceso bioquímico de oxidación a nitritos y nitratos, consume oxígeno y se considera un nutriente para microorganismos y algas en los sistemas de distribución. Tiene influencia en la dosificación de cloro, ya que la aumenta donde se suele mantener un efecto residual. (8)

G) Cloruros.

En su forma mas frecuente, cloruro de sodio o sal común. Los cloruros constituyen un compuesto de diario consumo en la dieta humana, de ahí que los límites que puedan fijarse en el agua se basan mas en razones del gusto, que por motivos de salubridad. (8)

H) Cromo.

Es un elemento muy raro de encontrar en aguas naturales, siendo su presencia índice de contaminación por desechos, filtraciones de cromado electrolítico, artefactos o desperfectos en torres de enfriamiento y en equipos de recirculación de aguas, en los que el cromo se utiliza como enlúcido y para control de corrosión. El cromo en estado hexavalente provoca tumores pulmonares cuando es inhalado, mientras que la forma trivalente no parece tener estos efectos nocivos. (8)

I) Dureza.

Se define como la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio y magnesio. Hay indicios de que los índices de mortalidad de las enfermedades cardiovasculares se relacionan inversamente con la dureza del agua, pero no existen pruebas suficientes donde se demuestre su participación directa. (8)

J) Fluoruros.

Se ha llegado a comprobar que el contenido natural de flúor, dentro de ciertos límites, puede resultar benéfico para los niños que están desarrollando el esmalte dental. Si las concentraciones son altas la protección del esmalte se mantiene, pero pueden adquirirse manchas permanentes que se conocen como "diente moteado" y también fenómenos indeseables en las estructuras óseas. (8)

K) Hierro.

La presencia de hierro en el agua no tiene efectos de salubridad, pero afecta el sabor, produce manchas indelebiles en los artefactos sanitarios y la ropa blanca, y se deposita en las redes de distribución, causando a veces obstrucciones y alteraciones en la turbiedad y el color del agua. (8)

L) Manganeso.

Este elemento está muy frecuentemente asociado con el hierro y son raras las aguas que lo contienen en forma independiente. Se presenta por regla general en su estado reducido (Mn^{++}) y su exposición al aire lo lleva a óxidos hidratados mucho menos solubles. Tiene los mismos efectos que el hierro y su eliminación se lleva conjuntamente con éste. (8)

M) Nitratos.

Resultan tóxicos cuando se presentan en cantidades excesivas en el agua potable, y en algunos casos causa metahemoglobinemia en lactantes alimentados con biberón. Existe la posibilidad de que ciertas formas de cáncer pudieran asociarse con concentraciones muy elevadas de nitratos. (8)

N) pH.

Es importante porque tiene efectos sobre los procesos de tratamiento, además de contribuir a fenómenos como la corrosión. No se puede afirmar que tiene efectos sobre la salud, pero afecta procesos importantes como la desinfección con cloro y se liga a fenómenos de corrosión e incrustación de las redes de distribución.

ñ) Sulfatos.

Aunque por regla general las aguas naturales no contienen cantidades altas de sulfatos, cuando éstos están presentes en cantidades apreciables, pueden tener efectos sobre el sabor y actuar como laxantes, especialmente en los consumidores que no están habituados a consumir agua en estas condiciones. (8)

O) Características microbiológicas.

La microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos y sus actividades. Estos microorganismos causan problemas a la salud humana por medio de las enfermedades entéricas y a los procesos de tratamiento. Entre estos microorganismos tenemos: bacterias, hongos, protozoos, algas y virus.

Existen límites máximos permisibles que restringen los contenidos de concentraciones de los compuestos y elementos presentes en el agua para garantizar una calidad de agua sanitariamente segura. En Guatemala, la comisión guatemalteca de normas, se ha pronunciado al respecto mediante la creación de la norma COGUANOR NGO 29001, en la cuál se enuncian los límites máximos permisibles y aceptables de parámetros físico-químicos y bacteriológicos. (13)

8.1.2 Agua para riego.

La clasificación y uso del agua para fines de riego se juzgan teniendo en cuenta las características químicas, agronómicas y edafológicas. Así mismo deberá tenerse presente la susceptibilidad o resistencia de las plantas que se vayan a regar, tomando en cuenta su tolerancia a las sales, la composición de los suelos, su manejo, conservación y mejoramiento, drenaje del terreno y las condiciones meteorológicas.

Las aguas utilizadas para la irrigación se clasifican bajo tres factores principales: contenido de sales salubres, concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes y su efecto en las características físicas del suelo, la concentración de iones tóxicos y su efecto en las plantas de cultivo. (1,6,9)

A) Contenido total de sales solubles.

El efecto nocivo de las sales sobre las plantas, se debe principalmente al aumento de la presión osmótica del suelo que está en contacto con las raíces. En tal sentido desde el punto de vista del contenido de sales, se le juzga bajo tres diferentes conceptos: a) aumento de la presión osmótica por concentración total de sales, b) aumento de la presión osmótica en atención a la salinidad efectiva y c) aumento de la presión osmótica por la salinidad potencial. (1,6,15).

B) Concentración relativa del sodio.

La acumulación de sodio en el suelo causa dos problemas significativos, el primero en forma directa como ión al ser absorbido y acumulado por las plantas, y en segunda instancia al ser absorbido por la partícula de arcilla, modificando las

condiciones fisicoquímicas del suelo. Para estimar los efectos del sodio en el suelo, se puede calcular por medio de los siguientes índices:

- 1) El RAS se calcula mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^{++}}{\sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}}$$

En la que Na^{++} , Ca^{++} y Mg^{++} representan las concentraciones en meq/l de los iones respectivos.

- 2) Carbonato de Sodio Residual (CSR).

Según investigaciones realizadas, aguas con más de 2.5 meq/l. de carbonato de sodio residual no son buenas para riego; aguas que contienen de 1.25 a 2.5 meq/l. son condicionadas y aguas que contienen menos de 1.25 meq/l., son buenas.

Se considera que las aguas condicionadas con tendencia a la acumulación de carbonatos de sodio residual, pueden ser utilizadas para el riego con prácticas adecuadas de cultivo, complementadas con la aplicación de sustancias químicas. (1,6,9,15)

8.1.3 Calidad del agua para uso pecuario.

Para el análisis del presente trabajo se toma en cuenta la propuesta de norma realizada en el seminario taller de Panamá, en 1986: Propuesta de Normas de Especificaciones de Calidad de Agua Para Uso Agropecuario. (16)

8.1.4 Pérdidas de agua por evaporación.

Existen gran cantidad de fórmulas que puedan ser utilizadas para determinar las pérdidas por evaporación de un cuerpo de agua expuesto al medio ambiente, o de un depósito de agua cubierto por un techo, en función de registros climáticos que son obtenidos para el área de estudio. En el caso de Guatemala por poseer un relieve muy variado con gran cantidad de microclimas, en la actualidad se a utilizado la fórmula de evapotranspiración de Hargreaves con resultados satisfactorios, considerando que del 70% a 80% de esta corresponde a la pérdida de agua por evaporación, tomando en cuenta los siguientes parámetros: temperatura media, humedad relativa y radiación media extraterrestre; como se expresa en la siguiente fórmula:

$$ETp = \sqrt{100 - \% HR} * 12.5 * (0.0075)(0.075 RMM) \{1.8 * ^\circ C + 32\}$$

HR = % Humedad relativa

RMM = Radiación media extraterrestre.

°C = Temperatura dentro del cisterna en centígrados

$$EVAPORACION = ETp * 0.75$$

En el presente trabajo se utilizó la fórmula en mención para determinar las pérdidas de agua dentro del cisterna expresadas en milímetro por día, tomando en cuenta la temperatura interna dentro del cisterna medida en diferentes horas del día, y midiendo la humedad relativa (Que es del 95%), pues todas las cisternas están cubiertas con paredes de piedra y ladrillo, con techo de lámina.

En cuanto a la radiación media extraterrestre expresada en equivalente de evaporación en milímetros por día, se utilizó la planteada en los cuadros No.15, 16 y 17; la cual está en función de los diferentes meses del año y la latitud de la ubicación del proyecto. (5)

8.1.5 Eficiencia del filtro en la remoción de algunos parámetros.

Para evaluar la eficiencia de los filtros internos de las cisternas objeto de estudio, se consideraron 11 unidades ubicadas en el municipio de Comapa Jutiapa, en éstas se tomaron muestras de agua dentro del cisterna antes de ser filtrada y a la salida de los filtros en mención, para someterlos a una serie de análisis físicos y bacteriológicos, con el objetivo de evaluar su funcionamiento en relación a la remoción de los siguientes parámetros:

A) Análisis físico.

Los parámetros considerados para la evaluación física fueron la turbiedad, color y sólidos suspendidos. Estos parámetros identifican y registran aquellas propiedades que pueden ser detectadas por los sentidos, cuando se utiliza el agua para consumo humano; es decir, son características que tienen directa incidencia sobre las condiciones del agua. En esta investigación se medirá la capacidad que tienen los filtros de remover dichos parámetros del agua cruda. (2,3)

B) Examen bacteriológico.

El objetivo de realizar el examen bacteriológico es determinar la capacidad de remoción del grupo de bacterias coliformes que tienen los diferentes filtros internos evaluados.

En este caso se utilizó el método de los tubos de fermentación por diluciones múltiples para cada una de las muestras analizadas, que consiste en tres pruebas, la primera llamada presuntiva, la segunda que es la prueba confirmativa y la tercera y última prueba llamada completa; en el cuadro No.20 se puede observar que se tomaron 11 cisternas ubicadas en diferentes comunidades y se analizó el grado de capacidad de remoción de coliformes totales y fecales, que tienen los filtros internos de las cisternas. (2,3)

8.1.6 Infraestructura del cisterna.

Considerando que los cisternas están conformados por tres grandes componentes: el área de captación, sistema de filtro y tanque de almacenamiento y tomando en cuenta que dentro de la operación y mantenimiento de dichos cisternas es necesario que todos sus componentes funcionen bien, se procedió a evaluar físicamente el área de captación revisando el estado actual del techo, las paredes y el canal de conducción del agua; como también las paredes laterales del tanque de almacenamiento para determinar la existencia de grietas que permitan la fuga de agua.(10)

8.2 METODOLOGIA DE MUESTREO

Para determinar las pruebas y análisis de la calidad física, química y bacteriológica del agua, se muestrearon todas las cisternas del proyecto que se encuentra operando, como lo podemos observar en el cuadro No.1; tomando en cuenta que la mayoría de éstas son utilizadas para consumo humano.

La ubicación de las cisternas se encuentran en los Mapas No.1, 2 y 3; correspondientes a los municipios de Comapa y Agua Blanca en Jutiapa, y en el municipio de Guatemala. Las técnicas de toma de muestra que se utilizaron, se describen en los cursos de Química y Microbiología Sanitaria de las ERIS de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se tomaron dos muestras por cada cisterna en aquellas que tienen sus filtros internos, una antes de pasar por éste y la otra al bombear el agua filtrada, ambas muestras se realizaron en un intervalo de 20 días; mientras que las cisternas con filtros externos únicamente se analizó el agua filtrada extraída del tanque de almacenamiento; el objeto del doble

muestreo fué para analizar el grado de eficiencia con que están trabajando dichos filtros, en cuanto a la remoción de algunos parámetros físicos y bacteriológicos.

En relación a la toma de muestras para determinar las pérdidas de agua por evaporación, se utilizaron las cisternas ubicadas en el municipio de Comapa y Agua Blanca del departamento de Jutiapa, como se detalla en el cuadro No.5; donde se describen los siguientes parámetros climáticos: temperatura del agua, temperatura dentro del cisterna, temperatura del ambiente y la humedad relativa, para luego ser utilizados en la aplicación de una fórmula y determinar la evaporación en milímetros por día.

Con respecto a la evaluación del área de captación y del tanque de almacenamiento de las cisternas, se consideraron la situación física del techo, los canales de conducción del agua, las paredes del techo y las paredes laterales del tanque de almacenamiento en cuanto a la presencia de grieta. Este análisis se realizó durante las visitas de campo en todas las cisternas como lo indica el cuadro No 21.

9. RESULTADOS

Los cuadros que se presentan en este capítulo, corresponden a los análisis físico-químicos y bacteriológicos del agua, de las diferentes cisternas muestreadas, y la determinación de sus diferentes usos en función de las normas existentes, en cuanto a calidad de agua se refiere y los correspondientes a las pérdidas de agua por evaporación. En este capítulo también se presentan los resultados del análisis de remoción de algunos parámetros físicos y bacteriológicos de los filtros internos y además los resultados de la evaluación del área de captación y del tanque de almacenamiento de agua:

9.1 Resultados del análisis de agua para diferentes usos

- a) Resultados de análisis físico, cuadro No 2.
- b) Resultados del análisis químico, cuadro No 3.
- c) Resultados del análisis físico y químico para uso en riego, expresado en mg/l. y en Mg/l., cuadros No.3.1 y 3.2.
- d) Resultados del análisis bacteriológico, cuadro No 4.
- e) Resultados de la comparación de parámetros físicos con normas COGUANOR 29001, para determinar su uso para consumo humano, cuadro No.6.
- f) Resultado de la comparación de parámetro químicos con la norma COGUANOR NGO 29001, para determinar su uso para consumo humano, cuadro No 7.
- g) Resultado de comparación de parámetros físicos con la norma CATIE, para determinar su uso para riego, cuadro No 8.
- h) Resultados de la comparación de parámetros químicos con la norma CATIE, para determinar su uso para riego, cuadro No 9.
- i) Resultado de la comparación de parámetros físicos con la norma CATIE, para determinar su uso para ganadería y avicultura, cuadro No 10.
- j) Resultados de la comparación de parámetros químicos con la norma CATIE para determinar su uso para ganadería y avicultura, cuadro No 11.
- k) Resultados de la comparación de parámetros físicos con la norma CATIE para determinar su uso para acuicultura, cuadro No 12.

- l) Resultado de la comparación de parámetros químicos con la norma CATIE para determinar su uso para acuicultura, cuadro No 13.
- m) Resultados de la comparación del examen bacteriológico con la norma COGUANOR NGO 29001, para determinar su uso para consumo humano, y norma CATIE para determinar su uso para riego, ganadería - avicultura, y acuicultura, cuadro No 14.

9.2 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION.

- a) Resultados de las medidas de temperatura dentro del cisterna y la del medio ambiente, cuadro No 5.
- b) Cuadro de determinación de pérdidas diarias por evaporación, en diferentes épocas del año (en milímetros) considerando un 80% de la evapotranspiración, cuadro No 17.
- c) Cuadro de determinación de pérdidas diarias por evaporación, en diferentes épocas del año considerando un 75% de la evapotranspiración potencial, cuadro No 16.
- d) Cuadro de determinación de pérdidas por evaporación, en diferentes épocas del año, considerando un 70% de la evapotranspiración potencial, cuadro No 15.

9.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE REMOCION DE LOS FILTROS INTERNOS

- a) Análisis de remoción de los filtros, en los parámetros de color y turbiedad, cuadro No 18.
- b) Análisis de remoción de los filtros en los parámetros de pH y sólidos totales, cuadro No 19.
- c) Análisis de remoción de los filtros en los parámetros de coliformes totales y fecales, cuadro No 20.

9.4 RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL AREA DE CAPTACION Y EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LAS CISTERNAS.

- a) Cuadro de evaluación de techos, canales y paredes del tanque de almacenamiento de las cisternas, cuadro No 21.

CUADRO No.2
RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOS DEL AGUA DE LLUVIA

NOMBRE CISTERNA	Fecha Toma de Muestras	Tempera- C	Aspecto	Olor	Color Unidad	Turbiedad UTN	pH Unidades	Conductividad Micromhos/c	SOLIDOS			mg/L		Hora toma Muestra
									Disueltos	Volatiles	totales	Suspend.	Fijos	
COMAPA JUTIAPA. comilitos	1 12/8/95	20	turbio	inodoro	75.00	9.7	8.9	99	29	54.45	73	14	44	11:40
	2 2/11/95	22	lig. turbio a tierra	80.00	16	7.9	150	101	82.5	188	24	24	87	17:00
El Carrizo	1 12/9/95	24	Claro	Inodoro	4	1.3	9.8	97.5	21	53.62	61	3	40	12:37
	2 25/10/95	22	Claro	Inodoro	2	1	8.3	108	31	59.4	83	2	52	7:00
El Tepanance	1 12/9/95	25	Lig. turbio	Inodoro	25	4.9	9.8	87.7	21	48.235	57	8	36	13:05
	2 25/10/95	23	Turbio	Inodoro	110	24	7.8	120	64	86	155	35	91	13:00
San Jose Municipal San Jose	1 12/9/95	24	Claro	Inodoro	9	2.5	9.9	113.5	30	62.43	79	4	49	15:00
	1 12/9/95	23	Claro	Inodoro	15	3.3	11.1	302	82	188.1	184	6	102	15:15
Caserio Oratorio	2 2/11/95	23	Turbio	A tierra	110	42	8.7	400	220	287	477	69	210	14:20
	1 12/9/95	22	Lig. turbio	Inodoro	30	5.5	10.4	180	104.5	54	131	11	77	15:30
El Estoraque	2 11/10/95	20	Claro	Inodoro	9	2	10	170	56	83.5	134	5	78	15:45
	2 27/10/95	22.5	Turbio	M. organico	110	19	7.4	590	171	324.5	368	24	197	11:30
San Jose II	1 3/11/95	24	Lig. turbio	Inodoro	56	9	9.7	145	76	78.75	171	15	95	6:30
	3 5/12/95	22	Lig. turbio	Inodoro	75	14	9.1	240	132	72	172	23	100	16:00
Barrio El Centro	1 27/9/95	20.5	Turbio	Inodoro	790	170	6.7	155	119	85.25	277	82	158	15:10
	2 2/11/95	22	Turbio	Inodoro	33	4.5	10	150	37	82.5	106	10	69	15:46
El Rodeo	1 28/9/95	22	Claro	Inodoro	35	7	8.6	390	176	214.5	417	11	241	15:00
	2 25/10/95	22	Claro	Inodoro	7	1.3	9.2	250	59	137.5	150	3	91	15:15
Pozas Blancas.	1 29/9/95	22	Claro	Inodoro	16	1.9	9.3	110	28	60.5	78	4	50	10:00
	2 25/10/95	22	Lig. turbio	Inodoro	62	14	8.2	158	87	98.9	167	16	80	8:00
GUAYABILLA, AGUA B. Iaidro Barrios	1 29/9/95	22	Claro	Inodoro	12	1.5	9.6	170	53	93.5	124	3	71	7:00
	2 25/10/95	22	Claro	Inodoro	5	1.5	8.2	180	41	99.5	101	2	60	16:00
Escuela Publica	2 11/10/95	22	Turbio	Inodoro	280	55	7.8	187	74	102.85	173	76	99	10:50
	2 11/10/95	22	Claro	Inodoro	6	1.5	8.7	40	22	55	140	3	85	11:20
DEPTO GUATEMALA	2 11/10/95	23	Turbio	Inodoro	220	38	8	240	95	132	174	36	79	11:50
	2 21/9/95	19.5	Claro	Lig. Tierra	22	4.1	7.8	117	28	64.35	81	7	53	10:10
Sequerti	2 21/9/95	20	Turbio	Inodoro	470	98	7.8	145	108	79.75	208	110	98	9:20

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR

2 Y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No. 3
RESULTADOS DE LOS PARAMETROS QUIMICOS DEL AGUA DE LLUVIA

NOMBRE CISTERNA	Fecha toma de Muestra	Fluoruro F mg/L	Cloruros Cl mg/L	Amoniac NH3 mg/L	Amonio NH4 + mg/L	Nitratos NO3 - mg/L	Nitritos NO2 - mg/L	Hierro Fe mg/L	Dureza CaCO3 mg/L	Alcalinidad	Sulfatos SO2 = mg/L	Nitrogeno Organico mg/L
COMAPA JUTIAPA. comallitos	1 12/9/95	0.04	5.00	0.012	0.0127	9.68	0	0.34	52	44	7	0.032
	2 2/11/95	0.44	10.50	0.015	0.0159	12.78	0.0033	0.87	52	70	4	0.043
El Carrizo	1 12/9/95	0.04	5	0.01	0.0108	2.2	0	0.06	30	50	2	0.022
	2 27/10/95	0.4	12.5	0.032	0.0350	2.2	0.35	0.19	33	46	1	0.163
El Tepenanco	1 12/9/95	0.07	5	0.011	0.0116	7.7	0	0.1	26	22	7	0.027
	2 25/10/95	0.4	11	0.012	0.0127	17.6	0	0.29	35	50	5	0.033
San Jose	1 12/9/95	0.15	4.5	0.011	0.0116	4.4	0	0.07	44	58	12	0.021
Municipal San Jose	1 12/9/95	0.07	4.5	0.035	0.0362	7.68	0.079	0.06	22	104	42	0.163
	2 2/11/95	0.24	17.5	0.065	0.0687	22	0.55	0.9	52	164	20	0.173
Caserio Oratorio	1 12/9/95	0.11	5	0.032	0.0350	15.6	0.19	0.12	32	88	25	0.154
	2 11/10/95	0.24	17.5	0.032	0.0350	1.1	0.04	0.06	30	78	32	0.156
El Estoraque	2 27/9/95	0.29	32.5	0.012	0.0127	7.48	0	1.24	116	210	1	0.033
	1 3/11/95	0.52	10	0.012	0.0127	18.92	0	0.24	48	108	17	0.032
	3 6/12/95	0.39	5	0.02	0.0211	6.6	0.0089	0.69	44	100	2	0.056
San Jose II	1 27/9/95	0	8.5	0.014	0.0148	9.68	0.0033	2.15	56	60	9	0.04
Barrio El Carrizo	1 27/9/95	0.07	9.5	0.035	0.0362	3.96	0.35	0.09	34	68	9	0.142
	2 2/11/95	0.18	15	0.022	0.0233	6.6	0.0068	0.44	78	152	2	0.033
	1 5/12/95	0.31	5.5	0.015	0.0159	13.2	0.0033	0.04	72	120	17	0.042
El Rodeo	1 28/9/95	0.04	7	0.011	0.0116	3.28	0	0.06	32	54	2	0.026
	2 25/10/95	0.36	10.5	0.015	0.0159	4.4	0.0033	2.5	45	64	2	0.043
Pozas Blancas.	1 29/9/95	0.14	9	0.02	0.0211	13.2	0.0066	0.06	58	56	18	0.048
	2 25/10/95	0.6	16.5	0.055	0.0562	14.2	0.5	0.11	45	68	18	0.166
GUAYABILLA, AGUA B.												
leidro Berrios	2 11/10/95	0.12	17	0.012	0.0127	25.13	0	3.68	80	96	4	0.033
Escuela Publica	2 11/11/95	0.12	17.5	0.01	0.0106	0.44	0	0.06	34	26	2	0.021
Carlos cuarto	2 11/10/95	0	19	0.018	0.0190	12.98	0.0033	2.86	96	96	2	0.043
DEPTO. GUATEMALA												
Sequerti	2 21/9/95	0.2	5	0.017	0.018	9.68	0.0033	0.12	40	44	11	0.043
Tierra Nueva	2 21/9/95	0	5	0.012	0.0127	12.16	0	1.62	60	64	10	0.034

#1 = MUESTRAS DE AGUA SIN FILTRAR
#2 Y 3 = MUESTRAS DE AGUA FILTRADA

CUADRO No 3.1

DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA, PARA USO EN RIEGO Y PECUARIO EXPRESADO EN MG/L.

NOMBRE DEL CISTERNA	Fecha toma Muestra	Cloruros mg/l	Carbonato mg/l	Bicarbonato mg/l	Sulfatos mg/l	Calcio mg/l	Magnesio mg/l	Sodio mg/l	Potasio mg/l	PH Labort	PH Satur	Indice Satur.	Dureza Total	Dureza Carbon	Dureza No Carbon	Conductivi Electrica.
COMAPA JUTIAPA. El Estoraque	3 5/12/95	5.00	36.00	64.00	2.00	12.02	3.40	16.20	22.20	9.10	8.42	0.68	44.00	44.00	0.00	240.00
Barrio El Cerrito	1 5/12/95	5.50	8.00	112.00	17.00	23.25	3.38	11.70	9.60	9.20	8.05	1.15	72.00	72.00	0.00	250.00
GUAYABILLA, AGUA B. Carlos fuerte	1 4/12/95	9.99	0.00	107.99	0.00	51.76	14.95	9.20	11.73	7.57	---	---	---	---	---	236.00

CUADRO No 3.2

DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA, PARA USO EN RIEGO Y PECUARIO EXPRESADO EN MG/L.

NOMBRE DEL CISTERNA	Fecha toma Muestra	Cloruros mg/l	Carbonato mg/l	Bicarbonato mg/l	Sulfatos mg/l	Calcio mg/l	Magnesio mg/l	Sodio mg/l	Potasio mg/l	PH Labort	PH Satur	Indice Satur.	Dureza Total	Dureza Carbon	Dureza No Carbon	Conductivi Electrica.
COMAPA JUTIAPA. El Estoraque	3 5/12/95	0.1411	1.9968	1.0469	0.0417	0.5995	0.2797	0.7047	0.5677	9.10	8.42	0.68	44.00	44.00	0.00	240.00
Barrio El Cerrito	1 5/12/95	0.1552	0.0000	1.6396	0.3541	1.1602	0.2760	0.5090	9.6000	9.20	8.05	1.15	72.00	72.00	0.00	250.00
GUAYABILLA, AGUA B. Carlos fuerte	1 4/12/95	0.2600	0.0000	1.7700	0.0000	1.4600	1.2300	0.4000	0.3000	7.57	---	---	---	---	---	236.00

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR

2 Y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.4
RESULTADO DE LOS PARAMETROS BACTERIOLOGICOS DEL AGUA DE LLUVIA

NOMBRE CISTERNAS	Fecha tom de Muestr	PRUEBA PRESUNTIVA FORMACION DE GAS A 35 C			PRUEBA CONFIRMATIVA COLIFORMES TOTALES			PRUEBA CONFIRMATIVA COLIFORMES FECALES			COLIFORMES NMP/ 100 CM3	
		10.0 CM3	1.0 CM3	0.1 CM3	10.0 CM3	1.0 CM3	0.1 CM3	10.0 CM3	1.0 CM3	0.1 CM3	TOTALES	FECALES
COMAPA JUTIAPA. Comalitos	1 12/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 2/11/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
El Carrizo	1 12/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 25/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
El Tepananco	1 12/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 25/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
San Jose Municipal San Jose	1 2/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	1 12/9/85	---	---	---	---	---	---	---	---	---	< 3.0	< 3.0
Caserio Oratorio	2 2/11/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	1 12/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	23	9
El Estoraque	2 11/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	3 2/11/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 27/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
San Jose II Barrio El Cerrito	1 3/11/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	3 5/12/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	1 27/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
El Rodeo	2 27/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 2/11/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
Pozas Blancas.	1 28/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 25/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
GUAYABILLA, AGUA BLANCA												
Isidro Barrios Escuela Publica	2 11/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	1 11/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
Carlos Cuarte Francisco Sandoval	2 11/10/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 5/12/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
DEPTO. GUATEMALA												
Sequerti Tierra Nueva	2 21/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400
	2 21/9/85	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	> 2,400	> 2,400

1 : MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR.
#2 Y 3: MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.5
 RESULTADOS DE PERDIDAS POR EVAPORACION EN CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA
 DETERMINACION DE TEMPERATURAS DENTRO DE LOS CISTERNAS Y EN EL AMBIENTE

Nombre cisterna	Ubicacion	Area M2 Cisterna	Temperatu Ambiente	Temperatu Cisterna	Temperatu Agua	Hora muestra	Observaci
COMAPA JUTIAPA. comelitos		trapezoidal 40	24.50	26.50	20.00	11.15	12/09/85
El Carrizo		Trapezoidal #	24.00	25.50	22.50	17.01	9/10/85
El Tepeance		Trapezoidal 104	25.50	28.00	24.00	12.30	
San Jose		Trapezoidal 40	19.00	22.00	21.00	7.01	
Municipal San Jose		Trapezoidal 40	27.00	28.50	25.00	13.00	
Casero Onatorio		Trapezoidal 24	28.00	29.00	22.00	13.01	
El Estoraque		Rectangular 30	25.00	26.00	24.00	14.01	
San Jose II		Trapezoidal 40	24.00	24.50	23.00	14.30	
Barrio El Cermito		Trapezoidal 24	31.00	31.50	23.00	13.50	
El Rodeo		Trapezoidal 40	24.00	25.00	22.00	15.50	
Pozas Blancas.		Trapezoidal 40	30.00	31.00	22.00	13.10	
GUAYABILLA, AGUA BLANC		Rectangular 9	24.00	24.00	23.00	11.22	
Isidro Berrios		Trapezoidal 40	26.00	26.50	23.00	7.30	
Escuela Publica		Trapezoidal 30	21.00	19.00	20.50	11.50	
Carlos cuarta		Trapezoidal 40	20.00	21.00	20.00	15.40	
Jose Victor Montoya		Trapezoidal 40	26.00	26.00	22.00	14.15	
Francisco Sandoval		Trapezoidal 40	26.00	27.00	22.00	10.01	
		Trapezoidal 40	23.50	25.00	22.00	9.01	
		Trapezoidal 40	28.00	28.50	22.00	16.01	
		Trapezoidal 30	28.00	28.50	22.00	10.41	
		Rectangular 30	27.00	27.50	22.50	13.01	
		Trapezoidal 40	28.00	28.00	22.00	11.20	
		Trapezoidal 40	28.00	29.00	23.00	11.50	
		Trapezoidal 40	27.00	27.50	22.00	12.45	
		Trapezoidal 40	27.00	27.00	22.00	12.40	
		Rectangular 24	24.00	25.00	19.50	13.01	

Temperatura en GRADOS CENTIGRADOS (C)

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

CUADRO No. 6
ANALISIS DE CALIDAD FISICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
NORMA COGUANOR NGO 29001

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra Fecha.	Tempera- °C		COLOR		TURBIEDAD		pH		SOLIDOS	
		LMA: 18-30 °C LMP: NO > 34 °C	°C	Unidades	Unidades	UTN	UTN	Unidad	Unidad	LMA: 6.5-8.5 LMP: 6.5-9.2	TOTALES
COMAPA JUTIAPA. comallitos	# 1 12/6/85	20.00	APTA	75.0	NO APTA	9.7	APTA	8.9	APTA	73	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	APTA	80.0	NO APTA	18.0	APTA	7.9	APTA	188	APTA
El Carrizo	# 1 12/6/85	24.00	APTA	4.0	APTA	1.3	NO APTA	9.8	NO APTA	61	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	APTA	2.0	APTA	1.0	APTA	8.3	APTA	83	APTA
El Tepeance	# 1 12/6/85	25.00	APTA	25.0	APTA	4.9	NO APTA	9.8	NO APTA	57	APTA
	# 2 12/6/85	23.00	APTA	110.0	NO APTA	24.0	APTA	7.8	APTA	155	APTA
San Jose	# 1 12/9/85	24.00	APTA	9.0	APTA	2.5	NO APTA	9.9	NO APTA	79	APTA
Municipal San Jose	# 1 12/9/85	23.00	APTA	15.0	APTA	3.3	APTA	11.1	NO APTA	184	APTA
	# 2 2/11/85	23.00	APTA	110.0	NO APTA	42.0	NO APTA	8.7	APTA	477	APTA
Caserio Oratorio	# 1 12/9/85	22.00	APTA	30.0	APTA	5.5	APTA	10.4	NO APTA	131	APTA
	# 2 11/10/85	20.00	APTA	9.0	APTA	2.0	APTA	10.0	NO APTA	134	APTA
El Estoraque	# 2 27/10/85	22.50	APTA	110.0	NO APTA	19.0	APTA	7.4	APTA	368	APTA
	# 1 3/11/85	24.00	APTA	58.0	NO APTA	9.0	APTA	8.7	NO APTA	171	APTA
	# 3 5/12/85	22.00	APTA	75.0	NO APTA	14.0	APTA	9.1	APTA	172	APTA
San Jose II	# 1 27/9/85	20.50	APTA	780.0	NO APTA	170.0	NO APTA	6.7	APTA	277	APTA
Barrio El Centro	# 1 27/9/85	20.00	APTA	33.0	APTA	4.5	APTA	10.0	NO APTA	108	APTA
	# 2 2/11/85	22.00	APTA	35.0	APTA	7.0	APTA	8.6	APTA	417	APTA
	# 1 5/12/85	22.00	APTA	7.0	APTA	1.3	APTA	9.2	APTA	150	APTA
El Rodeo	# 1 28/9/85	22.00	APTA	16.0	APTA	1.8	APTA	9.3	NO APTA	78	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	APTA	82.0	NO APTA	14.0	APTA	8.2	APTA	187	APTA
Pozas Blancas.	# 1 29/9/85	22.00	APTA	12.0	APTA	1.5	APTA	8.8	APTA	124	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	APTA	5.0	APTA	1.5	APTA	9.2	APTA	101	APTA
GUAYABILLA, AGUA BLANCA											
Isidro Berrios	# 2 11/10/85	22.00	APTA	280.0	NO APTA	55.0	NO APTA	7.8	APTA	173	APTA
Escuela Publica	# 1 11/10/85	22.00	APTA	6.0	APTA	1.5	APTA	8.7	APTA	140	APTA
Carlos cuarto	# 2 11/10/85	23.00	APTA	220.0	NO APTA	38.0	NO APTA	8.0	APTA	174	APTA
DEPTO. GUATEMALA											
Soquerti	# 2 21/9/85	19.5	APTA	22.0	APTA	4.1	APTA	7.8	APTA	81	APTA
Tierra Nueva	# 2 21/9/85	20	APATA	470.0	NO APATA	88	NO APTA	7.8	APTA	208	APTA

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR
2 y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.7
ANÁLISIS DE CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
NORMA COGUANOR N° 2001

NOMBRE CISTERNA	Fecha toma de Muestra	Fluoruro F mg/L	Cloruros Cl mg/L		Nitritos NO3- mg/L		LPM - 45 mg/L		Nitritos mg/L		LPM-0.01 mg/L		Hierro Fe mg/L		Dureza CaCO3 mg/L		Sulfatos SO2 - mg/L	
			LMP - 1.7	LMA - 200	LMP - 600	LMA - 200	LMP - 45	LMA - 0.10	LMP - 1.0	LMA - 100	LMP - 500	LMA - 200	LMP - 500					
COMAPA JUTIAPA comalitos	1 12/8/85	0.04	5.00	9.68	0.0000	0.34	52	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2 2/11/85	0.44	10.50	12.78	0.0033	0.87	52	4	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
El Carrizo	1 12/8/85	0.04	5.00	2.20	0.0000	0.06	30	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2 27/10/85	0.40	12.50	2.20	0.0000	0.19	33	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
El Tepenance	1 12/8/85	0.07	5.00	7.70	0.0000	0.10	26	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2 25/10/85	0.40	11.00	17.60	0.0000	0.29	35	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
San Jose Municipal San Jose	1 12/8/85	0.15	4.50	4.40	0.0000	0.07	44	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1 12/8/85	0.07	4.50	7.68	0.0780	0.08	22	42	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780	0.0780
Caserio Ornatorio	2 2/11/85	0.24	17.50	22.00	0.5500	0.90	58	20	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500
	1 12/8/85	0.11	5.00	15.60	0.1800	0.12	32	25	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800
El Estoraque	2 11/10/85	0.24	17.50	1.10	0.0400	0.08	50	32	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
	2 27/8/85	0.28	32.50	7.48	0.0000	1.24	116	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
San Jose II Barrio El Cerrito	1 3/11/85	0.32	10.00	18.82	0.0000	0.24	48	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3 6/12/85	0.38	5.00	6.80	0.0088	0.88	44	2	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088
El Rodeo Pozas Blancas.	1 27/8/85	0.00	8.50	9.68	0.0033	2.15	56	9	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
	1 27/8/85	0.07	9.50	3.98	0.3500	0.09	34	9	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500
GUAYABILLA, AGUA B. Leidro Berrios Escuela Publica Carlos duarte	2 2/11/85	0.18	15.00	6.80	0.0088	0.44	78	2	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088
	1 5/12/85	0.31	9.50	13.20	0.0033	0.04	72	17	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
DEPTO. GUATEMALA Sequerri Tierra Nueva	1 28/8/85	0.04	7.00	5.28	0.0000	0.08	32	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2 25/10/85	0.36	10.50	4.40	0.0033	2.50	45	2	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
GUAYABILLA, AGUA B. Leidro Berrios Escuela Publica Carlos duarte	1 28/8/85	0.14	9.00	13.20	0.0088	0.08	58	18	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088
	2 25/10/85	0.80	18.50	14.20	0.5000	0.11	45	18	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
DEPTO. GUATEMALA Sequerri Tierra Nueva	2 21/9/85	0.20	5.00	9.68	0.0033	0.12	40	11	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
	2 21/9/85	0.00	5.00	12.16	0.0000	1.82	60	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

1 - MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR
2 Y 3 - MUESTRAS DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.8

ANALISIS DE CALIDAD FISICA DEL AGUA PARA RIEGO

NORMA CATIE, Panama, 1986

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra Fecha.	Tempera- °C	LMP: 18-30	PH		LMP: 6-8	Conductividad Micromhos/cm	LMP: 4000	Dureza		LMP: 400	SOLIDOS TOTALES	LMP: 5000 mg/l
				Unidad	Unidad				mg/l.	mg/l.			
COMAPA JUTIAPA. cornalitos	# 1 12/6/85	20.00	APTA	8.9	NO APTA	98.0	APTA	4000	52.0	APTA	400	73	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	APTA	7.9	APTA	150.0	APTA	4000	52.0	APTA	400	188	APTA
El Carrizo	# 1 12/6/85	24.00	APTA	9.8	NO APTA	97.5	APTA	4000	30.0	APTA	400	61	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	APTA	8.3	NO APTA	108.0	APTA	4000	33.0	APTA	400	83	APTA
El Tepepanes	# 1 12/6/85	25.00	APTA	9.8	NO APTA	87.7	APTA	4000	28.0	APTA	400	57	APTA
	# 2 12/6/85	23.00	APTA	7.8	APTA	120.0	APTA	4000	35.0	APTA	400	155	APTA
San Jose	# 1 12/9/85	24.00	APTA	9.9	NO APTA	113.5	APTA	4000	44.0	APTA	400	79	APTA
Municipal San Jose	# 1 12/9/85	23.00	APTA	11.1	NO APTA	302.0	APTA	4000	22.0	APTA	400	184	APTA
	# 2 2/11/85	23.00	APTA	8.7	NO APTA	400.0	APTA	4000	58.0	APTA	400	477	APTA
Caserio Oratorio	# 1 12/9/85	22.00	APTA	10.4	NO APTA	180.0	APTA	4000	32.0	APTA	400	131	APTA
	# 2 11/10/85	20.00	APTA	10.0	NO APTA	170.0	APTA	4000	50.0	APTA	400	134	APTA
El Estoraque	# 2 27/10/85	22.50	APTA	7.4	APTA	590.0	APTA	4000	118.0	APTA	400	388	APTA
	# 1 3/11/85	24.00	APTA	9.7	NO APTA	145.0	APTA	4000	48.0	APTA	400	171	APTA
	# 3 5/12/85	22.00	APTA	9.1	NO APTA	240.0	APTA	4000	44.0	APTA	400	172	APTA
San Jose II	# 1 27/9/85	20.50	APTA	6.7	APTA	155.0	APTA	4000	56.0	APTA	400	277	APTA
Barrio El Centro	# 1 27/9/85	20.00	APTA	10.0	NO APTA	150.0	APTA	4000	34.0	APTA	400	108	APTA
	# 2 2/11/85	22.00	APTA	8.6	NO APTA	380.0	APTA	4000	78.0	APTA	400	417	APTA
	# 1 5/12/85	22.00	APTA	9.2	NO APTA	250.0	APTA	4000	72.0	APTA	400	150	APTA
El Rodeo	# 1 28/9/85	22.00	APTA	9.3	NO APTA	110.0	APTA	4000	32.0	APTA	400	78	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	APTA	8.2	NO APTA	156.0	APTA	4000	45.0	APTA	400	167	APTA
Pozas Blancas.	# 1 28/9/85	22.00	APTA	8.6	NO APTA	170.0	APTA	4000	58.0	APTA	400	124	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	APTA	8.2	NO APTA	180.0	APTA	4000	45.0	APTA	400	101	APTA
GUAYABILLA, AGUA BLANCA													
Isidro Berrios	# 2 11/10/85	22.00	APTA	7.8	APTA	187.0	APTA	4000	80.0	APTA	400	173	APTA
Escuela Publica	# 1 11/10/85	22.00	APTA	8.7	NO APTA	40.0	APTA	4000	34.0	APTA	400	140	APTA
Carlos Duarte	# 2 11/10/85	23.00	APTA	8.0	APTA	240.0	APTA	4000	98.0	APTA	400	174	APTA
DEPTO. GUATEMALA													
Sequerti	# 2 21/9/85	19.5	APTA	7.8	APTA	117	APTA	4000	40	APTA	400	81	APTA
Tierra Nueva	# 2 21/9/85	20	APTA	7.8	APTA	145	APATA	4000	60	APTA	400	208	APTA

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR

2 y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

PROPIEDAD DE LA INSTITUCION DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESQUERA
 GUATEMALA

CUADRO No.9
ANALISIS DE CALIDAD QUIMICA DEL AGUA PARA RIEGO
NORMA CATIE, Panama, 1986

NOMBRE DEL CISTERN	Fecha toma		Manganeso	C S R	LMP:	R A S	LMP:	CLASIFICACION			
	Muestra	Cloruros							mg / l	mg / l	mg / l
COMAPA JUTIAPA.											
El Estoraque	3	5/12/95	5.00	NO APTA	0.00	APT A	2.1682	APT A	1.0628	APT A	C1 - S1
Barrio El Cerrito	1	5/12/95	5.50	NO APTA	0.00	APT A	0.3954	APT A	0.6000	APT A	C2 - S1
GUAYABILLA, AGUA B.											
Carlos Duarte	1	4/12/95	9.93	NO APTA	0.00	APT A	0.9200	APT A	0.3450	APT A	C1 - S1

#1 = MUESTRAS DE AGUA SIN FILTRAR
#2 Y 3 = MUESTRAS DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.10
 ANALISIS DE CALIDAD FISICA DEL AGUA PARA GANADERIA Y AVICULTURA
 NORMA CATIE, Panama, 1986

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra Fecha.	Tempera- °C	LMP: 18-30	PH		Conductividad Micromhos/cm	LMP: 4000	SOLIDOS TOTALES	LMP: 5000 mg/l
				Unidad	LMP: 6-8				
COMAPA JUTIAPA. comalitos	# 1 12/8/85	20.00	APTA	8.9	NO APTA	98.0	APTA	73	APTA
	# 2 12/8/85	22.00	APTA	7.9	APTA	150.0	APTA	188	APTA
El Carrizo	# 1 12/8/85	24.00	APTA	8.6	NO APTA	97.5	APTA	61	APTA
	# 2 12/8/85	22.00	APTA	8.3	NO APTA	108.0	APTA	83	APTA
El Teperance	# 1 12/8/85	25.00	APTA	8.8	NO APTA	87.7	APTA	57	APTA
	# 2 12/8/85	23.00	APTA	7.8	APTA	120.0	APTA	155	APTA
San Jose	# 1 12/9/85	24.00	APTA	9.9	NO APTA	113.5	APTA	79	APTA
Municipal San Jose	# 1 12/9/85	23.00	APTA	11.1	NO APTA	302.0	APTA	184	APTA
	# 2 2/11/85	23.00	APTA	8.7	NO APTA	400.0	APTA	477	APTA
Casario Oratorio	# 1 12/9/85	22.00	APTA	10.4	NO APTA	190.0	APTA	131	APTA
	# 2 11/10/85	20.00	APTA	10.0	NO APTA	170.0	APTA	134	APTA
El Estoraque	# 2 27/10/85	22.50	APTA	7.4	APTA	590.0	APTA	388	APTA
	# 1 3/11/85	24.00	APTA	9.7	NO APTA	145.0	APTA	171	APTA
San jose II	# 3 5/12/85	22.00	APTA	9.1	NO APTA	240.0	APTA	172	APTA
	# 1 27/9/85	20.50	APTA	6.7	APTA	155.0	APTA	277	APTA
Barrio El Centro	# 1 27/9/85	20.00	APTA	10.0	NO APTA	150.0	APTA	106	APTA
	# 2 2/11/85	22.00	APTA	8.6	NO APTA	390.0	APTA	417	APTA
El Rodeo	# 1 5/12/85	22.00	APTA	8.2	NO APTA	250.0	APTA	150	APTA
	# 1 28/9/85	22.00	APTA	9.3	NO APTA	110.0	APTA	78	APTA
Pozas Blancas.	# 2 25/10/85	22.00	APTA	8.2	NO APTA	158.0	APTA	167	APTA
	# 1 29/9/85	22.00	APTA	8.6	NO APTA	170.0	APTA	124	APTA
GUAYABILLA, AGUA BLANCA	# 2 25/10/85	22.00	APTA	8.2	NO APTA	180.0	APTA	101	APTA
	# 2 11/10/85	22.00	APTA	7.8	APTA	187.0	APTA	173	APTA
Isidro Barrios	# 1 11/10/85	22.00	APTA	8.7	NO APTA	40.0	APTA	140	APTA
Escuela Publica	# 2 11/10/85	23.00	APTA	8.0	APTA	240.0	APTA	174	APTA
Carlos duarte									
DEPTO. GUATEMALA									
Sequerti	# 2 21/9/85	19.5	APTA	7.9	APTA	117	APTA	81	APTA
Tierra Nueva	# 2 21/9/85	20	APTA	7.8	APTA	145	APATA	208	APTA

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR
 # 2 y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.11
ANALISIS DE CALIDAD QUIMICA DEL AGUA PARA GANADERIA Y AVICULTURA
NORMA CATIE, Panama, 1986.

NOMBRE CISTERNA	Fecha toma de Muestra	Dureza CaCO3 mg/L	Nitritos		Fluoruro F mg/L	Hierro Fe mg/L		Amonio NH4+ mg/L	Cloruros Cl mg/L		Sulfatos SO2 mg/L	
			NO3- mg/L	LPM = 45		LPM = 0.1	LMP = 1.2		LMP = 1.3	LMP = 0.5	LMP = 1500	LMP = 1000
COMAPA JUTIAPA.	1 12/9/85	52	9.68	APTA	0.04	0.34	0.0127	5.00	7	APTA		
	2 2/11/85	52	12.76	APTA	0.44	0.87	0.0159	10.50	4	APTA		
El Cerrito	1 12/9/85	30	2.20	APTA	0.04	0.06	0.0106	5.00	2	APTA		
	2 27/10/85	33	2.20	NO APTA	0.40	0.19	0.0550	12.50	1	APTA		
El Tepanance	1 12/9/85	26	7.70	APTA	0.07	0.10	0.0116	5.00	7	APTA		
	2 25/10/85	35	17.60	APTA	0.40	0.26	0.0127	11.00	5	APTA		
San Jose	1 12/9/85	44	4.40	APTA	0.15	0.07	0.0116	4.50	12	APTA		
Municipal San Jose	1 12/9/85	22	7.66	APTA	0.07	0.09	0.0362	4.50	42	APTA		
	2 2/11/85	26	22.00	NO APTA	0.24	0.90	0.0687	17.50	20	APTA		
Caserio Oratorio	1 12/9/85	32	15.60	APTA	0.11	0.12	0.0550	5.00	25	APTA		
	2 11/10/85	50	1.10	APTA	0.24	0.06	0.0550	17.50	32	APTA		
El Estoraque	2 27/9/85	116	7.46	APTA	0.29	1.24	0.0127	32.50	1	APTA		
	1 3/11/85	46	18.82	APTA	0.32	0.24	0.0127	10.00	17	APTA		
San Jose II	3 6/12/85	44	6.60	APTA	0.39	0.96	0.0211	5.00	2	APTA		
	1 27/9/85	56	9.68	APTA	0.00	2.15	0.0148	8.50	9	APTA		
Barrio El Cerrito	1 27/9/85	34	3.96	APTA	0.07	0.09	0.0362	9.50	9	APTA		
	2 2/11/85	78	6.60	APTA	0.18	0.44	0.0233	15.00	2	APTA		
El Rodeo	1 5/12/85	72	13.20	APTA	0.31	0.04	0.0159	5.50	17	APTA		
	1 28/9/85	32	5.26	APTA	0.04	0.06	0.0116	7.00	2	APTA		
Pozas Blancas.	2 25/10/85	45	4.40	APTA	0.36	2.50	0.0159	10.50	2	APTA		
	1 28/9/85	56	13.20	APTA	0.14	0.06	0.0211	8.00	18	APTA		
GUAYABILLA, AGUA B.	2 25/10/85	45	14.20	APTA	0.60	0.11	0.0362	16.50	18	APTA		
	2 11/10/85	60	25.13	APTA	0.12	3.66	0.0127	17.00	4	APTA		
Escuela Publica	1 11/11/85	34	0.44	APTA	0.12	0.06	0.0106	17.50	2	APTA		
	2 11/10/85	96	12.96	APTA	0.00	2.86	0.0190	19.00	2	APTA		
DEPTO. GUATEMALA	2 21/8/85	40	9.68	APTA	0.20	0.12	0.0180	5.00	11	APTA		
	2 21/8/85	60	12.16	APTA	0.00	1.62	0.0127	5.00	10	APTA		

#1 - MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR
#2 Y3 - MUESTRAS DE AGUA FILTRADA

CUADRO No. 12

ANALISIS DE CALIDAD FISICA DEL AGUA PARA ACUICULTURA

NORMA CATIE, Panama, 1988

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra Fecha.	Tempera- °C	COLOR Unidades	LMP 5	PH Unidad	LMP: 6-9	SOLIDOS TOTALES	LMP: 1000 mg/l	SOLIDOS SUSPENSION	LMP = 10 mg/l	SOLIDOS	
											DISUELTOS	LMP:
												1000mg/l
COMAPA JUTIAPA. comalitos	# 1 12/6/85	20.00	75.0	NO APTA	8.9	APTA	73	APTA	14	NO APTA	54.45	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	80.0	NO APTA	7.9	APTA	188	APTA	24	NO APTA	82.50	APTA
El Carrizo	# 1 12/6/85	24.00	4.0	APTA	9.8	NO APTA	61	APTA	3	APTA	53.62	APTA
	# 2 12/6/85	22.00	2.0	APTA	8.3	APTA	83	APTA	2	APTA	59.40	APTA
El Teperance	# 1 12/6/85	25.00	25.0	NO APTA	9.8	NO APTA	57	APTA	8	APTA	48.24	APTA
	# 2 12/6/85	23.00	110.0	NO APTA	7.9	APTA	155	APTA	35	NO APTA	86.00	APTA
San Jose	# 1 12/9/85	24.00	9.0	NO APTA	9.9	NO APTA	79	APTA	4	APTA	82.43	APTA
Municipal San Jose	# 1 12/9/85	23.00	15.0	NO APTA	11.1	NO APTA	194	APTA	8	APTA	136.10	APTA
	# 2 2/11/85	23.00	110.0	NO APTA	8.7	APTA	477	APTA	89	NO APTA	220.00	APTA
Caseiro Oratorio	# 1 12/9/85	22.00	30.0	NO APTA	10.4	NO APTA	131	APTA	11	NO APTA	104.70	APTA
El Estoraque	# 2 11/10/85	20.00	9.0	NO APTA	10.0	NO APTA	134	APTA	5	APTA	83.50	APTA
	# 2 27/10/85	22.50	110.0	NO APTA	7.4	APTA	368	APTA	24	NO APTA	324.50	APTA
San Jose II	# 1 3/11/85	24.00	56.0	NO APTA	9.7	NO APTA	171	APTA	15	NO APTA	79.75	APTA
	# 3 5/12/85	22.00	75.0	NO APTA	9.1	NO APTA	172	APTA	23	NO APTA	732.00	APTA
Barrio El Centro	# 1 27/9/85	20.50	780.0	NO APTA	6.7	APTA	277	APTA	82	NO APTA	85.25	APTA
	# 2 2/11/85	22.00	33.0	NO APTA	10.0	NO APTA	106	APTA	10	APTA	82.50	APTA
El Rodeo	# 1 28/9/85	22.00	7.0	NO APTA	8.6	APTA	417	APTA	11	NO APTA	214.50	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	16.0	NO APTA	9.2	NO APTA	150	APTA	3	APTA	137.50	APTA
Pozas Blancas.	# 1 29/9/85	22.00	62.0	NO APTA	8.3	NO APTA	78	APTA	4	APTA	60.50	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	12.0	NO APTA	8.2	APTA	187	APTA	18	NO APTA	86.80	APTA
GUAYABILLA, AGUA B	# 1 29/9/85	22.00	5.0	APTA	8.6	APTA	124	APTA	3	APTA	83.50	APTA
	# 2 25/10/85	22.00	5.0	APTA	8.2	APTA	101	APTA	2	APTA	89.50	APTA
Isidro Barrios	# 2 11/10/85	22.00	280.0	NO APTA	7.8	APTA	173	APTA	78	NO APTA	102.85	APTA
Escuela Publica	# 1 11/10/85	22.00	6.0	NO APTA	8.7	APTA	140	APTA	3	APTA	22.00	APTA
Carlos Cuarte	# 2 11/10/85	23.00	220.0	NO APTA	8.0	APTA	174	APTA	26	NO APTA	132.00	APTA
DEPTO. GUATEMALA												
Saqueri	# 2 21/9/85	19.5	22.0	NO APTA	7.8	APTA	81	APTA	7	APTA	64.35	APTA
Tierra Nueva	# 2 21/9/85	20	470.0	NO APTA	7.8	APTA	208	APTA	110	NO APTA	79.75	APTA

1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR

2 y 3 = MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.13
ANALISIS DE CALIDAD QUIMICA DEL AGUA PARA ACUICULTURA
NORMA CATE, Panama, 1986.

NOMBRE CISTERNA	Fecha toma de Muestra	Alcali nidad mg/l.	LMP: 20 - 150	Dureza CaCO3 mg/L	LMP: 0-150	Cloruros Cl mg/L	LMP = 250	Nitratos NO3 - mg/L.		LPM = 45	Nitritos = mg/L.	LPM = 0.1	Amonio NH4+ mg/L	LMP = 0.1
								NO3 - mg/L.	LPM = 45					
COMAPA JUTIAPA. comallitos	1 12/9/85	44	APTA	52	APTA	5.00	APTA	9.68	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	
	2 2/11/85	70	APTA	52	APTA	10.50	APTA	12.76	APTA	0.0033	APTA	0.0159	APTA	
El Carrizo	1 12/9/85	50	APTA	30	APTA	5.00	APTA	2.20	APTA	0.0000	APTA	0.0108	APTA	
	2 27/10/85	46	APTA	33	APTA	12.50	APTA	2.20	APTA	0.3500	NO APTA	0.0550	APTA	
El Tepanance	1 12/9/85	22	APTA	26	APTA	5.00	APTA	7.70	APTA	0.0000	APTA	0.0116	APTA	
	2 25/10/85	50	APTA	35	APTA	11.00	APTA	17.60	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	
San Jose Municipal San Jose	1 12/9/85	58	APTA	44	APTA	4.50	APTA	4.40	APTA	0.0000	APTA	0.0116	APTA	
	1 12/9/85	104	APTA	22	APTA	4.50	APTA	7.68	APTA	0.0790	APTA	0.0362	APTA	
Caserio Oratorio	2 2/11/85	164	NO APTA	58	APTA	17.50	APTA	22.00	APTA	0.5500	NO APTA	0.0687	APTA	
	1 12/9/85	86	APTA	32	APTA	5.00	APTA	15.60	APTA	0.1900	NO APTA	0.0350	APTA	
El Estoraque	2 11/10/85	78	APTA	50	APTA	17.50	APTA	1.10	APTA	0.0400	APTA	0.0350	APTA	
	2 27/9/85	210	NO APTA	116	APTA	32.50	APTA	7.48	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	
San Jose II Barrio El Carrito	1 3/11/85	108	APTA	48	APTA	10.00	APTA	18.92	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	
	3 6/12/85	100	APTA	44	APTA	5.00	APTA	6.60	APTA	0.0099	APTA	0.0211	APTA	
El Rodeo	1 27/9/85	60	APTA	58	APTA	8.50	APTA	9.68	APTA	0.0033	APTA	0.0146	APTA	
	1 27/9/85	68	APTA	34	APTA	9.50	APTA	3.96	APTA	0.3500	NO APTA	0.0362	APTA	
Pozas Blancas.	2 2/11/85	182	NO APTA	78	APTA	15.00	APTA	6.60	APTA	0.0086	APTA	0.0233	APTA	
	1 5/12/85	120	APTA	72	APTA	5.50	APTA	13.20	APTA	0.0033	APTA	0.0159	APTA	
GUAYABILLA, AGUA B. Isidro Berrios	1 28/9/85	54	APTA	32	APTA	7.00	APTA	5.28	APTA	0.0000	APTA	0.0116	APTA	
	2 25/10/85	64	APTA	45	APTA	10.50	APTA	4.40	APTA	0.0033	APTA	0.0159	APTA	
Escuela Publica Carlos cuarte	1 29/9/85	56	APTA	58	APTA	9.00	APTA	13.20	APTA	0.0086	APTA	0.0211	APTA	
	2 25/10/85	66	APTA	45	APTA	16.50	APTA	14.20	APTA	0.5000	NO APTA	0.0362	APTA	
DEPTO. GUATEMALA Sequerti	2 11/10/85	98	APTA	80	APTA	17.00	APTA	25.13	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	
	1 11/11/85	26	APTA	34	APTA	17.50	APTA	0.44	APTA	0.0000	APTA	0.0108	APTA	
Tierra Nueva	2 11/10/85	88	APTA	98	APTA	19.00	APTA	12.98	APTA	0.0033	APTA	0.0190	APTA	
	2 21/9/85	44	APTA	40	APTA	5.00	APTA	9.68	APTA	0.0033	APTA	0.0160	APTA	
	2 21/9/85	64	APTA	60	APTA	5.00	APTA	12.16	APTA	0.0000	APTA	0.0127	APTA	

#1 = MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR
2 Y3 = MUESTRAS DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.14

ANALISIS DE CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA PARA RIEGO, GANADERIA, AVICULTURA Y ACUICULTURA
 NORMAS: COGUANOR NGO 28001 Y CATIE, PANAMA, 1988.

NOMBRE CISTERNAS	TIPO DE MUESTRA		COLIFORMES		CONSUMO HUMAN NORMA COGUANOR NGO 28001	RIEGO		GANADERIA-AVICULTUR		ACUICULTURA	
	FECHA DE TOMA	NMP/100 CM3	TOTALES	FECALES		PROPUESTA DE NORMA	C. TOTALES: 1000	C. FECALES: 500	PROPUESTA DE NORMA	C. TOTALES: 1000	C. FECALES: 500
COMAPA JUTIAPA	1	12/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	2/11/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
El Carrizo	1	12/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	25/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
El Tepanance	1	12/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	25/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
San Jose	1	2/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Municipal San Jose	1	12/9/85	< 3.0	< 3.0	APTA	APTA	APTA	APTA	APTA	APTA	APTA
	2	2/11/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Caserio Oratorio	1	12/9/85	23	9	NO APTA	NO APTA	APTA	APTA	APTA	APTA	APTA
	2	11/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	3	2/11/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
El Estoraque	2	27/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	1	3/11/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	3	5/12/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
San Jose II	1	27/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Barrio El Carrizo	1	27/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	2/11/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
El Rodeo	1	28/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	25/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Pozas Blancas.	1	28/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
	2	25/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
GUAYABILLA, AGUA BLANCA											
Isidro Berrios	2	11/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Escuela Publica	1	11/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Carlos Cuarta	2	11/10/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Francisco Sandoval	2	5/12/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
DEPTO. GUATEMALA											
Saquerti	2	21/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA
Tierra Nueva	2	21/9/85	> 2,400	> 2,400	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA

1 : MUESTRA DE AGUA SIN FILTRAR.

2 Y 3: MUESTRA DE AGUA FILTRADA

CUADRO No.15

DETERMINACION DE PERDIDAS DIARIAS POR EVAPORACION EN CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA (EN MILIMETROS)

CONSIDERANDO EL 70% DE LA EVT.

NOMBRE CISTERNA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEM.		OCTUBRE		NOVIEMB		DICIEMBRE		PROMEDIO			
	Temp.c	Cistern.a	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	PERDIDAS	
RMM (Lat 15 N)			12.2	13.5	14.8	15.6	15.9	15.8	15.8	15.8	15.7	15.1	14	12.6	11.8													
COMAPA JUTIAPA.																												
comalitos	26.50		2.03	2.24	2.46	2.59	2.64	2.62	2.62	2.62	2.62	2.61	2.51	2.32	2.08	1.96	2.61	2.51	2.32	2.08	2.08	2.08	1.96	1.96	1.96	2.61	2.61	
	25.50		1.98	2.19	2.40	2.53	2.58	2.56	2.56	2.56	2.55	2.45	2.27	2.05	1.92	1.92	2.55	2.45	2.27	2.05	2.05	2.05	1.92	1.92	1.92	2.55	2.55	
El Carrizo	28.00		2.08	2.32	2.54	2.68	2.73	2.71	2.71	2.71	2.70	2.59	2.40	2.16	2.03	2.03	2.70	2.59	2.40	2.16	2.16	2.16	2.03	2.03	2.03	2.70	2.70	
	22.00		1.82	2.01	2.21	2.33	2.37	2.36	2.36	2.36	2.34	2.25	2.08	1.88	1.76	1.76	2.34	2.25	2.08	1.88	1.88	1.88	1.76	1.76	1.76	2.34	2.34	
El Tepenanca	28.50		2.12	2.34	2.57	2.71	2.76	2.74	2.74	2.74	2.72	2.62	2.43	2.19	2.05	2.05	2.72	2.62	2.43	2.19	2.19	2.19	2.05	2.05	2.05	2.72	2.72	
	29.00		2.14	2.37	2.60	2.74	2.78	2.77	2.77	2.77	2.75	2.65	2.46	2.21	2.07	2.07	2.75	2.65	2.46	2.21	2.21	2.21	2.07	2.07	2.07	2.76	2.76	
San Jose	26.00		2.00	2.22	2.43	2.56	2.61	2.59	2.59	2.59	2.58	2.48	2.30	2.07	1.94	1.94	2.58	2.48	2.30	2.07	2.07	2.07	1.94	1.94	1.94	2.58	2.58	
Municipal San Jose	24.50		1.93	2.14	2.35	2.47	2.52	2.51	2.51	2.51	2.49	2.39	2.22	2.00	1.87	1.87	2.49	2.39	2.22	2.00	2.00	2.00	1.87	1.87	1.87	2.49	2.49	
	31.50		2.25	2.50	2.74	2.88	2.94	2.92	2.92	2.92	2.90	2.79	2.59	2.33	2.18	2.18	2.90	2.79	2.59	2.33	2.33	2.33	2.18	2.18	2.18	2.90	2.90	
Casario Oratorio	25.00		1.98	2.17	2.37	2.50	2.55	2.53	2.53	2.53	2.52	2.42	2.25	2.02	1.89	1.89	2.52	2.42	2.25	2.02	2.02	2.02	1.89	1.89	1.89	2.52	2.52	
	31.00		2.23	2.47	2.71	2.85	2.91	2.89	2.89	2.89	2.87	2.78	2.56	2.31	2.16	2.16	2.87	2.78	2.56	2.31	2.31	2.31	2.16	2.16	2.16	2.87	2.87	
El Estoraque	24.00		1.91	2.12	2.32	2.44	2.49	2.48	2.48	2.48	2.46	2.37	2.19	1.97	1.85	1.85	2.46	2.37	2.19	1.97	1.97	1.97	1.85	1.85	1.85	2.46	2.46	
	28.50		2.03	2.24	2.46	2.59	2.64	2.62	2.62	2.62	2.61	2.51	2.32	2.09	1.96	1.96	2.61	2.51	2.32	2.09	2.09	2.09	1.96	1.96	1.96	2.61	2.61	
San Jose II	19.00		1.68	1.88	2.04	2.15	2.19	2.18	2.18	2.18	2.17	2.08	1.83	1.74	1.63	1.63	2.17	2.08	1.83	1.74	1.74	1.74	1.63	1.63	1.63	2.17	2.17	
Barrio El Carrizo	21.00		1.77	1.96	2.15	2.27	2.31	2.30	2.30	2.30	2.28	2.20	2.04	1.83	1.72	1.72	2.28	2.20	2.04	1.83	1.83	1.83	1.72	1.72	1.72	2.28	2.28	
	28.00		2.09	2.32	2.54	2.68	2.73	2.71	2.71	2.71	2.70	2.59	2.40	2.16	2.03	2.03	2.70	2.59	2.40	2.16	2.16	2.16	2.03	2.03	2.03	2.70	2.70	
El Rodeo	27.00		2.05	2.27	2.49	2.62	2.67	2.65	2.65	2.65	2.64	2.54	2.35	2.12	1.98	1.98	2.64	2.54	2.35	2.12	2.12	2.12	1.98	1.98	1.98	2.64	2.64	
	25.00		1.96	2.17	2.37	2.50	2.55	2.53	2.53	2.53	2.52	2.42	2.25	2.02	1.89	1.89	2.52	2.42	2.25	2.02	2.02	2.02	1.89	1.89	1.89	2.52	2.52	
Pozas Blancas.	28.50		2.12	2.34	2.57	2.71	2.76	2.74	2.74	2.74	2.72	2.62	2.43	2.19	2.05	2.05	2.72	2.62	2.43	2.19	2.19	2.19	2.05	2.05	2.05	2.73	2.73	
GUAYABILLA, AGUA B.																												
Isidro Barrios	28.50		2.12	2.34	2.57	2.71	2.76	2.74	2.74	2.74	2.72	2.62	2.43	2.19	2.05	2.05	2.72	2.62	2.43	2.19	2.19	2.19	2.05	2.05	2.05	2.73	2.73	
	27.50		2.07	2.29	2.51	2.65	2.70	2.68	2.68	2.68	2.67	2.56	2.38	2.14	2.00	2.00	2.67	2.56	2.38	2.14	2.14	2.14	2.00	2.00	2.00	2.67	2.67	
Escuela Publica	26.00		2.00	2.22	2.43	2.56	2.61	2.59	2.59	2.59	2.58	2.48	2.30	2.07	1.94	1.94	2.58	2.48	2.30	2.07	2.07	2.07	1.94	1.94	1.94	2.58	2.58	
Carlos duarte	29.00		2.14	2.37	2.60	2.74	2.79	2.77	2.77	2.77	2.75	2.65	2.46	2.21	2.07	2.07	2.75	2.65	2.46	2.21	2.21	2.21	2.07	2.07	2.07	2.78	2.78	
	27.50		2.07	2.29	2.51	2.65	2.70	2.68	2.68	2.68	2.67	2.56	2.38	2.14	2.00	2.00	2.67	2.56	2.38	2.14	2.14	2.14	2.00	2.00	2.00	2.67	2.67	
Jose Victor Montoya	27.00		2.05	2.27	2.49	2.62	2.67	2.65	2.65	2.65	2.64	2.54	2.35	2.12	1.98	1.98	2.64	2.54	2.35	2.12	2.12	2.12	1.98	1.98	1.98	2.64	2.64	
Francisco Sandoval	25.00		1.96	2.17	2.37	2.50	2.55	2.53	2.53	2.53	2.52	2.42	2.25	2.02	1.89	1.89	2.52	2.42	2.25	2.02	2.02	2.02	1.89	1.89	1.89	2.52	2.52	
PROMEDIOS MENSUA			2.02	2.24	2.45	2.59	2.64	2.62	2.62	2.62	2.60	2.50	2.32	2.09	1.96	1.96	2.60	2.50	2.32	2.09	2.09	2.09	1.96	1.96	1.96	2.60	2.60	

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CUADRO No.16
 DETERMINACION DE PERDIDAS DIARIAS POR EVAPORACION EN CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA (EN MILIMETROS)
 CONSIDERANDO EL 75% DE LA EVT.

NOMBRE CISTERNA	TEMPERATURA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
	Cisterna	Temperatura	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	PERDIDAS
RMM (Lat 15 N)			12.2	13.5	14.8	15.6	15.9	15.8	15.8	15.7	15.1	14	12.6	11.8	
COMAPA JUTIAPA.															
comalitos	25.50		2.17	2.40	2.63	2.78	2.83	2.81	2.81	2.79	2.69	2.49	2.24	2.10	2.80
	25.50		2.12	2.35	2.57	2.71	2.77	2.75	2.75	2.73	2.63	2.43	2.19	2.05	2.73
El Carrizo	28.00		2.24	2.48	2.72	2.87	2.92	2.91	2.91	2.89	2.78	2.58	2.32	2.17	2.89
	22.00		1.85	2.16	2.37	2.49	2.54	2.53	2.53	2.51	2.41	2.24	2.01	1.89	2.51
El Tepenanco	28.50		2.27	2.51	2.75	2.90	2.98	2.94	2.94	2.92	2.81	2.60	2.34	2.19	2.92
	29.00		2.29	2.54	2.78	2.93	2.99	2.97	2.97	2.95	2.84	2.63	2.37	2.22	2.85
San Jose	28.00		2.15	2.37	2.60	2.74	2.80	2.78	2.78	2.76	2.66	2.46	2.22	2.08	2.76
Municipal San Jose	24.50		2.07	2.29	2.51	2.65	2.70	2.68	2.68	2.67	2.57	2.38	2.14	2.00	2.67
	31.50		2.42	2.67	2.93	3.09	3.15	3.13	3.13	3.11	2.99	2.77	2.50	2.34	3.11
Caserío Oratorio	25.00		2.10	2.32	2.54	2.68	2.73	2.72	2.72	2.70	2.60	2.41	2.17	2.03	2.70
	31.00		2.39	2.65	2.90	3.06	3.12	3.10	3.10	3.08	2.98	2.74	2.47	2.31	3.08
El Estoraque	24.00		2.05	2.27	2.48	2.62	2.67	2.65	2.65	2.64	2.53	2.35	2.12	1.98	2.64
	28.50		2.17	2.40	2.63	2.78	2.83	2.81	2.81	2.79	2.69	2.49	2.24	2.10	2.80
San Jose II	19.00		1.80	2.00	2.19	2.31	2.35	2.34	2.34	2.32	2.23	2.07	1.86	1.74	2.32
Barrío El Carrizo	21.00		1.80	2.10	2.31	2.43	2.48	2.46	2.46	2.45	2.35	2.18	1.96	1.84	2.45
	28.00		2.24	2.48	2.72	2.87	2.92	2.91	2.91	2.89	2.78	2.58	2.32	2.17	2.89
El Rodeo	27.00		2.20	2.43	2.66	2.81	2.86	2.84	2.84	2.82	2.72	2.52	2.27	2.12	2.83
	25.00		2.10	2.32	2.54	2.68	2.73	2.72	2.72	2.70	2.60	2.41	2.17	2.03	2.70
Pozas Blancas.	28.50		2.27	2.51	2.75	2.90	2.96	2.94	2.94	2.92	2.81	2.60	2.34	2.19	2.92
GUAYABILLA, AGUA B.															
Isidro Berrios	28.50		2.27	2.51	2.75	2.90	2.96	2.94	2.94	2.92	2.81	2.60	2.34	2.19	2.92
	27.50		2.22	2.46	2.69	2.84	2.89	2.87	2.87	2.86	2.75	2.55	2.29	2.15	2.86
Escuela Publica	26.00		2.15	2.37	2.60	2.74	2.80	2.78	2.78	2.76	2.66	2.46	2.22	2.08	2.76
Carlos Duarte	29.00		2.29	2.54	2.78	2.93	2.99	2.97	2.97	2.95	2.84	2.63	2.37	2.22	2.95
	27.50		2.22	2.46	2.69	2.84	2.89	2.87	2.87	2.86	2.75	2.55	2.29	2.15	2.86
Jose Victor Morfaya	27.00		2.20	2.43	2.66	2.81	2.86	2.84	2.84	2.82	2.72	2.52	2.27	2.12	2.83
Francisco Sandoval	25.00		2.10	2.32	2.54	2.68	2.73	2.72	2.72	2.70	2.60	2.41	2.17	2.03	2.70
PROMEDIOS MENSUA			2.17	2.40	2.63	2.77	2.82	2.81	2.81	2.79	2.68	2.49	2.24	2.10	2.79

CUADRO No.17
 DETERMINACION DE PERDIDAS DIARIAS POR EVAPORACION EN CISTERNAS DE AGUA DE LLUVIA (EN MILIMETROS)
 CONSIDERANDO EL 80 % DE LA EVT.

NOMBRE CISTERNA	Temper C Cisterna	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
		mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia	mm/dia
RMM (Lat 15 N)		12.2	13.5	14.8	15.8	15.9	15.8	15.8	15.7	15.1	14	12.8	11.8	
COMAPA JUTIAPA.														
comalitos	26.50	2.32	2.58	2.81	2.98	3.02	3.00	3.00	2.98	2.87	2.68	2.38	2.24	2.98
	25.50	2.28	2.50	2.75	2.89	2.95	2.83	2.83	2.91	2.80	2.60	2.34	2.19	2.91
El Carrizo	28.00	2.38	2.65	2.90	3.08	3.12	3.10	3.10	3.08	2.86	2.75	2.47	2.32	3.08
	22.00	2.08	2.30	2.52	2.68	2.71	2.69	2.69	2.69	2.57	2.39	2.15	2.01	2.69
El Tepenance	28.50	2.42	2.68	2.84	3.08	3.15	3.13	3.13	3.11	3.00	2.78	2.50	2.34	3.12
	28.00	2.45	2.71	2.97	3.13	3.18	3.17	3.17	3.15	3.03	2.81	2.53	2.37	3.15
San Jose	28.00	2.29	2.53	2.78	2.93	2.98	2.98	2.98	2.95	2.83	2.63	2.36	2.21	2.95
Municipal San Jose	24.50	2.21	2.45	2.68	2.83	2.88	2.86	2.86	2.85	2.74	2.54	2.28	2.14	2.85
	31.50	2.58	2.85	3.13	3.30	3.36	3.34	3.34	3.32	3.19	2.96	2.68	2.49	3.32
Casario Oratorio	25.00	2.24	2.48	2.71	2.98	2.92	2.90	2.90	2.98	2.77	2.57	2.31	2.16	2.88
	31.00	2.55	2.82	3.09	3.26	3.32	3.30	3.30	3.28	3.16	2.93	2.63	2.47	3.28
El Estoraque	24.00	2.18	2.42	2.65	2.79	2.85	2.83	2.83	2.81	2.70	2.51	2.26	2.11	2.81
	28.50	2.32	2.56	2.81	2.96	3.02	3.00	3.00	2.98	2.87	2.68	2.39	2.24	2.98
San Jose II	19.00	1.92	2.13	2.33	2.46	2.51	2.49	2.49	2.47	2.38	2.21	1.98	1.88	2.48
Barrio El Carrizo	21.00	2.03	2.24	2.46	2.59	2.64	2.63	2.63	2.61	2.51	2.33	2.08	1.96	2.61
	28.00	2.39	2.65	2.90	3.08	3.12	3.10	3.10	3.08	2.96	2.75	2.47	2.32	3.08
El Rodeo	27.00	2.34	2.59	2.84	2.99	3.05	3.03	3.03	3.01	2.90	2.69	2.42	2.28	3.02
	25.00	2.24	2.48	2.71	2.86	2.92	2.90	2.90	2.88	2.77	2.57	2.31	2.18	2.88
Pozas Blancas.	28.50	2.42	2.68	2.94	3.09	3.15	3.13	3.13	3.11	3.00	2.78	2.50	2.34	3.12
GUAYABILLA, AGUA B.														
Isidro Barrios	28.50	2.42	2.68	2.94	3.09	3.15	3.13	3.13	3.11	3.00	2.78	2.50	2.34	3.12
	27.50	2.37	2.62	2.87	3.03	3.09	3.07	3.07	3.05	2.93	2.72	2.45	2.29	3.05
Escuela Publica	26.00	2.29	2.53	2.78	2.93	2.98	2.96	2.96	2.95	2.83	2.63	2.36	2.21	2.85
Carlos duarte	29.00	2.45	2.71	2.97	3.13	3.19	3.17	3.17	3.15	3.03	2.81	2.53	2.37	3.15
	27.50	2.37	2.62	2.87	3.03	3.09	3.07	3.07	3.05	2.93	2.72	2.45	2.29	3.05
Jose Victor Morroya	27.00	2.34	2.59	2.84	2.99	3.05	3.03	3.03	3.01	2.90	2.69	2.42	2.28	3.02
Francisco Sandoval	25.00	2.24	2.49	2.71	2.86	2.92	2.90	2.90	2.88	2.77	2.57	2.31	2.16	2.88
PROMEDIOS MENSUA		2.31	2.56	2.80	2.96	3.01	2.99	2.99	2.97	2.88	2.65	2.39	2.24	2.98

CUADRO No.18

ANALISIS DE REMOCION DEL FILTRO
EN LOS PARAMETROS DE COLOR Y TURBIEDAD

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra	COLOR AGUA		TURBIEDAD AGUA	
		Unidades CRUDA	FILTRADA	En UTN CRUDA	FILTRADA
COMAPA JUTIAPA.					
Comalitos	1	75.0	80.00	9.7	16.0
El Carrizo	2	4.0	2	1.3	1.0
El Tepenance	3	25.0	110	4.9	24.0
Municipal San Jose	4	15.0	110	3.3	42.0
Caserio Oratorio	5	30.0	9	5.5	2.0
El Estoraque	6	56.0	110	9.0	19
	7	56.0	75	9.0	14
Barrio El Centro	8	33.0	35	4.5	7.0
	9	7.0	35	1.3	7.0
El Rodeo	10	16.0	62	1.8	14.0
Pozas Blancas.	11	12.0	5	1.5	1.5

CUADRO No.19

ANALISIS DE REMOCION DEL FILTRO
EN LOS PARAMETROS DE pH Y SOLIDOS TOTALES

NOMBRE CISTERNA	No. Muestra	P H		AGUA		SOL. TOTALES	
		CRUDA	FILTRADA	FILTRADA	AGUA	CRUDA	FILTRADA
COMAPA JUTIAPA.							
comalitos	1	8.9	7.9			73	188
El Carrizo	2	9.8	8.3			61	83
El Tepeance	3	9.8	7.8			57	155
Municipal San Jose	4	11.1	8.7			184	477
Caserio Oratorio	5	10.4	10.0			131	134
El Estoraque	6	9.7	7.4			171	368
	7	9.7	9.1			171	172
Barrio El Centro	8	10.0	8.6			106	417
	9	9.2	8.6			150	417
El Rodeo	10	9.3	8.2			78	167
Pozas Blancas.	11	8.6	8.2			124	101

CUADRO No.20

ANALISIS DE REMOCION DEL FILTRO
EN LOS PARAMETROS DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

NOMBRE CISTERNAS	TIPO DE MUESTRA	COLIFORMES AGUA CRUDA		COLIFORMES AGUA FILTRADA	
		FECHA DE TOMA	NMP/100 CM3	TOTALES	FECALES
COMAPA JUTIAPA.					
Comalitos	1	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
El Carrizo	2	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
El Tepeance	3	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
Municipal San Jose	4	3	3	> 2400	> 2400
Caserio Oratorio	5	23	9	> 2400	> 2400
	6	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
El Estoraque	7	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
	8	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
Barrio El Cerrito	9	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
El Rodeo	10	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400
Pozas Blancas.	11	> 2400	> 2400	> 2400	> 2400

CUADRO No.21
EVALUACION DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA
TECHO DE CAPTACION Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO

NOMBRE CISTERNA	FORMA GEOMETRICA	TECHO CAPTACION	CANALES DE CONDUCCION	PAREDES DEL TANQUE	FONDO DEL TANQUE AGUA	BOMBA DE AGUA
COMAPA JUTIAPA.						
comalitos	Trapezoidal	Buen estado	Inadecuado diseño	Buen estado	Buen estado	Buen Estado
El Carrizo	Trapezoidal	Buen estado	" "	Buen estado	Grieta pequena	Buen Estado
El Tepenance	Trapezoidal	Buen estado	" "	Con grietas	Buen estado	Buen estado
San Jose	Trapezoidal	Buen estado	" "	Con grietas	Buen estado	Buen estado
Municipal San Jose	Rectangular	Mal estado	Mal estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
Casario Oratorio	Trapezoidal	Buen estado	Adecuado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
El Estoraque	Cubica	Buen estado	" "	Buen estado	Con sedimento	Buen estado
San Jose II	Trapezoidal	Buen estado	" "	Con grietas	Buen estado	Mal estado
Barrio El Centro	Trapezoidal	Buen estado	" "	Buen estado	Buen estado	Buen estado
El Rodeo	Trapezoidal	Buen estado	Inadecuado Diseño	Grietas lado superior	Buen estado	Buen estado
Pozas Blancas.	Trapezoidal	Buen estado	" "	Grietas todas las paredes	Buen estado	Buen estado
GUAYABILLA, AGUA BLANCA						
leidro Berrios	Trapezoidal	Buen estado	" "	Grietas	Buen estado	Mal estado
Escuela Publica	Rectangular	Buen estado	Adecuado	Buen estado	Buen estado	No tiene
Carlos Duarte	Trapezoidal	Mal estado	Mal estado	Grietas	Buen estado	Buen estado
Francisco Sandoval	Rectangular	Mal estado	Mal estado	Grietas	Buen estado	Mal estado
Jose Victor Montoya	trapezoidal	Mal estado	Mal estado	Grietas	Buen estado	Mal estado
DEPTO. GUATEMALA						
Saquerti	Trapezoidal	Mal estado	Mal estado	Grietas	Con grietas	Mal estado
Tierra Nueva	Trapezoidal	Mal estado	Mal estado	Grietas	Con grietas	Mal estado
El Hato	Rectangular	Mal Estado	Mal estado	Grietas	Con grietas	Mal estado

10. DISCUSION DE RESULTADOS

10.1 CALIDAD DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS

Si se observan los resultados obtenidos de las 14 muestras de agua sin filtrar de similar número de cisternas, las cuales están identificadas con el número 1, y la fecha de la toma de muestra en los diferentes cuadros (ver cuadros No.2, 3 y 4); podemos observar que los parámetros físicos y químicos son bastante diferentes entre dichas muestras, no así en las bacteriológicas que en su mayoría son similares en cuanto al grado de contaminación existente en el agua de lluvia almacenada. Con respecto a las muestras de agua pasadas por los diferentes filtros (Internos y externos), identificadas con los números 2 y 3 de las muestras analizadas se puede apreciar que únicamente en un mínimo porcentaje se observo algún grado de remoción de ciertos parámetros, manifestándose en contraposición que en la mayoría de las muestras de agua, dichos parámetros se alteraron durante el almacenamiento en las cisternas.

Con respecto a las muestras tomadas en tres (3) cisternas, para determinar su uso agrícola y pecuario en diferentes áreas del proyecto, se puede observar una significativa variación en sus parámetros físicos y químicos, debido también a las condiciones de almacenamiento del agua.(ver cuadros No 3.1 y 3.2).

A continuación se presenta el análisis y discusión de los resultados de las muestras de agua tomadas en las cisternas, en función de sus diferentes usos que se le pueden dar.

10.1.1 Agua para consumo humano.

Si se observan los cuadros números 6, 7 y 14, donde se comparan los resultados obtenidos del análisis del agua, con las normas COGUANOR NGO 29001, utilizando el límite máximo aceptable (LMA) y el límite máximo permisible (LMP), se puede establecer que los valores de los parámetros físicos (Cuadro No.6), correspondientes a la temperatura y los sólidos totales, son los únicos parámetros que cumplen con las normas COGUANOR, en la totalidad de las cisternas muestreadas, tanto en agua filtrada y no filtrada. La turbiedad se puede determinar que de las trece (13) muestras de agua sin filtrar únicamente una de estas, no está dentro de los límites máximos permisible y de las catorce (14) de agua filtrada, son cinco (5) las que no cumplen con las normas en mención. Con respecto al pH, en las muestras de agua sin filtrar la mayoría están arriba de los límites máximos permisibles, no así en las muestras filtradas que únicamente en dos (2) cisternas no cumplen con las normas COGUANOR; con respecto al color se puede observar que las muestras de agua sin filtrar están dentro del

límite máximo permisible, encontrándose también cinco (5) muestras de agua filtrada en las mismas condiciones.

En relación a los resultados de la comparación de cada parámetro físico con las normas en mención, se puede considerar dentro de las muestras de agua sin filtrar que únicamente tres (3) son aptas para consumo humano (Barrio El Centro, Poza Blanca, y Escuela Pública), correspondiente a un 23%, como también el mismo número de muestras de agua filtrada (3) resultan con su totalidad de parámetros físicos dentro de las normas COGUANOR (Barrio El Centro, Pozas Blancas y Saquerti).

En cuanto a los valores obtenidos del análisis químico (Cuadro No.7), se observa que los parámetros correspondientes a: fluoruros, cloruros, nitratos, dureza y sulfatos, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, mientras que en relación al contenido de nitritos tenemos que, de las muestras de agua sin filtrar, diez (10) de éstas contienen valores por abajo de los límites máximos permisibles, e igualmente el mismo número de muestras de agua filtrada (10) se encuentran en las mismas condiciones. Con respecto a las concentraciones de hierro se observa que dentro de las muestras de agua sin filtrar, diez (10) se encuentran dentro de los límites máximos permisibles y en cuanto al grupo de muestras filtradas, nueve (9) son las que tienen valores menores de los límites máximos permisibles.

En conclusión se puede establecer que dentro de las muestras de agua sin filtrar, nueve (9) son las que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (todos sus parámetros químicos) equivalente a un 75% de dichas muestras, correspondiente a igual número de cisternas y dentro del grupo del agua filtrada seis (6) muestras cumplen con las normas de COGUANOR y por lo tanto el agua desde el punto de vista químico, se pueden considerar aptas para consumo humano.

Los resultados del examen bacteriológico presentado en el cuadro No.14, muestra el número de coliformes totales y fecales expresados en número más probable por cien centímetros cúbicos (NMP/100 cm³) de acuerdo a la norma COGUANOR NGO 29001, donde se puede observar que únicamente una muestra de agua sin filtrar es la que cumple con dicha norma, pudiéndose afirmar que el agua de las cisternas muestreadas no es apta bacteriológicamente para consumo humano.

10.1.2 Agua para uso en riego.

Si se observan los parámetros físicos (Ver cuadro No.8) de las muestras de agua sin filtrar (#1), podemos establecer que el potencial de Hidrógeno es el único parámetro que no cumple con las normas propuestas de CATIE; no obstante la temperatura, la

conductividad eléctrica, la dureza y los sólidos totales, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

Con respecto al análisis químico del agua para uso agrícola, se tomaron tres muestras considerando los tres tipos de cisternas construidas en función de sus filtro de agua y la ubicación de éstas dentro del área del proyecto (ver cuadro No.9); pudiendose observar que las muestras en mención en cuanto a su contenido de cloruros, se encuentra alto con respecto a las normas propuestas; debiendose utilizar el agua, de acuerdo al tipo de suelos y de cultivos, sin peligro de ensalinamiento.

En cuanto al contenido de Carbonato de Sodio Residual (CSR), se observa que el resultado de las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles, como también lo están los resultados de la Relación de Absorción de Sodio (RAS). En relación a la clasificación que se da en función a este último parámetro y la conductividad eléctrica, las muestras corresponden a dos clases de agua: C1-S1 y una C2-S1; indicándonos que se tiene bajo peligro de concentración de sodio y de salinidad, por lo que, el agua de lluvia es apta para ser usada en riego. Es importante considerar el tipo de suelo y de cultivo que se pretende regar para analizar con mejor detalle estos parámetros.

Los resultados del examen bacteriológico, según se muestran en el cuadro No.14, nos indica que el agua no es apta para riego siempre y cuando tenga contacto con las frutas o verduras; no obstante puede ser utilizada para huertos, (donde los frutos no tengan contacto con el agua) hornamentales y otros.

10.1.3 Agua para uso en ganadería y avicultura.

Con respecto al análisis físico del agua para este uso, se puede observar en el cuadro No.10 que la temperatura, los sólidos totales y la conductividad eléctrica, cumplen con las normas propuestas por el CATIE; no así el potencial de Hidrógeno, que en la mayoría de las muestras está fuera de los límites máximos permisibles.

Desde el punto de vista químico, dos son los parámetros que están fuera de las normas propuestas en un mínimo porcentaje de las cisternas, los nitritos que aparecen altos en un 18.5% de las muestras analizadas (1 muestra de agua sin filtrar y en 4 muestras filtradas) y en cuanto al hierro el 15% de éstas están fuera de la norma propuesta (1 muestra de agua sin filtrar y 3 de agua filtrada), como se puede observar en el cuadro No.11; considerando que la causa de la alteración de estos parámetros pueda ser el uso de materiales de construcción inadecuados en las cisternas. Con lo expuesto anteriormente se establece que, el agua de lluvia desde el punto de vista químico, es apta para el uso en mención.

Observando los exámenes bacteriológicos como lo muestra el cuadro No.14, nos damos cuenta que únicamente dos muestras correspondientes a diferentes cisternas (sin filtrar), están dentro de las normas propuestas por el CATIE en cuanto a coliformes totales y fecales se refiere; por lo tanto se puede establecer que el agua de lluvia para ganadería y avicultura, no es apta desde el punto de vista bacteriológico.

10.1.4 Agua para uso en acuicultura.

Analizando los parámetros físicos como se pueden ver en el cuadro No.12 y comparándolos con las normas CATIE, se observa que el color, el pH y los sólidos en suspensión, están sobre los límites máximos permisibles en la mayoría de las muestras analizadas, por lo que, podemos deducir que dichas concentraciones altas, se efectuaron después de almacenar el agua en el tanque de las cisternas (existen algunas muestras dentro de los límites máximos permisibles de estos parámetros); por lo tanto físicamente el agua en la mayoría de las cisternas no es apta para acuicultura.

El análisis de los parámetros químicos, que se presentan en el cuadro No.13, se aprecia que los nitritos se encuentran en 18.5% de las muestras de agua sin filtrar (2 muestras) fuera de los límites máximos permisibles; la alcalinidad se presenta alterada en 3 muestras de agua filtrada, en cuanto a los demás parámetros están dentro de los límites permisibles por la norma CATIE; por lo que, podemos deducir que las muestras con los parámetros alterados, se debió a diferentes tipos de materiales de construcción utilizados en los tanques de almacenamiento y al mal funcionamiento de los filtros; en tal sentido se puede establecer que el agua de lluvia captada en cisternas es apta para este uso desde el punto de vista químico.

Los parámetros bacteriológicos se encuentran en un 99% arriba de los límites máximos permisibles de coliformes totales y fecales (2 muestras se encuentran dentro de la propuesta de norma) como se observa en el cuadro No.14, por lo que, el agua almacenada de lluvia no es apta para ser utilizada en acuicultura.

10.2 EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION

Con los datos de temperatura interna, la radiación media extraterrestre y la humedad relativa de las cisternas ubicadas tanto en el área de Comapa y Agua Blanca Jutiapa, los cuales se muestran en los cuadros No.5 y 15; donde se determinaron las pérdidas de agua por evaporación utilizando la fórmula de evapotranspiración de Hargreaves, por adaptarse más a relieves variados y con gran cantidad de microclimas que son característicos

del área de estudio y considerando que de un 70% a 80% de la evapotranspiración calculada, corresponde a la pérdida por evaporación en milímetros de lámina de agua por día.

Actualmente se considera dentro del diseño de las cisternas, que las pérdidas de lámina de agua son entre 1 y 2 milímetros por día, cantidad relativamente teórica, pues en el área de estudio las temperaturas son bastante altas y las horas luz días son mayores que en las otras regiones del país; en tal sentido el primer cálculo de pérdida de agua dentro de la cisternas se realizó considerando un 80% de la ETP diaria en los diferentes meses del año, como se puede observar en el cuadro No.17 que nos presentan los promedios diarios de pérdida de agua en milímetros, mucho más altas que las utilizadas en los diseños anteriores y principalmente en los meses de verano. También se consideran pérdidas de evaporación con el 70% y 75% de la ETP, como podemos observar en los cuadros de resultados No.15 y 16, donde la variación es significativa con respecto al análisis de la pérdida del 80% de la ETP; no está demás tomar en cuenta la variación de dichas pérdidas y los frecuentes cambios climáticos que se dan dentro del área de estudio, en la selección de las tres alternativas propuestas.

10.3 EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro No.18, donde se compara el grado de remoción de los filtros en cuanto a los parámetros correspondientes al color y la turbiedad; se puede observar que el primero (color) únicamente hay remoción en 3 muestras, correspondiente a un 27% y con una eficiencia promedio de 40%, en tanto que en el resto de las muestras (8), este parámetro fue alterado.

Con respecto a la turbiedad podemos observar (cuadro No.18), que solamente una muestra filtrada de agua presenta remoción; no así las demás, pudiendo concluir que estos filtros trabajan en una forma invertida; alterando significativamente la turbiedad al pasar el agua por dichos filtros.

En cuanto al pH, sí hubo disminución en todas las muestras; no obstante el agua filtrada en su mayoría se encuentra dentro los LMP para consumo humano (ver cuadro No. 19). El grado de remoción de los sólidos totales fue totalmente inverso, (con excepción de la muestra No.11), pues al comparar las muestras de agua cruda con las filtradas se observa que la concentración (en el agua filtrada) es mayor.

De igual manera que los demás parámetros en mención, los coliformes totales y fecales no fueron removidos en la totalidad de las muestras, como lo manifiesta el cuadro No 20.

Presuntivamente se podría decir que la deficiencia de los filtros, se deba a la inadecuada construcción de los mismos, en cuanto a la calidad del material filtrante utilizado (carbón, arena y grava) y a la falta de una granulometría adecuada, como también el estar funcionando bajo presión hidrostática.

10.4 EVALUACION DEL AREA DE CAPTACION E INFRAESTRUCTURA DEL CISTERNA

Durante las visitas de campo al área del proyecto, se observó la situación actual de los cisternas objeto de estudio, considerando el área de captación de la lluvia y el tanque de almacenamiento de agua, se evaluó lo siguiente: los techos y los canales de conducción en cuanto a su funcionamiento; en el tanque de captación se evaluaron posibles grietas en las paredes laterales y en el fondo, como también el funcionamiento de las bombas de extracción de agua, mostrándose los resultados en el cuadro No 21.

Si observamos los resultados del cuadro en mención podemos establecer que los daños más grandes, corresponden a la presencia de grietas en las paredes laterales de las cisternas de forma trapezoidal, siguiéndole en orden de importancia la colocación de los canales de conducción de agua, pues éstos se encuentran mal construidos en cuanto a sus dimensiones de los bordes externos que son muy pequeños, lo que trae como consecuencia la fuga de agua cuando caen lluvias muy intensas y en tal sentido algunas cisternas no se llenan en su totalidad.

Con respecto a las grietas observadas tanto en las paredes de los tanques como en el fondo, se puede decir que se deben a la falta de refuerzos y espesor de las paredes, pues únicamente tienen de 2 a 3 centímetros en sus cuatro lados y el concreto no tiene los materiales exigidos por las normas de construcción (debe tener, cemento, piedrin, arena). Así mismo el refuerzo de dichas paredes que consisten en malla de gallinero, no es suficiente en función del tipo de suelo y además dichas cisternas están ubicadas en su mayoría, en un área sísmica.

11. CONCLUSIONES

11.1 CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- a) De conformidad a los resultados de los análisis físicos, solamente 3 muestras de agua filtrada y 3 sin filtrar son aptas para consumo humano y por lo tanto el 75% de las cisternas muestreadas, sus parámetros están fuera de los límites máximos permisibles según la NORMA COGUANOR NGO 29001 (promedio: color 202 unidades, turbiedad 81 UTN y pH 10), en tal sentido no son aptas para consumo humano.
- b) Desde el punto de vista químico, las muestras de agua examinadas presentan alteraciones en los parámetros correspondientes a los nitritos (0.20 mg/l) y el hierro (2.15 mg/l) en cuanto a las muestras de agua sin filtrar se refiere, indicándonos que el 69% de dichas muestras (9 cisternas) son aptas para consumo humano.
- c) De acuerdo a los exámenes bacteriológicos el agua almacenada en los tanques de los cisternas, no es apta para consumo humano (> 2400 NMP).
- d) Se considera que el agua de lluvia cae limpia, pero al hacer contacto con el área de captación de las cisternas se alteran sus parámetros físicos (turbiedad y color), químicos (hierros) y bacteriológicos; por encontrarse los techos de captación cubiertos de tierra al iniciarse las primeras lluvias, como también por ser la mayoría de éstos de lámina galvanizada, encontrándose algunas oxidadas.

11.2 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

- a) Desde el punto de vista físico, el agua de lluvia almacenada en cisternas, únicamente se encuentra limitada por encontrarse el pH muy alcalino (promedio 9.3), debido a que en la construcción de los tanques de almacenamiento utilizaron cal hidratado; mas sin embargo se puede concluir que dicho parámetro se normalizará cuando se laven las paredes en mención; y así poder considerar esta agua, apta para riego.

- b) De acuerdo al análisis químico del agua, existen ciertas restricciones en cuanto al contenido de cloruros (6.8 mg/l), según las normas propuestas por CATIE, sin embargo puede ser utilizada en función del tipo de suelo y de cultivo.
- c) Con respecto a la Relación de Absorción de Sodio (RAS) y la Conductividad Eléctrica (clase C1-S1 y C2-S1), como también observando el contenido de Carbonato de Sodio Residual; el agua de lluvia de las cisternas es apta para riego.
- d) Desde el punto de vista bacteriológico y considerando las normas propuestas por CATIE, el agua no es apta para riego (>2400 NMP); sin embargo se puede concluir que puede ser utilizada en plantas donde sus frutos u hojas comestibles no tengan contacto con el agua.

11.3 CALIDAD DEL AGUA PARA GANADERIA Y AVICULTURA

- a) Observando los parámetros físicos de las muestras de agua analizadas se concluye que únicamente el pH (promedio 9.29), se encuentra fuera de los límites máximos permisibles, por estar construidos los tanques de almacenamiento con cal hidratada y por lo tanto, no es apta para ganadería ni avicultura.
- b) Analizando los resultados de los exámenes químicos del agua, se puede establecer que únicamente en 2 cisternas muestreadas se encontró altas concentraciones de Nitritos (mayor de 0.1 mg/l), correspondientes al 15% de las cisternas y por lo tanto, se concluye que el agua desde éste punto de vista, es apta para el uso en mención.
- c) De acuerdo a la calidad bacteriológica, el agua no es recomendable para ganadería ni avicultura, pues el NMP/100 cm³ de coliformes totales y fecales, es mayor (2400 NMP) que lo establecido por las Normas de CATIE.

11.4 CALIDAD DEL AGUA PARA ACUICULTURA

- a) Según los resultados de los exámenes físicos, donde se puede observar que el color (promedio 21 unidades), pH (9.5) y los sólidos en suspensión (38 mg/l), están sobre los límites máximos permisibles en la mayoría de las

muestras y por lo tanto, se concluye que el agua no es apta para acuicultura de conformidad con las normas propuestas.

- b) Desde el punto de vista químico se puede establecer que el agua de lluvia es apta para la acuicultura.
- c) Tomando en cuenta el alto contenido bacteriológico de coliformes totales y fecales (> 2400 NMP), el agua no es apta para este uso.

11.5 EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION

- a) Considerando que el método más adecuado para medir las pérdidas de evaporación en milímetros de agua por día, es aplicando la fórmula de Evapotranspiración de Hargreaves y de este cálculo tomar un porcentaje del agua evaporada; se concluye que dicho porcentaje en mención corresponde a un 75% de ETP, como lo observamos en el cuadro No.16.
- b) Las pérdidas de agua por evaporación en mm/día, utilizadas en el diseño del volumen de almacenamiento de las cisternas, es menor (1 a 2 mm/día) que las encontradas en el presente estudio, por lo tanto se determina que la evaporación calculada es la más aceptable, en función de los parámetros climáticos utilizados para dicho cálculo.

11.6 EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS

- a) De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al grado de remoción de los parámetros siguientes: color, turbiedad y sólidos totales; en la mayoría de filtros internos analizados, no responden a dicha función y por lo tanto, no es necesaria su presencia dentro de las cisternas.
- b) En cuanto a la remoción de coliformes totales y fecales, se determinó que los filtros no responden a dicho proceso en su totalidad.
- c) Si analizamos los parámetros físicos del agua filtrada y los comparamos con los del agua cruda, podemos observar

que el agua filtrada presenta una alteración en la mayoría de dichos parámetros (Ver Gráficas Anexo No.1) y en consecuencia se puede concluir que el filtro interno no funciona, por estar mal construido en relación a la granulometría de sus capas filtrantes y por operar bajo presión hidrostática.

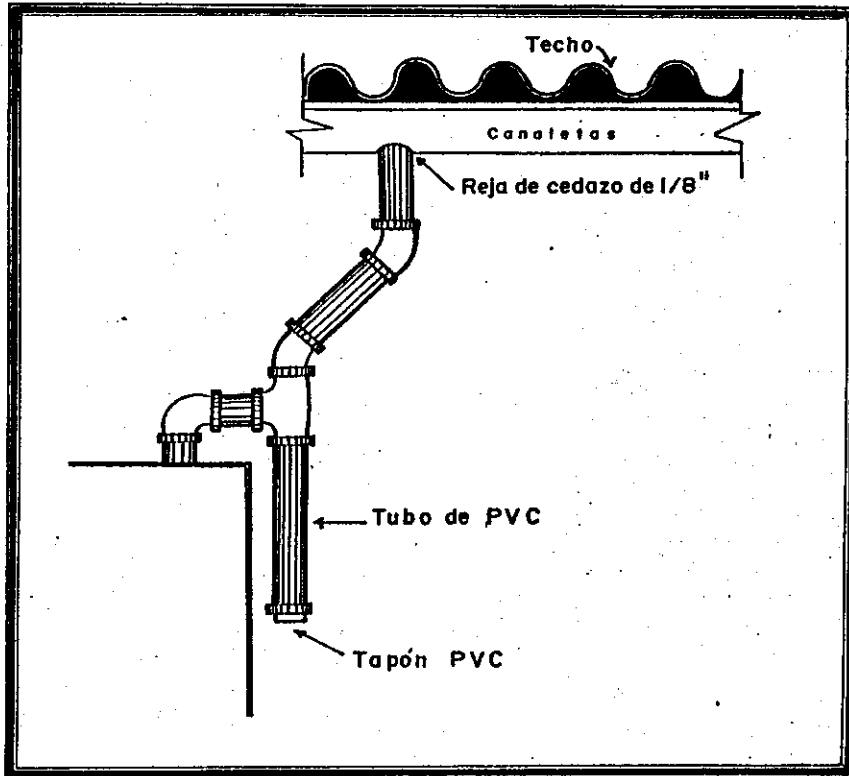
11.7 EVALUACION DE LA CAPTACION E INFRAESTRUCTURA DEL CISTERNA

- a) Con respecto al área de captación, se observaron un 35% de las cisternas en mal estado, por tener una colocación inadecuada de las láminas, falta de mantenimiento e insuficiente circulación exterior.
- b) En relación a los canales de conducción se puede concluir que la mayoría se encuentra en mal estado y/o mal diseñados en cuanto a su borde exterior, y en consecuencia no captan toda el agua cuando caen lluvias copiosas.
- c) De acuerdo a la ubicación de los filtros internos de las cisternas, como también en función de su operación y mantenimiento, se puede establecer que éstos están mal diseñados y por lo tanto no cumplen con su función establecida.
- d) De conformidad con los resultados de la evaluación de las paredes del tanque con sección trapezoidal, donde se almacena el agua y considerando que en su mayoría se encontraron grietas, tanto en la parte posterior como también cercanas al fondo; se puede concluir, que las dimensiones, el cálculo, la construcción y la calidad de los materiales de dichas paredes, no están adecuados a las normas de construcción de estas estructuras.
- e) Considerando que el agua almacenada está expuesta a microorganismos patógenos y que los filtros diseñados para las cisternas no los eliminan en su totalidad, se pudo establecer que en este proyecto, no se tiene contemplado la desinfección del agua para consumo humano.

12. RECOMENDACIONES

- 12.1 Si se considera que el tanque de agua de la cisterna, servirá de sedimentador durante el tiempo que permanece almacenada, y tomando en cuenta el alto grado de contaminación bacteriológica se recomienda un tratamiento de cloración para consumo humano (2 mg/l).
- 12.2 Colocar en el área de captación, evacuadores de primeras lluvias (Ver figura No.5), para evitar la entrada de polvo y microorganismos patógenos al tanque de almacenamiento de agua, al iniciar la lluvia.
- 12.3 Tomando en cuenta los resultados del examen bacteriológico del agua, se recomienda que ésta sea utilizada para riego, en cultivos que sus frutos, tubérculos u hojas comestibles, no tengan contacto con el agua.
- 12.4 No utilizar el agua para uso en ganadería, avicultura y acuicultura sin previo tratamiento, siendo necesario reducir la concentración de los parámetros físicos y bacteriológicos, de acuerdo a las normas del CATIE.
- 12.5 Con respecto a los datos obtenidos de la evaluación de pérdidas de agua por evaporación, el cálculo correspondiente al cuadro No.16, es el más adecuado para utilizarlo en el diseño de las cisternas, por estar apegado a las condiciones climáticas y meteorológicas del área de estudio.
- 12.6 De conformidad con los resultados obtenidos en cuanto al grado de remoción que presentaron los filtros internos, se recomienda no seguirlos utilizando, y por lo tanto sacarlos del fondo de las cisternas que se evaluaron; no está demás recomendar que se continúe la investigación de los filtros externos para cisternas unifamiliares, del tipo que se muestra en la figura No.10.
- 12.7 Considerando el mal funcionamiento de los canales de conducción (de los techos de captación) de las cisternas, en cuanto al diseño no adecuado de sus bordes; es necesario ampliar el borde exterior de dicho canal, como se muestra en la Figura No 7.
- 12.8 Para remover los sedimentos del fondo de la cisterna, es necesario diseñar una caja de acumulación de estos sedimentos, justo en donde se encuentran ubicados los filtros (posterior a la eliminación de éstos), siendo adecuado construir el piso de fondo con una pendiente de 2% como se muestra en la figura No. 6 y 9.

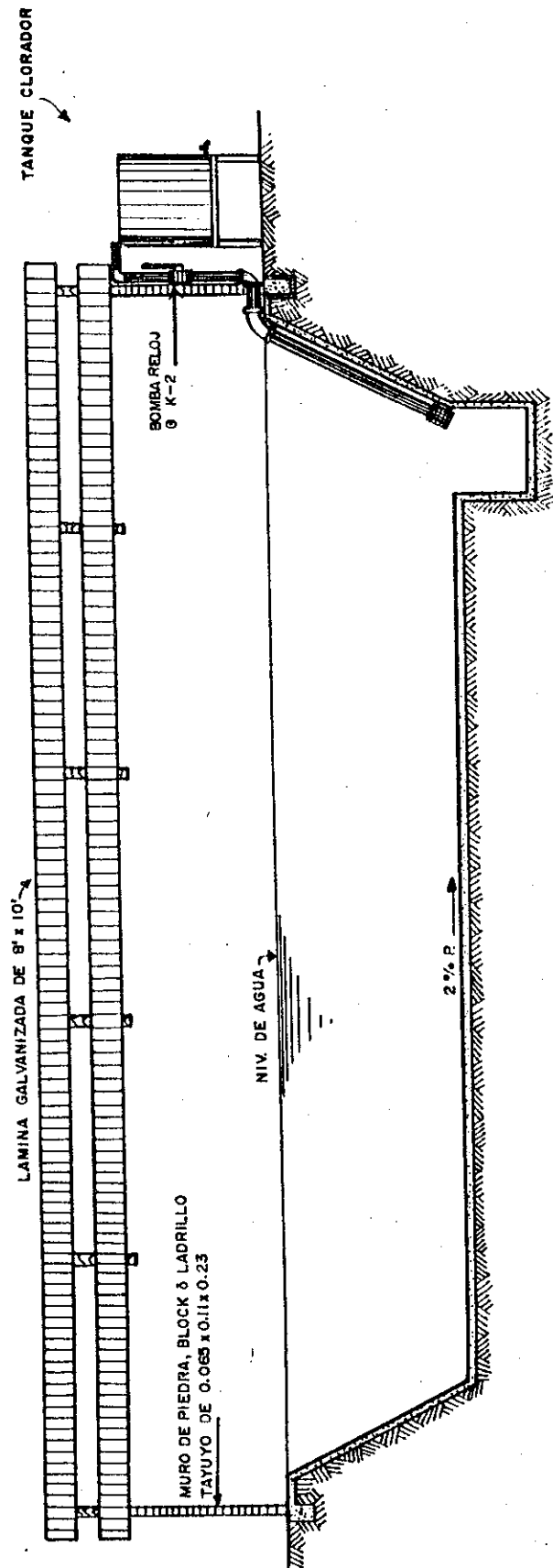
- 12.9 El diseño de las paredes de las cisternas de sección trapezoidales, es necesario cambiar sus dimensiones en cuanto al espesor y tipo de material de construcción; en tal sentido se recomienda que tengan 7 cm. de espesor de sabieta (Ver Figura No.7), cambiar la malla de gallinero como refuerzo por electromalla, con las especificaciones que se muestran en la Figura No.8.
- 12.10 Para evitar pérdidas de presión al momento de extraer el agua la bomba manual, se recomienda colocar la tubería de succión paralela a la pared del tanque, como se muestra en la Figura No 6.
- 12.11 Al no contar las cisternas con filtros (Acción recomendada anteriormente en el inciso 5), es apropiado colocar justamente a un costado del chorro de la bomba de agua, un depósito de plástico que sirva como clorador del agua a utilizar para consumo humano, dependiendo su volumen, de la cantidad de personas usuarias por día, como se observa en la Figura No.6.
- 12.12 Observado que la mayoría de las paredes que sostienen el techo de captación, están cercanas a la parte superior del tanque de almacenamiento y considerando el peso específico de los materiales de construcción (Piedra partida), se recomienda separarlas a 40 cms., para evitar la apertura de grietas en el borde del tanque en mención (ver figura No 9); pudiéndose tener un mejor soporte contra los frecuentes sismos que se dan en la región.
- 12.13 Se recomienda colocar la caja recolectora de agua, justamente en una esquina de la pared paralela, a donde está colocada la tubería de succión de la bomba de agua; evitándose de esta forma que los sedimentos de fondo sean removidos por el efecto de turbulencia al entrar el agua al tanque y no puedan ser succionados al extraer la misma. (ver figura No 9).
- 12.14 Seguir considerando en el uso doméstico un consumo de agua de 17 litros hab/día, mientras se realiza una encuesta entre los usuarios de las cisternas, y así poder validar dicha dotación, como también ajustar el diseño del tanque de almacenamiento de agua.



UNICEF

DETALLE DEL SISTEMA DE EVACUACION DE LAS PRIMERAS LLUVIAS

Fig. 5

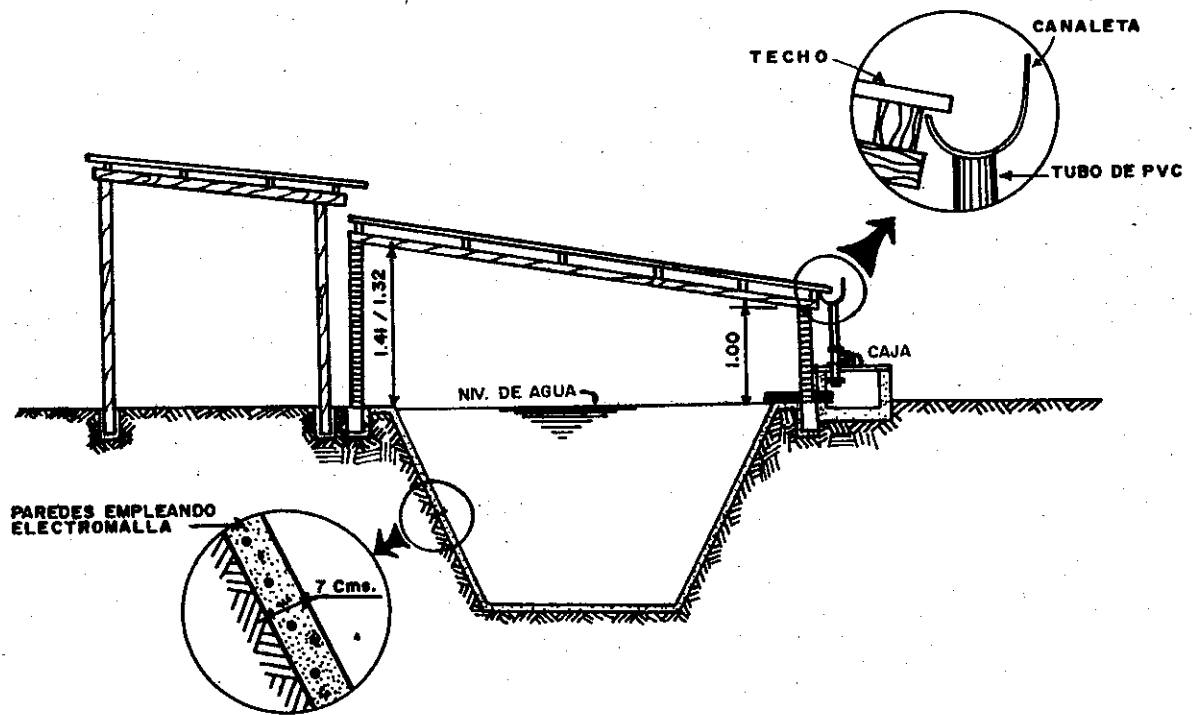


SECCION LONGITUDINAL DE CISTERNA

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO Bases de Cisterna h = 1.50m.

N°	BASE MAYOR		BASE MENOR		AC.
	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	
50.00	4.00m.	9.00m.	2.00m.	7.00m.	80.00 m ²
N°	BASE MAYOR		BASE MENOR		AC.
	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	
30.00	3.00m.	7.00m.	2.00m.	5.00m.	40.00 m ²

Fig. 6

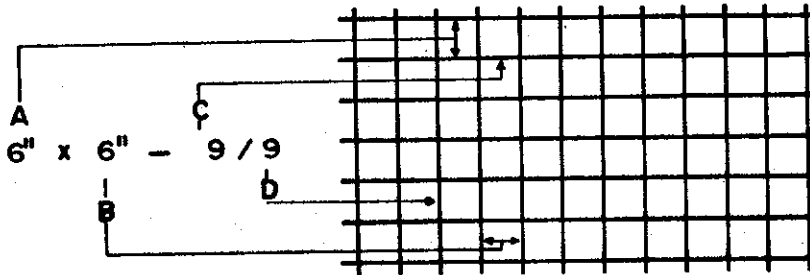


Sección Transversal de Tanque

Fig. 7

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ELECTROMALLA

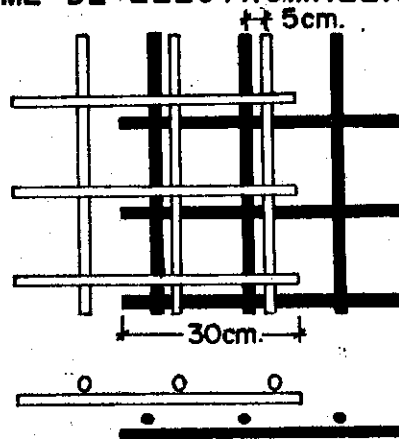


NOMENCLATURA

- A Espaciamiento en pulgadas entre varillas longitudinales
- B Espaciamiento en pulgadas entre varillas transversales
- C Calibre SWG de longitudinales
- D Calibre SWG de transversales

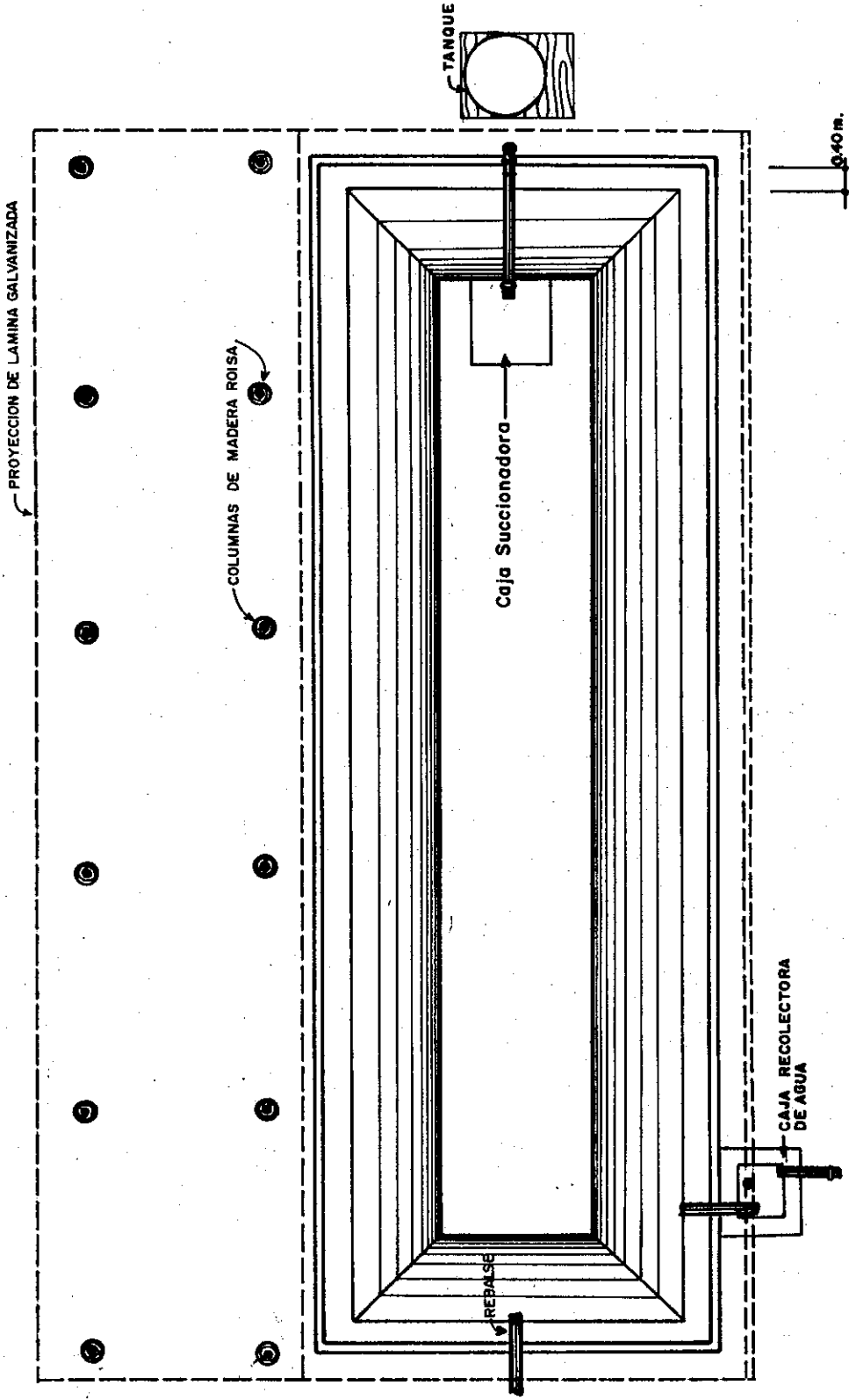
(SWG) = Steel Wire Gauge o Washburn & Moen Gauje

EMPALME DE ELECTROMALLA



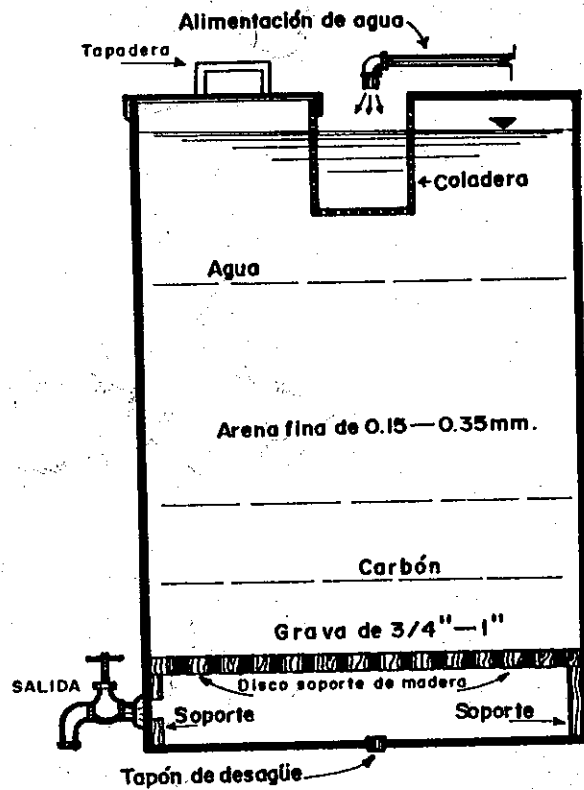
Empalme en zonas en que el acero trabaja a más de la mitad del esfuerzo permisible

Fig. 8



Planta de Cisterna
 ESCALA 1:75

Fig. 9



Filtro para Cisternas Unifamiliares

Fig. 10

13. BIBLIOGRAFIA

1. ACEITUNO JUAREZ, MARCOTULIO. Estudio de la calidad del agua del río El Cometa, de la finca Sabana Grande Escuintla, Para Determinar Sus Usos Potenciales. Estudio Especial. USAC,ERIS. Guatemala 1988.
2. AGUILAR CARRERA, FELIX ALAN. Evaluación Experimental De Un Lecho Filtrado De Flujo Horizontal Con Piedras Volcánicas. Estudio Especial. USAC, ERIS. Guatemala 1995.
3. BOZA QUEZADA JORGE. Filtro Lento Simplificado Para Areas Rurales. Estudio Especial. USAC,ERIS. Guatemala 1994.
4. CARBONELL LARA, JUAN FERNANDO. Evaluación De La Calidad De Agua Del Río El Zapote y Sus Posibles Usos. Estudio Especial. USAC,ERIS. Guatemala 1995.
5. CONGRESO GUATEMALTECO DE AGROMETEOROLOGIA. Memorias Del Primer Congreso, Sección de Agrometeorología. INSIVUMEH, Guatemala 1984.
6. DE LEON FERNANDEZ, ALDO ANTONIO. Evaluación De La Calidad y Definición De Posibles Usos Benéficos Del Agua Del Río SACUA, Del Municipio De Mazatenango, Suchitepequez. Estudio Especial. USAC,ERIS. Guatemala 1994.
7. DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR MEDIO DE LISIMETRO. Departamento De Recursos Hidráulicos, INSIVUMEH. Guatemala 1983.
8. AGUA CALIDAD Y TRATAMIENTO PARA CONSUMO HUMANO. Publicación del Curso De Diseño De Planta De Agua potable. OPS/OMS/CEPIS/AGISA. Guatemala 1993.
9. GUARDADO GUTIERREZ, MIGUEL ANTONIO. Manejo De La Calidad Del Agua Del Río CHOCON, En El Departamento De Izabal, para La Determinación De Sus Usos Benéficos. Estudio Especial. USAC,ERIS. Guatemala 1988.
10. MANUAL DE CISTERNAS RURALES. Proyecto Cosecha De Agua De Lluvia. Dirección Técnica De Riego y Avenamiento, DIRYAMAGA. Guatemala 1992.
11. MANUAL DE SEMINARIO. Tópicos Sobre La Calidad De Las Aguas Superficiales y Subterráneas. ERIS/OPS/OMS. Universidad De San Carlos De Guatemala. Guatemala 1978.
12. MARULL EDITH. Construcción De Cisternas De Recolección De Agua De Lluvia a Nivel Comunidad. UNICEF. Guatemala 1995.
13. NORMA GUATEMALTECA COGUANOR NGO 29001. Especificaciones Para Agua Potable. Guatemala 1983.

14. PLAN MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA EL AÑO 2000 DEL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE AGUA BLANCA JUTIAPA. UNICEF. Guatemala 1994.
15. PEREZ ZAMBRANO, BOLIVAR ERNESTO. Estudio De La Calidad Del Agua Del Río Guacalate y Sus Usos Benéficos. Estudio Especial. USAC, ERIS Guatemala 1987.
16. PROPUESTAS DE NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA. Memorias De Seminario. CATIE. Panama 1986.
17. TALLER No.1, CURSO CALIDAD DEL AGUA. ERIS, Universidad De San Carlos De Guatemala. 1994.

ANEXO No. 1

GRAFICO No.1 RESULTADO DE PRUEBA DEL FILTRO EN COLOR

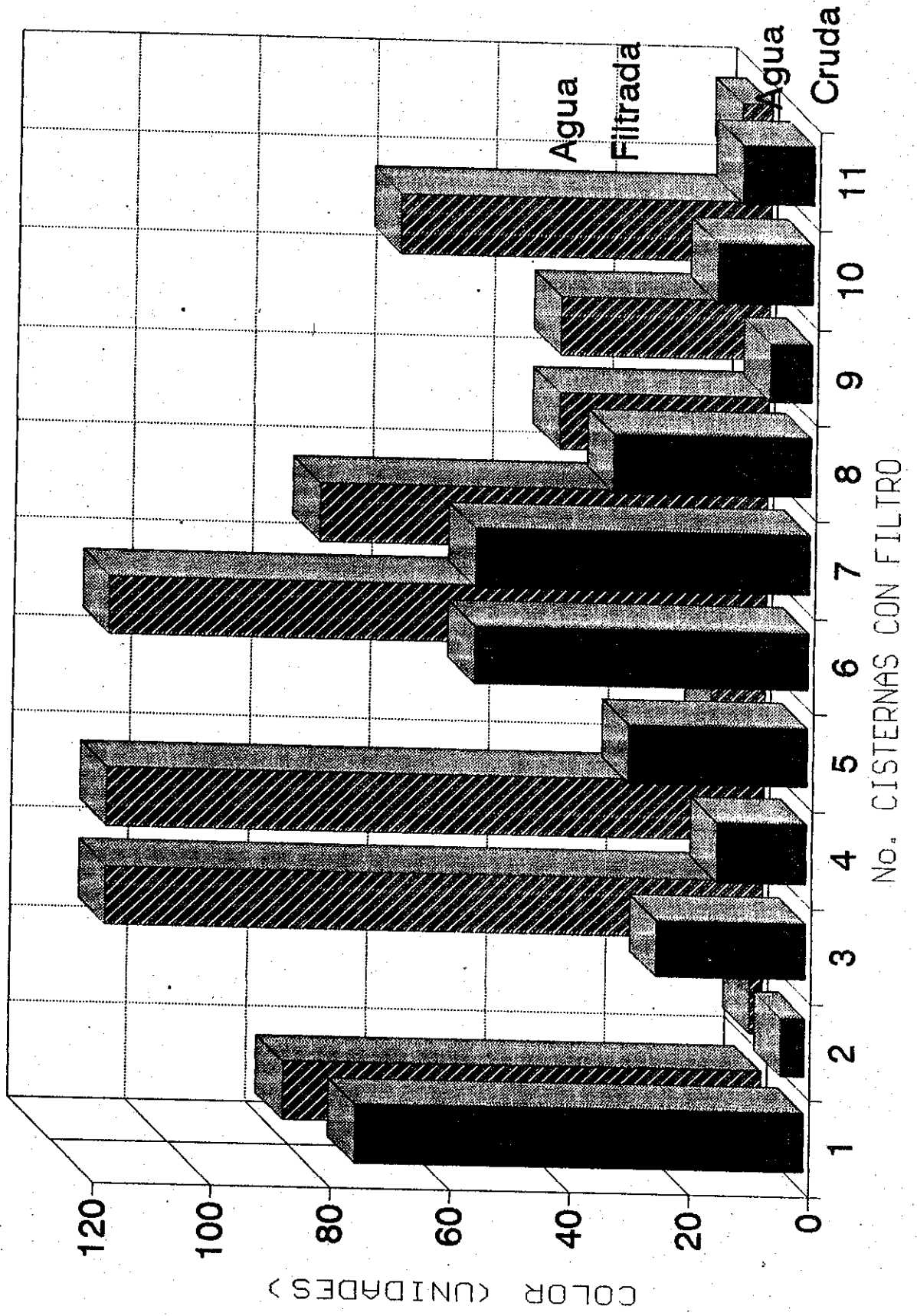


GRAFICO No. 2
RESULTADO PRUEBA FILTRO EN TURBIEDAD

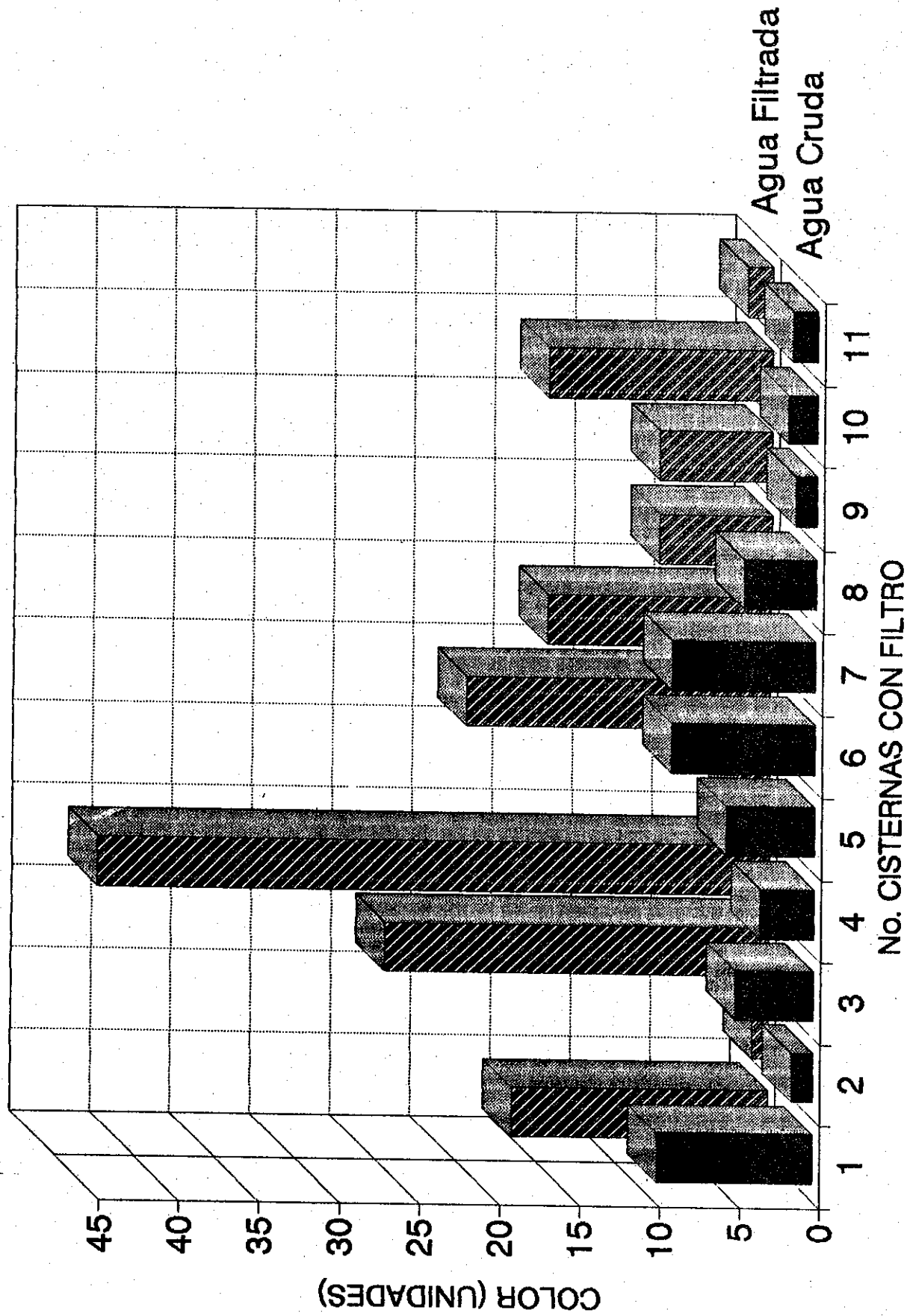


GRAFICO No.3
 RESULTADO PRUEBA FILTRO EN p.H.

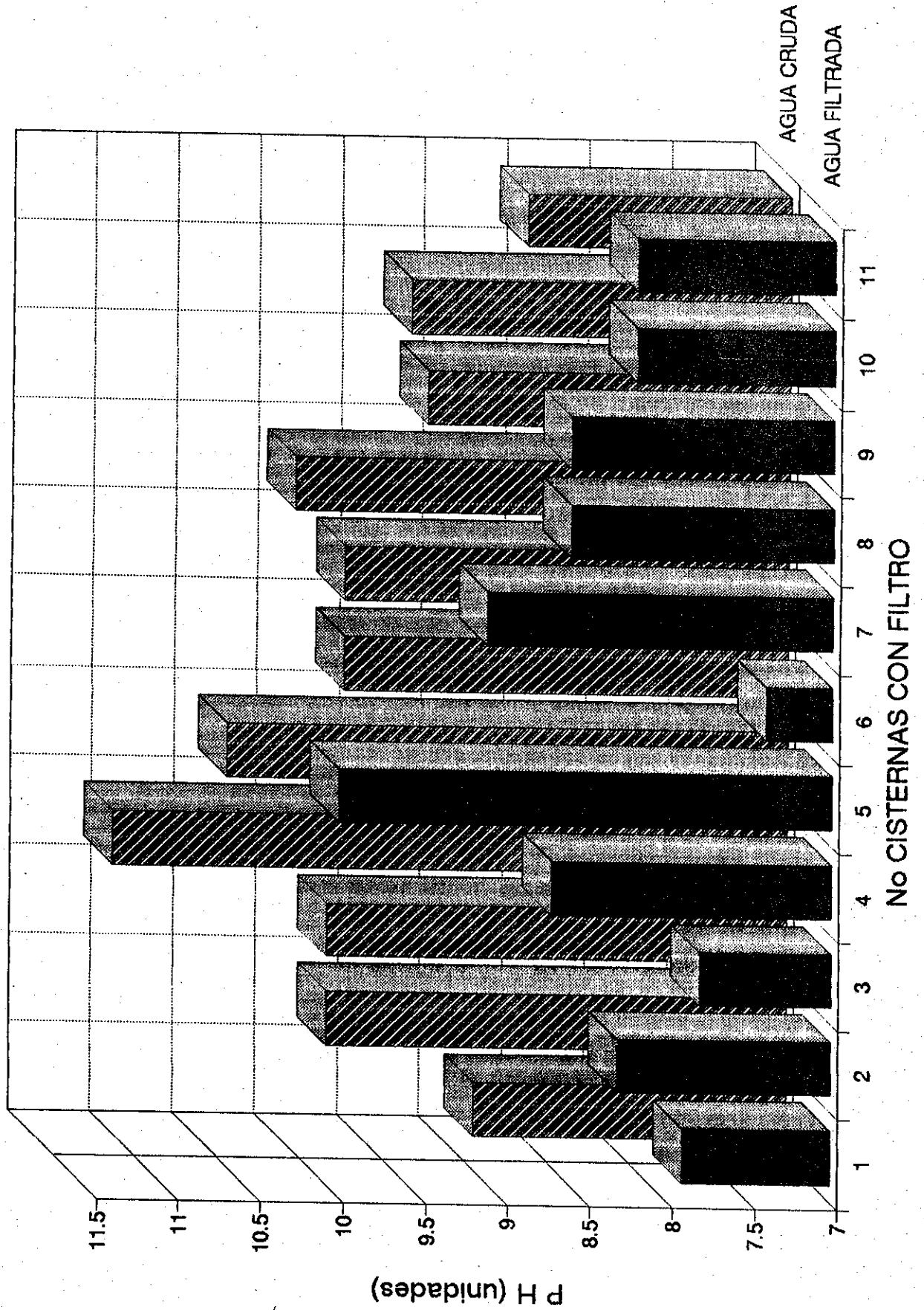
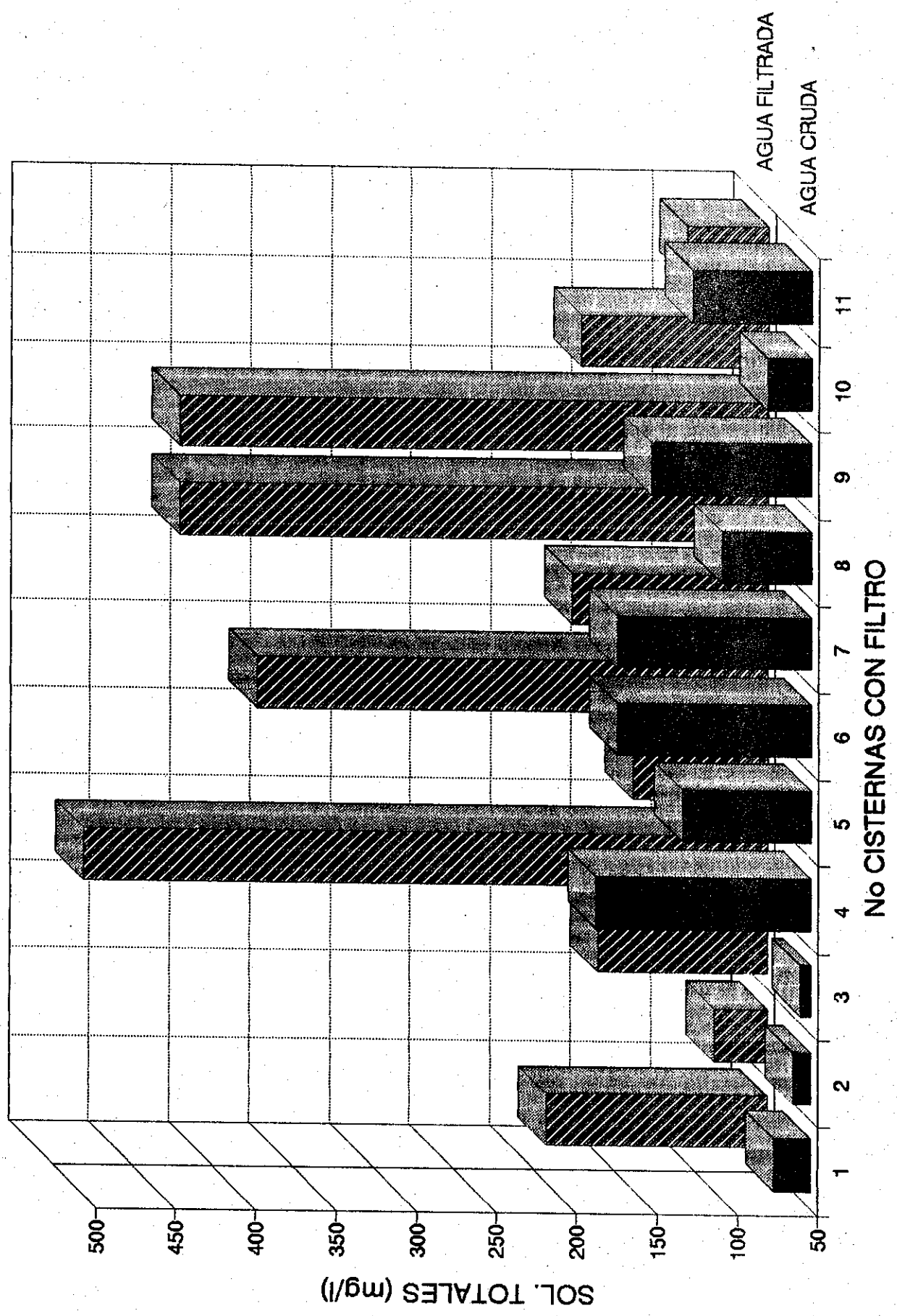
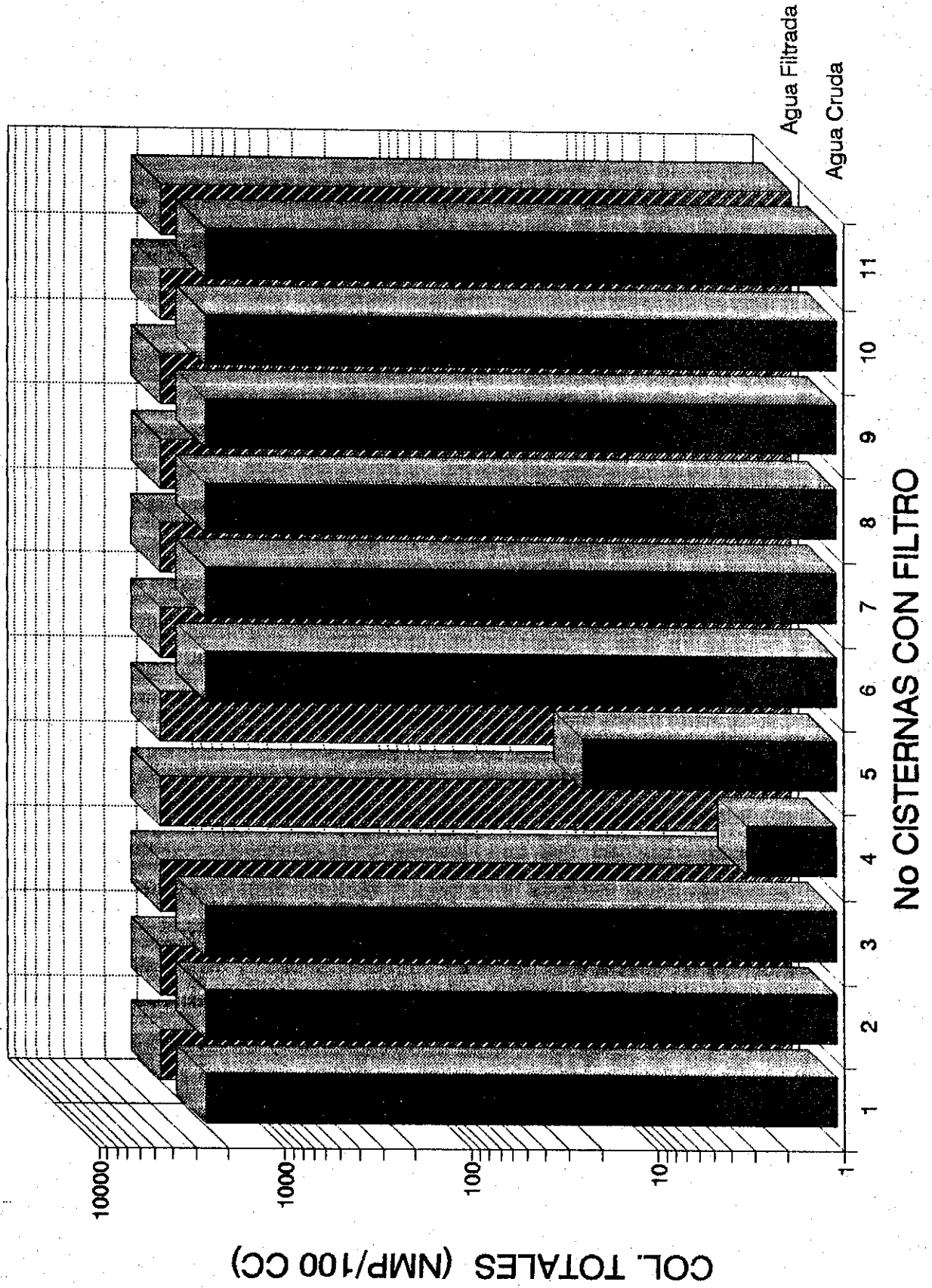


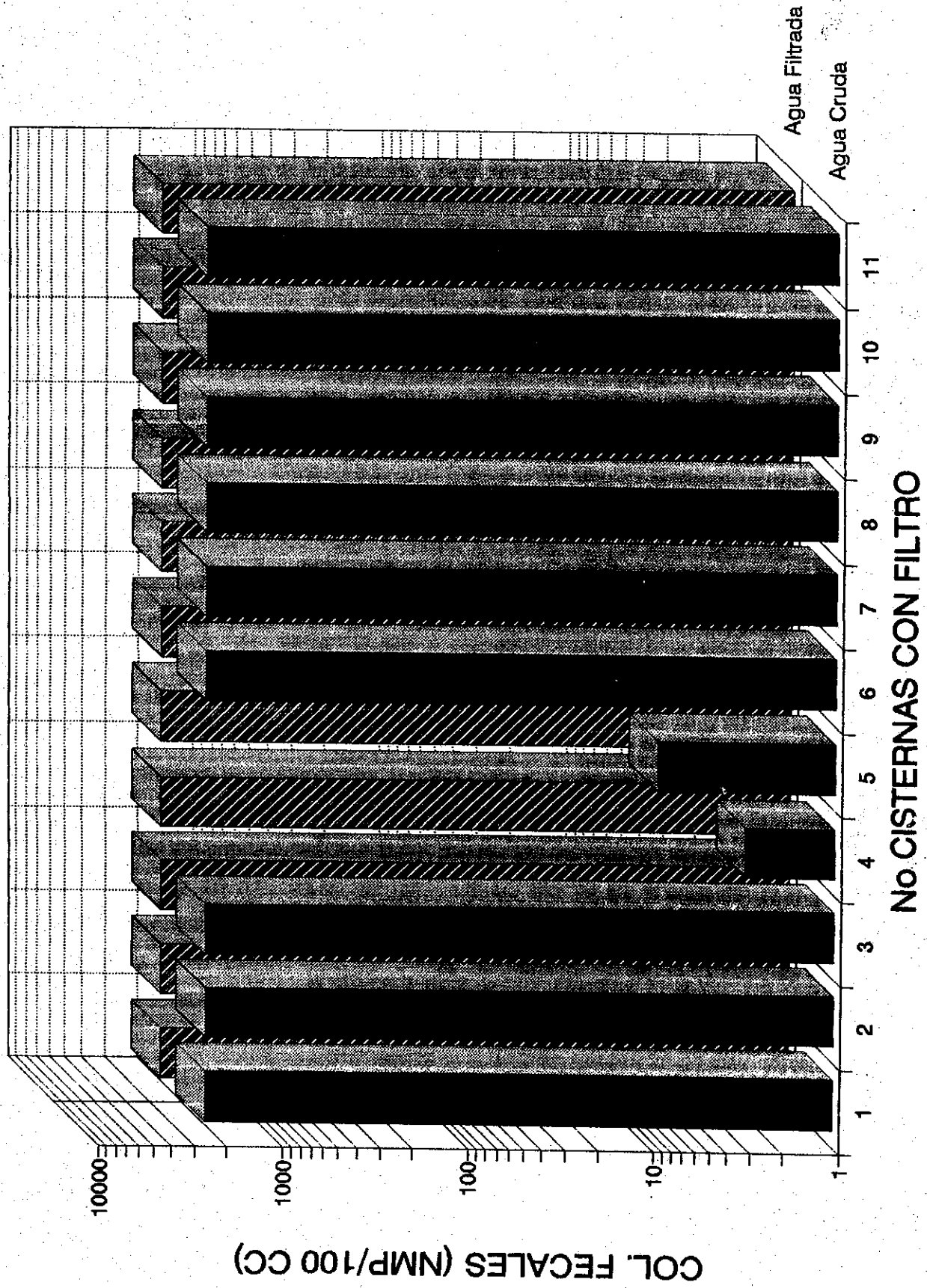
GRAFICO No. 4
RESULTADO PRUEBA FILTRO SOLIDOS TOTALES



CRAFICO No. 5
PRUEBA DEL FILTRO EN COLIFORMES TOTALES



CRAFICO No. 6
PRUEBA DEL FILTRO EN COLIFORMES FECALES



ANEXO No. 2

DIMENSIONES PARA CISTERNAS DE FORMA TRAPEZOIDAL

Altura = 1.0 Talud = 2:1 x=0.5			Altura= 1.5 Talud = 2:1 x=0.75	
CAPACIDAD	BASE MAY.	BASE ME.	BASE MAY.	BASE ME.
(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m)
	L ₁ X a ₁	L ₂ X a ₂	l ₁ X a ₁	l ₂ X a ₂
30	8.5X3.0	7.5X2.0	9.0X3.2	7.5X1.7
33	8.5X3.3	7.5X2.3	9.0X3.4	7.5X1.9
36	8.5X3.5	7.5X2.5	9.2X3.6	7.7X2.1
39	10.2X3.2	9.2X2.2	9.2X3.8	7.7X2.3
42	10.2X3.4	9.2X2.4	9.6X3.9	8.1X2.4
45	10.2X3.6	9.2X2.6	10.0X4.0	8.5X2.5
48	12.0X3.3	11.0X2.3	10.0X4.2	8.5X2.7
51	12.2X3.4	11.2X2.4	11.2X4.0	9.7X2.5
54	12.2X3.6	11.2X2.6	11.2X4.2	9.7X2.7
57	12.4X3.7	11.4X2.7	11.5X4.3	10.0X2.8
60	12.4X3.9	11.4X2.9	12.0X4.3	10.5X2.8
63	12.5X4.0	11.5X3.0	12.6X4.3	11.1X2.8
66	12.5X4.2	11.5X3.2	12.8X4.4	11.3X2.9
69	13.0X4.2	12.0X3.2	13.4X4.4	11.9X2.9
72	13.2X4.3	12.2X3.3	13.6X4.5	12.1X3.0
75	13.3X4.4	12.3X3.4	14.1X4.5	12.6X3.0
78	13.5X4.5	12.5X3.5	15.0X4.4	13.5X2.9
81	13.6X4.6	12.6X3.6	15.2X4.5	13.7X3.0
84	13.6X4.8	12.6X3.8	15.7X4.5	14.2X3.0
87	15.0X4.5	14.0X3.5	15.8X4.6	14.3X3.1
90	15.1X4.6	14.1X3.6	16.0X4.7	14.5X3.2
93	15.3X4.7	14.3X3.7	16.1X4.8	14.6X3.3
96	15.4X4.8	14.4X3.8	16.2X4.9	14.7X3.4
99	15.5X4.9	14.5X3.9	16.3X5.0	14.8X3.5
102	15.5X5.0	14.5X4.0	16.4X5.1	14.9X3.6

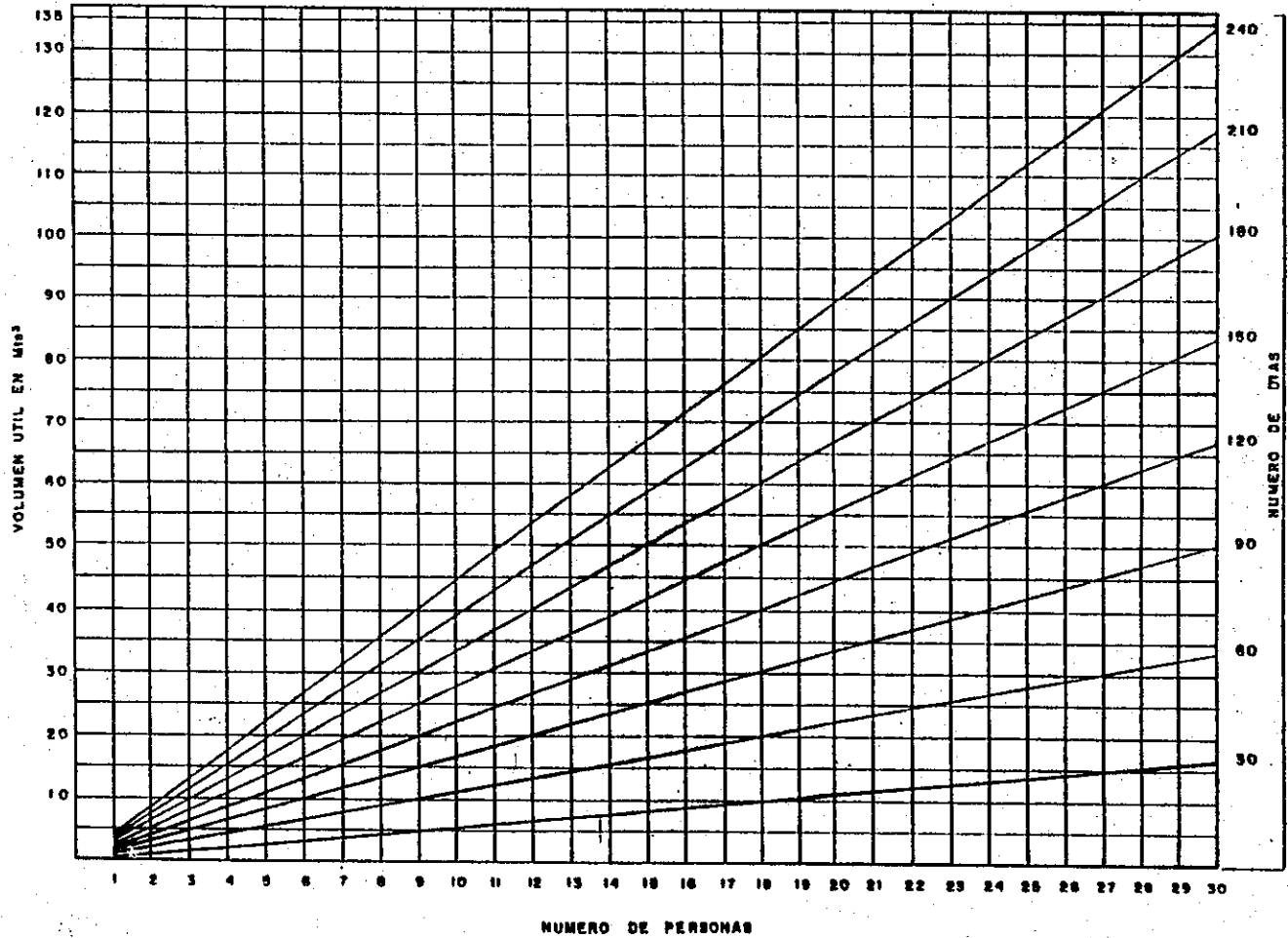
CUADRO 1

DIMENSIONES PARA CISTERNAS DE FORMA TRAPEZOIDAL

Altura = 1.5m. Talud = 1.5:1 x=1.0			Altura = 2.0m. Talud = 1.5:1 x=1.3	
CAPACIDAD (m ³)	BASE MAY. (m) L ₁ X a ₁	BASE ME. (m) L ₂ X a ₂	BASE MAY. (m) l ₁ X a ₁	BASE ME. (m) l ₂ X a ₂
30	11.0X3.0	9.0X1.0	8.0X3.5	5.4X0.9
33	11.0X3.2	9.0X1.2	8.8X3.5	6.2X0.9
36	11.0X3.4	9.0X1.4	9.6X3.5	7.0X0.9
39	11.0X3.6	9.0X1.6	10.3X3.5	7.7X0.9
42	11.0X3.8	9.0X1.8	10.5X3.6	7.9X1.0
45	11.0X4.0	9.0X2.0	10.5X3.8	7.9X1.2
48	13.0X3.7	11.0X1.7	11.0X3.8	8.4X1.2
51	13.2X3.8	11.2X1.8	11.0X4.0	8.4X1.4
54	13.2X4.0	11.2X2.0	11.3X4.0	8.7X1.4
57	13.6X4.0	11.6X2.0	11.9X4.0	9.3X1.4
60	14.5X4.0	12.5X2.0	12.5X4.0	9.9X1.4
63	15.1X4.0	13.1X2.0	13.0X4.0	10.4X1.4
66	15.2X4.1	13.2X2.1	13.6X4.0	11.0X1.4
69	15.5X4.2	13.5X2.2	14.2X4.0	11.6X1.4
72	15.6X4.3	13.6X2.3	14.2X4.1	11.6X1.5
75	15.7X4.4	13.7X2.4	14.4X4.2	11.8X1.6
78	16.0X4.5	14.0X2.5	14.4X4.3	11.8X1.7
81	16.5X4.5	14.5X2.5	14.4X4.4	11.8X1.8
84	17.0X4.5	15.0X2.5	14.5X4.5	11.9X1.9
87	17.2X4.6	15.2X2.6	14.5X4.6	11.9X2.0
90	17.2X4.7	15.2X2.7	15.0X4.6	12.4X2.0
93	17.4X4.8	15.4X2.8	15.0X4.7	12.4X2.1
96	17.5X4.9	15.5X2.9	15.0X4.8	12.4X2.2
99	17.5X5.0	15.5X3.0	15.0X4.9	12.4X2.3
102	18.0X5.0	16.0X3.0	15.2X5.0	12.6X2.4

CUADRO 2

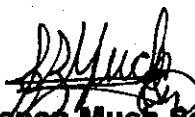
CONSUMO DE AGUA EN M³
 POR PERSONA POR NUMERO DE DIAS



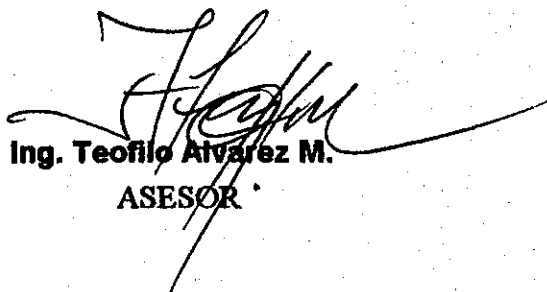
GRAFICA 1



Ing. Agr. Carlos David Flores Auceda
SUSTENTANTE



Ing. Zenen Much-Santos
ASESOR



Ing. Teofilo Alvarez M.
ASESOR