

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"REDISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUBLICO DE
AGUA POTABLE DE LA ALDEA "LA BARRANCA"



En el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, junio de 1,981

01
T(561)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR EN FUNCIONES:

Lic. Leonel Carrillo Reeves.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

DECANO
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
SECRETARIO

Dr. Antonio Sandoval
Ing. Agr. Orlando Arjona
Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Ing. Agr. Néstor Fernando Vargas
Prof. Carlos Orozco
P. Agr. Roberto Morales Morales
Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO
Examinador
Examinador
Examinador
SECRETARIO

Dr. Antonio Sandoval
Ing. Agr. Salvador Castillo
Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Ing. Agr. Jorge M. Del Valle C.
Ing. Agr. Carlos Salcedo.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

16 de junio de 1981.

Doctor
Antonio A. Sandoval
Decano de la Facultad
de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

Por medio de la presente me complace comunicarle a usted que en la presente fecha he concluido la revisión y corrección del trabajo de tesis del Br. Neri N. Figueroa Guerra, titulado "REDISEÑO DEL ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LA BARRANCA", trabajo que me fuera encomendado según nota recibida el 27 de febrero de 1981.

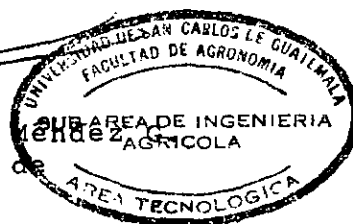
Dicha tesis ha sido revisada satisfactoriamente y considero que reúne los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted

Deferentemente

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Coordinador Sub-área de
Ingeniería Agrícola



GAMG/amdef.
cc. Archivo.

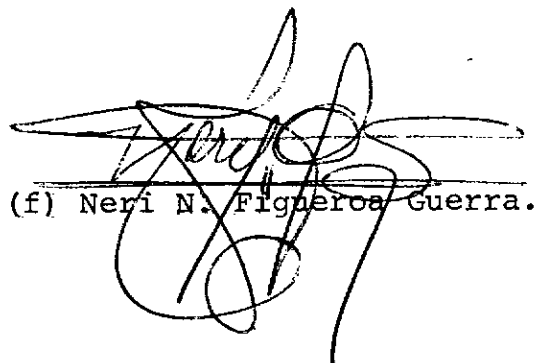
Guatemala, 8 de Junio 1,981.

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "REDISEÑO DEL SISTEMA PUBLICO DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE A LA ALDEA LA BARRANCA", con el propósito de llenar con él, el último requisito para optar al título de INGENIERO AGRONOMO.

Sin otro particular, me es grato suscribirme atentamente.



(f) Neri N. Figueroa Guerra.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS.

MI PATRIA.

MI ALDEA "LA BARRANCA"

MIS PADRES:

Julián Efraín Figueroa M.

Reginalda Guerra de Figueroa.

MI ESPOSA:

Miriam Luz González de Figueroa.

MI HIJO:

Nery Gamaliel

MIS HERMANOS:

Marina Izabel

Maura Nohelia

MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y TRABAJO

Y A USTED:

RESPETUOSAMENTE.

A G R A D E C I M I E N T O

Quiero patentizar mi agradecimiento a las siguientes personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo:

A mi asesor Ingeniero Agrónomo y Catedrático de la - Fac. de Agronomía, Gustavo Adolfo Méndez, por su Asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de tesis.

A Julio Hernández por su dedicada colaboración en la realización del presente trabajo de tesis.

A los pobladores de la Aldea "La Barranca".

A Obras Públicas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISION LITERATURA.	2
3.1. Estudio de la población	2
3.2. Estudio de las demandas de agua	3
3.3. Estudio de campo	5
3.3.1. Selección de fuentes de abasteci miento	6
3.3.2. Fuentes de abastecimiento	6
3.3.3. Manantiales	7
3.3.4. Condiciones del suelo	8
3.3.5. Levantamientos topográficos	9
3.4. Estudio de estructuras	10
3.4.1. Almacenamiento	10
3.4.2. Distribución	11
3.4.3. Depósito de distribución	11
3.4.4. Línea de conducción	12
3.5. Cualidades y composición de las aguas potables	13
3.5.1. Características físicas	13
3.5.2. Características químicas	14
3.5.3. Características Bacteriológicas	17

...

	Pág.
3.6. Tratamientos del agua en el medio rural	17
3.6.1. Sedimentación simple	18
3.6.2. Cloración	18
3.7. Estudio económico de la población	19
3.8. Abastecimiento de agua con Arietes	21
3.8.1. El Ariete hidráulico	21
3.8.2. Principio de acción del Ariete hidráulico	21
3.8.3. Caída que se necesita en el agua - como fuerza motriz	22
3.8.4. Datos prácticos para instalar Arietes	23
3.8.5. Información necesaria para instalar Arietes	23
IV. GENERALIDADES	24
4.1. Antecedentes	24
4.2. Localización	25
4.3. Vías de acceso	25
4.4. Descripción del lugar	25
V. ESTUDIOS REALIZADOS	26
5.1. Estudio de disponibilidad y calidad de agua	26
5.2. Estudio de las demandas de agua	27
5.3. Estudio topográfico	27

.../

	Pág.
VI. DISEÑO DEL SISTEMA	28
6.1. Factores del diseño	28
6.2. Estimación de la población de diseño	28
6.3. Estimación del caudal necesario - para abastecer la demanda	29
6.4. Cálculo del sistema de bombeo	29
6.4.1. Cálculo del caudal que se puede - subir en lts/seg.	29
6.4.2. Selección del Ariete a utilizar	30
6.5. Selección del tipo de tubería a - utilizar	34
6.6. Instrucciones para el manejo del Ariete	37
6.7. Deseño de obras	38
6.7.1. Captación	38
6.7.2. Tanque de alimentación	39
6.7.3. Caseta del Ariete	39
6.7.4. Línea de distribución	39
6.7.5. Cálculos hidráulicos de la línea piezométrica de la distribución	40
6.7.6. Llenacantaros	45
VII. ESTIMACION DE COSTOS	45
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49

.../

IX. APENDICE

CUADRO # 1. Análisis químico-sanitario del agua.

CUADRO # 2. Análisis Bacteriológico.

PLANO # 1. Captación.

PLANO # 2. Tanque de abastecimiento y cassetta del Ariete.

PLANO # 3. Línea de conducción.

PLANO # 4. Plano topográfico del proyecto.

PLANO # 5. Llenacantaros.

X. BIBLIOGRAFIA.

R E S U M E N

Debido a que actualmente es una preocupación de importancia primordial, la habilitación de servicios de agua para el medio rural, para que la población disponga en cantidad suficiente de agua inocua, excenta de agentes patogenos o nosivos, tendentes a controlar el riesgo de contraer enfermedades y lograr un mejoramiento de las condiciones higienicas, culturales y de bienestar de esa población; se efectuó un estudio de factibilidad de rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la Aldea La Barranca, con el fin de servir a una pequeña parte de la colectividad agraria de nuestro país, porque considero que es una obligación de parte del sector profesional egresar con sentido de servicio y aceptar con responsabilidad la imagen que el pueblo se ha formado de él, ya que éste a contribuido en gran parte a su formación, por lo tanto debe ser una constante preocupación para el profesional superarse y contribuir en la disciplina que le corresponda, a la superación nacional.

Se hizo un estudio de las demandas, disponibilidad y calidad del agua, cuyos resultados se correlacionaron con las características topográficas y recursos disponibles del lugar, concluyendose que la mejor alternativa para abastecer la demanda durante el período de rediseño de 30 años, es bombear el agua utilizando un ariete marca Power No.60 ó su equivalente en otras marcas; que trabaja con un caudal -

.../

mínimo de 90 galones por minuto, utilizando una tubería de alimentación de 6 pulgadas de diámetro y 3 -- pulgadas de diámetro en la descarga.

Se rediseño la distribución con 8 servicios públicos o llenacantaros en circuitos abiertos, debido a que la población es poco densa y los tramos de tubería para cerrar circuitos resultan muy largos y de escasa utilización.

En el presente estudio se determino que es factible rediseñar el sistema realizado por Obras Públicas en 1,967; utilizando algunas de las estructuras existentes y a un costo de Q. 12,544.20.

1. INTRODUCCION

El ideal que persigue toda obra de abastecimiento de agua potable, es dotar al usuario de ésta, de tal manera que su servicio satisfaga en alto grado lo que se espera de ella. Se debe tener siempre presente que si al ejecutar una determinada obra, ésta se ajusta en su totalidad al diseño y a las especificaciones propuestas, el éxito y la seguridad de estar prestando un servicio a la colectividad será la mejor recompensa que se ha de esperar. Fundamentalmente este es el factor medular de este trabajo.

Debido a que el agua es un factor fundamental, que interviene en todas las manifestaciones biológicas de todo ser, ya sea humano, animal o planta, considero de importancia primordial para mejorar la salud de una comunidad y por ende el desarrollo económico y social de la misma, mantener en condiciones de salubridad el sistema de abastecimiento de agua potable, así como garantizar la eficiencia del mismo y que satisfaga las necesidades futuras de la comunidad.

Los beneficios más importantes que se pretenden con el rediseño del sistema actual, motivo de este trabajo, es disponer comodamente de un abastecimiento más abundante, seguro y conveniente para la protección de la salud de los habitantes de esa comunidad; asimismo evitará el laborioso sistema de acarreo actual, constituyendo un aporte al desarrollo integral de las comunidades de nuestro medio.

2. OBJETIVOS:

2.1. GENERAL.

- a) Mejorar las condiciones de suministro de agua potable a la comunidad.
- b) Evitar el problema actual de acarreo de agua que tiene la comunidad para abastecerse de este vital líquido.

2.2. ESPECIFICOS:

- a) Rediseñar técnicamente el sistema ya establecido, para garantizar el abastecimiento de agua suficiente y en condiciones de potabilidad.
- b) Establecer el costo económico del Rediseño.

3. REVISION DE LITERATURA.

3.1. ESTUDIO DE LA POBLACION:

La base fundamental de todo estudio de abastecimiento de agua potable, es conocer lo más profundamente posible la población que se ha de servir. Este problema hay que considerarlo con mucho cuidado porque de aquí partirá todo el andamiaje técnico del diseño. Debe agotarse todos los recursos posibles para llegar a establecer con cierta exactitud, el número de habitantes que tendrá una población al cabo del período de Rediseño de 30 años, para que el proyecto considerado sea estructurado en tal forma, que se acerque lo más posible a la verdadera realidad. Conforme avanza el tiempo, el sistema debe ser capaz de proporcionar servicio a todas aquellas personas que lo soliciten, sin restringir la dotación --

.../

considerada en el diseño. (10)

Los pasos que deben seguirse para un estudio racional de la población son:

1. Recopilar toda la información posible sobre cultura, costumbres, principales medios de abastecimiento y producción, cultivos predominantes en la región, -- vías de comunicación, proximidad a centros industriales, turísticos y todo tipo de influencia que se -- crea pueda incidir en el movimiento humano.
2. Practicar un censo de población, para poder contejar los datos investigados, con los ya obtenidos y tabu lados en oficinas estatales dedicadas a este tipo de trabajo. Debe establecerse si existe una relación normal o si se presenta un cambio brusco que llame la atención. Se toma en cuenta esto, porque en muchas ocasiones la población que se observa en el lugar, no es la que realmente allí habita. En muchas regiones los pobladores emigran para poder trabajar en zonas agrícolas, que demandan en época de recolección gran cantidad de mano de obra, abandonando por consiguiente sus poblados originales lo cual falsea la verdadera condición habitacional del lugar objeto de estudio. Esto se produce principalmente en la zo na del altiplano guatemalteco, cuyos moradores bajan a la costa del pacífico en épocas de producción agrí cola, retornando luego que el trabajo ha terminado.

3.2. ESTUDIO DE LAS DEMANDAS DE AGUA:

En un proyecto de introducción de agua potable estudiar todos y cada uno de los diferentes aspectos que en conjunto proporcionan en forma adecuada y téc

.../

nica la vía por la cual llega a sus manos el elemento vital, sin el cual es materialmente imposible la supervivencia, es de primordial importancia. Uno de estos aspectos es el estudio de la cantidad de agua que por habitante se ha de servir. Hoy en día en la etapa de diseño, para adjudicar una demanda probable se siguen parámetros establecidos por la propia experiencia conforme datos tabulados en diferentes países y distintas regiones, llegandose a generalizar el número de litros por habitante y por día que puede consumir una comunidad. (8)

En Guatemala a este respecto se siguen las "NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE" aprobadas por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS) y en lo que se refiere a las demandas de agua dice literalmente:

"para adoptar un determinado cálculo de consumo por habitante por día deberá tenerse en cuenta los siguientes factores:

- gastos domésticos, industrial, comercial y público,
- pérdidas,
- desperdicios,
- condiciones climáticas,
- condiciones económicas de la comunidad
- importancia y costumbres de la población, etc.

Es de esperar, que si el encargado del diseño, se preocupa por establecer verdaderamente todas estas condiciones, de analizarlas y tratar de llegar a conclusiones lógicas de lo que es y se puede esperar del desarrollo de una comunidad, se podrá, unido a su experiencia, establecer con cierta exactitud la dotación

.../

que por servicio de agua deben recibir los pobladores del lugar objeto de estudio.

Según las normas de UNEPAR establecidas para los diseños de introducción de agua potable en el área rural para Guatemala, las demandas son:

- a) 60 litros por habitante por día para servicios públicos.
- b) de 80 a 100 litros por habitante por día para servicios domiciliarios.

3.3 ESTUDIO DE CAMPO:

Esta fase del trabajo es de suma importancia, - porque es una de las bases sobre la cual se va a desarrollar el diseño. Un buen y cuidadoso estudio sobre las condiciones físicas y sanitarias del lugar -- nos proporciona elementos útiles que debemos aprovechar. Como nuestra función es proveer agua sana y abundante a la población, nuestra misión consistirá en escoger la fuente de aprovechamiento que más conviene para el estudio y para las necesidades del lugar. Puede ser manantial, pozo, río, embalse, etc. pero lo principal de esta selección será la cantidad y calidad del agua que ha de servir a la población. La cantidad debe ser suficiente para cubrir todas las necesidades de higiene, desarrollo y posible industrialización. La calidad debe ser comprobada para que no perjudique la salud de los consumidores. (9)

Una vez señalada la comunidad a la cual se va a dotar de agua potable, el primer paso que se debe dar desde el punto de vista estrictamente técnico, es vi-

.../

sitarla, observar en ella todo lo que pueda ser utilizado para el diseño y tratar de tener una visión clara de los problemas más apremiantes que habrán de incidir fundamentalmente en el diseño de la obra. (10)

En el estudio de campo, los puntos sobre los cuales se debe poner mayor atención son:

3.3.1. SELECCION DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO:

La selección de la fuente debe ser hecha por un técnico que posea la suficiente experiencia en este aspecto. De las condiciones que reuna dicha fuente, dependerá una variedad de factores determinantes para el diseño como son: distancia a la población, caudal aprovechable, calidad física, química y bacteriológica del agua, clase de suelo, tipo de captación a construir, sistema por gravedad o bombeo, tipo de bombeo a emplear etc. La selección adecuada únicamente se consigue visitando el propio lugar acompañado de autoridades o representantes conocedoras de la región, quienes indicarán cuales son las posibles fuentes de aprovechamiento de que disponen o que están a su alcance adquirir. (10).

3.3.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO:

El agua circula continuamente en el globo terrestre y su atmósfera a través del Ciclo Hidrológico, que se presenta en las fases de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación, reprecipitación y así sucesivamente. (2)

.../

Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase del ciclo hidrológico del -cual se desvía o aparte el agua, temporalmente, para ser usada, regresando rinalmente a la naturaleza. (1)

El agua requerida para los diversos usos tiene su origen casi exclusivamente en las precipitaciones atmosféricas. En rorma de lluvia puede ser captada antes de su caída y depositada en cister--nas. Cuando escurre sobre el suelo forma ríos, lagos y arroyos de los cuales puede ser derivada o -almacenada. La inmensa mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales consisten en captaciones de agua subterránea. (4)

Entre las ventajas que ofrecen las aguas subterráneas están: (4)

1. Suelen estar exentas de bacterias patógenas;
2. Su captación y su distribución son, con frecuencia, prácticas y económicas.

Entre las desventajas de las aguas subterráneas están:

1. Contienen muchas veces gran cantidad de sustancias minerales;
2. Suele ser necesario elevarlas con bomba.

3.3.3. MANANTIALES:

El afloramiento de aguas subterráneas viene a constituir un manantial como fuente para el agua -que surtirá a la población. Cuando esto sucede debe evitarse que al emerger puedan mezclarse con a-

.../

guas de superficie. (2) Para que pueda existir un contacto directo de estas fuentes con el medio exterior, se hace necesaria la captación en galerías o drenes introducidos hasta el terreno impermeable y se reúnen en cámaras cerradas cubiertas para que se mantengan frescas y al abrigo de la luz, debido que la ausencia de la luz evita la proliferación de algas. Estas cajas de captación se construyen de acuerdo a las necesidades de la población y al caudal que de la fuente. (5)

3.3.4. CONDICIONES DEL SUBSUELO:

Esta parte del diseño va íntimamente ligada a la futura ejecución, porque a medida que se avanza sobre el trazo debe hacerse el análisis de las condiciones prevalecientes en el subsuelo. Se aconsejan que se hagan todas las perforaciones exploratorias que se consideren necesarias, con el fin de obtener una precisa información sobre las características del subsuelo y resolver así algunos aspectos del proyecto, entre los cuales cabe mencionar: (10)

- a) Cuando el proyecto está en la etapa de presupuesto, en el reglón que se refiere a excavación, - es preciso saber de antemano que clase de suelo es el que se va a excavar para instalar la tubería, y evitar así fluctuaciones tanto en tiempo de construcción como en costo de mano de obra.
- b) Es imprescindible para un adecuado diseño, el - reporte de suelos proporcionado con suficiente anterioridad, y con especial atención, en lo re

.../

lacionado al estudio del valor soporte del suelo, fundamentalmente en todas aquellas zonas - donde las estructuras por su misma naturaleza y tamaño necesitan de este tipo de información.

- c) Otra válida información que se obtiene con el estudio del suelo es precisar el nivel que alcanza el agua subterránea.

De lo anterior deducimos que la persona en cargada del diseño de un abastecimiento de agua potable, debe conocer debidamente las condiciones sobre las cuales va a trabajar. Si no se tiene este cuidado, sucede que el diseñador establece un tipo de suelo y en función de este, el pago que por concepto de excavación se ha de cubrir. Creando desde ya un problema para la futura ejecución al encontrarse que la realidad muestra diferentes tipos de suelos. (9)

3.3.5. LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS:

Dentro del conjunto de datos que debe contener un cuidadoso estudio de campo, esta de manera principal y determinante, todo tipo de trabajo topográfico a efectuar. Es precisamente por medio de esta útil técnica, que podemos conocer las condiciones físicas imperantes y obtener una visión completa de las determinantes topográficas de todas aquellas partes que nosotros vamos a necesitar para nuestro estudio y sin las cuales todo avance en el proyecto será imposible.

Es incalculable el valor que tiene esta sencilla práctica, por que predecir y evitar futuros problemas será siempre la meta primordial de un -

.../

buen diseñador, basandose en el principio universal de proporcionar la mejor obra posible al más bajo costo permisible. (9)

3.4. ESTUDIO DE ESTRUCTURAS:

Se incluye en esta sección todas aquellas -- partes del diseño relacionadas con el aspecto estructural y que forman una parte importante de un abastecimiento de agua potable, entre las cuales tenemos: captaciones, tanques de distribución, - plantas de purificación, cajas rompepresión y todo tipo de obras que ameriten un especial estudio, en el curso de la conducción del líquido vital - hasta llegar a su destino.

3.4.1. ALMACENAMIENTO:

Es necesario diseñar un tanque para almacenamiento de agua, debido a las necesidades de atender las variaciones horarias del consumo, las posibilidades de reparación de la tubería de conducción sin interrumpir el suministro de agua a la - población, para mantener una presión adecuada en la línea de distribución, reducir la turbiedad y permitir la sedimentación. (5)

El factor de diseño para el tanque de almacenamiento, consiste en almacenar el 25% del consumo medio diario, en base a este último se calculan sus dimensiones y en base a la diferencia de nivel se determina su localización. (6)

Los tanques de almacenamiento tendrán mante-

.../

nimiento continuo, con el objeto de mantener la -
mas alta calidad sanitaria del agua, tomando en -
cuenta que un buen mantenimiento requiere: Protec-
ción contra inundaciones, contra crecientes de ma-
sas de agua, mantener su estructura hermética, -
eliminación de las sustancias contaminantes que -
se encuentren sobre el área o superficies de los
techos. (7)

3.4.2. DISTRIBUCION:

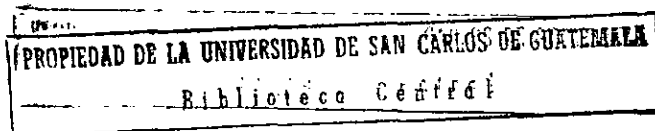
Las condiciones de diseño de las líneas de -
distribución deben estudiarse de tal manera que -
se mantenga la presión necesaria para que funcio-
ne con una mayor eficiencia el sistema cerrado y
el sistema abierto.

El factor de diseño de la línea de distribu-
ción, consiste en tomar como consumo máximo hora-
rio de dos a dos veces y media el consumo prome--
dio diario, según si la población sea menor o ma-
yor de 1500 habitantes respectivamente. (6)

3.4.3. DEPOSITO DE DISTRIBUCION:

Es conveniente instalar un depósito de dis-
tribución en los pequeños sistemas de abastecimien-
to de agua, para poder mantener suficiente agua -
de acuerdo a las variaciones horarias del consumo,
para mantener la presión adecuada en todo el sis-
tema de distribución y para tener la oportunidad
de reparar las tuberías que conectan la captación
con el depósito, sin necesidad de interrumpir el
suministro de agua al usuario. (6)

.../



3.4.4. LINEA DE CONDUCCION:

En esta sección del trabajo se realiza un levantamiento topográfico que deja como resultado - una serie de datos consignados en las libretas de campo y sobre los cuales ha de basarse el diseño - de esta parte del sistema. Consideramos necesaria la intervención de una persona con preparación técnica y científica, que además de su experiencia le habrán de indicar cual es el mejor camino a seguir, para evitar contratiempos futuros. (10)

Basicamente del conocimiento que tenga de la línea de conducción, el diseñador podrá decidir - que clase de tubería es la que debe instalar, basando su decisión en las condiciones topográficas del lugar, tales como paso sobre zanjones y ríos - que se habrán de salvar, zonas donde puedan producirse excesos de presión, etc. (11)

La conducción de agua se puede realizar por medio de tuberías o de canales, prefiriéndose en los proyectos de conducción de agua potable la utilización de tuberías por las siguientes razones: (6)

1. Aumenta la eficiencia en la conducción;
2. No se expone el agua a posibles contaminaciones;
3. La tubería puede colocarse fácilmente en zonas de difícil acceso.

Entre los diferentes tipos de tuberías que -- pueden utilizarse para la conducción tenemos: (4)

1. Hierro galvanizado;
2. Asbesto cemento;

.../

3. Cloruro de polivinilo (PVC)
4. Hierro fundido;
5. Hierro fundido con recubrimiento de cemento.

La elección del tipo de tubería a utilizar es tará en función del período de diseño, lugar, condiciones ambientales y el factor económico.

En las comunidades rurales se emplea comunmente tuberías de pequeño diámetro que sea capaz de conducir un volúmen de agua igual equivalente a -- una vez y media el consumo medio diario a una velo cidad no menor de 0.45 m/seg. y no mayor de 4m/seg.
(4)

3.5. CUALIDADES Y COMPOSICION DE LAS AGUAS POTABLES:

Se designan como aguas potables a todas aquellas aguas cuyas características físicas, químicas y bacteriológicas son apropiadas para la alimentación. (2)

3.5.1. CARACTERISTICAS FISICAS:

Es necesario que el agua suministrada sea de buena calidad química y física, para proteger la salud de los habitantes y prolongar la vida útil de las instalaciones. (8)

Entre las características físicas que debe po seer el agua tenemos:

1. Ser claras; (8)
2. Inodoras;
3. Incoloras;
4. Agradables al paladar;
5. La temperatura debe estar entre 7°C en forma --

.../

constante.

3.5.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS:

Las características químicas las determinan la presencia de compuestos químicos disueltos, como carbonatos, cloruros, fluoruros.

La presencia de Carbonatos de calcio es muy deseable por su acción sobre el desarrollo del sistema óseo. (4)

El análisis químico desde el punto de vista de la potabilidad del agua se hace por dos razones fundamentales:

1. Para determinar si la concentración de los constituyentes químicos está conforme a las normas;
2. Para determinar la presencia de varios productos del nitrógeno y relacionarlos con la contaminación de materia orgánica.

Los compuestos químicos del agua tienen menor significación desde el punto de vista sanitario que industrial o económico entre ciertos límites, pues es deseable que existan gases disueltos en el agua potable como: de 6 a 7 cms. cúbicos de oxígeno por litro, de 14 a 15 cms. cúbicos de nitrógeno y de 15 a 18 de ácido carbónico.

Se denomina dureza al contenido de sales de calcio y magnesio, pero esta constituida además, por sales de Fe, Mn, Cu, Ba, Zn, Pb, las cuales se encuentran en pequeña proporción y por lo tanto no se considerarán desde este punto de vista. El agua que tiene carbonatos de calcio y magnesio en una proporción superior a 100 mg/litro es dura y exige una gran cantidad de jabón para el lavado de la ro-

.../

pa. El cloruro de sodio dá un sabor desagradable - al agua, concentraciones de nitratos en cantidades mayores de 50 ppm causa alteraciones hemáticas y -- cianosis en los niños de corta edad. (5)

Según el contenido de Ca. y Mg, la dureza se - clasifica artificialmente como sigue: (8)

1. Aguas blandas, dureza hasta.....50 ppm
2. Agua moderadamente dura.....50 y 150 ppm
3. Aguas duras entre..... 150 y 300 ppm
4. Aguas duras sobre..... 300 ppm.

Las siguientes sustancias químicas no se deben encontrar en un abastecimiento de agua en exceso de las concentraciones que aquí se enumeran: (6)

.../

TABLA # 1.

Concentración de sustancias y sus valores tolerables y ex
cesivos: (7)

	mg/lt. TOLERABLES	EXCESIVOS
Materiales solidos totales	500 mg/lt	1500 mg/lt
Color	5 unidades	50 unidades
Turbiedad	5 unidades	25 unidades
Sabor	aceptable	-----
Olor	aceptable	-----
Hierro (Fe)	0.3 mg/lt	1.0 mg/lt.
Manganesio (MN)	0.1 mg/lt	0.5 mg/lt.
Cobre (Cu)	1.0 mg/lt	1.5 mg/lt.
Zinc (Zn)	5.0 mg/lt	15 mg/lt.
Calcio (Ca)	75 mg/lt	200 mg/lt.
Magnesio (Mg)	50 mg/lt	150 mg/lt.
Sulfatos (S) (4)	200 mg/lt	400 mg/lt.
Cloruros (Cl)	200 mg/lt	600 mg/lt.
pH	7.5-8.5	menos de 6.5
Sulfatos de sodio + magnesio	500 mg/lt	1000 mg/16
Compuestos fenólicos	0.001 mg/lt	0.002 mg/lt.
Plomo (pb)	0.1	-----
Selenio (Se)	0.05	-----
Arsénico (As)	0.2	-----
Cromo (Cr)	0.05	-----
Cianuros (CN)	0.01	-----

3.5.3. CARACTERÍSTICAS BACTERIOLOGICAS:

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parásitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades, entre los cuales tenemos: (8)

1. salmonella;
2. Shigellas;
3. Eberthellas;
4. Amebas, y otras.

Para agua no tratada, en el noventa por ciento de las muestras examinadas en el transcurso de un año, el índice NMP (número más probable) de bacterias coliformes deberá ser interior a 10, dependiendo de este índice que en ninguna muestra será superior a 20, se procederá a realizar tratamientos a base de cloro, ya que este proporciona agua exenta de bacterias coliformes. La organización Mundial de la Salud admite que el agua destinada al consumo humano no debe contener en cantidades peligrosas, ni gérmenes ni sustancias químicas nocivas para la salud. (4)

3.6. TRATAMIENTOS DE AGUA EN EL MEDIO RURAL:

El tratamiento del agua tiene por objeto fundamental mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua proveniente de las diferentes fuentes naturales, a fin de entregarla al consumo apta, inocua y aprovechable para el hombre, y cuyo tratamiento debe incidir en tres aspectos básicos: (8)

.../

1. HIGIENE:

Eliminar o reducir del agua las bacterias, protozoos, quistes, huevos de parásitos y en especial aquellos organismos capaces de producir enfermedades.

2. ESTETICO:

Hay factores físicos característicos de las aguas, tales como color, olor, turbiedad y sabor, que son los que más influyen en el consumo.

3. ECONOMICO:

En efecto corrosivo o incrustante del agua hace que las cañerías metálicas tengan menor duración útil, la dureza ocasiona mayor consumo de jabón y forma costras en los utensilios de cocina.

3.6.1. SEDIMENTACION SIMPLE:

Este método es uno de los más sencillos para el tratamiento del agua en el medio rural, mediante el cual se obtienen los siguientes efectos. (4)

- a) reducción del color;
- b) reducción de la turbiedad;
- c) reducción del contenido bacteriano;
- d) se obtiene un factor de seguridad en el abastecimiento continuo, debido a que se necesita un depósito para permitir la sedimentación.

3.6.2. CLORACION:

Es un método de desinfección que permite la desnutrición de los agentes capaces de producir infección, mediante la aplicación directa de cloro, -

.../

ha resultado ser el procedimiento más práctico para desinfectar el agua por medios químicos. En la mayoría de las zonas rurales, se aplica el cloro por métodos sencillos, siendo el más común el de mezcla discontinua; que consiste en obtener una solución de concentración determinada y añadirla al agua por algún sistema basado en la gravedad. La concentración de la solución no debe ser mayor de 0.65% de cloro en peso, ya que es aproximadamente el límite de solubilidad del cloro a las temperaturas ordinarias. (8)

Los compuestos de cloro que se emplean con más frecuencia son los hipocloritos de clacio o de sodio, dando como resultado costos relativamente altos. (4)

3.7. ESTUDIO ECONOMICO:

El estudio de factibilidad económico de la población comprende el conocimiento de la capacidad tributaria de la comunidad, de sus fuentes de ingreso y de los recursos naturales aprovechables. (10)

Una obra de introducción de agua potable, es relativamente costosa y la función del encargado del diseño es enmarcar su proyecto dentro de las limitaciones económicas de la población. Debe agotar todos los recursos necesarios para establecer verdaderamente su potencial económico para no empezar sobre una base falsa y evitar de esa manera muchos problemas cuando la obra se esté ejecutando.

Es sabido que al estudio económico no se le da en nuestro medio la importancia que requiere, originandose problemas entre los cuales podemos mencio--

.../

nar: (11)

1. El proyecto no se ejecuta como está diseñado, si no que se le introducen cambios no previstos anteriormente tratando de reducir su costo lo más posible; llegando en algunos casos a cambiar modularmente la concepción original.
2. El acueducto se construye como está diseñado, ya sea con la ayuda del estado o por medio de un -- préstamo otorgado por instituciones encargadas -- de este tipo de servicio. En este último caso -- la obra se lleva a cabo bajo el concepto de que ha de ser autofinanciable y se fija un plazo para la cancelación de su deuda. La población al principio paga, pero a medida que avanza el tiempo empiezan a sentir oneroso dicho pago a su presupuesto familiar y la municipalidad deja de percibir gradualmente los fondos necesarios para la cancelación de la deuda. Lo primero que sucede y que va directamente en contra del diseño de la obra, es que al no percibir fondos suficientes, la Municipalidad abandona el mantenimiento de ésta, cosa que repercute directamente en la cali--dad y servicio del abastecimiento, con detrimento aún mayor para la obra en cuestión.

Esto quiere decir que en el estudio económico que se haga de la población, siendo el agua -- un elemento vital y necesario para el desarrollo y supervivencia saludable e higiénica de una comunidad, no debe recargarse excesivamente su capacidad tributaria, sino por el contrario debe -- de buscarse apoyo en entidades estatales destina

.../

das a mejorar el saneamiento del país. (9)

3.8. ABASTECIMIENTO DE AGUA CON ARIETES:

3.8.1. ARIETE HIDRAULICO: (Ver gráfica pág 36)

Es un dispositivo que funciona automáticamente, fue inventado por Miguel Montgolfier en 1,796; este dispositivo permite utilizar la presión dinámica -- del agua que fluye a través de una tubería de ali-- mentación desde una carga "h" en una cantidad "Q" - para elevar una parte de ella "q" a una altura ma-- yor "H".

El ariete es una máquina de gran utilidad para aquellos agricultores que habitan cerca de ríos, arroyos, manantiales y en todos los casos en que sea posible provocar un salto de cierto caudal de agua para aprovechar solo una fracción de ella.

3.8.2. PRINCIPIO DE ACCION DEL ARIETE HIDRAULICO:

El principio en que se basa la operación de un ariete es en realidad muy sencillo. El ariete se coloca en un punto donde se pueda obtener un salto de agua para utilizarlo como fuerza motriz, tal como a la orilla de un río, pozo, lago, o cerca de un manantial desde donde el agua se pueda llevar por una cañería a un punto bastante más bajo para conseguir el desnivel necesario para mover el ariete.

La diferencia de nivel entre la fuente y el ariete constituye la fuerza motriz, y la diferencia de nivel entre el ariete y el tanque o depósito a que el agua se ha de subir constituye la resistencia que hay que vencer o altura de bombeo. El arie-

.../

te recibe el agua que le impulsa por una cañería directa llamada cañería de alimentación o cañería motríz y sale al depósito de distribución por una cañería más delgada, llamada cañería de descarga.

El agua entra al ariete por la cañería motríz, donde se le deja escapar por la válvula de pulsa- ción operante abierta. (Ver esquema del ariete) La velocidad del agua en esta cañería aumenta rápida- mente y cuando llega a alcanzar cierta velocidad, - que es ajustable, la válvula de pulsación se cierra por sí sola y de repente, con la fuerza del agua. - Entonces es cuando se produce el golpe del ariete y como el agua no puede salir por la válvula de pulsa ción, que está cerrada, pasa a la cámara de aire - por la válvula de rejilla. La presión del agua en esta cámara detiene la corriente en la cañería mo-trís, causando en el agua una reacción o rebote que produce el efecto de invertir momentáneamente la dirección de la corriente impulsandola por la válvula de salida.

3.8.3. CAIDA QUE SE NECESITA EN EL AGUA:

Como la fuerza motríz (y por consiguiente la - capacidad del ariete) se determina por la altura de de caída del agua, se comprende fácilmente que con- viene obtener la mayor caída posible entre los lími- tes de 2 y de 50 pies. Para caídas que no se en- cuentren entre estos límites se necesitan arietes - de construcción especial. La altura a que el agua se sube puede ser la que se quiera, hasta 500 pies, con buen aprovechamiento de la energía, pues estas máquinas pueden subir el agua a una altura de 47 --

.../

pies por cada pie de altura de la caída, aun cuando desde el punto de vista económico no conviene hacerle subir el agua a más de 30 pies de altura por cada pie de caída porque entregarían una cantidad demasiado pequeña.

3.8.4. DATOS PRACTICOS PARA INSTALACION DE ARIETES:

- a) La altura de descarga debe ser de 6 a 12 veces - la altura de alimentación para mantener el 75% - de eficiencia:

$$6h \leq H \leq 12h$$

- b) La longitud de la tubería de alimentación conviene que sea de 5 a 10 veces la carga de alimentación.
- c) La carga de alimentación mínima para funcionar - un ariete es de 0.6 mts.
- d) El caudal elevado (9) varía entre $\frac{1}{10}$ y $\frac{1}{36}$ del gasto de alimentación dependiendo de la relación de carga H/h ; cuya relación óptima es 9:1

3.8.5. INFORMACION NECESARIA PARA INSTALAR UN ARIETE:

- a) Caudal de agua en galones o litros por minuto -- disponibles en la fuente. "Q"
- b) La caída o desnivel disponible desde la fuente - hasta el lugar donde se haya de colocar el ariete. "h"
- c) Distancia entre la fuente y el lugar donde se ha ya de colocar el ariete. "l"
- d) Altura vertical a la que se debe subir el agua -

.../

por encima del ariete. "H"

- e) Distancia desde el lugar donde se haya de colocar el ariete hasta el punto en que se ha de -- descargar el agua. "L"
- f) Cantidad de agua en galones o litros, que se necesita cada día. "gd"

4. GENERALIDADES:

4.1. ANTECEDENTES:

Siendo el agua un elemento necesario y vital para el desenvolvimiento y completo desarrollo evolutivo de los pueblos, cuyo problema de abasteci-- miento es muy común encontrarlo principalmente en comunidades rurales de nuestro medio; nuestra aspiración es contribuir con un pequeño aporte, redise ñado el sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea "La Barranca". Aún estando seguros de la buena intención con que trabajan las entidades dedicadas a estudiar problemas de abastecimientos de agua, creemos de vital importancia rediseñar - los sistemas que por una u otra causa han perdido su eficiencia.

El sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea "La Barranca" fué realizado por Obras Públicas en 1,967 con un costo de Q. 6,147.54, di-- senado de tal manera que sus condiciones actuales no garantizan un suministro adecuado, viendose obli gados los habitantes de la comunidad al acarreo de agua desde el nacimiento durante la época de vera- no y a la utilización de aguas inaptas procedentes

.../

de afloramientos superficiales durante la época de invierno, situaciones que motivaron el objetivo de este trabajo.

4.2. LOCALIZACION:

La aldea La Barranca se encuentra en el municipio de Santa Catarina Mita departamento de Jutipa, sus coordenadas cartográficas son 14° 25' 21" de latitud y 89° 43' 17.4" de longitud.

4.3. VIAS DE ACCESO:

El acceso principal lo constituye la carretera Interamericana (CA-1) a 142 Kms. de la ciudad - capital se deja la Interamericana en la aldea La Arenera, municipio de Asunción Mita, para tomar 7 Kms. de terrasería de la carretera que entronca en el 142 hacia Esquipulas.

4.4. DESCRIPCION DEL LUGAR:

La aldea La Barranca se encuentra situada en las faldas del volcán Suchitán, de acuerdo al estudio de población efectuado cuenta con 350 habitantes, incluyendo mayores y menores de edad; de dicha población el 45% es económicamente activa, dedicándose principalmente a la agricultura.

Se cultiva: maíz, frijol, sorgo, cebolla, chile, - según estudios realizados, por su pendiente y pedregosidad se ha determinado que su mejor uso son los cultivos perennes como frutales, pastos, etc. Hay crianza de ganado bovino y porcino en pequeña escala, y la mayoría de los hogares cuenta con aves de coral para consumo de subsistencia. La ma

.../

yoría de las viviendas están construidas de adobe y se encuentran distribuidas a lo largo de caminos principales, contando con una escuela, una iglesia evangélica, no existen servicios como electricidad, disposición de excretas ni centros de salud.

5. ESTUDIOS REALIZADOS:

5.1. ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE AGUA:

Actualmente los habitantes de la aldea la Barranca para abastecerse del agua necesaria en todas sus actividades, cuenta con el manantial Barranco de agua que da origen al riachuelo la Barranca que posteriormente desemboca en el río Ostua, Mita.

Los habitantes se abastecen actualmente mediante un acarreo diario en cántaros, desde la fuente, lo cual ocasiona graves consecuencias, no solo porque el transporte del agua se dificulta, además de tener un consumo limitado; sino también porque durante la época de invierno hacen uso de agua de afloramientos superficiales más cercanos que se encuentran espuestas a contaminaciones.

El manantial se encuentra localizado a 420 metros de la aldea a una cota inferior que la localización de la aldea, por lo que se descarta la posibilidad de un sistema de abastecimiento por gravedad.

Segun aforo en época de estiaje el manantial nos dió un caudal de 5.90 litros por segundo, suficiente para abastecer la demanda. El resultado -- del análisis químico-sanitario del agua se muestra en el cuadro No. 1. donde se establece que se en--

.../

cuentra entre los límites normales de potabilidad.

En el cuadro No. 2. se presentan los resultados del examen bacteriológico, donde se establece que en las condiciones actuales el agua no es potable, dicha contaminación se atribuye a la falta de unas cunetas o terrazas de desviación en las proximidades del manantial, para evitar que exista una recarga al manantial sin la suficiente filtración, dado que la topografía de la zona adyacente es un factor favorable para dicho tipo de contaminación.

5.2. ESTUDIO DE LAS DEMANDAS DE AGUA:

El criterio que se toma en el presente estudio para la proyección de las demandas en el Rediseño -- del sistema es un consumo de 75 litros por persona/día, en vista de que se analizó las características -- particulares del lugar, como: accesibilidad, crianza de aves de corral y algunas otras costumbres de la -- población; sobrepasando el criterio de UNEPAR que -- norma 60 litros por persona/día para el diseño de -- servicios públicos de introducción de agua potable -- en el área rural.

5.3. ESTUDIO TOPOGRAFICO:

El estudio topográfico tiene como objetivos fundamentales el conocimiento de desniveles, distancias y todos los accidentes naturales de la zona, al proyectar e instalar un sistema de conducción hay que -- levantar un mapa topográfico y señalando en el, el -- emplazamiento de la tubería e instalaciones así como

.../

el perfil del terreno a lo largo del itinerario ele
gido.

Se hizo el estudio topografico para conocer la diferencia del desnivel entre la fuente y el lugar apropiado donde se colocará el nuevo ariete y el -- desnivel entre el ariete y el tanque de distribu-
ción.

6. DISEÑO DEL SISTEMA:

6.1. FACTOR DE DISEÑO:

De acuerdo a las normas para introducción de a
gua potable en comunidades rurales se tomaron como base los siguientes:

- a) De dotación: 75 litros/habitante/día.
- b) Caudal de consumo: 0.3646 litros/seg.
- c) Población actual: 350 habitantes.

6.2. ESTIMACION DE LA POBLACION DE DISEÑO:

Para calcular la poblacion de diseño en el sis
tema de introducción de agua potable a comunidades rurales se emplean varias normas que han sido obtenidas de la experiencia en este tipo de trabajo.

Según normas establecidas para comunidades con menos de 1500 habitantes se calcula la población de diseño mediante un incremento del 20% de la pobla--
ción actual para un período de diseño de 30 años.

$$P_n = P_o + (p_o \times 20\%)$$

P_n = Población de diseño para un período de 30 años.

P_o = Población actual 350 habitantes.

$$P_n = 350 + (350 \times 0.20)$$

$$P_n = 420 \text{ habitantes.}$$

.../

6.3. ESTIMACION DEL CAUDAL NECESARIO PARA ABASTECER LA POBLACION:

$$qd = \frac{d \times Pn}{86400}$$

qd = Caudal de demanda en litros/seg.

d = Dotación 75 litros/persona/día.

86400 = total de segundos/día.

Pn = Población de diseño = 420 habitantes.

$$qd = \frac{75 \times 420}{86400} = 0.3646 \text{ litros/seg.}$$

6.4. CALCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO:

6.4.1. CALCULO DEL CAUDAL QUE SE PUEDE SUBIR EN LTS/SEG.

$$q = \frac{Q \cdot h \cdot n}{H}$$

q = Caudal que se puede subir en litros/seg.

Q = Caudal disponible en la fuente en litros/seg.

h = Altura de carga = 7.36 metros.

H = Altura de descarga = 66.69 metros.

n = Eficiencia = 60%

$$q = \frac{5.90 \times 7.36 \times 0.6}{66.69} = 0.3907 \text{ litros/seg.}$$

El caudal que se puede subir (0.3907 litros/seg.) es mayor que el caudal que se necesita para abastecer la población (0.3646 litros/seg.) lo que significa que la fuente es suficiente para abastecer la

.../

demanda.

6.4.2. SELECCION DEL ARIETE A UTILIZAR:

Para seleccionar el ariete necesitamos conocer el caudal que se necesita colocar en la línea de alimentación para elevar el caudal de demanda para las condiciones de: altura de carga, descarga y eficiencia tomada en este trabajo.

$$Q' = \frac{qd \cdot H}{h \cdot n}$$

Q' = Caudal para alimentar el ariete en galones/minuto.

qd = Caudal necesario para abastecer la población en galones/minuto.

H = Altura de bombeo (altura de descarga) en metros, = 66.69 metros

h = Altura de alimentación (altura de carga) en metros = 7.36 metros.

n = Eficiencia = 60%

$$Q' = \frac{5.7790 \times 66.69}{7.36 \times 0.60} = 87.27 \text{ galones/minuto.}$$

Este resultado nos indica que se necesita un caudal de trabajo de 87.27 galones/minuto para alimentar el ariete; este caudal de trabajo se busca en tablas para selección de arietes, existiendo tablas para cada marca de arietes.

Para el presente trabajo se tomó la tabla No. 2. para selección de arietes Marca Power Speciali-

../

ty Company de la siguiente manera:

Se tomo el caudal de trabajo de 87.27 galones /minuto y se busco en los intervalos de la tabla; no apareciendo este dato en los intervalos de la tabla; se tomaron los 2 intervalos más cercanos - que son:

Intervalo inferior: caudal de trabajo de 30 a 75 galones/minuto.

Intervalo superior: caudal de trabajo de 90 a 175 galones/minuto.

Analizamos el intervalo inferior cuyo caudal de trabajo máximo es de 75 galones/minuto y calculamos el caudal que se puede bombear mediante la fórmula:

$$q = \frac{Qh}{H} n$$

Donde:

q = Caudal a subir

Q = Caudal de trabajo = caudal para alimentar el ariete en Lts./segundo.

h = Altura de carga

H = Altura de descarga

n = Eficiencia

Q = 75 galones/minuto = 4.37 Lts/seg.

$$q = \frac{4.37 \text{ lts/seg.} \times 7.36 \text{ mts}}{66.69 \text{ mts.}} \times 0.6 =$$

q = 0.2894 lts/seg; este caudal es menor que el caudal necesario para abastecer la población (qd = 0.3646 lts/seg., entonces tomamos como -

caudal de trabajo el límite inferior del siguiente intervalo que equivale a un caudal de 90 galones/minuto; revisamos el aforo de nuestra fuente que nos dió un caudal de 5.90 lts/seg. que equivale a 93.52 galones/minuto; datos que se encuentra entre los límites del intervalo que nos da un ariete No. 60 con tubería de alimentación de 6" $\emptyset$ y 3" $\emptyset$ en la descarga.

TABLA No.2

TABLA PARA SELECCIONAR ARIETES POWER SPECIALITY COMPANY

Número del ariete	Dimensiones.			Diámetro de la tubería de alimentación.	Diámetro de la tubería de descarga.	Galones por minuto necesarios para mover el ariete.
	Altura	Largo	Ancho			
10	2'1"	3'2"	1'8"	1 1/4"	3/4"	de 2 1/2 a 6
15	2'1"	3'4"	1'8"	1 1/2"	3/4"	5 a 12
20	2'3"	3'8"	1' "	2"	1"	10 a 18
25	2'3"	3'9"	1'9"	2 1/2"	1"	11 a 24
30	2'7"	3'10"	1'10"	3"	1 1/4"	15 a 35
40	3'3"	4'4"	2'0"	4"	2"	30 a 75
60	5'2"	4'4"	2'3"	6"	3"	*90 a 175
80	5'6"	4'6"	2'6"	8"	4"	150 a 300
120	8'9"	9'6"	2'8"	12"	6"	350 a 700

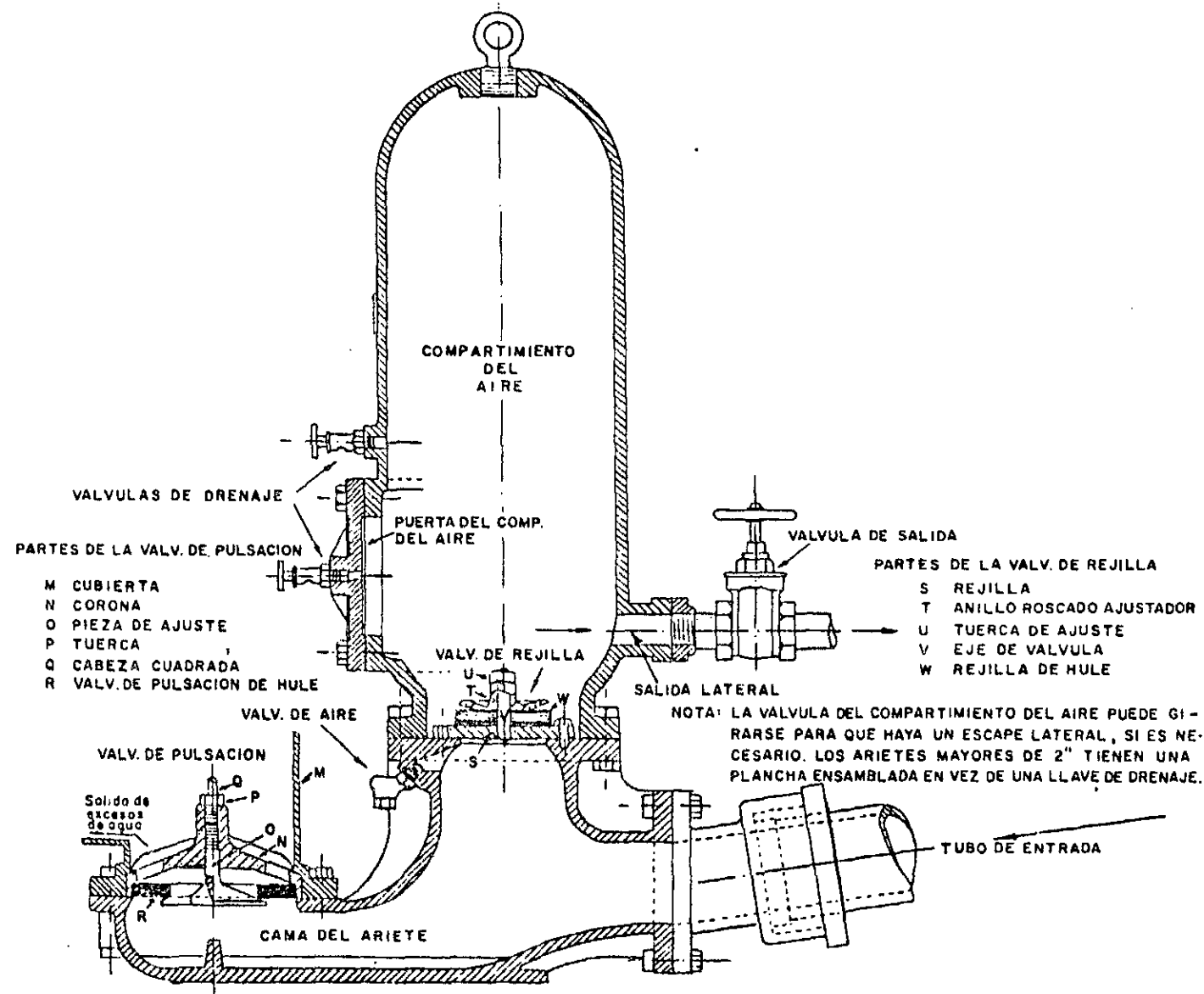
* Este intervalo sirvió para seleccionar el número del ariete.

6.5. SELECCION DEL TIPO DE TUBERIA A UTILIZAR:

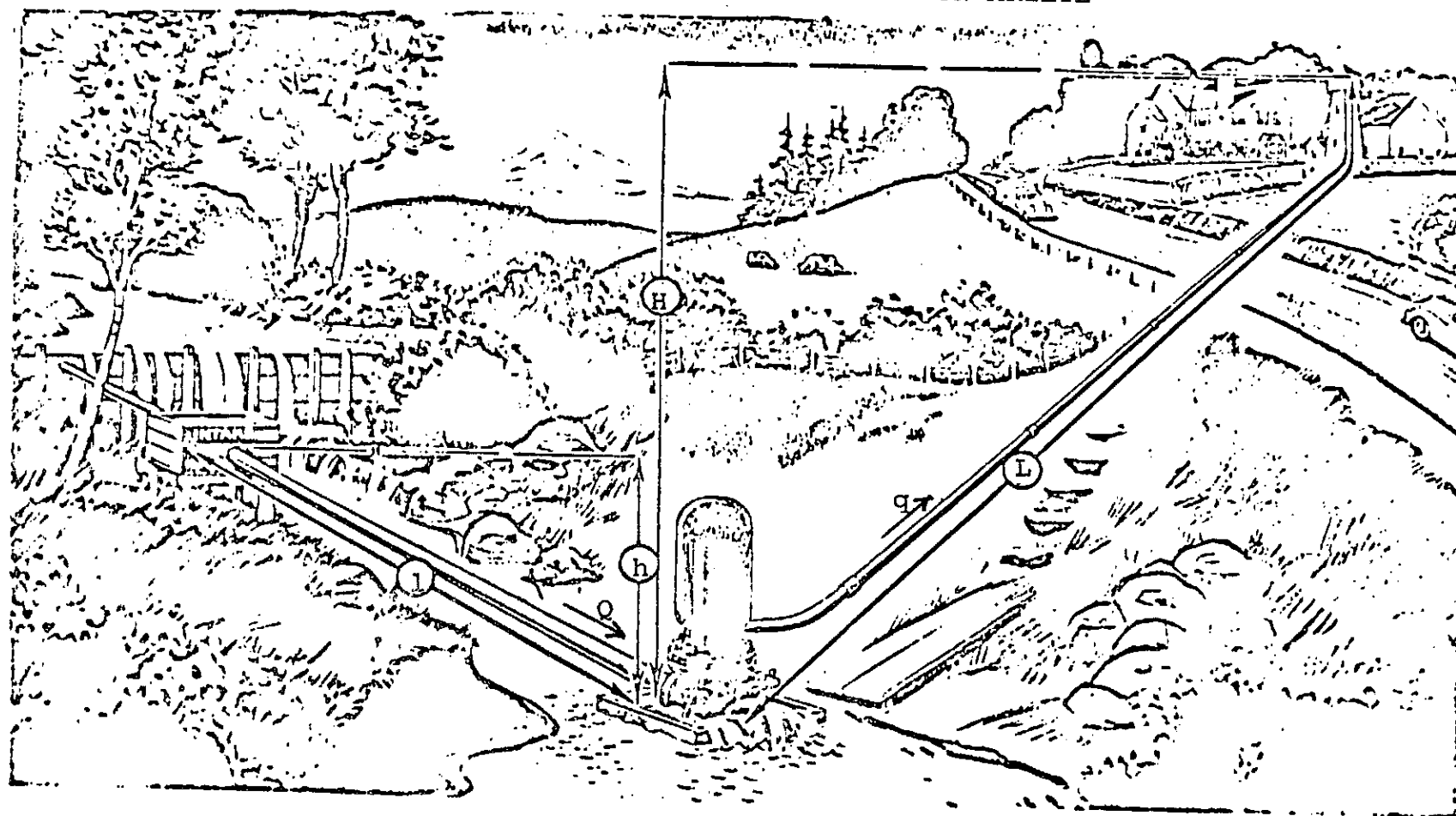
El diámetro de la tubería nos lo dá la tabla - No.2 en base a la cual se seleccionó el ariete Power # 60 y nos dió un diámetro de 6" en la entrada y 3" en la salida.

En lo que respecta al tipo de tubería, se prefiere tubería de acero o de hierro fundido para la alimentación debido a sus características elásticas, ya que si el material no es elástico; absorbe la -- energía hidráulica y el agua no logra abrir la válvula de alimentación del ariete (válvula de rejilla.)

ARIETE



VISUALIZACION DE LA INSTALACION DE UN ARIETE



6.6. INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DEL ARIETE:

ARRANQUE: Asegurese de que la válvula del tubo de salida este cerrada y luego abra la válvula - en el tubo de entrada.

Insértese la llave que se provee en una de las aberturas de la llave de corona N y empujese hacia abajo la válvula de pulsación que es de hule. Al - soltar esta llave inmediatamente volverá a su posición y comenzará a vibrar. Si acaso esta válvula - no vibrara debe empujársele a mano varias veces has ta que trabaje regularmente por sí misma. Cuando -- las vibraciones se aminoren y reduzcan, ábrase lentamente la válvula de salida.

Téngase cuidado de que la válvula de aire situada abajo del compartimiento de aire trabaje libremente; debe moverse suavemente a cada pulsación del ariete y su abertura está dirigida hacia abajo.

VALVULA DE PULSACION: Para obtener la máxima entrega de agua posible, sin bajar el nivel del depósito, debe fluir agua por la válvula de vibración. Para ajustarla, hágase girar en retroceso la tuerca P, luego colóquese la pieza O moviéndose la cabeza cuadrada Q girándola en el sentido del reloj para - aumentar el flujo y en sentido contrario para reducir el flujo del agua o parar el ariete. La tuerca P debe ser apretada despues de hacer el ajuste. La válvula de vibración de hule debe hacerse girar de vez en cuando.

VALVULA DE REJILLA: La rejilla W de hule debe apretarse contra la pieza fija S y la guarda rosca-

.../

da T debe ser atornillada hasta que el hule pueda girar fácilmente con los dedos pero sin que tenga movimiento hacia arriba, hacia abajo o lateralmente. Después apriétese la tuerca U.

COMPARTIMIENTO DEL AIRE: Este compartimiento debe ser re-cargado regularmente, por lo menos cada tres o cuatro semanas. Párese el Ariete cerrando la válvula del tubo de entrada, ciérrase la válvula del tubo de salida, ábranse ambas llaves del compartimiento de aire y déjese escurrir toda el agua durante unos 20 minutos. Luego deben cerrarse estas llaves, la válvula de salida debe ser abierta y el ariete puesto nuevamente en marcha. Es esencial que toda el agua sea drenada del compartimiento de aire.

TUERCAS Y PERNOS: Debe estar siempre bien engrasados (con grasa fina no con aceite). No se use grasa en las piezas V y O.

6.7. DISEÑO DE OBRAS:

6.7.1. CAPTACION:

La fuente de abastecimiento disponible se encuentra confinada actualmente por medio de una caja de captación de 1.5 m^3 de capacidad; de base rectangular con dimensiones de 1×1.5 metros y una altura de 1 metro; a la que es necesario hacerle unas modificaciones en vista de que carece de tubería de drenaje, rebalse adecuado y tapadera de Acceso Sanitaria; esta última para evitar que el agua que escurra sobre la loza penetre y contami-

.../

ne la fuente y además facilitar el acceso para el mantenimiento de la captación.

Debido a que la topografía de la zona adyacente a la captación es muy escabrosa se necesita colocar cunetas o zanjias de desviación; para evitar escurrimientos superficiales hacia la captación y por ende su contaminación.

Una visualización de la captación recomendada aparece en el plano # 1.

6.7.2. TANQUE DE ALIMENTACION:

Para obtener la caída necesaria para el funcionamiento del ariete se levanto una poligonal sobre la cual se construirá una caja de alimentación de 1 m^3 de capacidad a 83 metros de distancia en línea recta desde la captación y a 37 metros de -- donde se colocará el ariete.

Los detalles de la caja de alimentación aparecen en el plano # 2.

6.7.3. CASETA DEL ARIETE:

Para garantizar la eficiencia del funcionamiento del ariete se construirá una caseta para su albergue; de tal manera que el acceso sea limitado a personas técnicas en el mantenimiento del mismo.

Los detalles del diseño de la caseta aparecen en el plano # 2.

6.7.4. LINEA DE DISTRIBUCION:

.../

Se rediseño la línea de distribución; agregándole 3 servicios públicos a petición de los vecinos.

La distribución cuenta con 8 servicios públicos o llenacantaros en circuitos abiertos, debido a que la población es poco densa y los tamos de tubería para cerrar circuitos resultan muy largos y de escasa utilización.

6.7.5. CALCULOS HIDRAULICOS DE LA LINEA PIEZOMETRICA DE LA DISTRIBUCION:

$$h_p = h_o - h_f$$

donde:

h_p = altura piezométrica en metros

h_o = carga inicial en metros

h_f = pérdida real de carga en metros.

$$h_f = KQ^{1.85}$$

K = pérdida de carga de acuerdo al diámetro y a la longitud de la tubería.

$$K = \frac{K' L}{1000}$$

K' = constante sacada de la tabla de Hazen - Willians para pérdida de carga a conductos circulares.

L = longitud de tubería.

$$K' = \frac{1733000}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

.../

c = Coeficiente de rugosidad de la tubería.

d = Diámetro de la tubería en pulgadas.

$Q = qd \times f$

Q = Caudal de diseño en lts/seg.

qd = Caudal de demanda en lts/seg.

f = Factor de consumo.

TABLA No. 3
VALORES DE K' PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA
(Aplicación de la fórmula de Hazen-Williams a conductos circulares)

DIAMETRO (pulg)	C = 100	C = 140
1/4"	295686.0	158669.7
1/2"	10111.48	5425.976
3/4"	1403.622	753.2052
1"	345.7790	185.5503
1 1/4"	116.6398	62.59075
1 1/2"	47.99922	25.75711
2"	11.82449	6.345206
2 1/4"	6.663000	3.575469
2 1/2"	3.988695	2.140396
3"	1.641413	0.8808078
3 1/4"	1.111543	0.5964714
3 1/2"	0.7747961	0.4157676
3 3/4"	0.5535894	0.2971183
4"	0.4043583	0.2169850
5"	0.1364000	0.07319441
6"	0.05613087	0.03012070
7"	0.02649545	0.01421787
8"	0.01382771	0.007420164
10"	0.004664430	0.002503006
12"	0.001919492	0.001030029
14"	0.0009060562	0.0004862038
16"	0.0004728617	0.0002537449
18"	0.0002664536	0.0001429831
20"	0.0001595080	0.00008559447

Q = Gasto (lts/seg)

$$H_f = KQ^{1.85}$$

d = Diámetro (pulgadas)

$$K = \frac{K' L}{1000}$$

L = Longitud (metros)

$$K' = \frac{1733000}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Hf = Pérdida de Carga (metros)

TRAMO E-10 a E-12

$$L = 135.8 \text{ mts.}$$

$$Q = 1.75 \text{ lts/seg.}$$

$$\emptyset = 2''$$

$$K' = 6.345206$$

L = longitud de la tubería para dicho tramo

Q = Caudal de diseño

$$Q = qd \times f$$

$$Q = 0.3646 \text{ lts/seg} \times 4.8 = 1.75 \text{ lts/seg.}$$

$$qd = \text{Caudal de demanda} = 0.3646 \text{ lts/seg.}$$

$$f = \text{Factor de consumo} = 4.8$$

$$f = \frac{\text{Tiempo de Bombeo}}{\text{Tiempo de Recolección}} = \frac{24 \text{ horas}}{5 \text{ horas}} = 4.8$$

$\emptyset$ = Diámetro de la tubería.

K' = Sacado de la tabla de Hazen - Willians.

$$hp = ho - hf$$

$$ho = \text{Cota de la estación 10} = 156.49$$

$$hf = KQ^{1.85}$$

$$K = \frac{K' L}{1,000} = \frac{(6.345206)(135.8)}{1,000} = 0.86167897$$

$$hf = (0.86167896) (1.75)^{1.85} = 2.4264 \text{ mts.}$$

$$hp = (156.49) - (2.4264) = 154.06 \text{ mts.}$$

$$Pe-12 = (hd \text{ e-12}) - hf$$

donde:

Pe-12 = presión en la estación 12.

hd = altura disponible

$$hd = (\text{Cota e-10}) - (\text{Cota e-12})$$

$$hd = (156.49) - (161.60) = 14.89 \text{ mts.}$$

.../

NOTA: Se sigue el mismo procedimiento para calcular la presión en los tramos restantes de la línea de distribución; cuyos cálculos aparecen resumidos en la tabla # 4.

TABLA # 4.

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA LINEA PIEZOMETRICA EN EL REDISEÑO DE LA LINEA DE DISTRIBUCION

TRAMO	ho	hy	hd	L	Ø	Q	K	hf	hp
E10-E12	156.49	141.60	14.89	135.80	2"	1.75	6.345206	2.4264	154.06
E12-E14	154.06	127.01	27.05	127.41	2"	1.53	6.345206	1.7777	152.28
E14-E16	152.28	114.67	25.15	138.57	1"	0.874	185.5503	20.0414	132.24
E16-E17	132.24	113.66	18.58	20.00	1"	0.436	185.5503	0.798989	131.44
E12-E21	131.44	99.45	31.49	166.51	1"	0.219	185.5503	1.8609	129.5791

Referencias:

ho = Carga inicial (mts.)

hy = Carga final (mts.)

nd = Carga disponible (mts.)

L = Longitud tubería (mts.)

Ø = Diámetro tubería (pulgadas)

Q = Caudal lts/seg.

nf = Pérdida de carga (mts.)

hp = Altura piezométrica (mts.)

6.7.6. LLENACANTAROS:

Se construirá 3 llenacantaros que se ubicaron en la distribución según las necesidades de los ve
cinos.

Los detalles de los llenacantaros se pueden - observar en el plano # 3.

De acuerdo a estos detalles se determino el - material a utilizar en la construcción de cada ser
vicio público o llenacantaro, de la siguiente manera:

115 ladrillos tayuyos
1 quintal de cal
1 saco de cemento
1/2 m³ de arena
1/2 m³ de piedrin
1 válvula de paso 1" de bronce
2 metros de tubo de 1/2" de hierro Galvanizado
1 llave de chorro de 1/2" de bronce.

7. ESTIMACION DE COSTOS:

I. CAPTACION:

-Caja de captación, 3 m³ de mam-
postería a Q. 45.00 c/m³..... 135.00

II. EQUIPO DE BOMBEO:

-Un ariete Power #60 o similar.....3,500.00
Q.....3,635.00

.../ PASA.

BIENE. 3,635.00

III. CONDUCCION:

-Tanque de abastecimiento 1.81 m ³ de mampostería a Q. 45.00 c/m ³	Q. 81.45
-Excavacion por caseta 8 m ³ a - Q. 2.00 c/m ³	Q. 16.00
-3.60 m ³ mampostería para caseta del ariete a Q. 45.00 c/m ³	Q. 162.00
-1 puerta caseta ariete	Q. 90.00
-Loza techo caseta 3.37 m ² a Q. 25.00 c/m ²	Q. 84.25
-1.83 m ³ de mampostería de tanque de abastecimiento, a Q.45.00 c/m ³ . Q.	82.35
-Tubería de alimentación 83 metros de 6" de HF,.....	Q. 747.00
-Tubería de impulsión 37 metros de 6" de HG,.....	Q. 333.00
-Tubería de conducción 530 metros de 3" de HG,.....	<u>Q.3,180.00</u>
	8,411.05
-Accesorios 10% sobre Q.8,411.05 ..	Q. 841.11

IV. DISTRIBUCION:

-Reparación tanque de distribución, accesorios.....	Q. 100.00
-3 Llenacantaros a Q. 50.00 c/u...	<u>Q. 150.00</u>
	<u>Q.9,502.16</u>

PASA.../

BIENE...Q. 9,502.16

V. MANO DE OBRA:

1. albañil	Q. 7.00/día	
1. ayudante	Q. 4.50/día	
4. peones	<u>Q.12.00/día</u> (Q.3.00 c/u)	
Jornal efectivo.	23.50	
12 jornales a Q. 23.50	Q.	282.00
-Excavación de 614 mts. de longitud		
614 X 0.80 X 0.50 = 246 m ³ a		
Q. 2.00 c/m ³	Q.	492.00
-Relleno 246 m ³ a Q. 0.80 c/m ³	Q.	196.80
-Unión tubería:		
1. plomero	Q. 7.00/día	
1. ayudante	Q. 4.50/día	
4. peones	<u>Q.12.00/día</u> (Q.3.00 c/u)	
Jornal efectivo	23.50	
6 jornales a Q. 23.50	Q.	141.00

VI. Transporte	Q.	<u>200.00</u>
	Q.	10,813.96
-Imprevistos 10% sobre Q.10,813.96...	Q.	1,081.40
-Supervisión 6% sobre Q. 10,813.96...	Q.	<u>648.84</u>
Costo total Rediseño.....	Q.	12,544.20

.../

RESUMEN DEL COSTO TOTAL DEL REDISEÑO

I. Captación.....Q.	135.00
II. Equipo de bombeo.....Q.	3,500.00
III. Conducción.....Q.	4,776.05
Accesorios I, II, III.....Q.	841.11
IV. DistribuciónQ.	250.00
V. Mano de obra.....Q.	1,111.80
VI. TransporteQ.	200.00
Imprevistos.....Q.	1,081.40
Supervisión.....Q.	<u>648.84</u>
TOTAL.....Q.	12,544.20

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

8.1. CONCLUSIONES:

1. La fuente disponible según aforo en la época de estiaje es de 5.90 lts/seg.; caudal suficiente para abastecer la población durante el período del rediseño.
2. Según análisis químico-sanitario del agua, se determino que su calidad está entre el rango -- permitido para el consumo humano.
3. Desde el punto de vista Bacteriológico el agua no es potable según análisis efectuado; debido a que el resultado del análisis dió "15" como - número más probable (NMP) de bacterias coliformes por 100 cc de agua y según las normas de potabilidad, el agua potable de buena calidad no debe tener un NMP mayor de 2.
4. Según los estudios efectuados se establece que es factible Rediseñar el sistema utilizando algunas de las estructuras existentes a un costo de Q. 12,544.20

8.2. RECOMENDACIONES:

1. Para mejorar la calidad Bacteriológica del agua deberá efectuarse una captación sanitaria; así como proteger la fuente mediante zanjias de desviación y evitar en esta forma la percolación - del agua que escurre superficialmente sin la de bida filtración, ya que la topografía adyacente es un factor favorable a este tipo de contamina

.../

ción.

2. Si dicha contaminación persiste efectuadas las mejoras de (1); aplicar el método de cloración para desinfectar el agua.
3. Evitar el acceso de personas no capacitadas para dar mantenimiento al ariete.
4. Reforestar la cuenca y evitar lo máximo posible trabajar las zonas aledañas al manantial.
5. Según análisis Bacteriológico se recomienda una cloración en una dosis de 0.5 - 1 PPM (1 ml/m³ de agua). para corregir la condición actual.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria Zona 12

Guatemala, C. A.

INFORME No. 11114

O. T. No. 30494

ANALISIS QUIMICO - SANITARIO DE AGUA

Interesado: <u>FAACULTAD DE AGRONOMIA.</u> (1) <u>Aldoa "La Barranca"</u> Muestra captada en: <u>Nacimiento</u> Municipio: <u>Santa Catarina Mita</u> Departamento: <u>Jutiapa</u>	Proyecto: <u>Control de la Calidad.</u> Dependencia: <u>Universidad de San Carlos.</u> Fecha y hora de captación: <u>1/3/81; 17:00</u> Fecha y hora de llegada a Lab. <u>2/3/81</u> Condiciones de transporte: <u>sin refrigeración</u>
---	--

Captada Por: Nery Figueroa Guerra.

No perteneciente a este Centro. **RESULTADOS**

1. Aspecto: <u>Claro</u> 2. Color: <u>4.0 Unidades</u> 3. Olor: <u>Inodora</u>	4. Sabor: <u>---</u> 5. Turbidez: <u>2.4 Unids.</u> 6. pH <u>7.2</u>	7. Temperatura: <u>no se reportó</u> <u>(en momento de la toma)</u> 8. Dureza: <u>66.0 mg/l</u>
---	---	---

Sustancias		mg/l	Sustancias		mg/l	Sustancias	mg/l
Amoniaco	NH3	0.010	Fluoruros F		0.32	Sólidos totales	158.00
Hierro Total	Fe	0.10	Cloruros Cl		15.00	Pérdida por Ignición	88.00
Manganeso	Mn	---	Nitritos NO2		0.00	Sust. mineral fija	70.00
Cloro residual		---	Nitratos NO3		---	Sólidos en suspensión	3.00
Oxigeno consumido		---	Sulfatos SO4		---	Nitrógeno Alb.	0.025

OBSERVACIONES:

Bicarbonatos ----- 90.00 mg/l
 Alcalinidad Como
 Total ----- 90.00 "

Desde el punto de vista químico Sanitario los resultados del análisis están entre los límites de la normalidad.

Guatemala, 13 de marzo de 1981.

(1) Los datos del encabezamiento han sido tomados literalmente de la etiqueta.-

Lleida.

[Firma]
 Jefa Lab. Químico Sanitario
 Sonia Flores P.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Guatemala, C. A.

O. T. No. 30493

INFORME No. A-60132

EXAMEN BACTERIOLOGICO

Interesado: Facultad de Agronomía 1) Aldea La Barranca Muestra captada en: Nacimiento Municipio: Sta. Catarina Mita Departamento: Jutiapa	Proyecto: Control Calidad del Agua Dependencia: U. S. A. C. Fecha y hora de captación: 1-3-81; 17:00h. Fecha y hora de llegada a Lab.: 2-3-81; 9:50h. Condiciones de transporte: Sin Refrigeración
---	---

Captada por: Ing. Agr. Inf. Mary Figueroa.

Sabor: -----
Aspecto: Clara
Olor: Inodora

Substancias en suspensión: Lig. Cantidad
Cloro residual: -----

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) Siembra en agar nutritivo, incubación a 35°C.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	-----	28	40	20

b) Siembra en agar nutritivo, incubación a temperatura ambiente.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	-----	53	30	9
RESULTADO número de bacterias por cc				622

INVESTIGACION DE COLIBACILO (GRUPO COLIFORME)

Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa
Cantidad sembrada:	Formación de gas:	Formación de gas:
10.0 cc	+	+
1.0 cc	+	+
0.1 cc	+	+
0.01 cc	+	+
0.001 cc	+	+
0.0001 cc	+	+
RESULTADO número de coliformes por 100 cc		15 N. N. P.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua no es potable.

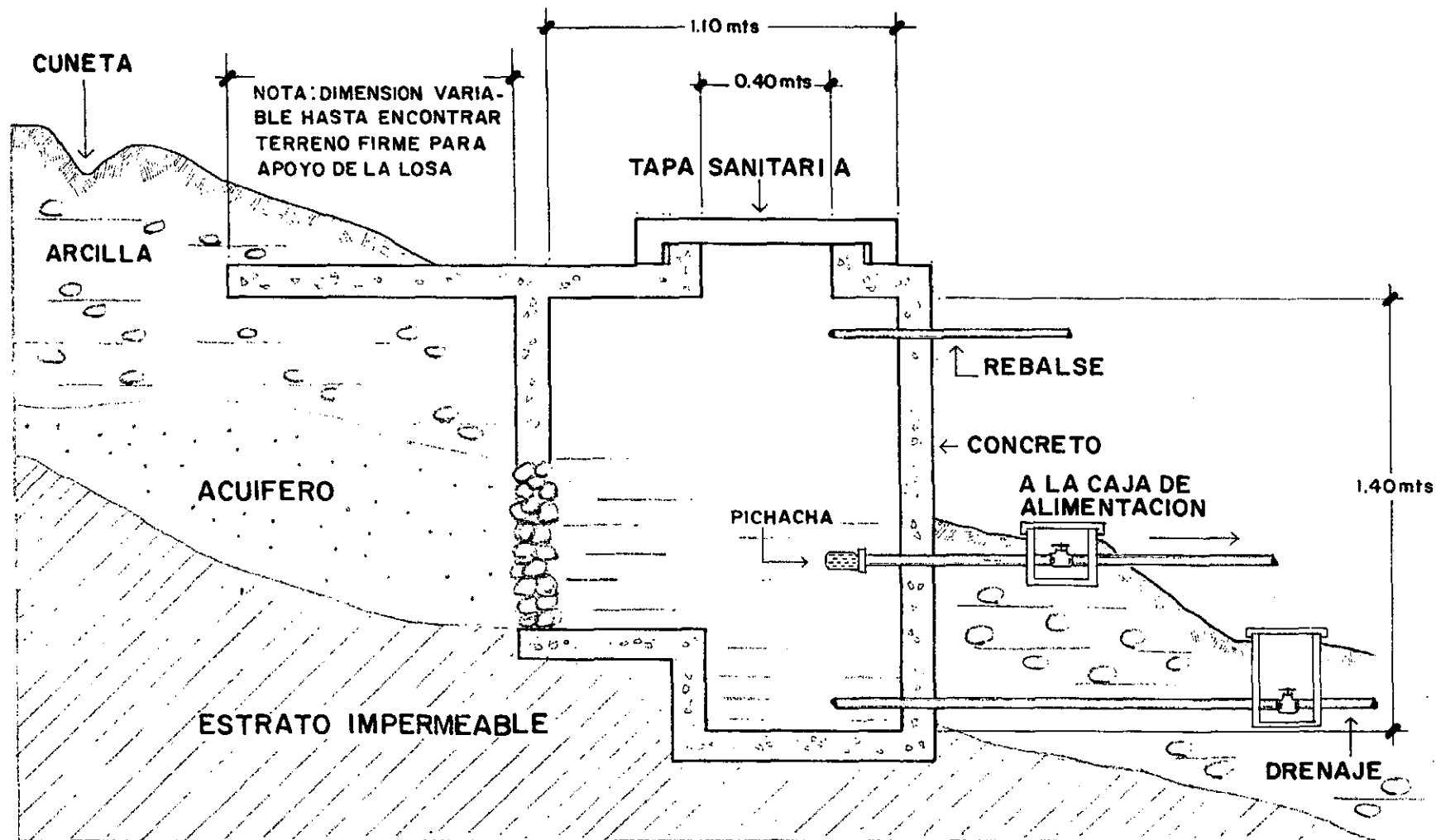
1) Los datos del encabezamiento fueron tomados literalmente de la etiqueta.

Guatemala, 12 de marzo de 1981

ATda/os.-

DRA. ALICIA DE ABREU

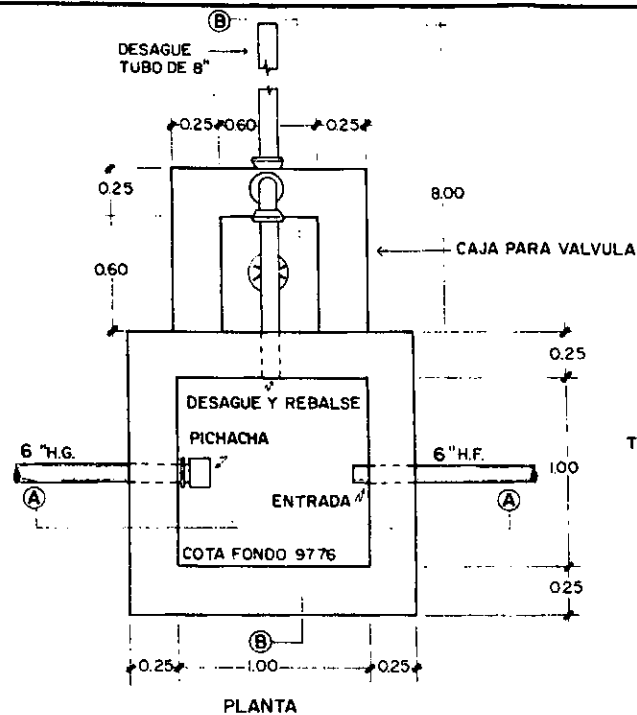
Jefe del Laboratorio
 Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



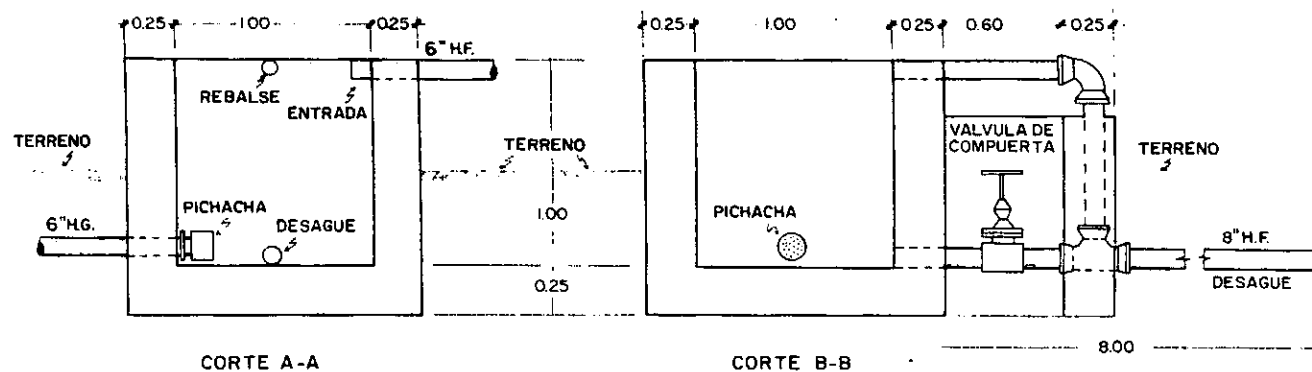
SECCION TRANSVERSAL DE LA CAPTACION SANITARIA RECOMENDADA

ESCALA 1:20

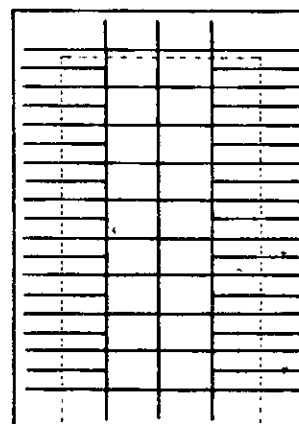
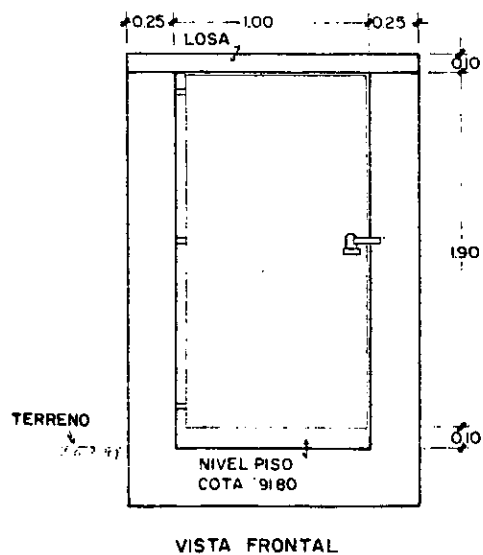
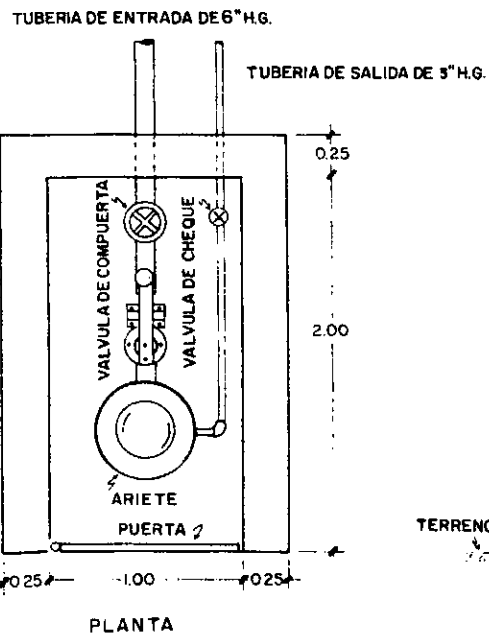
PLANO N.º 1



DEPOSITO DE ABASTECIMIENTO



CASETA DEL ARIETE



ARMADO DE LOSA

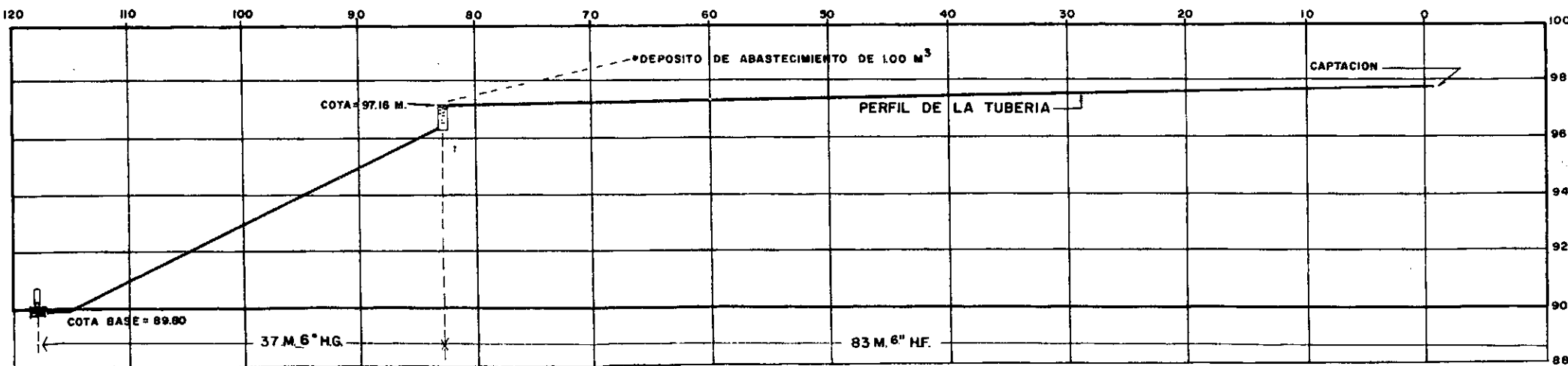
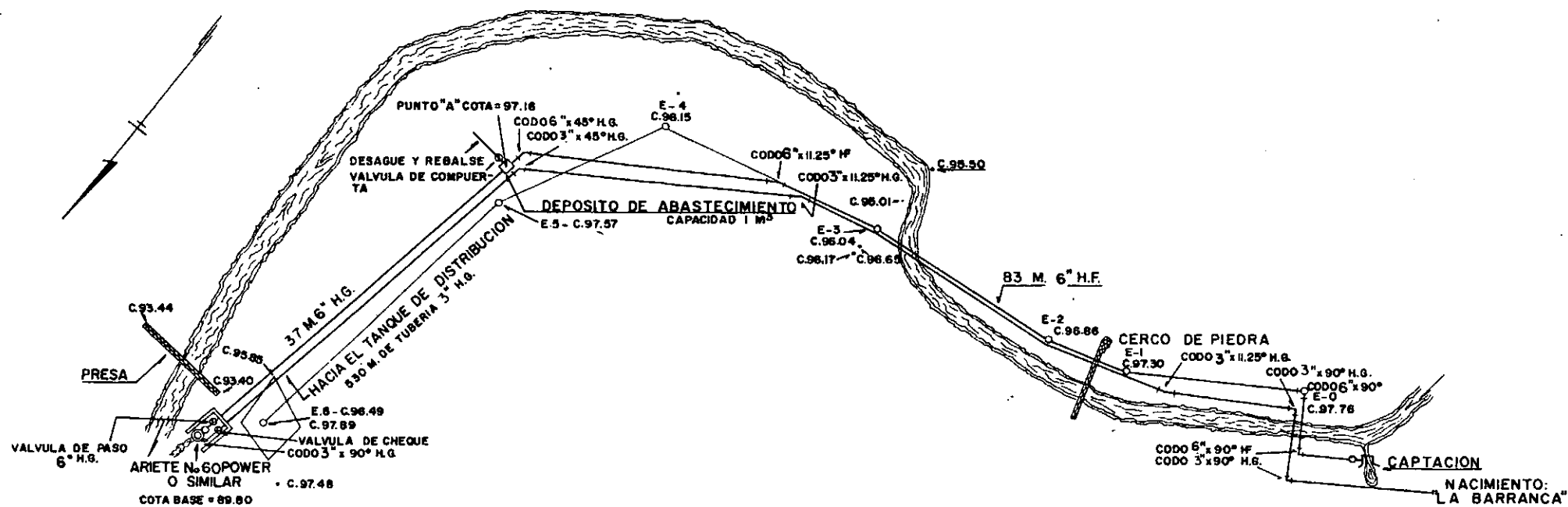
NOTA: TODAS LAS PAREDES SON DE MAMPOSTERIA

PROYECTO "REDISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE"

ALDEA
LA BARRANCA
SANTA CATARINA MITA - JUTIAPA
DETALLES

CALCULO: NERI N. FIGUEROA G.
REVISO: ING. GUSTAVO ADOLFO MENDEZ
ESCALA: 1:20
GUATEMALA, ABRIL DE 1981

PLANO



LINEA DE CONDUCCION

PROYECTO:

Rediseño del Sistema de Introduccion de Agua Potable de la aldea "La Barranca", Sta. Catarina Mita, Jutiapa.

ESCALA: H = 1:250
V = 1:100

CALCULO: Neri N. Figueroa G.
REVISO: Ing. Gustavo Adolfo Mendez

GUATEMALA, Abril, 1981

PLANONº 1

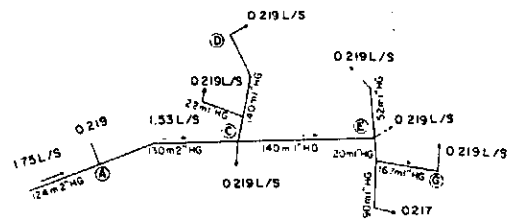
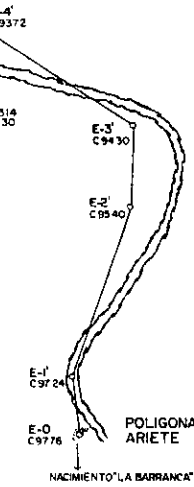
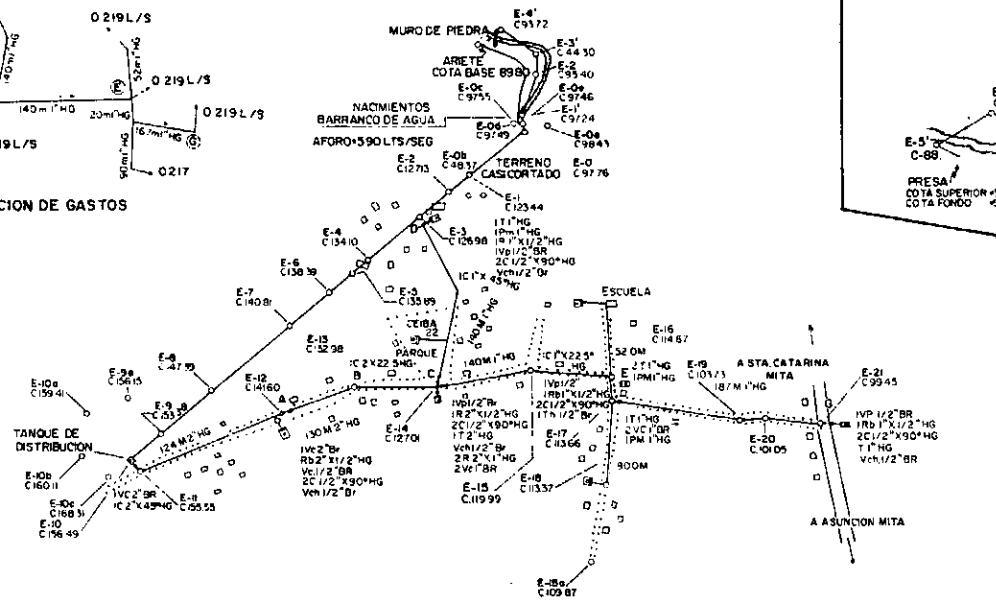
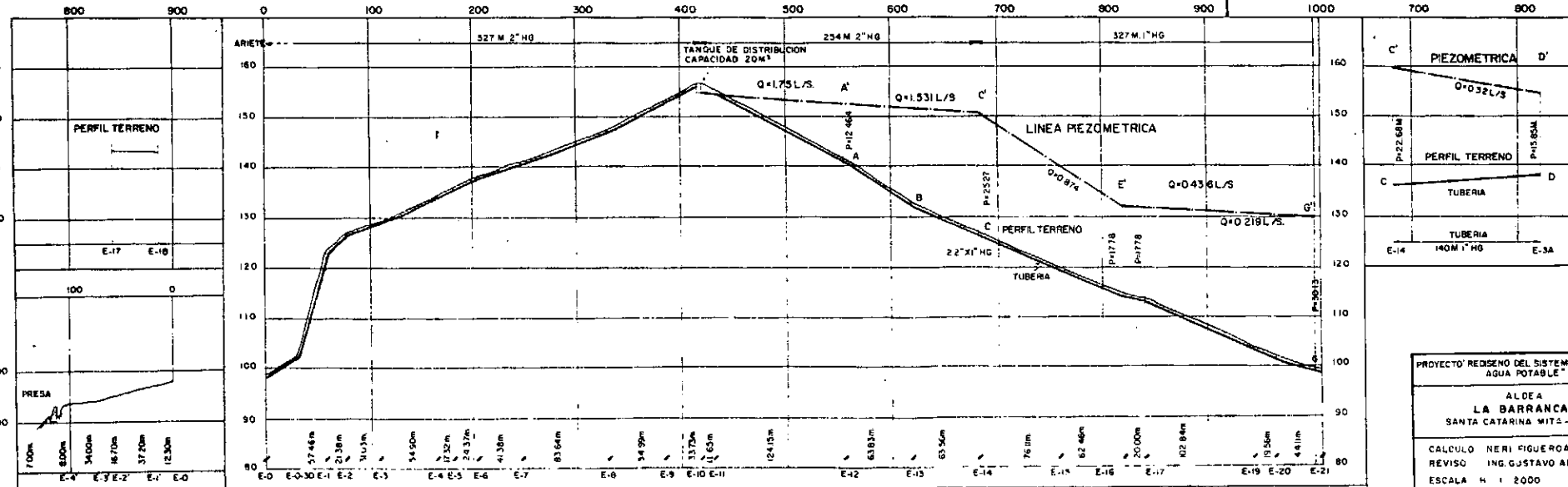


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE GASTOS



REFERENCIAS

- T T TE
- + + CRUZ
- V V VE
- C C C
- R R REDUCCION
- V V VALVULA DE PASO
- Pm Pm TAPON MACHO
- Ph Ph TAPON HEMBRA
- ED ED SERVICIO PUBLICO

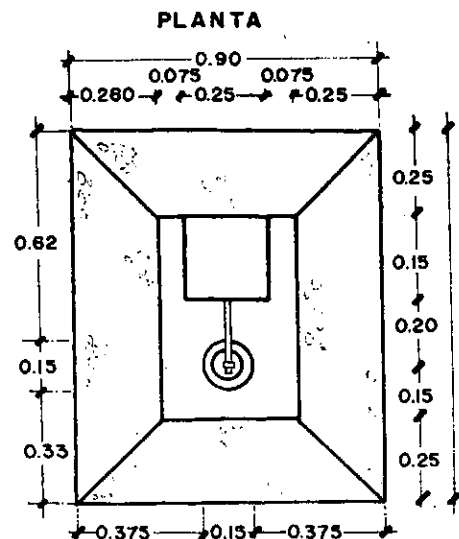


PROYECTO: REDISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

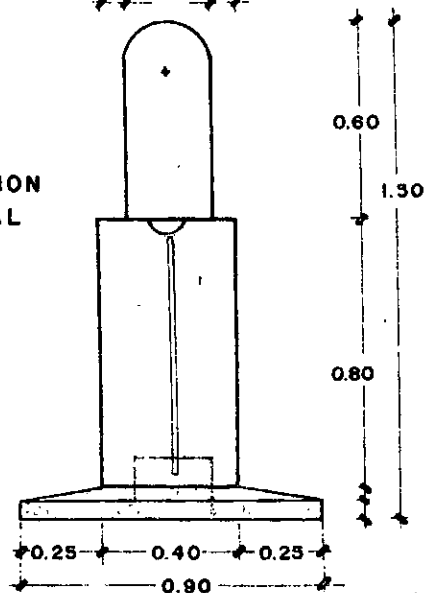
ALDEA
LA BARRANCA
SANTA CATARINA MITA - JUTIAPA

CALCULO: NERI FIGUEROA G
REVISO: ING. GUSTAVO ADOLFO MENDEZ
ESCALA: H 1:2000
V 1:400
GUATEMALA, ABRIL DE 1981

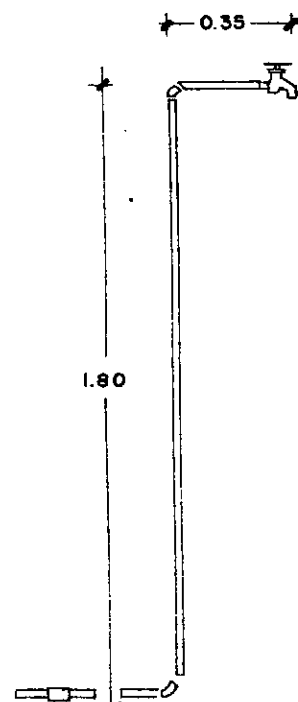
PLANO N° 4



**ELEVACION
FRONTAL**



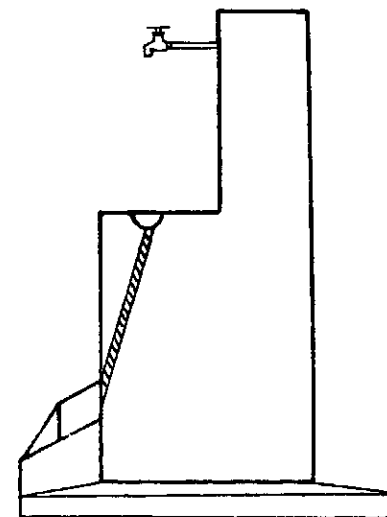
LLENACANTAROS



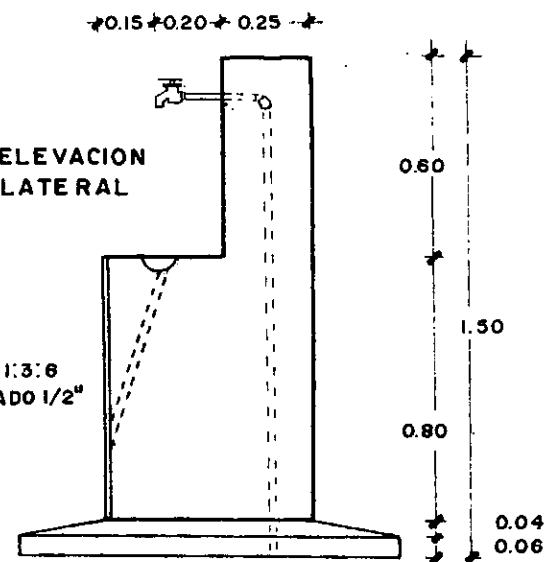
ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA
70% PIEDRA
30% CONCRETO PROP 1:3:6
- TUBOS HIERRO GALVANIZADO 1/2"

DRENAJE



**ELEVACION
LATERAL**



BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, A. E. Estudio y diseño de un sistema de introducción de agua potable al caserio 10 de Carranza. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 1,978, 35 p.
2. Cisneros Aragon, C. Copias del curso de máquinas hidráulicas. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC, 1,981. 50 p.
3. CURSO de adiestramiento en la distribución del agua. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1,966. 167 p.
4. Fuentes, A.B. y Orozco, G. Manual de tratamiento de agua. Guatemala, División de Saneamiento Ambiental, Depto. de Ingeniería Sanitaria, 1,972. 43 p.
5. Linsley, R. K. y Franzini, J.B. Ingeniería de los recursos hidráulicos. Trad. por Guillermo A. Fernández de Lara. México, CECSA, 1967.
6. Sallovitz, M. Tratado de ingeniería sanitaria. Buenos Aires, El Ateneo, 1,944. 450 p.
7. SEMINARIO sobre diseño de abastecimiento de agua. Buenos Aires, Argentina sept. 1962. Buenos Aires, Organización Panamericana de la Salud, 1962. pp 66-98.

8. Solares M., M. T. Rediseño del servicio público de agua potable de Santa Catarina Pinula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 1978, 28 p.
9. Unda Opazo, F. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. México, UTEHA 1969. pp 89-111; 200-256.
10. Wagner, E.G. y Lanoix, S. Abastecimiento de agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. Ginebra, Suiza Organización Mundial de la Salud, 1961. 366 p.



Vo Bo
Joa Ramirez S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

"IMPRIMASE"

Dr. Antonio A. Sandoval S.
D E C A N O

