

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Civil



**PROPUESTA DE REVISIÓN DE NORMAS PARA EJECUCIÓN DE
ACUEDUCTOS RURALES EN GUATEMALA**

WALTER OMAR CHUY ÁLVAREZ

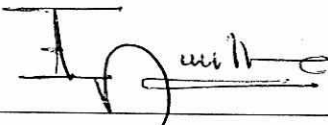
Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de:
Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala


2004

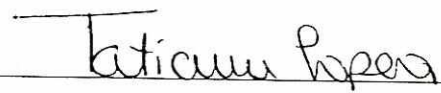
**PROPUESTA DE REVISIÓN DE NORMAS PARA EJECUCIÓN DE
ACUEDUCTOS RURALES EN GUATEMALA**

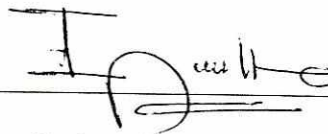
Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Enrique Figueroa

Tribunal:

(f) 
Ing. Franklin Matzdorf

(f) 
Ing. Tatiana Lopera

(f) 
Ing. Enrique Figueroa

Fecha de aprobación: 17 / 06 / 2004

ÍNDICE GENERAL

	Página
INDICE	i
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	3
1. Generalidades	3
2. Características de la localidad	3
a. Climatología	3
b. Acceso a la localidad	3
c. Aspectos urbanísticos (cuando sea aplicable)	3
d. Aspectos demográficos	3
e. Aspectos topográficos	3
f. Recursos de la comunidad	4
g. Condiciones sanitarias existentes	5
h. Posibles fuentes de abastecimiento	5
i. Selección de la fuente	7
j. Anteproyecto y estudio de factibilidad	8
B. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	8
1. Condiciones generales	9
2. Errores permisibles	9
a. Error lineal	9
b. Error angular	9
c. Error de nivelación	9

3. Zona de levantamiento	10
4. Referencia de levantamientos planimétricos	11
5. Referencia de levantamiento altimétrico	12
6. Libretas de campo	12
C. DISEÑO	12
1. Período	12
2. Cálculo de población	13
3. Consumos	13
4. Capacidades de diseño de las diferentes partes del sistema	14
a. Captación	14
b. Conducción	14
c. Estación de bombeo	14
d. Planta de tratamiento	14
e. Tanque de almacenamiento	14
f. Red de distribución	15
5. Captación	15
6. Conducción	21
a. Conducciones libres	21
b. Conducciones forzadas	23
7. Almacenamiento	25
a. Macromedición	25
b. Tanques enterrados-semienterrados en el suelo	25
c. Tanques elevados	26
d. Accesorios y dispositivos	26
8. Red de distribución	27
D. CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA DE CONSUMO	31
1. Calidad	31
a. Generalidades	31

b. Patrones de potabilidad	31
c. Toma de muestras	33
2. Tratamiento	33
a. Generalidades	33
b. Desarenador	33
c. Aireación	34
d. Sedimentación simple	34
e. Filtración	35
f. Desinfección	36
E. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYETOS	38
1. Información preliminar	38
2. Anteproyecto	38
3. Proyecto	38
4. Presentación de planos y memorias	38
F. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	43
1. Cálculo de mano de obra	43
2. Precio unitario	43
3. Documentos para aprobación	43
4. Licencias y autorizaciones	44
5. Bodega	44
6. Limpia, chapeo y destronque	44
7. Excavación de zanjas	44
8. Protección de excavaciones	45
9. Relleno de zanja	45
10. Concreto	46
11. Cemento	46
12. Agregados	46
13. Mezclado del concreto	47

14. Proporciones	47
15. Curado del concreto	48
16. Acero de refuerzo	48
17. Formaleta	48
18. Anclajes de tuberías	49
19. Caja de captación	50
20. Caja de válvulas	50
21. Tanques de distribución	50
22. Caja de protección de hipoclorador	51
23. Tuberías	51
24. Tipos de tubería	51
25. Prueba de tuberías	52
26. Desinfección de tuberías	53
27. Conexión predial	54
28. Válvulas	54
III. JUSTIFICACIÓN	56
IV. OBJETIVOS	57
V. HIPÓTESIS	58
VI. METODOLOGÍA	59
VII. RESULTADOS	60
VIII. DISCUSIÓN	71
IX. CONCLUSIONES	74
X. BIBLIOGRAFÍA	76
XI. APÉNDICE	77

INDICE DE TABLAS

	Página
1. Pendientes y distancia horizontal entre puntos de nivelación	10
2. Períodos de diseño	12
3. Diámetro de tubería de acuerdo al consumo	19
4. Pérdidas por fugas en conducción libre	21
5. Diámetros mínimos de tubería según material	23
6. Coeficiente de fricción según material	25
7. Patrones de potabilidad	32
8. Efectos de los principales procesos de tratamiento sobre la calidad del agua	37
9. Símbolos empleados	37
10. Recubrimiento mínimo de tubería	45
11. Distribución de kilometraje al proyecto	64
12. Información recopilada de aforos volumétricos en cada uno de los nacimientos	68
13. Diámetro de tubería y cantidad a utilizar en red de distribución	69
14. Bases de diseño	70

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Fotografía “Vista de las viviendas características de la comunidad”	60
2. Fotografía “Vista de la cobertura de calles de la comunidad”	61
3. Localización del proyecto	62
4. Plano de ubicación	63
5. Acceso desde la ciudad de Guatemala al proyecto	65
6. Vista general de la comunidad de San Nicolás	66
7. Red de distribución aldea San Nicolás	77
8. Planta de conducción de aldea San Nicolás (E-0 a E-37)	78
9. Perfil de conducción de aldea San Nicolás (E-0 a E-37)	79
10. Perfil de conducción de aldea San Nicolás (E-38 a E-56)	80
11. Planta de conducción de aldea San Nicolás (E-38 a E-56)	81
12. SIMBOLOGÍA	82

RESUMEN

La planificación juega un papel sumamente importante en el desarrollo de cualquier actividad socioeconómica, debido que a través de su aplicación se consigue aumentar la eficiencia y consecuentemente reducir costos y tiempo en forma significativa, permitiendo con ello alcanzar objetivos y metas en procesos continuos de acción.

Tanto UNEPAR como las distintas dependencias que la precedieron como responsables de la introducción de agua potable en el medio rural, han trabajado en la tarea de establecer normas y especificaciones. Sin embargo, las normas deben revisarse cada cierto tiempo con el fin de adaptarlas a nuevas políticas y requerimientos técnicos.

Estas normas servirán de guía para el diseñador de acueductos rurales, y será de utilidad tanto para los proyectistas, como para todo aquel interesado en resolver problemas.

En este trabajo se adhirió a las normas de diseño las partes importantes y de uso más común de las especificaciones para la construcción de acueductos rurales para facilitar la realización del proyecto "Construcción del Sistema de Abastecimiento de Agua", para la comunidad de San Nicolás, Cuilapa, Santa Rosa.

El diseño del proyecto se concluyó poco antes del tiempo esperado, ya que los ingenieros que lo llevaron a cabo no contaban con mucha experiencia en el área de acueductos rurales, pero con ayuda del manual con toda la información necesaria se logró el cometido.

I. INTRODUCCIÓN

La salud es el resultado de la interacción de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales, por lo que el mejoramiento sustancial del nivel de la misma, dependerá de las actividades que realicen las dependencias y entidades involucradas y los distintos sectores de la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población.

En Guatemala existen programas cuyo objetivo es el mejoramiento de las necesidades sanitarias de las comunidades del área rural, consiguiendo con ello elevar los niveles de vida de sus habitantes, razón por la cual se ejecutan proyectos que tiendan a solucionar los problemas de falta de agua potable, así como, el consumo de agua contaminada, garantizando con ello las condiciones necesarias que contribuyan al desarrollo de las comunidades.

Por lo anterior es necesario contar con conceptos técnicos actualizados aplicables al diseño de acueductos rurales que considerara las modalidades propias de Guatemala. Esto hace necesario llevar a cabo un estudio consistente en recopilar y analizar información, con el propósito de establecer límites y formas actualizados para diseñar y calcular los acueductos rurales con criterio real y ajustado.

Es preciso hacer notar que en ningún caso, las normas sustituyen el criterio del profesional y que son, como su nombre lo indica, límites normativos para diseñar dentro de cierto rango de seguridad, pero siempre teniendo en cuenta cada caso en particular que debe analizarse sin generalizar, respetando las modalidades particulares del lugar y basándose en la propia experiencia y la de otros ingenieros que hayan trabajado en estas disciplinas.

Además, hay que enfatizar que las normas deben ser revisadas periódicamente para ser actualizadas, ya que nuevas investigaciones o nuevos conceptos, pueden hacerlas variar considerablemente.

Es necesario también que el Departamento de Programación e Ingeniería de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, UNEPAR, vele por el cumplimiento de estas normas, en los diseños de acueductos que se elaboren por administración, por contrato con la Unidad.

Finalmente se espera que estas normas sean de utilidad, no sólo para uso interno de la institución, sino que puedan ser adoptadas también, por entidades similares que trabajan en dotar de agua potable al área rural en el país.

II. ANTECEDENTES

A. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

1. Generalidades. La investigación preliminar consiste en la recolección y clasificación de toda la información para el buen diseño y correcta ejecución u operación de la obra. Los datos que sirvan de base para el proyecto, serán recogidos en el campo y/o en publicaciones o registros merecedores de confianza, haciendo citación de la fuente o autor.

2. Características de la localidad. Se hará una somera descripción sobre la ubicación, historia, situación social, cultural, político-administrativa y económica, subrayando la actitud de la comunidad hacia la obra.

a. Climatología. Temperatura media, humedad, régimen de lluvias, altura sobre el nivel del mar y si es posible datos pluviométricos de la región.

b. Acceso a la localidad. Vías de comunicación a la cabecera departamental, o a la cabecera municipal y a las poblaciones vecinas. Distancia y estado de estas vías. Otros medios de comunicación (teléfono, telégrafo), medios y costos de transporte para personas y materiales.

c. Aspectos urbanísticos (cuando sea aplicable). Disposición urbanística de la localidad indicando las zonas comercial, industrial, residencial y de desarrollo futuro. Planes de obras que pueden interferir con el proyecto. Tipo de piso de las calles.

d. Aspectos demográficos. Número de habitantes y de viviendas actuales de la comunidad o comunidades del proyecto, señalando las cercanas para determinar la posibilidad de incluirlas en proyectos conjuntos. Datos sobre la población flotante.

e. Aspectos topográficos. Indicar si la topografía del lugar (desde la fuente hasta la población), es predominantemente plana o quebrada, señalando los principales accidentes topográficos.

f. Recursos de la comunidad.

1) Disponibilidad de mano de obra en cuanto a personal especializado (maestros de obra, albañiles, carpinteros, etc.) y obreros no calificados. Sueldos y salarios vigentes en la localidad y zonas próximas.

2) Disponibilidad y localización de bancos de materiales locales, costos de materiales de construcción, herramientas, equipo, etc. Se verificarán cantidades, compatibles con la magnitud de las obras, de materiales como piedra, arena, pedrín, ladrillos, teja, madera, etc.

Facilidades relacionadas a la construcción de las obras, tales como talleres de mecánica y eléctricos; sitios para almacenamiento de materiales, etc.

3) Energía eléctrica. Características del sistema generador de la corriente transmitida y distribuida. Propietario. Costo por Kw-hora. Voltaje de la línea de transmisión. Facilidades y costo de instalación. Número de conexiones y consumo actual (energía disponible).

4) Servicios de la comunidad. Escuelas, Puestos de Salud, Iglesias, contemplando toda institución pública que pueda beneficiar o contribuir al correcto desarrollo de la obra.

5) Planes de desarrollo locales, regionales o nacionales. Industrias por establecerse.

6) Condiciones socio-económicas. Con base en la encuesta socio-económicas de la comunidad, conforme a modelo establecido, consignar los siguientes datos.

a) Promedio de ingresos por familia (monetarios y no monetarios)

b) Origen de los ingresos

c) Clase de organización comunal: organismos comunales

d) Dialecto prevalente en la comunidad

g. Condiciones sanitarias existentes.

- 1) Condiciones generales de salud de la comunidad.
- 2) Sistemas de disposición de excretas en la localidad; tipo y estado, población servida. En caso de que existiese alcantarillado indicar extensión de la red, número de conexiones, disposición final.
- 3) Sistemas de abastecimiento de agua. Cuando exista abastecimiento de agua de cualquier tipo, se deberán anotar las condiciones en que se presta el servicio; fuente de abastecimiento, caudal mínimo, calidad del agua, condiciones sanitarias de la fuente y de la cuenca tributaria; características y estado de las instalaciones existentes (captación, desarenador, aducción, casa de bombeo, pozos, etc.), tipo y estado de las tuberías empleadas, tratamiento aplicado; consumo aproximado de la población y números de conexiones domiciliarias existentes. Posibilidad de utilización de lo existente, administración actual, etc., fecha de construcción y entidad que ejecutó la obra.
- 4) Consignar un breve resumen que refleje las demás condiciones sanitarias de la localidad (basuras, chiqueros, rastros, plaza de mercado, etc.)

h. Posibles fuentes de abastecimiento. Estudio de las distintas fuentes aprovechables (superficiales y subterráneas). Se enumerarán, situarán y describirán por orden de importancia todas las fuentes que se estimen utilizables, teniendo en cuenta la tenencia, el caudal, las condiciones sanitarias, los resultados de los exámenes físico-químicos y bacteriológicos, distancia al centro de la localidad y altura relativa a la misma, facilidad de acceso y construcción.

En todos los casos las fuentes recomendables deben ser capaces de suplir la demanda de la población al final del período de diseño.

Aquellas fuentes cuyo caudal sea menor de 0.5 lts/seg deberán tener un control de caudal de por lo menos 2 años.

1) Fuentes superficiales. Deberá hacerse

a) Inspecciones sanitarias, aguas arriba y aguas abajo del posible sitio de captación, hasta donde se considere conveniente.

b) Determinación de caudales mediante aforos (especialmente en épocas secas) y mediante datos hidrológicos existentes con determinación de niveles mínimo, medio y máximo de las aguas.

c) Utilización actual y prevista de las aguas. Sección del curso y características del lecho en el sitio de captación.

d) Análisis de muestras representativas, físico-químicas y bacteriológicas. Se debe informar sobre la necesidad de reforestación, saneamiento y protección de la cuenca hidrológica.

e) El mínimo de muestras será de dos (2), tomando por lo menos una en época de estiaje.

f) Aspectos económicos de la fuente tales como distancia a la aldea, altura de la fuente, servidumbre, accesibilidad, etc.

2) Fuentes subterráneas. La cantidad disponible y/o aprovechable de las aguas se determinará mediante la ayuda de pozos de prueba o preferencialmente con la información geológica existente o en los pozos de servicio de la región. La cantidad se verificará mediante aforos realizados por cualquiera de los métodos técnicamente aceptables para aguas subterráneas.

En todos los casos, las fuentes deben ser capaces cada una de suministrar, en cualquier época del año, un caudal mínimo igual al consumo medio diario.

g) Deberán suministrarse datos que permitan apreciar recargas al acuífero (régimen de lluvias, vegetación, etc.)

h) Los pozos se ubicarán evitando lugares inundables y siguiendo las normas respecto a fuentes de contaminación.

i) Las distancias mínimas aguas arriba, de las fuentes a posibles focos de contaminación serán:

Fosas secas y tanques sépticos	30 metros
Línea de alcantarillado	30 metros
Pozos de absorción	30 metros

En pozos excavados, la protección contra infiltración se hará hasta una profundidad de 3 kilómetros.

La protección contra la contaminación directa en pozos excavados se hará mediante la construcción de una tapa sanitaria adecuada.

j) La calidad del agua se verificará mediante análisis físico-químicos y bacteriológicos de muestras representativas, (mínimo de dos) tomadas en diferentes épocas del año.

k) Aspectos económicos de la fuente tales como: distancia a la comunidad, altura estática, servidumbre, accesibilidad, etc.

l) En todos los casos de perforación sea el pozo utilizable o no, deberá presentarse el perfil estratigráfico, con una descripción adecuada de su ubicación.

3) Manantiales. Cuando se estudie la utilización de manantiales deberán tenerse en cuenta los factores sanitarios, de caudal, calidad, y economía, en la misma forma que se recomienda para los pozos.

i. Selección de la Fuente. Se seleccionará la fuente o fuentes más económicas, dentro de los cursos disponibles, que llene además los requisitos de potabilidad exigidos por el Ministerio de Salud.

j) **Anteproyecto y estudio de factibilidad.** Se hará el estudio de alternativas utilizando todos los medios e información recabada para el efecto.

Entre los medios para desarrollar las posibles alternativas podrán usarse los siguientes:

- 1) Formulario UNERPAR 1
- 2) Informe de visita preliminar
- 3) Distancia y altura de la fuente
- 4) Cantidad y calidad del agua
- 5) Censos de población de la Dirección General de Estadística

Con estos datos se estudiarán las diversas soluciones para dotar de aguas las comunidades a servir.

Cada alternativa deberá estar debidamente justificada tomando para ello como punto de referencia, lo relativo al aspecto técnico, político y económico.

Para el análisis económico, deberá traerse a valor presente el costo estimado de las diversas alternativas y además se acompañará de otros factores, tales como costos de operación y mantenimiento, administración, etc.

La alternativa seleccionada o adoptada, deberá dibujarse en planta y en perfil y acompañada de toda la documentación utilizada para su determinación entrará a formar parte de la memoria del proyecto.

B. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Se efectuará el levantamiento topográfico del lugar seleccionado para localizar las líneas de conducción y distribución, poniendo especial cuidado en los sitios donde sea posible ubicar obras de arte, tales como captaciones, cajas rompe-presión, tanques, plantas de tratamiento, etc. Igualmente se levantarán estructuras o instalaciones existentes.

Los levantamientos planimétricos podrán hacerse por cualquiera de los métodos usuales, pudiendo medirse las distancias por medio del taquímetro.

Los levantamientos altimétricos se harán utilizando nivel de precisión, pudiendo usarse además el método de nivelación trigonométrica, cuando las condiciones topográficas lo requieran.

1. Condiciones generales

a. Orientación. El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético. De preferencia se deberá hacer el cierre correspondiente de los ramales con el fin de determinar los errores.

b. Altitud. El levantamiento altimétrico será referenciado a un B.M. convencional bien identificado y deberá realizarse siempre una nivelación cerrada para determinar error.

2. Errores permisibles

a. Error lineal. El error máximo admisible en el cierre de las poligonales será de $1/250 \times L$ (L=longitud de la poligonal).

b. Error angular. El error máximo admisible en el cierre angular de las poligonales será $e = a \sqrt{N}$, siendo N el número de vértices de la poligonal y E el error en minutos.

$a =$ Aproximación del aparato

c. Error de nivelación. El error de máximo admisible en el cierre altimétrico será:

$$E = \pm 30 \sqrt{N}$$

E = Error en milímetros

K = Longitud nivelada en kilómetros

3. Zonas de levantamiento

a. Zona de captación. Se hará un levantamiento topográfico lo más amplio y detallado posible de acuerdo a las condiciones del terreno y el tipo de obra. Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones transversales del curso donde se justifique y sea posible hacerlo. En corrientes de caudal superior, el perfil se extenderá a una distancia tal que se asegure la derivación de la fuente en aguas mínimas. Igual especificación se tendrá en cuenta al utilizar lagos o lagunas. Siempre se tomarán los niveles máximo, medio y mínimo de la fuente que se va a aprovechar.

b. Zona para desarenador, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, drenajes respectivos y otros. Se hará un levantamiento topográfico lo más amplio posible de acuerdo a las condiciones del terreno y al tipo de obra.

Para la planta de tratamiento, el desarenador y el tanque de almacenamiento se fijará una extensión adecuada a las necesidades presentes y futuras.

c. Zona de conducción. El levantamiento topográfico de la línea de conducción se hará por la localización directa o apoyándose en líneas preliminares, según la topografía del terreno.

1) Cuando la localización sea directa, las distancias entre puntos de nivelación dependerá de la pendiente longitudinal, así:

Tabla 1: Pendientes y distancia horizontal entre puntos de nivelación

Pendiente longitudinal de la línea de conducción	Distancia horizontal entre puntos de nivelación
Menor de 5%	20.0 metros
Entre 5% y 20%	10.0 metros
Mayor de 20%	5.0 metros

2) Cuando haya necesidad de efectuar un cambio de línea se hará un nuevo levantamiento del tramo a modificarse.

3) En ambos casos se tomarán detalles de las quebradas, zanjas, cursos de aguas, elevaciones, depresiones, etc.

d. Zona de distribución. En los levantamientos topográficos del núcleo de la población así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas las calles indicando el tipo y estado del piso.

Se localizarán las edificaciones por radiaciones. Se señalarán los edificios públicos, escuelas, industrias, puestos de salud, parque, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales, que guardan relación con el proyecto de la red o influyan en su diseño.

La zona de distribución deberá levantarse por medio de poligonales cerradas cuando sea posible, o abiertas; otros ejes de levantamiento deberán en lanzarse a la poligonal principal.

4. Referencias de levantamientos planimétricos. En las zonas de captación, desarenador, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, deberán dejarse mojones de concreto debidamente referenciados en un número suficiente que permitan la localización de estructuras respectivas.

En las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados y en número tal que permitan su replanteo y que sean visibles de 2 en 2. Los mojones deberán tener un tamaño adecuado para registrar la siguiente información:

- 1) Número de estación
- 2) Caminamiento y fecha

5. Referencias de levantamiento altimétrico. Previamente a la nivelación se colocarán B.M. (Bench Mark), en concreto y objetos fijos de fácil identificación, en número de tres por kilómetro. También debidamente referenciados.

6. Libretas de campo. Los datos de todo el estudio topográfico deberán quedar claramente consignados en las libretas de campo y estarán libres de borrones, manchas, etc. Además se considera indispensable que se acompañen de los croquis o esquemas correspondientes, los que deberán ser ejecutados en el campo y a medida que avanza el trabajo.

C. DISEÑO

1. Períodos de diseño. Los períodos de diseño adoptados son:

Tabla 2: Períodos de diseño

Equipo de bombeo	5 a 10 años
Embalses	30 años
Captación	20 años
Desarenadores	20 años
Conducciones	20 años
Tanques	20 años
Plantas de tratamiento	20 años, siendo el proyecto concebido de tal manera que se pueda construir por lo menos en dos etapas y que permita ampliaciones.
Redes	20 años

2. Cálculo de población. Para el proyecto de cada uno de los elementos de la obra deberá hacerse el cálculo de población con el período de diseño correspondiente.

Se recomienda utilizar el método geométrico, cuya fórmula es:

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

En donde:

Pf = Número de habitantes al final del período de diseño correspondiente.

Pa = Número de habitantes actuales, determinado mediante la encuesta socio-económica.

r = Tasa de crecimiento geométrico, determinada con base en censos de la población y obtenida utilizando esta misma fórmula (en este caso n es el período intercensal). Se utilizarán las tasas de crecimiento rural del municipio establecidas por la Dirección General de Estadística.

n = Período de diseño correspondiente en años.

Cuando se justifique, la población flotante y la debida a crecimiento industrial o de cualquier índole fuera de lo normal, deberá tenerse en cuenta dentro del cálculo, así como considerar las tendencias locales de emigración al área urbana.

3. Consumos.

a. Definiciones

1) Dotación. Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (lts./hab./día).

2) Consumo medio diario. Es el consumo durante 24 horas, obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se conocen registros podrá asumirse como el producto de la dotación por el número de posibles usuarios.

3) Consumo máximo diario. Es el consumo máximo durante 24 horas observado en el período de un año, sin tener en cuenta los gastos causados por incendio.

b. Consumo medio diario (cmd). Para obtener este consumo, se adoptará una dotación que variará entre 40 – 60 y 60 – 90 litros por habitante por día, para llenacántaros

y conexión domiciliar respectivamente. En los proyectos por bombeo cuando la fuente o fuentes disponibles produzcan un caudal inferior al cmd, se podrá rebajar la dotación hasta el mínimo de 40 lts./hab./día.

c. Consumo máximo diario (CMD). El consumo máximo diario se determina multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente 1.2

$$CMD = 1.2 \times cmd$$

d. Consumo máximo horario (CMH). El consumo máximo horario se determina multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente 1.5

$$CMH = 1.5 \times CMD = 1.5(1.2 \times cmd) = 1.8 \times cmd$$

4. Capacidades de diseño de las diferentes partes del sistema

a. Captación. El diseño de la rejilla se hará para una capacidad de dos a tres veces la capacidad de la conducción.

b. Conducción. Cuando el sistema incluye almacenamiento, la conducción se diseña para el consumo máximo diario.

c. Estación de bombeo. El período de bombeo (número de horas de funcionamiento de los equipos diariamente); será de 12 horas máximo.

d. Planta de tratamiento. La planta de tratamiento se diseña para el Consumo Máximo Diario. Si la planta no trabaja 24 horas al día se debe tener en cuenta el período de operación.

e. Tanque de almacenamiento. El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades.

Cuando no se tengan estudios de dichas demandas en sistemas por gravedad, se adoptará el 25% del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo el 35%, de los cuales el 25% corresponderá al tanque de distribución y el 10% restante al tanque de alimentación de la bomba.

En los casos en los que no se necesite tanque de alimentación, el de distribución tendrá una capacidad del 25% del consumo medio diario dejándose una caja de tamaño adecuado para la succión de la bomba. Hay algunos casos en los que por circunstancias especiales podrá suprimirse el tanque de almacenamiento; debiendo entonces calcularse la línea de conducción con el consumo máximo horario.

El volumen de los tanques de almacenamiento así obtenido deberá ajustarse a los de tanques tipo diseñados por UNEPAR.

f. Red de distribución. La capacidad de la red de distribución se calculará para el Consumo Máximo Horario. No es necesario proyectar proyección contra incendio por considerarse antieconómico para poblaciones pequeñas.

5. Captación. Es la estructura necesaria para extraer una cantidad de agua determinada de una fuente.

a. Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

- 1) Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos.
- 2) Para cualquier condición de la fuente garantizará protección contra la contaminación y entrada y proliferación de algas u otros organismos indeseables.
- 3) Impedirán al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.
- 4) Tendrán facilidad de inspección y operación.

b. Captaciones superficiales. El sitio de la captación debe llenar, en lo posible, las siguientes condiciones:

- 1) Ubicarse en los tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas cuando se trate de cursos de agua.
- 2) Ubicarse de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura.

- 3) Aislarse para impedir el acceso de personas o animales.
- 4) Ubicarse en lugares donde no se formen bancos de arena.
- 5) La reforestación que se emprenda en la cuenca o en la zona de captación será de especies de hoja perenne.
 - a) Se distinguen varios tipos de captaciones superficiales, siendo las más comunes la bocatoma de fondo o sumergida y la captación lateral.

Bocatoma de fondo

Consiste en una estructura estable localizada en la corriente de agua, perpendicular a ella y provista de una rejilla metálica que permita dar entrada al agua y retener los materiales de acarreo de cierto tamaño. La rejilla será de hierro fundido, de barras paralelas entre sí, colocadas en el sentido de la corriente y espaciadas de 1 a 2 cms., asegurada con tornillos de bronce u otro dispositivo similar.

No se aceptan mallas por la dificultad para su limpieza.

Las velocidades de aproximación de entrada a la rejilla serán tales que no permitan sedimentación ni acumulación de materias extrañas en ella, justificando su diseño con los cálculos respectivos. La velocidad de entrada será menor de 0.15 m/seg.

Captación lateral

Se recomienda cuando el régimen de la corriente no es torrencial y el caudal es significativo, (Mayor de $3\text{m}^2/\text{seg.}$)

Las captaciones se proveerán de válvulas, desagües, rebose y caja de inspección con tapa sanitaria.

- b) Las captaciones de agua provenientes de manantiales, se diseñarán de tal manera que se garantice el libre flujo de la afloración hacia un tanque de recolección.

El tanque o caja de recolección será construido de material impermeable y de tal manera que de completa protección sanitaria.

Se colocará una cuneta interceptora para evitar la entrada de agua de escorrentía.

c) Galerías de infiltración. Es un conducto horizontal y permeable construido para interceptar y recolectar agua subterránea que fluya por gravedad. Generalmente se ubican paralelas a los lechos de los ríos para asegurar una recarga permanente.

La tubería con diámetro que garantice la capacidad requerida, se colocará a junta perdida o tendrá perforaciones convenientemente diseñadas, para captar el caudal necesario.

Estarán recubiertas por material adecuadamente gradado, teniendo en cuenta la granulometría del material y las características del agua. La Velocidad máxima de entrada por lo orificios será de 5cm/seg.

Como medios de protección sanitaria se usará una capa impermeable y drenajes laterales en la superficie para los fines de inspección, limpieza y desinfección, deberán construirse cajas de inspección.

La velocidad del agua en los tubos no excederá de 0.60 m/seg.

El agua deberá recolectarse en un depósito cubierto.

b. Pozos

1) Pozos excavados. Los pozos excavados deberán:

- a) Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso
- b) Protegerse contra riesgos de contaminación
- c) Excavarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación
- d) Localizarse como mínimo a: 30 metros de tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o de cualquier otra fuente de contaminación similar.

Para la construcción de los pozos excavados se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

e) Que el subsuelo del sitio seleccionado no presente grietas, fallas o socavaciones que permitan el paso del agua superficial que pueda contaminar el acuífero

f) El área de captación debe acondicionarse con piedras a junta perdida.

g) La cubierta del pozo debe estar constituida por una losa de concreto reforzado, provisto de tapa de inspección con cierre hermético. Esta debe sobresalir por lo menos 20 cms. del nivel del piso.

h) La unión entre la tubería de succión y la cubierta del pozo debe hacerse de tal forma que no permita infiltraciones.

2) Pozos perforados. Los pozos perforados deberán, como los excavados:

a) Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso

b) Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación

c) Protegerse contra riesgos de contaminación

d) No deberán localizarse a menos de 30 metros de tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.

e) El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero y del consumo requerido. Se recomiendan los siguientes valores:

Tabla 3: Diámetro de tuberías de acuerdo al consumo

CONSUMO	Diámetro tubería de revestimiento
Hasta 10 lts./seg.	6"

De 10 a 15 lts./seg.	8"
De 15 a 25 lts./seg.	10"
De 25 a 40 lts./seg.	12"

f) Se tomará como producción efectiva del pozo el 70% de la producción de éste al cabo de 72 horas de bombeo continuo.

g) El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 3 metros.

h) El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 cms. del piso terminado, de la caseta de bombeo.

i) El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse en tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera.

J) En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del mismo, de tal manera que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo.

La velocidad del agua de entrada por los orificios de la rejilla o filtro no deben exceder a 0.03 mts./seg.

k) En acuíferos con material permeable de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe construir un empaque de grava o prefiltro alrededor de la rejilla.

Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 cms.

La producción efectiva de los pozos deberá estimarse según una curva de aforo, determinada con la ayuda de una bomba, de velocidad variable, por aire comprimido, u otro medio que asegure los resultados más exactos posibles.

Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla, columna de las bombas y demás elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de ésta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos. El equipo de bombeo que se instale en los pozos profundos debe cumplir los siguientes requisitos:

- La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberá ser suficiente para elevar el caudal de bombeo previsto contra la carga máxima esperada.

- La eficiencia de la bomba en ningún caso será menos del 60%.

- Los impulsores deben instalarse a una profundidad tal que aseguren una sumergida total para la máxima depresión prevista de la capa freática.

Para el funcionamiento y operación de los equipos de bombeo, deberá preverse como mínimo los siguientes dispositivos.

- Manómetro en la descarga

- Tubería de limpieza y aforo

- Válvula de retención y de paso en la línea de descarga

- Junta flexible en la línea de descarga

- Medidor de caudal

- Protecciones contra golpe de ariete

- Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad de 10 a 25% para compensar el desgaste normal del equipo.

6. Conducciones Las conducciones siempre se diseñarán en canalizaciones cerradas y en lo posible a presión. En casos muy especiales se aceptarán conducciones por escurrimiento libre.

a. Conducciones libres. En las conducciones libres se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico.

1) Diámetro mínimo aceptable: 6 pulgadas

2) Velocidad mínima: 0.60 m/seg.

3) La velocidad máxima permisible será de 4 m/seg.

4) Fugas: A fin de estimar las posibles pérdidas por fugaz en la conducción libre, pueden adoptarse los siguientes valores en litros por kilómetro por día.

Tabla 4: Pérdidas por fugas en conducción libre

DIÁMETRO	PÉRDIDAS Lts/Km./Día
6"	9,500
8"	11,800
10"	14,800
12"	17,600
15"	22,300

5) Cajas de inspección: En alineamientos rectos deberán colocarse cajas de inspección por lo menos una cada 100 metros. También se localizarán estas obras en todo cambio de pendientes y dirección.

Las cajas de inspección serán de sección cuadrada, provistas de tapa con manija de hierro, de manera que el brocal sobresalga de la superficie del terreno y que la tapa evite el acceso de las aguas hacia el interior.

La cota de fondo de salida debe estar por lo menos 5 cms. más baja que la de la boca de entrada.

6) Profundidad de canalización: Se recomienda un recubrimiento de la canalización de 0.80 metros como mínimo sobre la cota de corona.

7) Obras de arte: los viaductos, túneles, cruces en las carreteras, ferrocarriles, caminos, pasos en las quebradas, etc., se diseñarán teniendo en cuenta la protección de las aguas contra contaminación, estabilidad de las obras, etc.

8) Cálculos hidráulicos: Se utilizará la fórmula de Manning.

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

En la cual:

V = Velocidad en m/seg

R = Radio hidráulico en metros

S = Pendiente hidráulica

n = Coeficiente de rugosidad

9) Sifones invertidos: la cámara de entrada al sifón se diseñará en forma de caja desarenadora, con su tabique de amortiguamiento, provista de su correspondiente desagüe y vertedero de exceso de las aguas. La cámara de salida puede ser similar a la anterior pero sin el dispositivo desarenador y de rebose.

b. Conducciones forzadas. En las conducciones forzadas se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico:

1) Los diámetros mínimos serán:

Tabla 5: Diámetros mínimos de tubería según material

CLASE DE MATERIAL	DIÁMETRO MÍNIMO
Asbesto cemento	2" (5.00 cms)
Galvanizado y plástico	½" (1.25 cms.)

2) Velocidad mínima 0.60 m/seg.

3) Velocidad máxima: 6.00 m/seg.

4) Colocación y anclaje de la tubería: las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0.80 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).

Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 1.00 metro.

En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes o cuerpos de agua, se podrá dejar la tubería superficial siempre y cuando se garantice estabilidad y protección sanitaria. Se usará tubería metálica, cuando la tubería se coloque superficialmente, debiendo apoyarse en forma adecuada sobre dos soportes por tubo localizados a 1/5 de la longitud de cada tubo medido a partir de los extremos del mismo.

Cuando la tubería vaya superficialmente y esté más o menos horizontal, también hay que anclarla cada 100 a 150 metros; en los cambios de dirección del eje del tubo se instalarán anclajes teniendo en cuenta para su diseño los más rigurosos esfuerzos a que estén sometidos.

5) Dispositivos especiales. Se instalarán ventosas o válvulas de aire en los picos o puntos altos y válvulas de purga en los puntos bajos, para la limpieza de la tubería. El diámetro de las válvulas de purga será igual al diámetro de la tubería, cuando esta es menor de 2".

Cuando la tubería sea mayor de 2" se usará válvula de purga de 2". Estas válvulas estarán provistas de un ramal de descarga del mismo diámetro.

Se instalarán cajas rompe presión o válvulas reguladoras de presión con el objeto de exceder la máxima presión de trabajo recomendada por los fabricantes para el tipo de tubería seleccionada. La escogencia de válvulas reguladoras se hará solo en casos excepcionales por su costo, dificultad de operación y reparaciones.

Todas las válvulas deben colocarse sobre una base adecuada de concreto y deben protegerse con una caja de un material tal que la operación e inspección sean fáciles y debidamente localizadas en los planos de obra terminada.

6) Cálculos hidráulicos: Se utilizará la formula de HAZEN y WILLIAMS:

$$V = 0.3547 \times C D^{0.63} J^{0.54}$$

En la cual:

V = Velocidad en m/seg.

J = Perdida de carga en metros/metros lineal de conducto

D = Diámetro del tubo en metros

C = Coeficiente de fricción:

Se usarán los siguientes coeficientes de fricción:

Tabla 6: Coeficiente de fricción de materiales

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCIÓN C
Asbesto-cemento	140
Hierro fundido	130
Hierro galvanizado	100

Tuberías plásticas	140
--------------------	-----

7. Almacenamiento. Todos los tanques de almacenamiento y distribución deberán cubrirse con losa de concreto armado provista de boca de inspección con tapa sanitaria para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad. Deberán proveerse de un paso directo que permita mantener el servicio mientras se efectúa el lavado reparación de los tanques.

a) Macromedición. Con el fin de tener registros del cual consumido se instalará un medidor maestro a la salida del tanque.

Con el objeto de facilitar la medición del caudal captado se dejará la tubería de entrada al tanque inmediata a la boca de inspección.

b) Tanques enterrados-semienterrados o simplemente apoyados en el suelo. Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1) El área donde se localicen deberá aislarse para evitar la entrada de personas o animales o ser usada para disposición de desechos sólidos (basuras).

2) El tanque debe localizarse a una altura y distancia convenientes de cualquier posible fuente de contaminación.

La distancia mínima horizontal a cualquier fuente de contaminación será de 30 metros.

3) Los materiales usados para la construcción, deben ser apropiados y duraderos. Los más recomendables son concreto y mampostería. En lo posible se deben aprovechar al máximo los materiales y la mano de obra disponibles en la región.

4) La superficie del terreno alrededor del tanque debe tener una pendiente que permita drenar hacia fuera el agua superficial.

5) El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático. En caso necesario debe instalarse un sistema de drenaje adecuado para las aguas de infiltración.

6) Las paredes de los tanques enterrados deben sobresalir por lo menos 30 cm. de la superficie del terreno.

c. Tanques elevados. En los tanques de almacenamiento abastecidos por bombeo, se tendrá en cuenta el período de bombeo, período de diseño y las variaciones horarias del consumo.

Los tanques elevados podrán ser de concreto o metálicos. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1) Que el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.

2) La tubería de rebose debe descargar libremente.

d. Accesorios y dispositivos. Todos los tanques deberán proveerse de los siguientes dispositivos:

1) Tubo de entrada al tanque.

2) Se colocará el tubo de salida con respecto al tubo de entrada en tal forma que haya circulación de agua en el tanque y se reduzca a un mínimo la posibilidad de cortos circuitos.

3) Un tubo de rebose de capacidad igual a la máxima entrada.

4) Un tubo de desagüe con su correspondiente llave de paso que permita vaciar el tanque.

5) Dispositivos para ventilación convenientemente protegidos.

6) Escaleras interiores y exteriores en caso de que las dimensiones excedan 1.20 metros de alto.

7) Para facilitar la operación de las llaves y válvulas del tanque, éstas deben ubicarse en lo posible en una caja común o cámara seca.

8) Las tuberías de rebose y desagüe no se conectarán directamente a los alcantarillados: deberán tener una descarga libre de 1.00 como mínimo y siempre se buscará un desfogue adecuado.

9) Los extremos de las tuberías de rebose y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros animales.

8. Red de distribución.

a. Para el cálculo de la red de distribución se empleará el método de ARDÍ CROSS u otro equivalente para circuitos. El cierre del cálculo se hará con una aproximación de 1.00 metro de diferencia de presiones.

b. Se aceptarán ramales abiertos que partan de la tubería matriz de distribución siempre que terminen en conexiones domiciliarias, servicios públicos, o en casos excepcionales, en puntos muertos provistos de válvulas o taponés que sirvan para la limpieza de la tubería.

c. Los acueductos se diseñarán para servicios públicos fundamentalmente.

d. Las tuberías deberán diseñarse para ser colocadas de preferencia a un lado de los caminos (accesos o calles si las hubiere). El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la localidad con el fin de prever facilidad de ampliaciones.

1) Diámetros mínimos. Cuando se utilice la tubería de hierro galvanizado o plástica, el diámetro mínimo será de ½" y para asbesto-cemento de 2".

2) Presiones. En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

Mínima: 6 metros (presión de servicio)

Máxima: 80 metros (presión estática)

3) Válvula para operar la red. Las válvulas de control de la red para reparaciones y mantenimiento, se localizarán en lo posible en forma tal que permita aislar un tramo sin dejar fuera de servicio una gran extensión de la red.

Se proveerán válvulas de purga en los puntos convenientes.

4) Se calculará un llenacántaro (servicio público) para un número de casas entre 4 y 10 y una distancia entre la casa y el llenacántaro que no exceda de 200 metros.

e. Bombeo. Cuando el acueducto se diseñe por bombeo, deberán considerarse detenidamente los siguientes factores:

1) Que la operación de todo sistema por bombeo, en términos generales, es siempre más costosa que la de un sistema similar por gravedad.

2) Que deben considerarse además de la inversiones iniciales los costos de conservación, mantenimiento y operación del sistema.

3) Protección contra golpe de ariete: con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo se deberá contemplar la instalación de válvula de retención, con el objeto de evitar el retorno del agua a través de las bombas. Para determinar la necesidad de incluir dispositivos de alivio y en caso de que la presión estática sea mayor que $\frac{1}{2}$ la presión de trabajo de la tubería, se empleará la fórmula de Michaud. Vensano (para sobrepresión máxima):

$$ha = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot t}$$

Donde: ha = sobrepresión o aumento de presión en metros de columna de agua.

L = longitud de la tubería de descarga

V = velocidad media del agua: m/seg.

g = aceleración de la gravedad: m/seg²

t = tiempo de maniobra: segundos

Los dispositivos pueden ser: válvulas de alivio, cámaras de aire comprimido, instalación de volantes en los conjuntos elevados o construcción de cámaras de compensación o pozos de oscilación, todos destinados a amortiguar los efectos de sobre y subpresiones debidas al fenómeno de la onda producida por el cierre rápido (instantáneo).

4) De preferencia deberán diseñarse los sistemas de bombeo más elementales y económicos.

f) Dimensionamiento económico de las tuberías de bombeo

1) Para instalaciones que funcionan en forma continua, se utilizará la fórmula de Bresee.

$$D = K \cdot \sqrt{Q}$$

Donde:

D = metros

Q = m³/seg.

K = varía de 0.7 a 1.6. Un valor medio de 1.2 es lo más usual.

2) Para instalaciones que no son operadas continuamente:

$$D = 1.3 \cdot x^{1/4} \cdot \sqrt{Q}$$

Donde: D = diámetro en metros

$$X = \frac{\text{No. de Horas de bombeo por día}}{24}$$

Q = m³/seg.

g. Selección de la bomba. Para la selección de la unidad o unidades de bombeo, se indicarán los siguientes datos.

- 1) Caudal de bombeo: lts/seg.
- 2) Turbidez del agua: p.p.m
- 3) Altura dinámica de succión (estática + pérdidas): metros
- 4) Altura dinámica total del bombeo (succión + impulsión): metros
- 5) Temperatura del lugar: °C .
- 6) Altura sobre el nivel del mar: metros
- 7) Presión atmosférica del lugar, expresada en metros de columna de agua: m.c.a.
- 8) Columna de succión positiva neta (C.S.P.N): metros
- 9) Velocidad específica: r.p.m

h. Cálculo de la potencia. La potencia del conjunto elevatorio se calculará por la fórmula:

$$P = \frac{W \cdot Q \cdot H}{75 \cdot e}$$

Donde: P = Potencia en caballos de fuerza (HP)

W = Peso específico del agua 1.000 kg/m³

Q = Caudal de bombeo: m³/seg

H = Altura dinámica total: metros

E = eficiencia del conjunto elevatorio $e^{\text{motor}} \times e^{\text{bomba}}$

D. CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA DE CONSUMO

1. Calidad

a. Generalidades. A pesar de que en las pequeñas poblaciones hay dificultad para cumplir los requisitos exigidos en cuanto a calidad del agua de consumo, es indispensable que sean respetados los límites para las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento.

b. Patrones de potabilidad. Los límites sobre calidad del agua de consumo son consideraciones generales para aceptación y no deben tomarse como guía para controlar las instalaciones de tratamiento, ya que un proceso de potabilización bien conducido puede dar resultados mejores que los establecidos como mínimos para las aguas de abastecimiento. Mientras las autoridades nacionales no establezcan normas de potabilidad se adoptarán las recomendadas por OMS.

Tabla 7: PATRONES DE POTABILIDAD

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE USUALMENTE ACEPTADO	MÁXIMO PERMISIBLE
FÍSICAS (p.p.m.)		
Turbidez (esc. Sílice)	5.0	25.0
Color (esc. Cobalto)	5.0	50.0
Olor	Inobjetable	Inobjetable
Sabor	Inobjetable	Inobjetable
QUÍMICAS (p.p.m.)		
Manganeso (Mn)	0.1	0.5
Plomo (Pb)	nada	0.1
Cobre (Cu)	0.05	1.5
Zinc (Zn)	5.0	15.0
Hierro (Fe)	0.3	1.0
Magnesio (Mg)	30.0 (x)	150.0
Arsénico (As)	nada	0.05
Selenio (Se)	nada	0.01
Flúor (F)	0.6 (xx)	1.7
Cloruros (Cl)	200.0	600.0
<i>Compuestos Fenólicos</i>	0.001	0.002
Sulfatos (SO ₄)	200.0	400.0
Dureza Total (CO ₃ Ca)	100.0	500.0
Mercurio (Hg)	nada	0.001
Nitratos (NO ₃)	45.0	50.0
Nitritos (NO ₂)	nada	0.001
<i>Sólidos Totales</i>	500.0	1500.0
Cianuros (CN)	nada	00.5
Calcio (Ca)	75.0	200.0
PH	7.0-8.5	6.5-9.2
(x) Si hay menos de 250 mg/l. de sulfatos, se permite hasta 150 mg/l.		
(xx) Si es menor de 0.5 mg/l. la incidencia de caries dentales es mayor.		

c. Toma de muestras. Con el fin de conocer las variaciones de las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente de agua para el abastecimiento de una población, deben tomarse muestras, en un mínimo de dos, una en época seca y otra en lluviosa para realizar los ensayos respectivos.

Las muestras para ensayos físico-químicos se tomarán en recipientes adecuados (preferiblemente de plástico) cuya capacidad mínima debe ser de 3 litros.

Las muestras para ensayos bacteriológicos se tomarán en recipientes adecuados, cuya capacidad mínima debe ser de 100 c.c.

2. Tratamiento

a. Generalidades. Todas aquellas aguas que no llevan los requisitos de potabilidad establecidos en estas normas, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleados como fuentes de abasto para poblaciones.

El tratamiento deberá fijarse de acuerdo a los resultados de los análisis realizados por laboratorios de reconocida competencia.

Las muestras de agua para la realización de los análisis deberán ser tomadas y transportadas al laboratorio de acuerdo con la técnica que se recomienda para cada caso.

b. Desarenador. Los sólidos pesados que puedan afectar el normal funcionamiento y conservación de las instalaciones deberán ser previamente removidos mediante desarenadores, ubicado lo más cerca posible del sitio de capacitación.

Las unidades desarenadoras deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1) Los dispositivos de entrada y salida se deberán proyectar de tal forma que aseguren una buena distribución del flujo reduciendo a un mínimo la posibilidad de cortos circuitos.

2) El período de retención para el caudal máximo que llegue al desarenador será de 20 minutos como mínimo.

3) Se recomienda diseñar los desarenadores con una profundidad efectiva de tanque de 1.50 a 1.80 metros. La relación entre la longitud y la anchura puede estar comprendida entre 3:1 y 6:1. Debe dejarse una capacidad adicional al tanque para el volumen de los sedimentos o lodos. El ancho mínimo será de 0.60 metros al fin de facilitar la limpieza.

4) La tubería de llegada debe quedar localizada en el eje longitudinal del mismo para evitar posibles cortos circuitos.

5) A la entrada se instalará un tabique a fin de hacer uniforme el flujo dentro del desarenador y cuya altura será por lo menos de las 2/3 partes de la profundidad efectiva del tanque.

6) El dispositivo de salida de agua del desarenador puede consistir en un canal con vertedero a todo lo ancho del tanque.

7) El Tanque irá provisto de un rebose colocado lateralmente cerca de la entrada.

8) Los desarenadores deberán garantizar la remoción de partículas mayores de 0.1 mm de diámetro en un porcentaje no menor de 75%.

9) La velocidad horizontal deberá fijarse en función del asentamiento vertical de la partícula, no debiendo exceder de 30 cm/seg. La velocidad del asentamiento vertical se calculará tomando en cuenta la temperatura del líquido y el peso específico de la partícula.

c. Aireación. En caso de que sea necesaria la remoción de gases, hierro, manganeso, etc., mediante proceso de aireación, se podrán instalar los aireadores de bandeja con o sin material de contacto; de cascada, de fuente, de difusión, etc. Los aireadores instalados para la oxidación de compuestos precipitables, deberán estar seguidos por unidades de sedimentación y preferiblemente de filtración.

d. Sedimentación simple. Se empleará cuando la turbidez del agua sea excesiva, antes de los filtros lentos, con el fin de rebajar esta turbidez a 50 p.p.m. o menos, permitiendo de este modo la operación de dichos filtros sin necesidad de estarlos limpiando frecuentemente.

Las características generales de los sedimentadores simples, sin el uso de coagulantes, son semejantes a las indicadas para los desarenadores, con las siguientes modificaciones.

- 1) El período de retención para el gasto máximo será de 2 horas con mínimo y 12 horas como máximo.
- 2) La profundidad no será menor de 2.50 metros.
- 3) Puede instalarse un paso directo con el fin de no interrumpir el servicio cuando se está lavando el sedimentador.

e. Filtración. La filtración deberá hacerse de preferencia con filtros lentos de arena . Estos filtros lentos de arena deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) El influente no deberá tener color mayor de 30 unidades (escala Platino-Cobalto), ni turbidez superior a 50 p.p.m.
- 2) La tasa de filtración no será mayor $10 \text{ m}^3/\text{m}^2$ por día.
- 3) La arena deberá tener un tamaño efectivo de 0.20 a 0.40 mm y un coeficiente de uniformidad no mayor de 3.
- 4) El espesor del lecho filtrante deberá fijarse en función de las características del influente y la granulometría de la arena. El espesor no deberá ser menor de 0.70 metros.
- 5) La altura de la capa de agua sobre la arena deberá ser del orden de 1.00 metro.
- 6) La máxima pérdida de carga admitida antes de la limpieza, no deberá exceder de 0.70 metros.
- 7) La grava deberá colocarse en un mínimo de 3 capas gradadas de acuerdo con las características de la arena y del sistema recolector. El espesor total no debe ser menor de 25 centímetros.

8) El sistema recolector de agua filtrada así como los dispositivos de entrada, salida, control, etc., deberán ser diseñados de acuerdo a las especificaciones que para tal efecto existen.

f. Desinfección. Cuando se considere indispensable para asegurar la calidad bacteriológica del agua ésta debe someterse a un tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados.

El punto de aplicación del compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que garantice una mezcla efectiva con el agua y asegure un período de contacto de 20 minutos como mínimo, antes de que llegue el agua al consumidor. La desinfección debe ser tal que asegure un residual de 0.p.p.m. en el punto más lejano de la red.

A manera de ilustración se adjunta el siguiente cuadro:

Tabla 8: Efectos de los principales procesos de tratamientos sobre la calidad del agua

TRATAMIENTO CARACTERÍSTICAS	AIREACIÓN	SEDIMENTACIÓN SIMPLE	FILTRACIÓN LENTA	COAGULACIÓN, SEDIMENTACIÓN FILTRACIÓN RÁPIDA	CORRECCIÓN DE DUREZA Y FLITR. RÁPIDA	DESINFECCIÓN (CLORACIÓN)
BACTERIAS	0	++	++++	++++	(+++)	++++
COLOR	0	0	++	++++	(++++)	0
TURBIDEZ	0	+++	++++	++++	(++++)	0
OLOR Y SABOR	++++	(+)	+++	(++)	(++)	++++
DUREZA	+	0	0	(--)	++++	0
CORROSIVIDAD	+++ ---	0	0	(--)	Variable	0
HIERRO Y MANGASESO	+++	+	++++	++++	(++)	0

Tabla 9: Símbolos empleados

EFFECTOS FAVORABLES	GRADO	EFFECTOS ADVERSOS
++++	AMPLIAMENTE	---
+++	BASTANTE	---
++	POCO	--
+	LIGERAMENTE	-
0	SIN EFECTO	0

Nota: Los símbolos entre paréntesis indican efectos indirectos.

E. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

1. Información preliminar. De la investigación preliminar realizada en el campo, de acuerdo a lo estipulado en el capítulo I, deberá elaborarse un informe que servirá de base para la realización del anteproyecto.

2. Anteproyecto. De acuerdo al informe preliminar se procederá a la elaboración de uno o varios anteproyectos. Estos deberán ir acompañados a un informe que contemple las varias soluciones estudiadas; estudio de las fuentes que se proyectan aprovechar, haciendo énfasis en la calidad y cantidad de la misma, en diferentes épocas del año. Información sobre jornales, precios unitarios de los materiales, transportes, etc.

3. Proyecto. En el desarrollo de los estudios y diseño del anteproyecto seleccionado.

La alternativa de proyecto elegida, será aquella que luego de una evaluación técnica y económica resulte ser la más favorable.

4. Presentación de planos y memoria.

a. Partes componente del proyecto. La presentación de los proyectos incluirá los siguientes elementos:

Carpeta

1) Índice

2) Plano de ubicación de la localidad

3) Memoria descriptiva

4) Memoria técnica (cálculos hidráulicos)

5) Cálculos estructurales

6) Análisis de precios unitarios y presupuesto

7) Juego de planos

8) Análisis físico, químico y bacteriológicos.

b. Carpeta. Cada proyecto será presentado en tamaño carta con tapa y contratapa, la tapa llevará la carátula de acuerdo con el modelo adjunto.

c. Índice. A continuación de la carátula se agregará un índice en el cual se hará mención de los capítulos respectivos con su correspondiente contenido.

d. Plano de ubicación de la localidad. Cada proyecto llevará un plano de la república de Guatemala. En él se ubicará la localidad en la que se construirá la obra. En el espacio previsto, lado superior derecho, se hará con croquis, a una escala conveniente, en la que se indicará la ubicación de la comunidad, con respecto a la cabecera municipal respectiva.

e. Memoria descriptiva. Tiene por objeto dar a conocer las características de la localidad, los resultados de la encuesta socioeconómica y las soluciones adoptadas. Su presentación será en tamaño carta y escritas a máquina.

Debe suministrar la siguiente información mínima:

- 1) Localización, indicando las diferentes vías de acceso a la comunidad.
- 2) Topografía
- 3) Clima
- 4) Precipitación y régimen de lluvias
- 5) Actividad económica
- 6) Autoridades, servicios públicos e instituciones oficiales y privadas
- 7) Condiciones sanitarias
- 8) Censos recientes de población
- 9) Abastecimiento actual de agua

10) Fuente de abastecimiento que se proyecta aprovechar y aforos representativos de las variaciones de caudal de dicha fuente

11) Descripción del proyecto

12) Se hará una somera descripción de cada uno de los componentes del proyecto; se incluirá una reseña de las distintas alternativas estudiadas y se expresarán las razones tenidas en cuenta para elegir una solución adoptada.

13) Se indicará el tipo de sistema proyectado, tipo de captación, clase de tubería y diámetros de la conducción, mencionando las obras de arte especiales; la ubicación tipo y capacidad del tanque; el tratamiento necesario y las obras escogidas para el mismo, diámetros y clase de tubería de la red de distribución, número de conexiones domiciliarias y llenacántaros proyectados.

f. Memoria técnica (cálculos hidráulicos). Tiene por objeto indicar las justificaciones de todas y cada una de las instalaciones proyectadas, así como registrar en forma detallada los valores básicos que han servido para el cálculo, las fórmulas, tablas empleadas y los valores resultantes.

Deberá incluirse como mínimo en cada proyecto:

1) Datos demográficos. Población actual, obtenida de la encuesta socioeconómica y del censo realizado por la cuadrilla que efectuó el levantamiento topográfico; el índice de crecimiento demográfico, el método utilizado para la estimación de la población futura y del período de diseño para cada una de las estructuras.

2) Dotación. Se indicará la dotación adoptada y las razones para su adopción.

3) Tipo de distribución. Se indicará el tipo previsto para la distribución, sea este por conexiones domiciliarias o fuentes públicas, justificándose la elección realizada.

4) Captación. Se justificará la clase de captación proyectada, indicándose las dimensiones de la obra, dispositivos de entrada y salida, etc.

5) Tratamiento. Se justificarán, indicando los cálculos respectivos, las unidades de tratamiento adoptadas.

6) Conducción. Se presentará según el modelo que se anexo, incluyendo el dimensionamiento de obras especiales como pasos elevados, cajas rompe-presión, cajas distribuidoras de caudales, etc., con justificación de los mismos.

7) Tanque de distribución. Se justificará el volumen de almacenamiento seleccionado con indicación del tipo de tanque a construirse y la localización del mismo.

8) Red de distribución. Se adjuntará un croquis de la red en el que se indicarán longitudes de tramos, sentido del flujo y las presiones dinámicas.

Cuando la red se calcule por medio del método de Hardi-Cross, se utilizará el modelo que se anexa, consignando únicamente la última aproximación. Si la red no incluye circuitos cerrados, deberá presentarse según modelo adjunto, cálculo hidráulico de la red.

9) Bombeo. Cuando se proyecten estaciones de bombeo, se indicará el tipo de equipo seleccionado y el número de unidades a instalar.

Para la utilización de pozos se indicará la profundidad y capacidad de las napas freáticas a utilizar, y se adjuntará un perfil estratigráfico de la perforación.

g. Juego de planos.

1) Forma de presentación. Todo proyecto constará de un legajo de planos dibujados en escalas convenientes. En todos los casos se presentará una copia heliográfica de los planos originales dibujados en papel calco y con tinta china o similar. Los planos serán claros y legibles.

Deben dibujarse de manera que toda información necesaria pueda mostrarse perfectamente.

El tamaño de los planos será de 56 cm por 93.5 cm un margen perimetral de 1.0 cm excepto el margen izquierdo que tendrá 2.5 cm

En el ángulo inferior derecho, llevarán un cuadro para el sello de 12 cm de alto por 12 cm de ancho. Deberá dejarse un espacio libre de 8 cm en el lado izquierdo del sello, para anotar los cambios que se presenten.

2) Número de planos. Se presentarán como mínimo los siguientes planos:

a. Plano de conjunto del diseño hidráulico a una escala conveniente para tenerlo en lo posible en una sola hoja. Este plano deberá contener la planta de todo el proyecto, incluyéndose las referencias de tránsito y nivel y la localización de cada una de las obras que integren el proyecto.

b. Captación y derivación. En el caso de manantiales y tomas superficiales se acompañarán detalles de la captación a escala: 1:50 o 1:20 junto con cortes longitudinales y transversales que definan perfectamente la obra a realizar. En el caso de aprovechamiento de aguas subterráneas se adjuntarán los perfiles estratigráficos o geológicos de perforaciones en la zona en caso de que existan, con indicación de napas de agua que permitan estimar la profundidad y cual de las napas se va a captar.

Se incluirán además, detalles de las obras de mampostería a la escala que muestren la clase de material y distribución del refuerzo, si fuere el caso, en losas, vigas, muros, etc.

c. Tanque de distribución. Se presentará un plano en escala 1:50 o 1:20 en el que se muestre planta y cortes longitudinales y transversales con las dimensiones acotadas detalladamente, accesos, válvulas, tuberías de entrada y salida, paso directo, rebose y desagüe, ventilaciones, indicando con un número la localización de cada parte si la importancia de la estructura así lo requiere.

d. Red de distribución. Planta general de la localidad con cota de terreno correspondiente a esquinas y cambios de pendientes, zanjas y cursos de agua.

Se indicarán claramente las zonas construidas de proyectos de urbanizaciones.

e. Plano de detalle de la Red de Distribución indicando longitud, diámetro adoptado, simbolismo convencional adoptado para los diferentes tipos de accesorios. Este

plano se complementará con un cuadro de detalle por nudos haciendo corresponder su numeración con la del plano de la red.

f. Planos de plantas, cortes y detalles de cualquier otro tipo de estructura que se diseñe.

F. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE

1. Cálculo de mano de obra calificada y no calificada. Todo el personal calificado y no calificado, incluyendo: presidente del proyecto, encargados, operadores, topógrafos, cadeneros, mecánicos, auxiliares, etc., tendrán relación laboral con el ejecutor.

2. Precio unitario. Deberá incluir los costos directos, indirectos, la supervisión técnica del campo, la administración, la utilidad, seguros, fianzas y cualquier gasto en el que tenga que incurrir el Ejecutor para concluir satisfactoriamente el proyecto.

3. Documentos para aprobación. Dentro del ordenamiento necesario para la ejecución y/o supervisión de los distintos trabajos, el ejecutor está obligado a presentar, previo al inicio de la obra, lo siguiente:

- a. Modelo de programación física de obra
- b. Cronograma de actividades, plan de trabajo, y
- c. Modelo de programación financiera.

En el modelo de programación física, deben detallarse los diferentes renglones que componen la obra, definiendo los tiempos necesarios para el cumplimiento de cada actividad, la secuencia de las mismas y estableciendo la ruta crítica de ejecución. En la misma forma, deberá presentarse un diagrama de barras, que permita observar el avance de la obra y a la vez sea congruente con el modelo de programación financiera. En este último, debe detallarse las inversiones mensuales y acumuladas, necesarias para la ejecución de la obra.

4. Licencias y autorizaciones. Todas las licencias y autorizaciones necesarias para la ejecución de la obra, serán tramitadas por el ejecutor ante las dependencias oficiales correspondientes, debiendo cumplir con todas las disposiciones que para el efecto existan. La responsabilidad legal y técnica que se derive de ellas, será asumida por el ejecutor.

Para ello el ejecutor está obligado a conocer las restricciones sobre demolición de construcciones, permisos forestales, permisos para construcción, conexiones a sistemas de agua potable, etc.

5. Bodega. La bodega para almacenamiento de materiales de construcción, deberá cumplir los requerimientos del proyecto, el ejecutor deberá definir el punto mas adecuado para el montaje de ésta, con la autorización del ingeniero supervisor.

6. Limpia, chapeo y destronque.

a. Definición. Son las operaciones previstas a la iniciación de los trabajos en la obra, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación y material desechable.

b. Descripción. Consiste en el chapeo remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites de la obra con el fin de realizar y facilitar los trabajos de obra civil, comprende además la preservación de la vegetación que debe conservarse, a efecto de evitar daño en la obra y a la propiedad privada. Para la línea de conducción debe estimarse como mínimo la limpieza de 1 m. a cada lado del eje de la línea.

7. Excavación de zanjas

a. Definición. Consiste en excavar y remover la tierra hasta lo que será el lecho de la tubería.

b. Descripción. Comprende la operación de remover y extraer cualquier clase de material dentro de los límites de trabajo de la zanja, en la que se instalará la tubería.

Se deberá cortar la zanja asimétrica al eje de instalación de tubería hasta las profundidades de colocación indicadas en los planos o a la profundidad necesaria para dejar los siguientes recubrimientos normales mínimos:

Tabla 10: Recubrimiento mínimo de tuberías

Material sobre la tubería:	Recubrimiento mínimo
Cloruro de polivinilo	
En terrenos cultivados, camino o áreas de tránsito liviano	0.80 m.
En caminos de tránsito pesado	1.00 m
Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo	0.60 m

8. Protección de excavaciones

a. Contra agua pluviales: deberá protegerse la zanja excavada, construyendo canales interceptores que conduzcan las aguas descorrentía hasta áreas de drenaje natural donde no provoquen daños al trabajo realizado.

b. Contra derrumbes: se deberá proteger la zanja contra derrumbes, especialmente en tramos donde esta represente peligro para los trabajadores, entibando en forma adecuada o bien removiendo las masas de terreno que amenacen derrumbe.

9. Relleno de zanja

a. Definición. Operación necesaria para cubrir la tubería instalada, con el material proveniente de la excavación o de bancos de préstamo con el grado de compactación necesaria.

b. Descripción. Las zanjas hechas para la colocación de tubería, deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado su colocación.

10. Concreto

a. Definición. Mezcla de cemento Pórtland, Pórtland modificado tipo 1 (PM), o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, grueso y agua, con o sin aditivos.

Al concreto que contiene acero de refuerzo ya sea preesforzado o no diseñado suponiendo que ambos materiales actúan juntos para resistir las fuerzas a las que son sometidos se le denomina concreto reforzado o concreto preesforzado.

El concreto a utilizarse deberá ajustarse a las últimas normas vigentes del Instituto Americano del Concreto ACI-318. El concreto reforzado deberá incluir el acero de refuerzo, los materiales y demás elementos necesarios para su producción, fundición y curado. La resistencia del concreto será de 3,000 lbs/pulg².

b. Materiales. Para la fabricación del concreto se emplean los siguientes materiales:

- 1) Cemento Pórtland modificado en todos sus tipos
- 2) Agregados pétreos (gruesos y finos)
- 3) Agua
- 4) Aditivos

11. Cemento. El cemento deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Cumplir con las especificaciones para cemento Pórtland tipo 1 (PM) de norma COGUANOR NGO 41001, ó ASTM C 595.

b) El cemento que se utilice deberá ser de una marca de reconocida calidad y aprobada por el Supervisor.

12. Agregados

a. Agregado fino. Este material estará formado por arena de río, o por arena de trituración, que sea consistente, libre de cantidades dañinas de arcilla, cieno, desechos orgánicos y sales minerales que afecten la calidad del concreto.

En general los agregados finos deben cumplir con las especificaciones de agregados para concreto COGUANOR NGO 41007 ó ASTM C33.

b. Agregado grueso. Este material estará formado por grava o piedrín y deberá ser libre de cantidades dañinas de materiales suaves o desmenuzables, terrones de arcilla, polvo y otros materiales nocivos. Deberá cumplir con norma COGUANOR NGO 41007 ó ASTM C33.

El tamaño nominal máximo de agregado no será superior a: $1/5$ de la superación entre los lados de la formaleta, ni $1/3$ del peralte de la losa, ni $3/4$ partes de espaciamiento mínimo libre entre varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de preesfuerzo, varilla o paquetes de varillas y formalete.

13. Mezclado del concreto. La resistencia especificada del concreto a los 28 días deberá ser de 3,000 PSI salvo indicación contraria indicada en los planos. El tamaño máximo de los agregados deberá cumplir con lo indicado en las normas ASTM C231 ó ASTM C138.

La relación agua/cemento no deberá exceder en ningún caso de 0.53 por peso. Cuando se utilice concreto premezclado se debe poner especial cuidado en la cantidad de agua de la mezcla. El contratista es responsable de la calidad del concreto premezclado puesto in situ y debe utilizar los controles que sean necesarios para evitar demoras debido a procedimientos inadecuados de despacho manejo, colocación o consolidación.

El revenimiento (Slump) en el concreto deberá cumplir con lo indicado en ASTM C143, o bien lo indicado en los planos.

14. Proporciones. Será responsabilidad del contratista diseñar la mezcla que reúna los requisitos establecidos en estas especificaciones. La dosificación propuesta deberá ser aprobada por la Supervisión, pudiendo ésta poner a prueba la mezcla y solicitar su modificación sino se obtiene la resistencia especificada.

Los requisitos mínimos para las proporciones de cemento, cantidad y tamaño del agregado fino y agregado grueso, agua, aditivos, etc., así como las especificaciones para el

revenimiento y resistencia de ruptura del concreto deben proporcionarse de acuerdo a los requerimientos indicados en estas especificaciones.

15. Curado del concreto. Todo concreto acabado de colocar deberá protegerse de la acción agresiva del medio ambiente o de cualquier otro agente exterior que pueda dañarlo o contaminarlo.

Inmediatamente después que el fraguado haya comenzado, el concreto deberá mantenerse en una condición húmeda por lo menos durante los primeros 7 días después de la fundición.

Los productos utilizados para el curado del concreto deberán cumplir con los requisitos de ASTM C309-72.

Curado continuo. Consiste en la aplicación de agua por anegamiento, aspersión, vapor, o bien utilizando materiales de cubrimiento saturados, como carpetas de yute o algodón, aserrín, arena, etc.

Materiales selladores. Se utilizan para evitar la pérdida excesiva de agua en la superficie de concreto. Preferentemente se deberán utilizar compuestos líquidos para formar las membranas de curado los cuales deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C 309.

16. Acero de refuerzo. El acero de refuerzo debe ser corrugado excepto para espirales, cables o barras No.2. Las varillas de refuerzo serán grado 40, a menos que se indique lo contrario en los planos del proyecto y deben cumplir con las normas ASTM A-615, A-616, A-617.

17. Formaleta. La formaleta debe dar como resultado una estructura que cumpla con la forma, los lineamientos y las dimensiones de los elementos, según lo requerido en los planos de diseño y las especificaciones. El diseño de la formaleta debe considerar la velocidad y método de colocación del concreto y cargas de construcción tanto verticales, horizontales y de impacto.

La formaieta debe ser sustancial y suficientemente impermeable para impedir la fuga del concreto, debe estar adecuadamente apuntalada, unida y rigidizada de tal manera que conserve su forma y posición durante la fundición y fraguado.

El desencofrado y retiro de puntales deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura. Al concreto que le sea retirada la formaleta debe ser lo suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores, por lo que no se deberá retirar ningún puntal o formaleta hasta que la estructura sea capaz de resistir su propio peso y el de las cargas aplicadas a la misma.

La formaleta deberá permanecer en su lugar los siguientes tiempos mínimos:

- | | |
|---|---------|
| a. Muros, columnas y elementos verticales | 4 días |
| b. Vigas, nervios y losas | 15 días |
| c. Voladizos | 28 días |

18. Anclajes de tuberías

a. Definición. Los anclajes son estructuras que se construyen para fijar al terreno las tuberías.

b. descripción. Estas estructuras deben diseñarse y construirse para absorber las reacciones que se producen en la tubería en los cambios de dirección, tanto verticales como horizontales, así como en pendientes pronunciadas para mantener fija la tubería.

c. Requisitos de construcción. Estos anclajes serán construidos de concreto clase B de 175 kg/cm² (2500lb/pulg²), de acuerdo a las dimensiones y alineaciones que se indiquen en los planos o en las disposiciones especiales y complementarias. Su ubicación estará sujeta a la indicación en planos o al momento de su construcción, a las indicaciones del Supervisor.

Quando la tubería se instale en superficies pantanosas o cenagosas, ésta deberá elevarse sobre las superficie por medio de anclajes altos y nunca soportes con elementos de madera.

19. Caja de captación

a. Definición. Es la estructura construida próxima a la fuente con el objeto de recolectar el agua de ésta. El trabajo consiste en hacer toda la obra civil necesaria para efectuar la captación.

b. Descripción. Estas estructuras pueden ser de mampostería o de concreto, cubiertas con tapadera de concreto asegurada por medio de candado.

20. Caja de válvulas

a. Definición. Son cajas que sirven para proteger cualquier válvula que es necesario instalar en el acueducto.

b. Descripción. Estas estructuras pueden ser de mampostería o de concreto, cubiertas con tapadera metálica o de concreto asegurada por medio de candado.

21. Tanques de distribución

a. Definición. Son depósitos para almacenar agua. Se les llama indistintamente tanque de almacenamiento o de distribución. Están comprendidos también los tanques de succión o alimentación en sistemas para bombeo.

b. Descripción. La unidad de tanques, corresponde tanto la estructura principal de obra civil (cimentación, paredes y cubiertas) como todos los aditamentos hidráulicos y de funcionamiento, tubería de entrada y salida, desagüe, válvulas y capas para inspección y limpieza con sus correspondientes tapaderas, escaleras si es necesario, acabados e impermeabilización.

22. Caja de protección de hipoclorador

a. Definición. Es la estructura que se construye con el objeto de alojar y proteger el equipo de aplicación de cloro.

b. Descripción. Es una caja de mampostería de block con pines #3 + esl #2 entre cada sisa y sus dimensiones son 0.80 x 0.80 z 1.00 con tapadera de concreto y candado.

23. Tuberías

a. Definición. Son conductos cerrados para la conducción de agua potable a presión y escurrimiento libre.

b. Descripción. Este renglón comprende el suministro, transporte, almacenamiento, instalación y prueba de las tuberías y sus accesorios, en la construcción de acueductos.

24. Tipos de tubería

a. Tubería de PVC. Bajo esta denominación deben entenderse los tubos de policloruro de vinilo rígido, para la conducción de agua fría a presión.

Igualmente estarán incluidos los accesorios (tees, codos, etc.), que sean necesarios.

Los tubos de PVC deberán de PVC 12454-B (designación antigua PVC 1120) SDR max. 26, de conformidad con las Normas COGUANOR NGO 19003 o ASTM D-2241. Si la tubería tiene un extremo acampanado deberá cumplir además, con Normas COGUANOR NGO 19005.

En el caso de que así lo indiquen las disposiciones especiales podrá usarse también tubería de PVC 1120 CÉDULA 40 CONFORME Norma ASTM 1785.

Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de tubería PVC y cumplir con lo indicado en Norma ASTM D 2466 (SCH 40) ASTM 2467 (SCH 80) según la presión requerida.

Los solventes a utilizarse deberán satisfacer la Norma ASTM D 2564.

b. Tubería de hierro galvanizado (H.G.) Los tubos galvanizados, son tubos negros de acero, cuyas superficies, exterior e interior han sido recubiertas de zinc, por cualquier procedimiento que satisfaga como mínimo las especificaciones contenidas en la norma ASTM A 53 y que en su fabricación hayan sido soldados eléctricamente sin costura.

Tendrán como mínimo la masa y dimensiones propias del tipo de estándar.

La longitud de los tubos podrá oscilar entre 5.49 y 6.40 m. (18 y 21 pies).

Deberán estar roscados en ambos extremos y tener cada tubo una pieza para acoplar, conforme especificaciones ASPT o ANSI B1.20.1.

Igualmente en este renglón deben incluirse los accesorios (tees, codos, etc.) que sean utilizados en la instalación de la tubería los que deben satisfacer las normas ASTM y ANSI.

Dado lo agresivo del subsuelo de algunas regiones del país, el uso de tubería de acero galvanizado en instalación subterránea deberá ser expresamente autorizado el Organismo Ejecutor, en las especificaciones o disposiciones especiales. El uso de tubería de H.G. es indicado donde esté expuesta a la atmósfera, colocada sobre soportes de concreto, mampostería o metálicos.

25. Prueba de tuberías. El objeto de las pruebas del campo, es verificar si todos sus componentes han sido correctamente instalados y debe efectuarse en longitudes no mayores de 800 metros a la vez. Para ello, antes de efectuar las pruebas debe comprobarse que los bloques de anclaje construidos hayan endurecido lo suficiente, que los accesorios y válvulas estén debidamente instalados, etc.

Las uniones y accesorios deben quedar descubiertos, para poder observar fácilmente si hay alguna fuga o falla en las mismas.

Para la prueba debe usarse el procedimiento siguiente:

a. Se llena con agua el tramo donde se efectuará la prueba.

b. Normalmente se prueban con bombas manuales provistas de manómetro calibrado con una exactitud de 5%. Se introduce presión gradualmente por medio de la bomba, dejando escape para el aire en el extremo final del tramo a probar.

c. Se cierra el escape del aire y se eleva la presión al máximo valor que resulte de la máxima presión de trabajo, a la que esté sujeta el tramo o como mínimo a 7 kg/cm² (110lb/plg²) medido en el punto más bajo durante 45 minutos, durante la cual no se aceptará un descenso mayor del 5% de la presión de prueba. La prueba de la tubería debe ser hecha como parte de las operaciones de instalación de la tubería, para cada tramo.

En las pruebas de líneas se deberá tener cuidado que no se exceda la presión de trabajo de los tubos.

Estas pruebas se realizarán en aquellos casos donde la red se construya previa a la conducción y/o donde el supervisor lo defina.

26. Desinfección de tuberías

a. Antes de poner en servicio las tuberías instaladas, deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.

b. Para la desinfección, se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 mg. de cloro por litro de agua, la que se mantendrá por 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería se introducirá el volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionado escapes en todos los extremos durante la aplicación de agua clorada para desinfección.

c. Después de 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

27. Conexión predial

a. Definición. Se entiende por conexión predial el servicio instalado en un lote para el uso de una vivienda.

b. Descripción. El renglón incluye el suministro e instalación de toda la tubería, válvula de paso y válvula de chorro, accesorios y materiales necesarios para la conexión predial conforme se indica en los planos.

28. Válvulas

a. Válvulas de chorro (llave de chorro)

1) Definición. Válvula de chorro es el accesorio final que se instala en los servicios públicos y prediales, para descargar el agua en forma controlada.

2) Descripción. Accesorio metálico formado por un cuerpo y vástago desmontable, que se gira para operarlo por medio de un pequeño volante.

b. Válvulas de compuerta

1) Definición. Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante.

2) Especificaciones. El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la aleación UNSC 83600 (designación antigua 85-5-5-5). Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASPT. El diseño de la compuerta deber ser simple y efectivo. Pueden ser de vástago fijo o ascendente, debiendo operar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 lb/plg²). Las de diámetro no mayor de 100 mm. (4") serán de extremos roscados conforme especificaciones ASPT.

Las de diámetro mayor a 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.

c. Válvula de paso (llave de paso)

1) Definición. Son válvulas que funcionan mediante un cono horadado que al girar permite o cierra el paso del agua. Constante de cuerpo, sección desmontable y cono horadado.

2) Especificaciones. La válvula de paso debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNSC83600 (designación antigua 85-5-5-5). El cono exterior debe terminar en un tornillo de cabeza cuadrada que permita el uso de vástago de operación.

Las roscas deben estar hechas a perfección, los hilos deben ser perfectos, sin orillas irregulares y de acuerdo con normas ASTM o ANSI. Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 lb/plg²).

III. JUSTIFICACIÓN

Con la ejecución de estos proyectos de infraestructura social, se pretende mejorar las condiciones de vida de los pobladores al evitarse la proliferación de enfermedades gastrointestinales y epidemiológicas al consumir agua libre de contaminantes y como consecuencia el tener que recorrer distancias prolongadas para obtener el vital líquido.

Las principales causas de morbi-mortalidad son las enfermedades del sistema respiratorio y las enfermedades gastrointestinales. Estas últimas son ocasionadas, en gran medida, por la falta de servicios adecuados de agua potable y de disposición de excretas y por la contaminación del agua que surte a las poblaciones.

La revisión de las normas para ejecución de acueductos rurales para su constante actualización es de vital importancia tanto para los ingenieros quienes pueden optar por sistemas constructivos y de diseño más eficientes, como par las comunidades que verán los beneficios reflejados en la rapidez con que se realizarán los proyectos.

IV. OBJETIVOS

A. Generales

- Simplificar la búsqueda de información acerca del diseño y construcción de acueductos rurales por medio de una recopilación de normas existentes para lograr trabajos mejor elaborados y con un menor costo.

B. Específicos

- Influir en las entidades dedicadas al diseño y construcción de acueductos rurales para actualizar continuamente las normas ya existentes.
- Volver al ingeniero un profesional más eficiente en la ejecución de proyectos con un manual de normas completo y actualizado.
- Ayudar al área rural a prevenir enfermedades con la introducción de agua potable en las comunidades.

V. HIPÓTESIS

Una revisión a las normas para la ejecución de acueductos rurales así como la recopilación de información existente sobre este tema representa un mejoramiento en cuanto a diseño y construcción de este tipo de proyectos.

VI. METODOLOGÍA

A. Análisis previo de las normas y de la comunidad.

1. Lectura previa de las normas de diseño.
2. Visita a la comunidad a trabajar “San Nicolás, Cuilapa, Santa Rosa”.

B. Diseño del acueducto rural en la comunidad.

1. Aplicar las normas de diseño para la recopilación de datos del lugar
2. Contemplar e implementar las especificaciones de construcción básicas para la realización del proyecto.
3. trabajar conjuntamente las normas de diseño y las especificaciones para la construcción de acueductos rurales.
4. determinar facilidad de trabajar el proyecto con la recopilación de información encontrada en los textos.

VII. RESULTADOS

A. FACTIBILIDAD

1. Características de la población. En el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa se ubica la comunidad “San Nicolas”, la cual es habitada en la actualidad por 260 habitantes distribuidos en 53 viviendas.

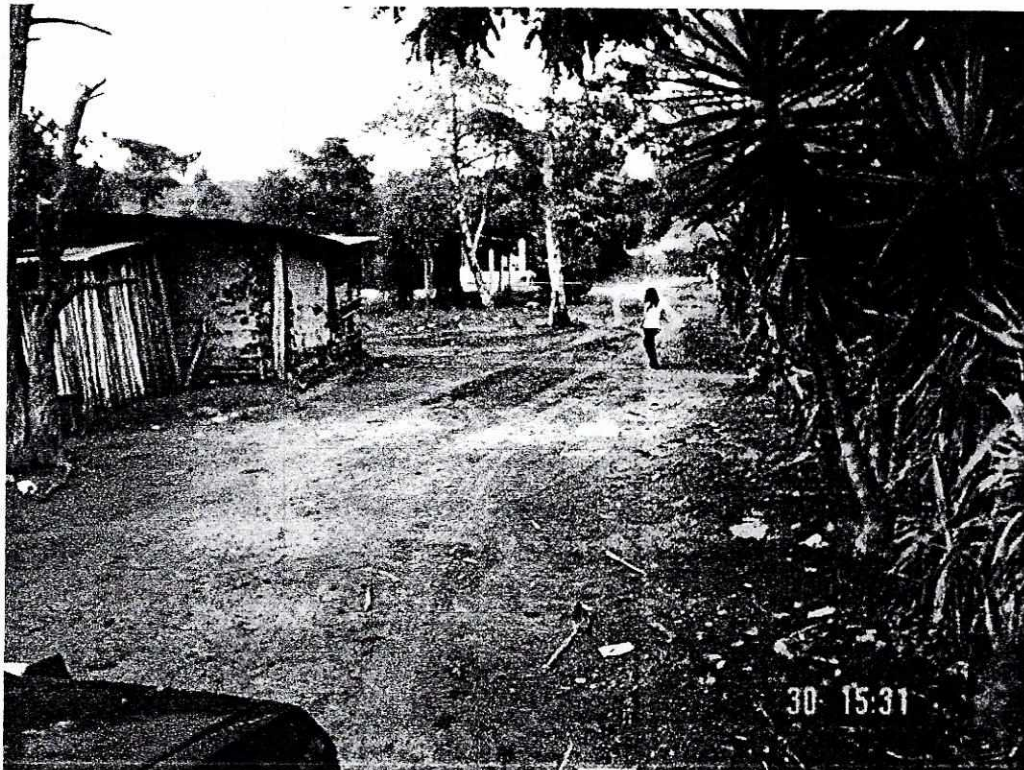
Las viviendas de la comunidad son de paredes de block palo pique y bajareque con techo de lámina. Muy pocas viviendas poseen piso de torta de cemento, predominando el piso de tierra.

Las calles de la comunidad en un 100% son de terracería transitable la mayor parte del tiempo.

Figura No.1: Fotografía “Vista de las viviendas características de la comunidad”



Figura No.2: Fotografía “Vista de la cobertura de calles de la comunidad”



2. Censo General. De acuerdo al censo efectuado por la cuadrilla de topografía, el número de viviendas reportado al año 2003 es de 53 viviendas, en la cual viven 260 habitantes en un promedio de 4.90 por vivienda.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, esta población presenta un crecimiento poblacional, referido a la tasa de crecimiento poblacional del municipio del 2.50% anual.

3. Localización. La comunidad “San Nicolás” se ubica en el municipio de Cuilapa del departamento de Santa Rosa, a 82 kilómetros de la ciudad capital de la República de Guatemala.

Figura No.3: Localización del proyecto.

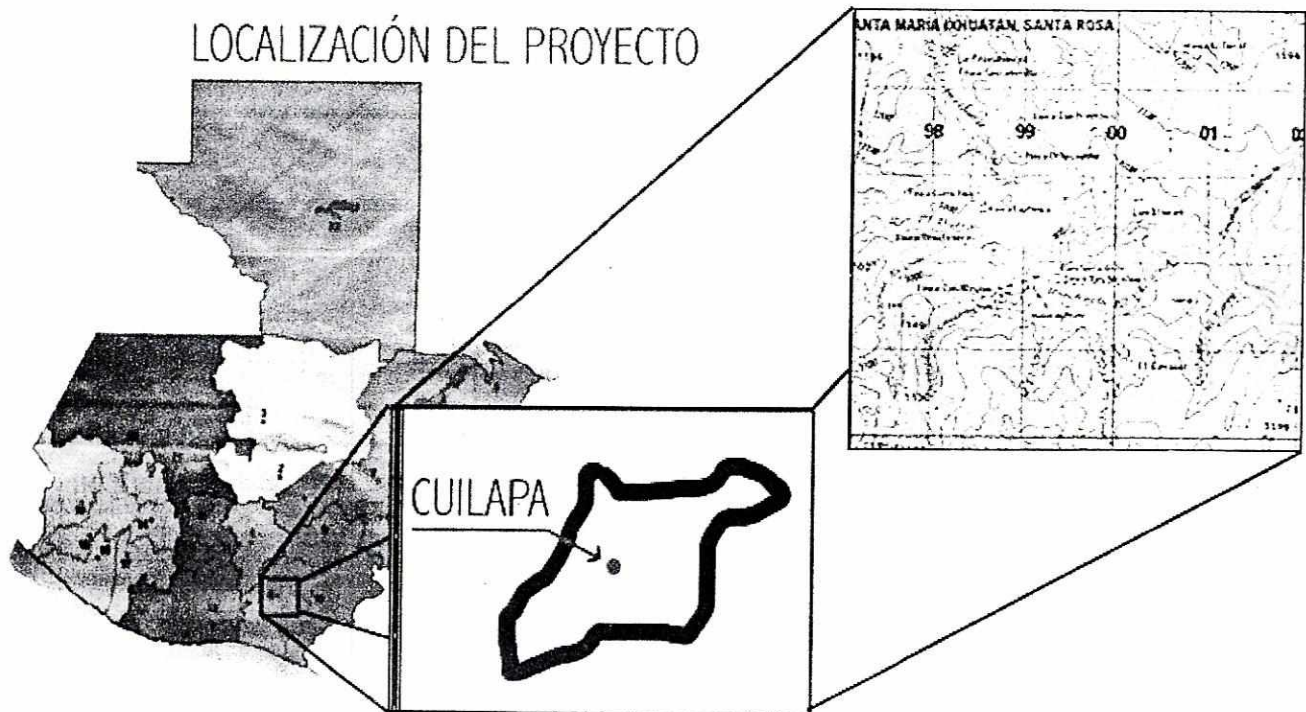


Figura No.4: Plano de ubicación



4. Acceso. Para acceder a la comunidad San Nicolás, se debe recorrer la CA1, que sale desde la ciudad de Guatemala con ruta a frontera con El Salvador, recorriendo aproximadamente 70 kilómetros (8 después de la cabecera municipal de Cuilapa, Santa Rosa), llegando a la intersección sobre la CA1 con la ruta nacional que conduce a la cabecera municipal de Santa María Ixtahuatán; de esta intersección se debe de recorrer aproximadamente 6 kilómetros, para buscar la intersección que conduce a Nueva Providencia hasta llegar a la comunidad San Nicolás. Todo el recorrido se realiza en carretera asfaltada 89 Km., y en terracería 11 Km., la cual se encuentra en buenas condiciones de tránsito.

Tabla 11: “Distribución de kilometraje al proyecto”

DE	A	RUTA	KILOMETRAJE	
Guatemala, Ciudad	Cruce con ruta nacional 16	CA-1	89	Asfalto
Cruce con ruta nacional	Comunidad San Nicolás	RN	11	Terracería

Figura No.5 Acceso desde la ciudad de Guatemala al proyecto

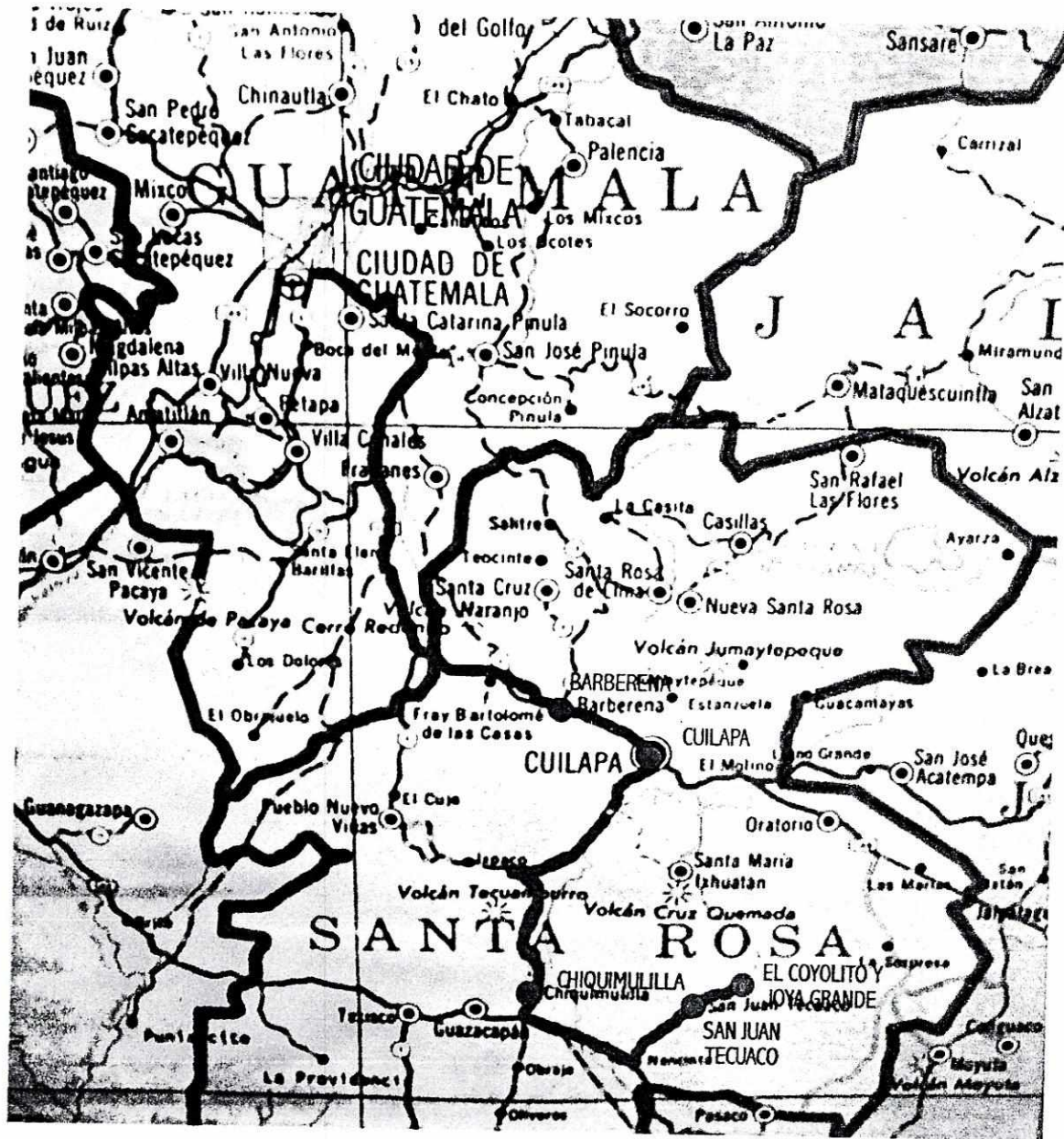
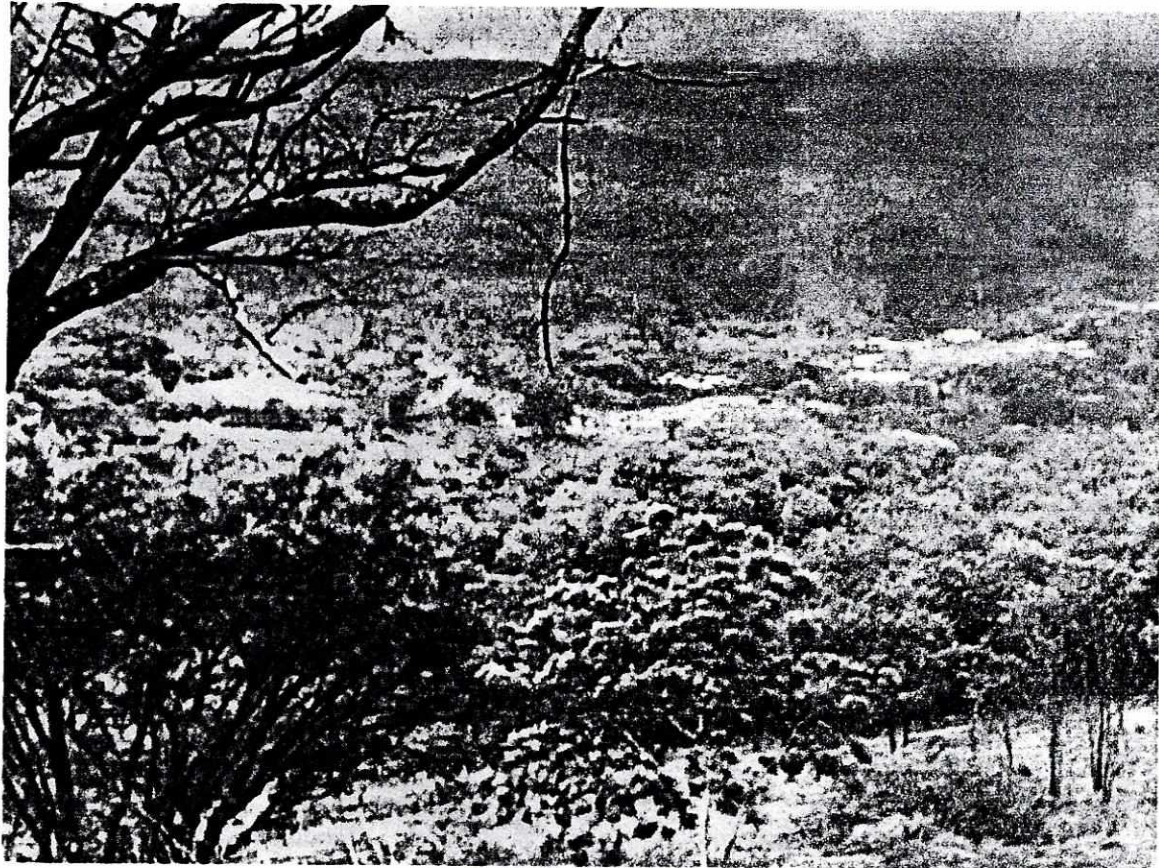


Figura No.6: Vista general de la comunidad de San Nicolás



5. Situación actual del abastecimiento de agua. El sistema de abastecimiento de agua de la comunidad San Nicolás es bastante deficiente, debido a que se abastecen de un río cerca de la comunidad, así como de un sistema que utiliza tuberías de poliducto, no contando con las condiciones sanitarias adecuadas que aseguren su potabilidad.

El sistema de tubería de poliducto cubre aproximadamente un 35% de la población, suministrando por medio de toneles o botes a otras viviendas que se ubican cerca de las viviendas que tienen este beneficio. Este sistema es administrado por el consejo comunitario de desarrollo, no teniendo ningún tipo de cobro por la prestación de dicho servicio.

6. Plan para atender la demanda. La demanda del servicio de abastecimiento de agua potable se estima en 53 viviendas actuales y 89 viviendas futuras, las cuales se proyectas atender mediante la implementación de un sistema de abastecimiento de agua que capte el agua del nacimiento, el cual se conducirá por medio de tuberías que trabajarán por gravedad. Por medio del sistema de tuberías de distribución, se repartirá el caudal a las 53 viviendas actuales, dejándose previsto el crecimiento poblacional para que llegue a cubrir las 89 viviendas estimadas al final del período del diseño del proyecto.

La distribución a las viviendas se realizará por medio de conexiones prediales (un grifo por vivienda). El caudal que se asignará a cada vivienda será de 100 litros por habitante por día.

B. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR

1. Fuente. Se proyectó utilizar el nacimiento de agua que se encuentra ubicado a unos 2,890.00 metros de la población, con una cota de 62.00 metros de la fuente sobre la población.

De acuerdo a los aforos realizados, la fuente proporciona un caudal promedio de 1.35 l/seg., realizado por el topógrafo Onofre López en octubre del 2003.

De acuerdo a lo anterior se considera que la fuente propuesta si es capaz de proporcionar el caudal requerido para la comunidad.

Tabla 12: Información recopilada de aforos volumétricos en cada uno de los nacimientos..

NOMBRE DE LA FUENTE	LUGAR DE AFORO	FECHA	RESPONSABLE	Q (L/S)
Nacimiento 1	Fuente	16/10/03	Onofre López	1.35
Total del aforo				1.35

2. Caja de captación. Construida justo en la fuente siguiendo los planos típicos de construcción.

3. Línea de conducción. Se proyectó que de la caja de captación se conduce a través de una línea de conducción hasta el tanque de distribución de la comunidad San Nicolás, siendo esta de PVC y HG. con los siguientes diámetros:

76 tubos de 1" PVC

76 tubos de 1 ¼" PVC

324 tubos de 2" HG

4) Válvulas de aire. Se proyectó la instalación de seis válvulas de aire en toda la línea de conducción en las estaciones 1,4,12,25,28,30.

5) Válvulas de limpieza. Son necesarias tres válvulas de limpieza en la línea de conducción en las estaciones 15, 26,49.

6) Pasos aéreos. Debido a la topografía fueron necesarios dos pasos aéreos de 30.00 y 42.00 metros dentro del estudio en puntos correspondientes.

7) **Tanque de distribución.** Se hizo un tanque de 15 metros cúbicos de mampostería de piedra, losa sanitaria y su respectiva tapadera, con sus accesorios de entrada, salida y drenajes.

8) **Desinfección.** Se instaló un sistema de cloración que cumple con las normas establecidas de COGUANOR:

9) **Red de Distribución.** Se utilizará un 100% de tubería PVC 12454-B ASTM-D2241 SDR 26 según COGUANOR 19003, de los diámetros indicados en el cuadro siguiente:

Tabla 13: Diámetros de tubería y cantidad a utilizar en red de distribución.

DIÁMETRO	LONGITUD (metros lineales)
4"	720
2 ½"	24
1 ½"	156
1 ¼"	156
1"	594

10. **Conexiones prediales.** Para proveer el agua a cada vivienda se ha previsto la instalación de 53 conexiones domiciliarias, las que estarán compuestas por los siguientes elementos:

- 1) Tee reductora
- 2) Válvula de paso ½" Br.
- 3) Anclaje de concreto y tapadera

Tubería de acceso para válvula

Tabla 14: Bases de diseño

COMUNIDAD	<u>SAN NICOLÁS</u>		
MUNICIPIO	<u>CUILAPA</u>		
DEPARTAMENTO	<u>SANTA ROSA</u>		
1 POBLACIÓN ACTUAL	266 habitantes		
2 VIVIENDAS ACTUALES	54 viviendas		
3 TASA DE CRECIMIENTO	2.5 %		
4 MÉTODO DE PROYECCIÓN	GEOMÉTRICO		
5 POBLACIÓN FUTURA	448 habitantes		
6 VIVIENDAS FUTURAS	89 viviendas		
7 FUENTES DE ABASTECIMIENTO			
	NOMBRE	AFORO (L/S)	FECHA
	1) AGUA TIBIA	1.35	29/05/03
	TOTAL	1.35	
8 DOTACIÓN	80 L/H/DIA		
9 CLIMA	TEMPLADO		
10 TIPO DE SISTEMA	GRAVEDAD/PREDIAL		
11 PERÍODO DE DISEÑO	21 años		
12 CAUDAL MEDIO	0.41 l/seg.		
13 FACTOR DE DIA MÁXIMO	1.5		
14 CAUDAL DE DIA MÁXIMO	0.65 l/seg.	ok	
15 FACTOR DE HORA MÁXIMA	3		
16 CAUDAL DE HORA MÁXIMO	1.3 l/seg.		
17 TANQUES DE DISTRIBUCIÓN			
	1) TANQUE 1	11	M3
	TOTAL	11	M3
18 CALIDAD DEL AGUA:			
<p>Nacimiento Agua Tibia: Desde el punto de vista físico y químico el agua cumple con la norma COGUANOR 29001, excepto los nitratos, lo cual se puede deber a contaminación por el inadecuado uso de fertilizantes en los cultivos. La calidad bacteriológica no cumple la norma, se deberá de utilizar desinfección para mejorar esta característica.</p>			

VIII. DISCUSIÓN

En este trabajo se propone una revisión a las normas de diseño de acueductos rurales, ya que su constante actualización es de vital importancia tanto como para la aplicación de nuevas ideas y requerimientos como para la agilización en el diseño y construcción de este tipo de proyectos.

La recopilación de datos importantes de varias fuentes como de diferentes etapas con las que cuenta un proyecto completo de acueductos rurales, como son diseño, construcción y mantenimiento, brinda al ingeniero un fácil acceso a la información que en su debido momento va a llegar a necesitar. Por ello este trabajo sirve como un manual de consulta rápida incluyendo dentro de sí, la información básica para diseñar y ejecutar cualquier proyecto de acueductos rurales.

Para poder conducir el agua de la fuente denominada "Agua Tibia", se colocarán captaciones en cada uno de los dos brotes, unificando ésta en una caja de captación para ser conducida por un sistema por gravedad al tanque de distribución del cual es conducida por red de distribución previo a recibir una desinfección hasta las casas de la comunidad San Nicolás. Para el diseño y construcción se utilizaron los planos típicos de captación.

Ésta se encargará de captar el agua proveniente de las fuentes, la cual consta de tres brotes definidos que se conducirá hacia las cajas de captación, esta se construirá de mampostería de piedra, muro de captación, losa sanitaria y su respectiva tapadera, con sus respectivos accesorios de entrada, salida y drenajes.

Luego se continuó con la línea de conducción, donde se utilizó tubería de PVC de 1" y 1 ¼" y tubería HG de 2" dependiendo las presiones internas ocasionadas por caudal debido a la topografía.

La instalación de seis válvulas de aire permite que el agua corra sin ningún problema en las líneas de tubería ya que en los puntos altos donde generalmente se acumula las burbujas de aire se acumulan formando bolsas de aire que no dejan pasar el agua dentro

de las tuberías ya que estas se encuentran a presión, por ello se colocan las válvulas de aire automáticas, que permiten expulsarlo en forma permanente y adecuada.

Para eliminar arenas o sedimentos en la línea de conducción se instalaron tres válvulas de limpieza, ya que en los puntos bajos es donde las tuberías generalmente se acumulan formando tapones de sedimentos que no dejan pasar el agua dentro de las tuberías por ello se colocan las válvulas de compuerta, que permiten expulsarlo en forma periódica y controlada.

Para poder sortear hondonadas se deben colocar pasos aéreos, estando constituidas por tubería de HG, que se encuentra sostenida por cables de acero de acuerdo a su diámetro, también se requiere de los soportes necesarios para levantar la misma, así como contra pesos necesarios para soportar de acuerdo a la longitud del mismo.

Con el objeto de compensar las variaciones de consumo horario en la red de distribución se proyectó la construcción de un tanque de almacenamiento de 15.00 metros cúbicos con el cual se cubrirá a la población.

Para que el agua que sea utilizada por los habitantes y cumpla con las normas guatemaltecas para agua de bebida (COGUANOR 29001), se ha previsto la adquisición de un equipo de cloración a base de cloro sólido de sodio, el que deberá tener las siguientes características:

- a) Sistema dosificador de pastillas de cloro I.
- b) Comparador colorimétrico de disco intercambiable para medir cloro residual y pH del agua.

Para una adecuada operación y mantenimiento de la red de distribución se ha dejado en cada red abierta para que cada uno pueda aislarse de forma individual, sin necesidad de dejar sin servicio a más de un circuito en caso de que se tenga que efectuar alguna reparación, para ello se han dejado previstas la instalación de una serie de válvulas de compuerta.

En los accesorios de la red de distribución al momento de su instalación y posterior prueba para detectar fugas se deberá de colocar un anclaje para fijar la tubería de forma correcta.

Para protección de la tubería se recomienda colocar la tubería a 1.00 metro de profundidad del nivel de asfalto-calle.

Para tramos donde se conduzca tubería para interconexión entre tanques se sugiere dejar ésta enterrada 1.50 metros de profundidad para que no se interconecten ya que sólo se utiliza para compensar la demanda entre los tanques.

En las calles este-oeste la tubería de la red deberá instalarse a la derecha, en las avenidas norte-sur, la tubería se debe instalar a la izquierda.

IX. CONCLUSIONES

1. Es necesario que las normas de diseño sean actualizadas constantemente para que sean más eficientes.
2. Es evidente el difícil acceso a las fuentes de información acerca de acueductos rurales, como normas, especificaciones y mantenimiento de las obras.
3. La visita previa a los lugares en los que se realizarán los proyectos ayuda a verificar los datos obtenidos por los topógrafos y a la vez a percatarse los posibles errores que puedan hacer los mismos.
4. Para agilizar el proceso diseño-construcción, se necesita añadir a las normas un resumen en los renglones más importantes de las especificaciones para la construcción de acueductos rurales.
5. Los planos e ilustraciones que ofrece el IGN (Instituto Geográfico Nacional), facilitan la localización de las comunidades, dando indicaciones exactas y con poco margen de error.
6. La realización del censo en la comunidad tiene prioridad para determinar la dimensión del proyecto y por medio del Instituto Nacional de Estadística se obtiene el crecimiento poblacional anual para determinar la vida útil del proyecto.
7. La captación que se realizó en el proyecto dependió del tipo de nacimiento que existe.
8. Para la cómoda ejecución del proyecto es necesario conocer todos los servicios con los que cuenta la comunidad, existencia de energía eléctrica, sistema de disposición de excretas, y que tipo de transporte puede transitar por las carreteras o veredas.
9. Para que las comunidades continúen desarrollándose y elevando su nivel de vida es necesario satisfacer sus necesidades sanitarias.

9. Para que las comunidades continúen desarrollándose y elevando su nivel de vida es necesario satisfacer sus necesidades sanitarias.
10. Se utilizó el sistema de gravedad debido a que el nacimiento se encuentra en una cota 62.00 metros sobre la comunidad a abastecer.
11. El diámetro de la tubería así como la elección del material a trabajar depende principalmente del lugar en el que se colocará (expuesta o enterrada, presiones del agua, y economía del diseño).
12. Es necesario implementar un sistema de desinfección del agua en cada proyecto de acueductos rurales, ya que aunque el agua parezca estar limpia no siempre se cumple con las normas establecidas.
13. El volumen del tanque de distribución debe tener capacidad de abastecer a la comunidad con todas las conexiones domiciliarias funcionando y una pequeña reserva para imprevistos.
14. Para desechar la basura y todo tipo de sedimentos de la línea es necesario colocar válvulas de limpieza en los lugares bajos de las pendientes.
15. La instalación de válvulas de aire ayuda a eliminar éste de la tubería, ya que de no hacerlo el agua no puede fluir por el vacío formado.

X. BIBLIOGRAFÍA

- UNEPAR. *Normas de diseño de Acueductos Rurales*, Guatemala 1981.
- Anónimo. *Manual de supervisión y dirección de construcción de acueductos rurales. 2 ed. rev, ampl.* Guatemala: 1994.
- Anónimo. *Planes de desarrollo nacional de largo y corto plazo. Información general.* (Misión Kyowa, Japón). 1993.
- Anónimo. *Plazas existentes en INFOM central y oficinas regionales.*
- Anónimo. *Población y medio ambiente, Folletos No.3. (Versión revisada y adaptada a Guatemala).*
- Anónimo. *Población y nutrición, Folleto No.4. (Versión revisada y adaptada a Guatemala).*
- Anónimo. *Primer Taller de Inducción del Cólera.* Costa Rica; 1993.
- Anónimo. *Primera Conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud.* San Salvador; 1992.
- Anónimo. *Programa V Etapa Acueductos Rurales, Préstamo 836/SF-GU.*
- Anónimo. *Resultados de encuesta de participación comunitaria de programas de salud y medio ambiente.*
- Asociación de Investigación y Estudios Sociales. *Material de apoyo técnico, educación ambiental.* Guatemala: ASIES; 1989.
- HELVETAS GUATEMALA. ROBLES, ROBERTO. *Acceso a los Servicios de las Instituciones del Sector agua y Saneamiento.* Informe final, Guatemala, Agosto 1998.
- SISTEMA DE NACIONES UNIDAS. "Guatemala: El rostro Rural del Desarrollo Humano". Informe de Desarrollo Humano. Guatemala, 1999.
- UNICEF. *El Agua y el Saneamiento en las Áreas Rurales de Guatemala.* Guatemala, 1990.

Figura No.8: Planta de conducción de aldea San Nicolás (E-0 A E-37)

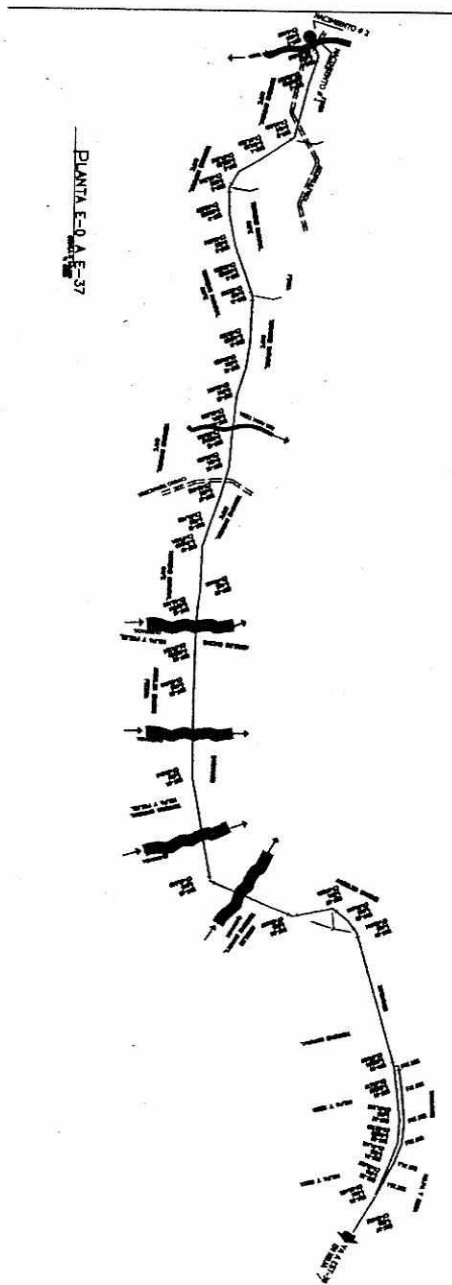


Figura No.9: Perfil de conducción de aldea San Nicolás (E-0 a E-37)

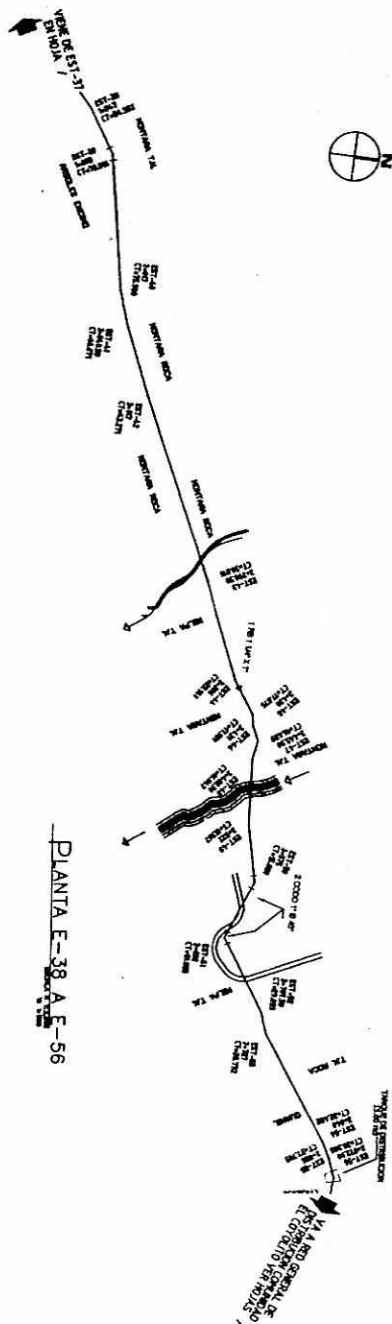


Figura No.10: Perfil de la conducción de aldea San Nicolás (E-38 a E-56)

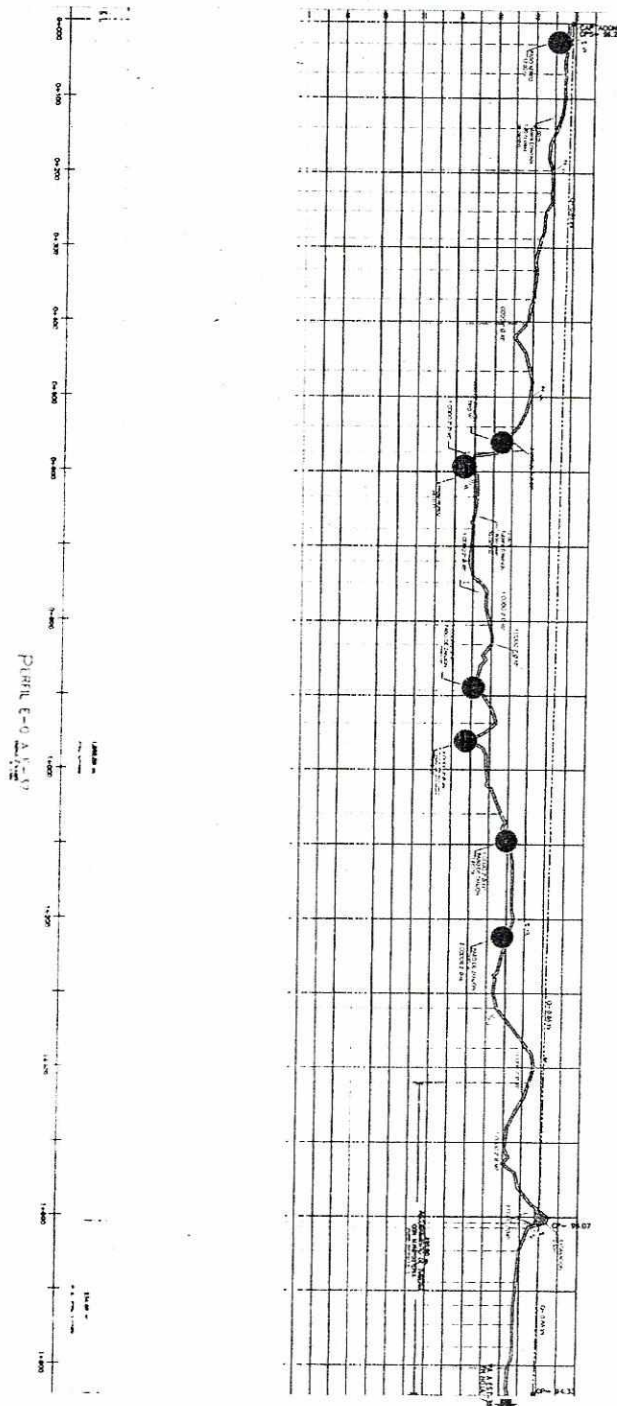
























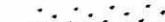



Figura No.11: SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGIA	
	ESTACION
	TUBERIA (DE CONDUCCION)
	LINEA PIEZOMETRICA
	VIVIENDA, ESCUELA, VIVIENDA
	QUEBRADA O PASO DE ZANJON (INDICADO)
	CODO 90°, CODO 45° Ø INDICADO
	TEE Ø INDICADO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
 CRP + VF	CAJA ROMPE PRESION + VALVULA DE FLOTE
	REDUCTOR BUSHING Ø INDICADO
 VC	VALVULA DE COMPUERTA
 VL	VALVULA DE LIMIPIEZA
 VA	VALVULA DE AIRE
	TAPON HEMBRA INDICADO
	COTA PIEZOMETRICA (INDICADA)
	NACIMIENTO O BROTE DEFINIDO
	CARRETERA ASFALTADA
	CAMINO BALASTRADO
 T. N.	INDICA TERRENO NATURAL
 T. ROCOSO	INDICA TERRENO ROCOSO
	INDICA CORRIENTE FLUVIAL
	INDICA LIMITE DE TERRENO
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA DIRECCION DE CORRIENTE
	INDICA SEMBRADIO
	INDICA NORTE