



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN
TERRA VISTA, KM. 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA**

Julio René Aguilar Álvarez
Asesorado por el Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN
TERRA VISTA, KM. 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:**

**JULIO RENÉ AGUILAR ÁLVAREZ
ASESORADO POR EL ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN
TERRA VISTA, KM. 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA,**

tema que se me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 31 de julio de 2007.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long vertical stroke on the right side.

Julio René Aguilar Álvarez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
4 de febrero de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

Estimado Ingeniero.

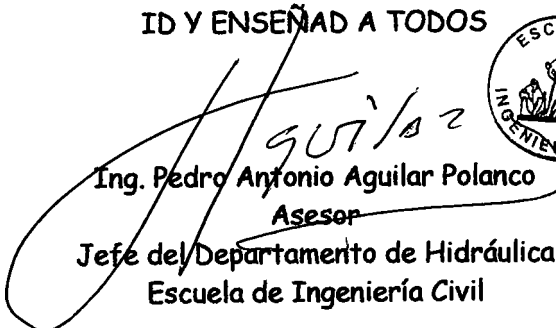
Atentamente y por este medio, envío a usted el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante **Julio René Aguilar Álvarez**, con el título **ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN TERRA VISTA, KM 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA.**

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo extendiendo la **APROBACIÓN DEL MISMO** y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, el suscrito lo da por **APROBADO**; solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Asesor

Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil




FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Jefe del Departamento de Hidráulica, Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Julio René Aguilar Álvarez, titulado ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN TERRA VISTA, KM. 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril de 2010

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN TERRA VISTA, KM 17 CARRETERA A FRAIJANES, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Julio René Aguilar Alvarez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, abril de 2010

/cc

DEDICATORIA A:

MIS PADRES

Julio Cesar Aguilar Dávila (D.E.P.)

Ana Maria Álvarez Enríquez

MI FAMILIA

Silvia Roxana Polanco Velásquez

Kathleen Susset Aguilar Polanco

Vivian Melissa Aguilar Polanco

MIS HERMANOS

Claudia Silvana Aguilar Álvarez

Ronald Fernando Aguilar Álvarez

MIS SOBRINOS

Herbert Fernando Villatoro Aguilar

Pablo Villatoro Aguilar

José Andrés Aguilar Reyes

Jennifer Paola Aguilar Reyes

Maria Fernanda Aguilar Reyes

MIS ABUELOS

Celia Dávila

Salomón Álvarez

Mis tíos, primos, cuñados y amigos en general, a todos mis docentes y
catedráticos.

La Facultad de Ingeniería;

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS A:

- JEHOVA** Por ser el que es, y mostrarme día a día que estoy en su recuerdo.
- MIS PADRES** Julio Cesar Aguilar Dávila y Ana María Álvarez Enríquez, por haberme amado, razón por la que hoy yo también amo.
- MI FAMILIA** Silvia Roxana Polanco Velásquez, por acompañarme todos estos años, a Kathleen Susset y Vivian Melissa Aguilar Polanco, por ser mi impulso, a Claudia y Ronald Aguilar Álvarez, por estar siempre cerca.
- TODAS** Aquellas personas que han compartido conmigo su tiempo, esfuerzo y conocimiento, que aunque no estén nombradas una a una, son pilares de lo que hoy soy.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. PROYECTOS DE DE AGUA POTABLE	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Proyectos de agua potable	1
1.2.1. Red de distribución	3
1.2.1.1. Aspectos físicos importantes en una red de distribución	4
1.2.1.2. Componentes de la red de distribución	4
1.3. Diseño de proyectos de distribución de agua potable	5
1.3.1. Parámetros de diseño	7
1.3.2. Procedimiento de diseño	8
1.4. Factores y coeficientes de demanda en la red de distribución de agua potable	8
1.4.1. Parámetros de influencia sobre los coeficientes y factores	10

2. EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN TERRA VISTA	13
2.1. Generalidades	13
2.2. Metodología aplicada	13
2.3. Monografía del municipio de Fraijanes	14
2.3.1. Historia	15
2.3.2. Aspectos físicos	16
2.4. Descripción del proyecto lotificación Terra Vista, km 17, carretera a Fraijanes, Guatemala.	17
3. DESARROLLO DEL ESTUDIO	19
3.1. Trabajo de campo	19
3.1.1. Información socio-económica del condominio y sus habitantes	19
3.1.2. Evaluación y medición de los caudales de agua potable, en la lotificación Terra Vista	20
3.1.2.1. Volumen de agua potable neto que ingresa en la red de distribución (salida del tanque de almacenamiento)	21
3.1.2.2. Volumen de agua potable facturada en el 2007	23
3.2. Trabajo de gabinete	27
3.2.1. Pérdidas de la red de distribución	27
3.2.2. Cálculos y análisis de resultados	28
3.2.2.1. Análisis resultados consumo mensual año 2007	28
3.2.2.2. Análisis resultados consumo medido salida del tanque de almacenamiento	29

3.2.2.3.	Cálculo de pérdidas de la red de distribución	31
3.2.2.4.	Caudal medio diario	31
3.2.2.5.	Consumo promedio diario anual (Qm)	32
3.2.2.6.	Consumo máximo diario (Qmd)	32
3.2.2.7.	Consumo máximo horario (Qmh)	32
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.1.	Datos del proyecto	33
4.2.	Evaluación de demanda (consumos)	33
4.2.1.	Consumo mensual año 2007	34
4.2.2.	Volumen medido salida del tanque de almacenamiento	34
4.3.	Dotaciones calculadas	34
4.4.	Pérdidas	35
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	39
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
	BIBLIOGRAFÍA	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cobertura de agua potable domiciliar para la ciudad de Guatemala, año 2,000.	3
2.	Ubicación de los componentes de un proyecto de agua potable	5
3.	Indicadores de la calidad de los servicios del agua potable para la ciudad de Guatemala	6
4.	Consumo de agua en litros por persona y día en América Latina, zona urbana	7
5.	Edificio alcaldía municipal de Fraijanes	15
6.	Iglesia municipio de Fraijanes	16
7.	Variación del volumen diario, salida del tanque de almacenamiento	22
8.	Variación del volumen horario, salida del tanque de almacenamiento	22
9.	Consumo anual por vivienda sector Terra Park	24
10.	Consumo anual por vivienda sector Coventry Park	25
11.	Consumo total mensual por sector, condominio Terra Vista	25
12.	Consumo mensual total, condominio Terra Vista	26
13.	Consumo mensual promedio por vivienda, condominio Terra Vista	26
14.	Resultados consumo diario agua potable, notificación Terra Vista	30
15.	Resultados de los valores de dotación de agua potable,	

lotificación Terra Vista	30
--------------------------	----

TABLAS

I. Coeficientes de variación diaria según el clima	9
II. Recomendación de la dotación de agua potable por población y tipo de clima	9
III. Factores que influyen en la demanda de agua potable	11
IV. Volumen de agua a la salida del tanque de almacenamiento de la lotificación Terra Vista 2008	21
V. Consumo mensual por vivienda para el año 2007, lotificación Terra Vista	23
VI. Resultados consumo/mes año 2007, lotificación Terra Vista	28
VII. Resultados consumo salida tanque de almacenamiento, lotificación Terra Vista	29
VIII. Resumen de resultados del análisis de caudales de demanda	29

LISTA DE SÍMBOLOS

C.M.M.C.	Coeficiente del mes de máximo consumo.
C.D.M.C.	Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo.
DRC	Dotación basado al registro del recibo de pago del servicio de agua potable.
DMC	Dotación en base al valor medido a la salida del tanque de almacenamiento de agua potable.
F.D.M.	Factor de día máximo.
F.H.M.	Factor de hora máxima.
m³	Metros cúbicos.
l/s	Litros por segundo.
l/hab/día	Litros por habitante por día (dotación).

GLOSARIO

AGUA POTABLE Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.

CAUDAL Cantidad de agua que mana o corre, medida en volumen por unidad de tiempo.

CAUDAL MEDIO DIARIO

Es el caudal correspondiente al promedio de los caudales diarios utilizados por una población determinada, dentro de una serie de volúmenes medidos.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Es el caudal máximo correspondiente al día de máximo consumo de la serie de datos medidos.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Es el caudal correspondiente a la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo.

COEFICIENTE DEL MES DE MÁXIMO CONSUMO

Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio anual. CMMC.

COEFICIENTE DEL MÁXIMO CONSUMO DIARIO EN EL MES DE MÁXIMO CONSUMO

Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo. CDMC.

CONDominio Propiedad que pertenece de manera colectiva el indivisible a un conjunto de personas sin asignación de cuotas entre ellas.

CONEXIÓN DOMICILIAR

Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema, con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

CONSUMO Cantidad de agua real que utiliza una unidad consumidora.

DOTACIÓN La dotación es la cantidad de agua asignada a una unidad consumidora, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, su unidad es en lts / hab. / día.

FACTOR DE DÍA MÁXIMO

Corresponde al cociente del caudal máximo diario y el caudal medio diario, generalmente su valor varía entre 1.2 y 1.8

FACTOR DE HORA MÁXIMA

Es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo medio diario, generalmente su valor varía entre 1.8 y 3

MEDIDOR

Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

RAMAL CONDOMINIAL

En sistemas de agua potable es la tubería que abastece a los lotes que conforman un condominio.

RED DE DISTRIBUCIÓN

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

SISTEMA CONDOMINIAL

Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado que considera al condominio como unidad de atención del servicio.

TUBERÍA PRINCIPAL

En sistemas de abastecimiento de agua potable: tubería que formando un circuito cerrado y/o abierto, abastece a los ramales condominiales.

RESUMEN

El agua, además de su valioso papel como elemento de consumo y bienestar de los seres vivos, actúa como materia prima o medio de producción de los distintos sectores socioeconómicos. La escasez de agua es un problema muy serio en Guatemala, aunque se tenga un promedio anual de lluvia de 2,000 milímetros. La distribución desigual de la población y de la lluvia, sumada al manejo ineficiente de los recursos de agua disponibles, son las causas principales de los problemas de suministro de agua, aproximadamente 45 por ciento del agua producida se pierde en los sistemas de distribución que son muy antiguos, incluyendo pérdidas debido a conexiones ilícitas.

Una buena red es aquella que está logrando un uso racional del agua, sirviendo durante las 24 horas del día y sin interrupción, ofreciendo la cantidad de agua adecuada para el consumo humano.

El presente trabajo determinó la dotación de agua para la lotificación Terra Vista, para lo cual se tomaron lecturas de caudal a la salida del tanque de almacenamiento durante el período del 17 al 26 de enero de 2008, también se incluyeron los valores de consumo de agua por vivienda registrados a través del cobro mensual en el 2007. Su cálculo permitirá determinar las necesidades de agua potable y se espera que se puedan aplicar en otros proyectos similares ubicados en el área metropolitana. Para esto se efectuaron actividades de campo y gabinete, las que permitieron obtener la información necesaria para su evaluación.

OBJETIVOS

- **GENERAL:**

Determinar la demanda de agua potable en la lotificación Terra Vista, en base a los registros de cobro y mediciones en el proyecto.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Proporcionar factores de demanda de caudales, propios para la población en estudio, que dicho sea de paso, se ubica en sector de constante expansión.
2. Caracterizar la población que aquí se menciona y tipificarla, en lo posible, a otras de características socio-económicas similares.
3. Definir una metodología para los siguientes estudios que al respecto se deseen hacer en comunidades que no se parezcan a la presente, y así ir generando los factores que representen las distintas regiones del país.

INTRODUCCIÓN

La lotificación Terra Vista se ubica en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala, en este lugar se tuvo la oportunidad de medir caudales a la salida del tanque de almacenamiento, que junto a los valores del consumo por vivienda durante el 2007, permitieron calcular la dotación que actualmente demandan los residentes en este condominio, esperando que puedan ser aplicados en proyectos ubicados en la ciudad capital, con características similares (económicas y sociales).

El capítulo uno incluye aspectos teóricos sobre proyectos y redes de distribución de agua potable, mencionando los factores que inciden en el comportamiento del usuario (consumo), en el capítulo dos se presentan aspectos relativos a la lotificación Terra Vista, incluyendo la monografía del municipio de Fraijanes, lugar donde se realizó el estudio.

Dentro del capítulo tres se abordan la metodología y el desarrollo del trabajo, presentando las actividades de campo y gabinete desarrolladas, el análisis de los resultados se presenta en el capítulo cuatro donde se muestran las tablas y graficas elaboradas, al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones producto del estudio.

1. PROYECTOS DE AGUA POTABLE

1.1. Generalidades

“Una red de distribución de agua es una instalación industrial, cuyo producto unitario es el metro cubico de agua potable distribuido”. (1)

Todo proyecto en su fase de planificación y diseño necesita que se evalúen las características propias en cada caso, los proyectos de distribución de agua potable para colonias o lotificaciones requieren de información particular, la que involucra actividades de campo y gabinete y para lo cual es necesario contar con los especialistas requeridos (elaboración de estudios). Un aspecto fundamental resulta ser el de la fuente de abastecimiento y la energía necesaria para poder operar de manera adecuada (presión constante) e ininterrumpidamente el sistema.

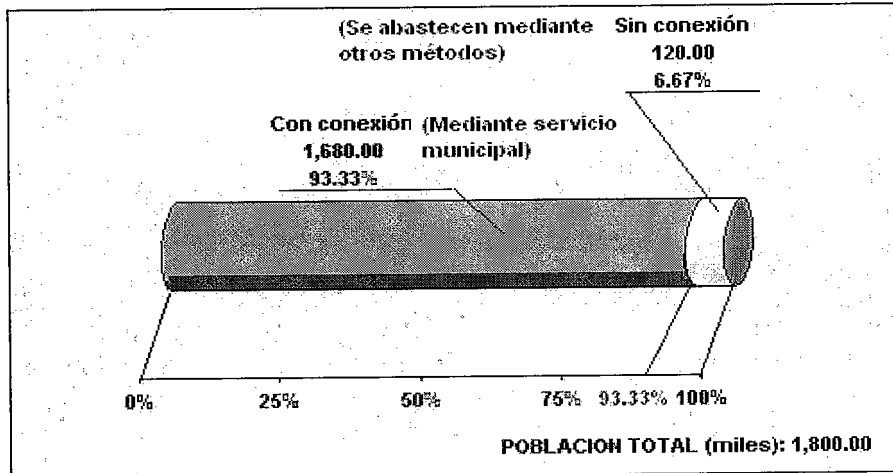
1.2. Proyectos de agua potable

El abastecimiento de agua potable consiste en el conjunto de instalaciones necesarias para captar el agua desde la fuente, tratarla y trasladarla hasta la población donde será consumida. Para la implantación de un sistema de abastecimiento de agua, se hace necesaria la elaboración de estudios y proyectos, deberán ser reunidos una serie de datos y elementos básicos que posibiliten un diseño adecuado (topografía del terreno, ubicación de la fuente de agua, sitio del tanque a utilizarse, puntos de entrada de agua a la red de distribución, etc.).

En los proyectos de agua potable para colonias, lotificaciones y condominios, es necesario obtener la siguiente información:

- Población: deberá ser la cantidad total que tendrá el proyecto al 100% de su capacidad, aunque el desarrollo se realice por etapas.
- Dotación: es la cantidad de agua asignada a una unidad consumidora, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, sirve para calcular los caudales de diseño.
- Consumo: es función de una serie de factores inherentes a la propiedad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.
- Factores de diseño: varían de acuerdo a las características del proyecto (coeficientes de gasto y consumo y factores de demanda).
- Tipo sistema de abastecimiento y distribución: bombeo o gravedad.

Figura 1. Cobertura de agua potable domiciliar para la Ciudad de Guatemala, año 2000



Fuente (1): Kestler Rojas, Patricia Jamilette. Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda.

1.2.1. Red de distribución

La distribución de agua potable se refiere al conjunto de instalaciones que hacen posible el traslado del agua tratada hasta cada uno de los usuarios del servicio. Las características y capacidades de estas instalaciones, su costo y vida útil son distintas para cada proyecto, los objetivos de la red de distribución son los siguientes:

- Llevar agua a cada usuario de manera que se puedan satisfacer sus necesidades.
- Operar con sistemas de control que hagan que el consumo sea racional (poco desperdicio).
- Servicio continuo y confiable.
- Agua de buena calidad.
- Pocas pérdidas de agua (control de fugas).
- Buen servicio en horario de máximo consumo.

- Costo razonable.
- Funcionamiento normal

1.2.1.1. Aspectos físicos importantes en una red de distribución

- Tipo y materiales de la tubería
- Uniones, válvulas y otros accesorios.
- Mantenimiento de la tubería.
- Caudales de consumo y demanda.
- Calidad del agua
- Otros

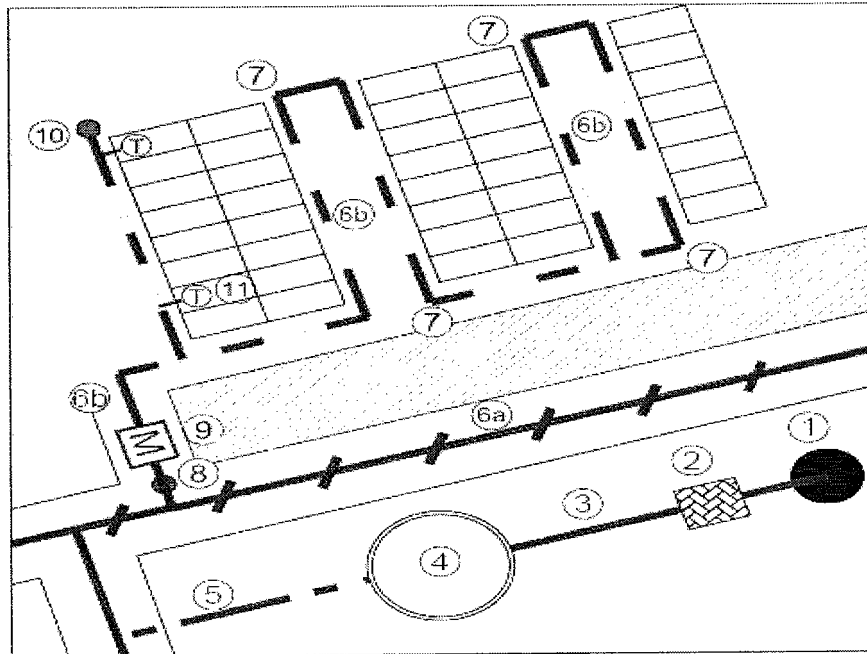
1.2.1.2. Componentes de la red de distribución

Los principales componentes y su ubicación dentro un proyecto de distribución de agua potable, se presentan a continuación.

1. Fuente de abastecimiento.
2. Línea de conducción o de impulsión (sistemas de bombas).
3. Estación de bombeo (de ser necesaria).
4. Tanque de almacenamiento
5. Línea de distribución
6. Red de distribución
7. Derivación a 90°
8. Válvulas
9. Macromedidor
10. Válvula de limpieza

11. Conexión domiciliar

Figura 2. Ubicación componentes de un proyecto de agua potable













Fuente (2): Manual para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro.

1.3. Diseño de proyectos de agua potable

Para el diseño de un proyecto de una red de distribución de agua deberán ser reunidos una serie de datos y elementos básicos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad que va a ser abastecida, se hace necesario el establecimiento de parámetros y criterios orientadores del proyecto en sus diversas fases, se deben de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red.
- Deberá servirse en forma continua, con una calidad aceptable y en cantidad suficiente.
- Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento.

Figura 3. Indicadores de la calidad de los servicios del agua potable para la ciudad de Guatemala

	Agua potable distribuida a través de la red: ➤290,000 m ³ / día
	% de agua no contabilizada ➤43
	% de agua perdida por fugas ➤35
	Producción per cápita total ➤280 l/per cápita/ día
	% viviendas con medidores ➤95
	% medidores reemplazados en el año ➤8
	Calidad del agua potable: (<i>% de pruebas microbiológicas, químicas, físicas, estáticas que infringen normas nacionales / total pruebas</i>) ➤n/d
	% agua potable a través de la red de distribución que se desinfecta efectivamente ➤100
	% de población servida por sistemas de distribución de agua potable intermitente ➤40
	Número típico de horas por día de suministro de agua potable ➤7

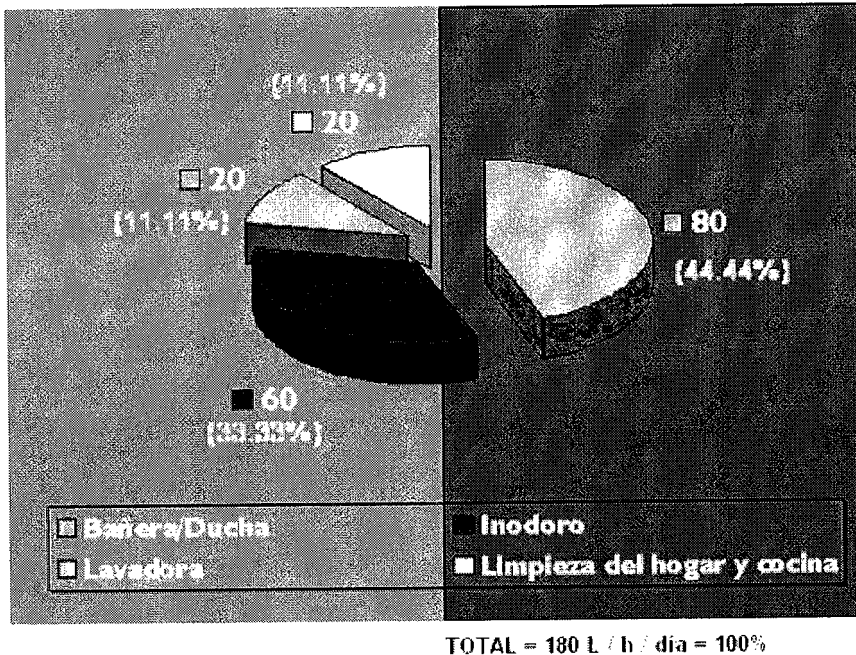
Fuente (1): Kestler Rojas, Patricia Jamilette. Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda.

1.3.1. Parámetros de diseño

Se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

El consumo de agua potable varía periódicamente, lo que afecta en forma diferenciada el funcionamiento de distintas partes del sistema de distribución. Es necesario que las distintas partes del sistema estén satisfactoriamente diseñadas, de acuerdo a las variaciones del consumo para diferentes momentos.

Figura 4. Consumo de agua en litros por persona y día en América Latina, zona urbana



Fuente (1): Kestler Rojas, Patricia Jamilette. Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda.

1.3.2. Procedimiento de diseño

- Determinación del consumo.
- Distribución de las tuberías y determinación del sistema de la red (mallas y ramales abiertos).
- Determinación del sistema de mallas y de ramales abiertos.
- Distribución de gastos o puntos de consumo.
- Pre dimensionamiento de las redes.
- Dimensionamiento de las redes.
- Análisis y/o balance de las redes.
- Recomendaciones generales.

1.4. Factores y coeficientes de demanda en la red de distribución de agua potable

La determinación de estos coeficientes es primordial para definir las bases de cálculo de infraestructura de los sistemas de distribución de agua potable. Así mismo permiten evaluar las necesidades de agua potable de una población y sirven no sólo en el diseño sino también en estudios económicos y en la determinación de tarifas.

Tabla I. Coeficiente de variación diaria según el clima

Clima	Coeficiente de variación diaria
Uniforme	1.20
Variable	1.35
Extremoso	1.50
Seco	1.50
Muy extremoso	1.75

Fuente (3): Guía de diseño de un fraccionamiento de interés social.
www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/7331/Capitulo4.pdf

Dotación: es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. La dotación generalmente se asigna en función del clima y el número de habitantes.

Tabla II. Recomendación de la dotación de agua potable por población y tipo de clima

Población (habitantes)		Tipo de clima		
		Cálido	Templado	Frío
2500	15000	150	125	100
15000	30000	200	150	125
30000	70000	250	200	175
70000	150000	300	250	200
150000		350	300	250

Fuente (3): Guía de diseño de un fraccionamiento de interés social.
www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/7331/Capitulo4.pdf

Factor de día máximo (F.D.M.): es el cociente entre el consumo máximo diario y el caudal medio diario.

Factor de hora máxima (F.H.M.): es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo medio diario.

Para la selección de estos valores el diseñador deberá conocer la zona donde se ubica el proyecto, a partir de estos coeficientes y factores se pueden definir los siguientes tipos de caudal para el diseño:

- Caudal medio diario

$$Q_{med} = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86400} \text{ (l/s)}$$

- Caudal máximo diario

$$Q_{maxd} = F. D. M. * Q_{med} \text{ (l/s)}$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{maxh} = F. H. M. * Q_{med} \text{ (l/s)}$$

1.4.1 Parámetros de influencia sobre los coeficientes y factores

Se pueden considerar las siguientes variaciones de consumo de acuerdo a su duración: estacional o mensual, diaria, horaria e instantánea. Los parámetros que influyen en la demanda de agua potable en función de tiempo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. Factores que influyen en la demanda de agua potable

Parámetro	Factores
Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Verano (altas temperaturas)
Población	<ul style="list-style-type: none"> • Flotante • Urbana • Rural • Tamaño de la población
Infraestructura sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua • Existencia de alcantarillado • Presión en la red • Disponibilidad de agua
Situación socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de ingresos • Precio del agua
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos industriales
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de áreas verdes • Llenado de piscinas • Lavado de automóviles

Fuente (4): Ahumada Theoduloz, Gerardo y Hernández Rodríguez, Jaime. Estimación de Coeficientes de Demanda de Sistemas de Agua Potable.

2. EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA LOTIFICACIÓN TERRA VISTA

2.1. Generalidades

Con el apoyo de la administración de la lotificación Terra Vista se realizaron las actividades de campo que permitieron obtener la información necesaria para determinar la demanda de agua potable de los residentes del condominio, por medio de la medición del caudal a la salida del tanque de almacenamiento (17 al 26 de enero 2008) y los valores de consumo por vivienda durante el año 2007.

Las principales características que afectan el consumo de agua son: tipo de comunidad o proyecto, factores económicos y sociales (tipo y tamaño de vivienda), factores climáticos (temperatura y distribución de las lluvias) y tamaño del proyecto.

2.2. Metodología aplicada

- Actividades preliminares (entrevistas y visitas al proyecto).
- Identificación y caracterización del municipio de Fraijanes.
- Identificación y caracterización de la lotificación Terra Vista.
- Realización de censos, encuestas y medición de caudal que sale del tanque de almacenamiento.

- Trabajo de gabinete.
- Análisis de resultados.
- Informe final.

2.3. Monografía del municipio de Fraijanes

Fraijanes es un municipio del departamento de Guatemala, se ubica a 27 km de la capital, se comunica con la misma por una autopista de 2 carriles en cada sentido, razón por la que el viaje entre una ciudad y la otra lleva aproximadamente 35 minutos. El clima es entre frío y templado, y la cercanía a la ciudad capital ha motivado la constante inmigración de habitantes a sus alrededores, siendo éste, probablemente, el sector de mayor desarrollo habitacional del departamento.

El gobierno del municipio se rige por un consejo municipal, integrado por concejales y síndicos, cuya actividad está dirigida a velar por la adecuada recaudación tributaria y posterior inversión en el desarrollo del municipio.

Figura 5. Edificio alcaldía municipal de Fraijanes



2.3.1. Historia

El municipio de Fraijanes fue creado el 12 de Junio de 1924, pues hasta ese momento era una aldea que pertenecía al municipio de Villa Canales, luego de esta fecha perteneció al hoy municipio de Amatitlán. A menos de un año de su creación fue anexado al departamento de Guatemala, el 23 de abril de 1925 y el 15 de julio de 1925, durante el gobierno del presidente José María Orellana se establecieron nuevos linderos del municipio de Fraijanes. Su nombre tiene origen en la cercanía del año 1770, cuando un grupo de frailes Juanes llegaron al pueblo con la tarea de velar por el bien espiritual de la población, ganando con ello el respeto y aprecio de cada uno de sus vecinos. Los frailes se perdieron en la historia, más el nombre inicial para el municipio, Fray Juanes en honor a ellos por su labor caritativa, permaneció por mucho tiempo, y fue hasta casi 200 años después que se nombró al municipio Fraijanes.

Figura 6. Iglesia del municipio de Fraijanes



2.3.2. Aspectos físicos

- Nombre oficial: Municipio de Fraijanes.
- Ubicación geográfica: 27 km del centro de la ciudad capital.
- Extensión territorial: 92 km²
- Habitantes: 36,000.
- Idioma: Español.
- Forma de gobierno: Consejo municipal.
- Altitud: 1219.2–1981.2 m (4000 – 6500 pies).
- Precipitación: 1500 mm anuales.
- Temperatura promedio: 20-22 C°.
- Humedad promedio: 60 %.
- Suelo de origen volcánico.

- Límites geográficos: al Norte, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala; al Sur, municipio de Barberena, departamento de Santa Rosa; al Este, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala y al Oeste, municipios de San José Pinula, departamento de Guatemala y Santa Rosa de Lima y Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.

2.4. Descripción de la Lotificación Terra Vista, km. 17, carretera a Fraijanes, Guatemala

La lotificación Terra Vista se ubica en el municipio de Fraijanes, el condominio cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable propio por bombeo (pozos), además del tanque de almacenamiento y red de distribución (por gravedad), existe red de drenajes para el manejo de las aguas residuales; con una densidad de población de 6.8 habitantes/vivienda, los residentes se ubican en un sector con nivel de ingresos medio-alto.

Con construcciones de concreto reforzado y mampostería de dos niveles ($\pm 600 \text{ m}^2$), incluye dos garitas de control para el ingreso y salida, 39 viviendas divididas en dos sectores:

- Terra Park 24 viviendas y 1 garita
- Coventry Park 15 viviendas y 1 garita.

3. DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1. Trabajo de campo

Se desarrollaron actividades de campo a efecto de obtener los datos necesarios para evaluar la dotación que actualmente requieren los residentes de la lotificación Terra Vista, contándose con el apoyo de la empresa que administra el servicio de agua potable para realizarlas.

Se entiende por consumo doméstico de agua por habitante a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. y se mide en litros por habitante y día (l/hab/día), se obtiene a partir del suministro medido por contadores, estudios locales, encuestas o la cantidad total suministrada a una comunidad dividida por el número de habitantes.

3.1.1. Información socio-económica del condominio y sus habitantes

De acuerdo a la información consultada, se presentan los siguientes aspectos:

- Clasificación de los residentes estrato social económico medio-alto (ingresos familiares mayores a Q 30000.00/mes).

- Descripción del proyecto: consiste en 41 viviendas de concreto reforzado y mampostería, la mayoría tienen dos niveles de construcción (600 m²), el condominio cuenta con sistema de agua potable y red de drenajes.
- Población: se obtuvo un valor de densidad de población: 6.8 habitantes/vivienda, lo que da una población total de 279 personas.

3.1.2. Evaluación y medición de los caudales de agua potable, en la lotificación Terra Vista

Los datos que se presentan corresponden a la información suministrada sobre el cobro mensual de agua potable durante el año 2007, así como los datos obtenidos en mediciones efectuadas en el proyecto durante un período determinado. Durante el día el caudal en la red de distribución varía continuamente. En las horas diurnas el caudal supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día, durante el período nocturno el consumo decae, por debajo de la media, presentando valores mínimos en las primeras horas de la madrugada. Pueden surgir diferencias en los consumos, pues los mismos varían debido a:

- Cambios en las costumbres de la población en el tiempo.
- Cambios debidos a avances tecnológicos.
- Distintas condiciones meteorológicas.
- Presión en la red de distribución.

3.1.2.1. Volumen de agua potable neto que ingresa en la red de distribución (salida del tanque de almacenamiento)

Se instaló un medidor de caudales (contador de agua) a la salida del tanque de almacenamiento del 17 al 26 de enero 2008, período en el cual se obtuvieron mediciones durante las 24 horas del día, lo que permitió conocer el caudal (horario y diario) que ingresa a la red de distribución del condominio y conocer el comportamiento del consumo de agua potable de los residentes del condominio.

Tabla IV. Volumen de agua a la salida del tanque de almacenamiento lotificación Terra Vista 2008

Datos volumen de agua a la salida del tanque de almacenamiento m ³										
Hora	Enero 2008									
	Jueves 17	Viernes 18	Sábado 19	Domingo 20	Lunes 21	Martes 22	Miércoles 23	Jueves 24	Viernes 25	Sábado 26
0	--	0.08	1.05	0.56	0.45	1.10	0.50	0.92	0.35	0.96
1	--	0.28	0.64	0.74	0.28	0.99	0.10	0.18	0.20	0.14
2	--	0.36	0.41	0.42	0.20	0.83	0.15	0.77	0.28	0.35
3	--	0.24	0.47	0.37	0.28	1.38	0.30	0.73	0.20	0.15
4	--	0.44	0.42	0.18	0.29	0.71	0.15	0.45	0.32	0.35
5	--	0.62	0.51	0.06	0.30	1.04	0.50	0.83	0.40	0.17
6	--	1.09	0.41	0.50	3.65	2.13	1.70	2.68	1.35	0.37
7	--	3.00	0.27	0.63	0.30	3.76	1.80	3.54	1.75	1.13
8	2.33	2.85	2.92	1.41	2.35	1.73	2.25	1.74	2.00	--
9	1.82	3.06	2.53	1.02	2.45	4.10	3.05	2.96	2.10	--
10	4.07	3.25	2.70	1.67	4.25	4.50	2.65	3.90	2.70	--
11	2.82	3.18	3.05	2.72	4.38	3.95	2.80	5.50	2.20	--
12	3.74	2.64	1.97	2.40	3.93	4.65	2.90	2.30	2.60	--
13	0.44	2.83	2.00	2.20	2.49	2.45	2.05	3.55	1.90	--
14	2.33	1.85	1.70	1.09	2.25	2.20	1.80	2.75	2.22	--
15	2.71	2.10	2.10	1.26	3.40	1.98	2.25	2.60	1.88	--
16	2.58	1.50	1.30	1.04	3.30	3.22	2.90	2.70	2.22	--
17	2.09	1.95	2.18	1.42	3.35	2.40	1.27	2.10	1.41	--
18	1.95	1.45	1.77	1.62	2.27	2.75	1.38	1.75	1.82	--
19	1.85	1.28	1.29	1.28	2.10	1.35	2.70	1.85	1.30	--
20	1.23	0.54	1.61	1.40	2.03	1.07	2.09	1.27	1.00	--
21	0.52	1.98	0.85	1.04	1.57	1.28	1.01	0.93	2.15	--
22	1.17	0.85	0.94	0.81	1.33	1.07	2.21	0.95	1.03	--
23	0.68	1.20	0.77	0.80	1.38	0.73	0.89	0.80	0.62	--
Total día	32.3	38.6	33.9	26.6	48.6	51.4	39.4	47.8	34.0	3.6

Figura 7. Variación del volumen diario, salida del tanque de almacenamiento

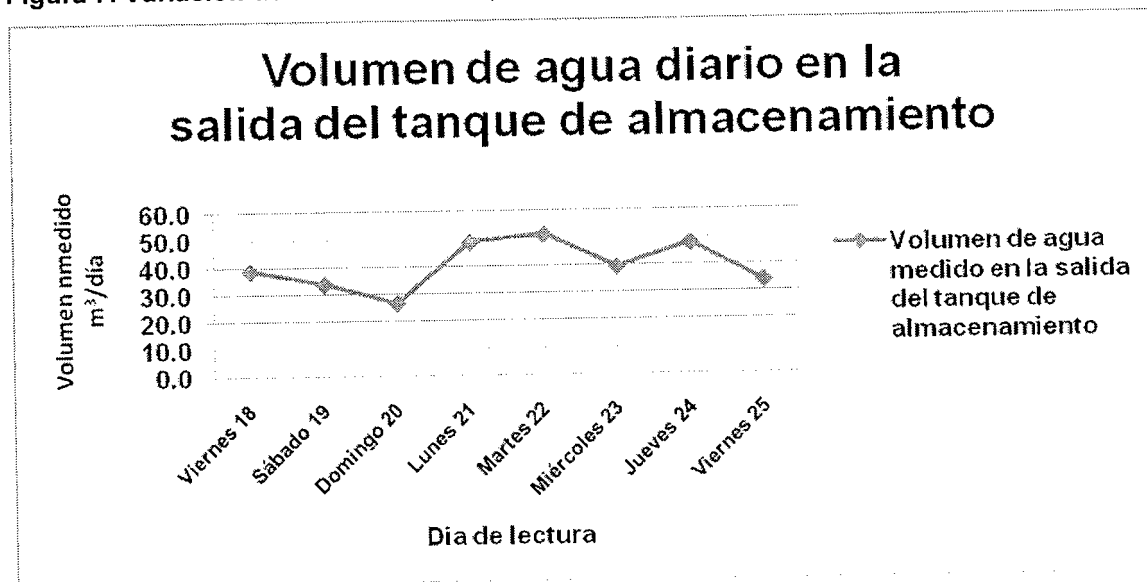
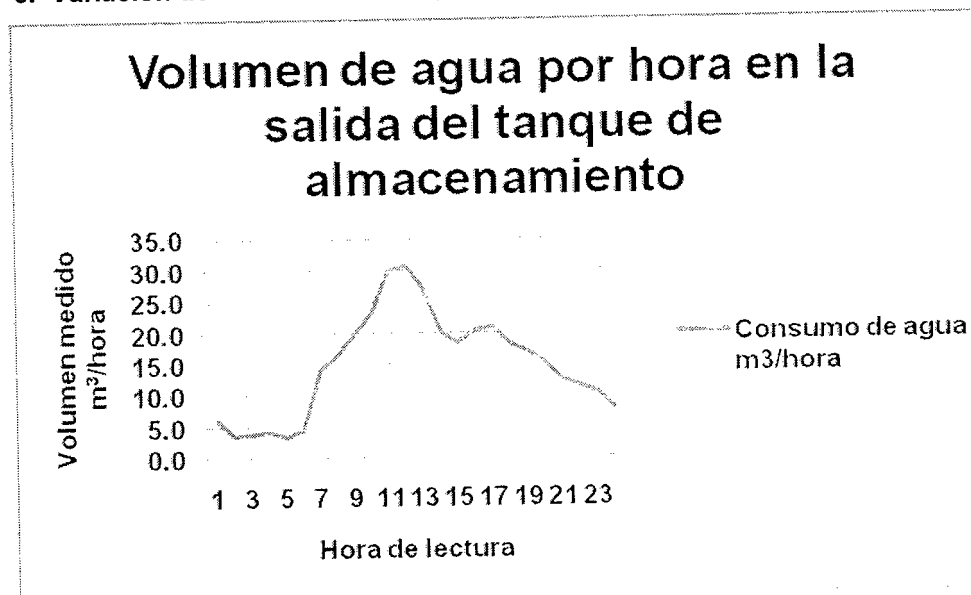


Figura 8. Variación del volumen horario, salida del tanque de almacenamiento



3.1.2.2. Volumen de agua potable facturada en el 2007

Por medio de los recibos de cobro se conocieron los datos del consumo mensual de cada casa durante el año 2008, lo que permitió conocer el consumo por vivienda y el consumo total dentro de la red de distribución del condominio (con pérdidas).

Tabla V. Consumo mensual por vivienda para el año 2007, en la lotificación Terra Vista

Usuario/vivienda	Datos volumen de agua consumidos m ³											Total vivienda/año
	Lectura mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
Garita TP	13	16	10	17	11	8	10	8	7	8	11	119
1 TP	34	34	40	28	38	34	30	32	45	41	30	386
2 TP	36	37	35	64	29	50	40	46	47	45	43	472
3 TP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19	23
4 TP	28	28	37	26	51	34	22	50	33	34	41	384
5 TP	11	8	8	11	9	15	12	16	16	10	10	126
6 TP	30	26	18	23	18	26	19	22	28	16	18	244
7 TP	56	20	41	79	21	49	59	76	48	52	25	526
8 TP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 TP	42	42	53	40	41	89	0	40	42	51	30	470
10 TP	47	44	30	30	30	37	40	42	42	43	31	416
11 TP	19	21	21	37	9	22	18	26	20	22	28	243
12 TP	68	55	59	58	51	57	63	65	68	61	61	666
13 TP	33	34	24	33	33	31	29	30	30	33	35	345
14 TP	55	54	41	64	53	48	62	77	28	46	49	577
15 TP	30	32	23	30	26	28	24	25	28	36	21	303
16 TP	41	35	31	42	58	15	34	31	60	38	35	420
17 y 18 TP	35	33	29	30	49	48	27	32	38	35	23	379
19 TP	57	52	40	37	41	34	30	33	28	51	28	431
20 TP	38	38	104	80	40	37	26	27	18	37	28	473
21 TP	37	40	33	40	28	31	27	35	38	30	41	380
22 TP	58	76	19	28	28	17	15	16	13	33	95	398
23 TP	9	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	21
24 TP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Consumo mensual total sector Terra park m³	777.0	733.0	700.0	798.0	664.0	710.0	587.0	729.0	677.0	726.0	702.0	7803.0
Consumo promedio mensual por vivienda m³	31.1	29.3	28.0	31.9	26.6	28.4	23.5	29.2	27.1	29.0	43.9	
Garita CP	15	28	13	19	10	12	10	10	12	16	15	160
1 CP	8	9	6	4	2	3	3	2	4	4	5	50
2 CP	0	0	0	0	0	11	4	9	19	13	21	77

3 CP	40	26	27	26	22	21	22	26	23	25	27	285
4 CP	38	29	21	27	21	19	20	22	22	22	19	260
5 CP	74	77	20	21	24	20	24	17	14	0	1	292
6 CP	47	39	39	72	20	40	46	51	63	30	7	454
7 CP	16	13	6	7	1	1	1	1	1	6	43	96
8 CP	47	58	8	39	59	46	50	70	32	48	50	507
9 CP	24	21	14	1	0	0	0	0	1	60	130	251
10 CP	22	33	6	19	21	19	22	19	19	20	21	221
11 CP	28	27	28	25	38	28	28	28	29	29	26	314
12 CP	67	72	53	62	57	57	48	61	69	64	65	675
13 CP	45	58	80	77	54	39	33	44	46	38	29	543
14 CP	53	35	39	39	15	1	0	0	58	0	0	240
15 CP	4	2	23	4	1	1	0	2	0	11	23	71
Consumo mensual total sector Coventry park m³	528.0	527.0	383.0	442.0	345.0	318.0	311.0	362.0	412.0	386.0	482.0	4496.0
Consumo promedio mensual por vivienda m³	33.0	32.9	23.9	27.6	21.6	19.9	19.4	22.6	25.8	24.1	30.1	
Consumo mensual total ambos sectores m³	1305.0	1260.0	1083.0	1240.0	1009.0	1028.0	898.0	1091.0	1089.0	1112.0	1184.0	12299.0

Figura 9. Consumo anual por vivienda, sector Terra Park



Figura 10. Consumo anual por vivienda, sector Coventry Park



Figura 11. Consumo total mensual por sector, condominio Terra Vista

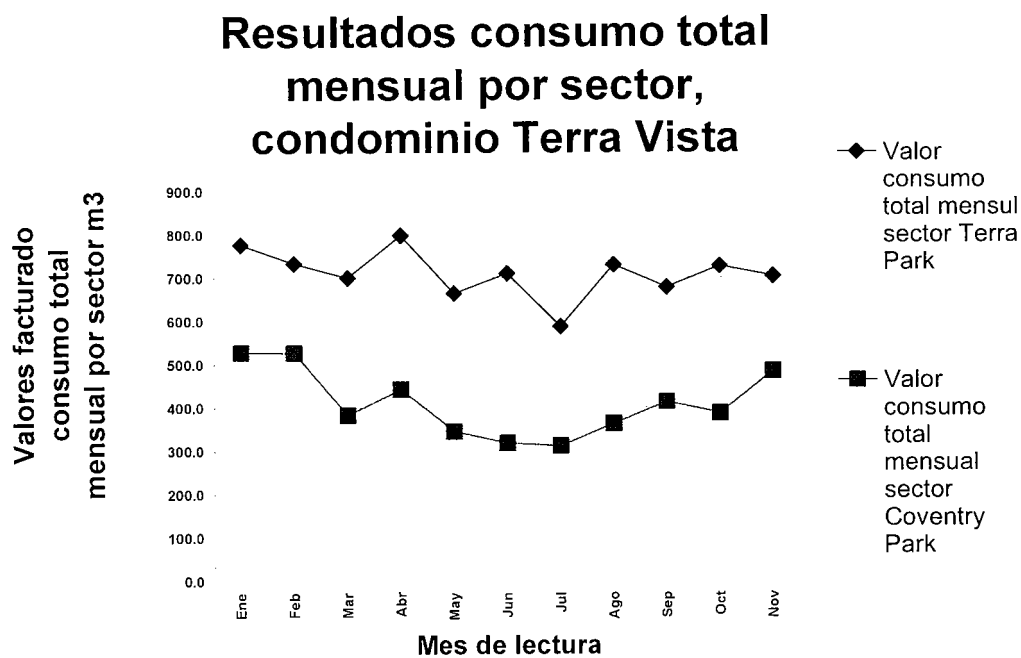


Figura 12. Consumo mensual total, condominio Terra Vista

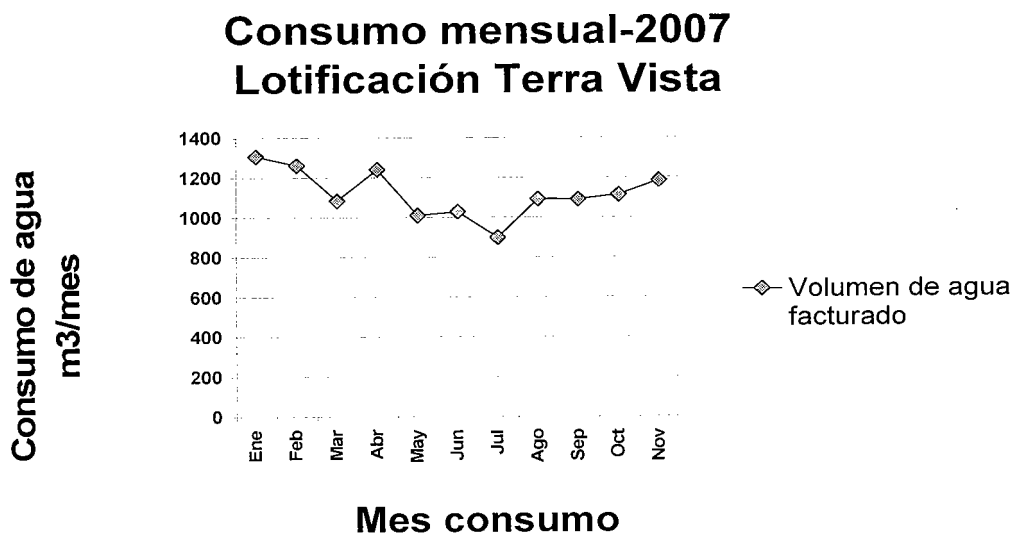
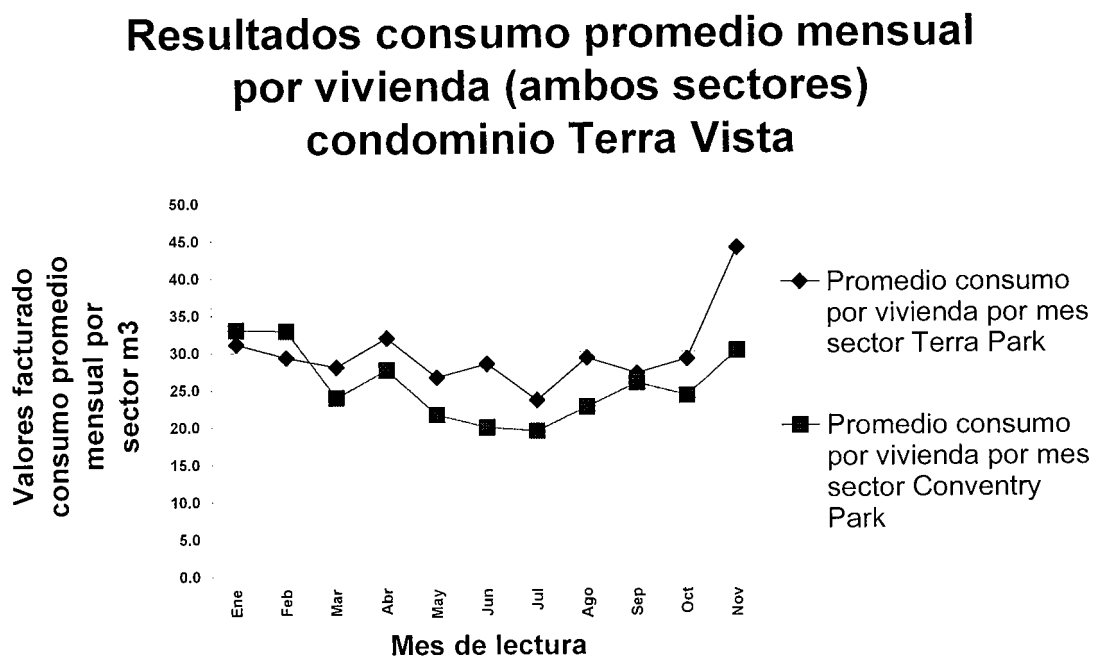


Figura 13. Consumo mensual promedio por vivienda, condominio Terra Vista



3.2. Trabajo de gabinete

Por medio del procesamiento y análisis de la información obtenida durante el trabajo de campo (clima del lugar, nivel socioeconómico de la población (estándar de vida), precio del agua potable, población, número de viviendas, consumo mensual del proyecto año 2007, volumen diario medido a la salida del tanque de almacenamiento, del proyecto período del 17 al 26 de enero 2008), se establecieron los siguientes criterios para su análisis:

- El valor de consumo diario medido a la salida del tanque de almacenamiento es sobre un periodo de 9 días.
- El valor de consumo diario de acuerdo a los recibos de cobro del servicio, es sobre un período de 11 meses.
- Para los cálculos realizados, estos valores se consideraron adecuados, independientemente de cómo se evaluaron. La diferencia entre ellos se considera como las pérdidas dentro de la red de distribución.

3.2.1. Pérdidas de la red de distribución

Pueden darse en diferentes componentes de la red de distribución, entre estos: tuberías principales, fugas en las tuberías de servicio abandonadas, otras. Entre los factores que afectan las pérdidas se pueden mencionar los siguientes: alta presión, problemas de corrosión, efectos del tráfico, movimientos del suelo, mala calidad de los materiales, mala calidad de mano de obra y golpe de ariete, entre otras. Debido a la ubicación y administración del condominio, éstas deben ser mínimas, para su cálculo se consideraron los valores de consumo promedio diario, considerando que:

- El caudal a la salida del tanque de almacenamiento es igual al consumo de los residentes más las pérdidas del sistema.
- El consumo de los residentes es igual a los valores registrados (recibos de cobro).
- Las pérdidas son iguales a caudal a la salida del tanque de almacenamiento menos el consumo de los residentes.

3.2.2. Cálculos y análisis de resultados

3.2.2.1. Análisis resultados consumo mensual año 2007

Tabla VI. Resultados consumo/mes año 2007, lotificación Terra Vista

Lectura mes											
Consumo total m ³ /mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
	1305.0	1260.0	1083.0	1240.0	1009.0	1028.0	898.0	1091.0	1089.0	1112.0	1184.0

- Total consumo 11 meses (334 días) = 12299.0 m³
- Consumo promedio diario= 36.9 m³/día
- Dotación en base al registro del recibo de pago del servicio de agua potable (DRC) = 132.0 l/hab/día

3.2.2.2. Análisis resultados consumo medido salida del tanque de almacenamiento

Tabla VII. Resultados consumo salida tanque de almacenamiento, lotificación Terra Vista

Datos volumen de agua a la salida del tanque de almacenamiento m ³										
Fecha lectura	Jueves 17	Viernes 18	Sábado 19	Domingo 20	Lunes 21	Martes 22	Miércoles 23	Jueves 24	Viernes 25	Sábado 26
Total consumo por día	32.3	38.6	33.9	26.6	48.6	51.4	39.4	47.8	34.0	3.6

- Total consumo 9 días = 356.2 m³
- Consumo promedio diario= 39.6 m³/día
- Dotación en base al valor medido a la salida del tanque de almacenamiento de agua potable (DMC) = 141.9 l/hab/día

Tabla VIII. Resumen de resultados del análisis de caudales de demanda

Resumen resultados evaluación consumo de agua potable			
Método de evaluación	Parámetro evaluado		
	Consumo total (m ³)	Consumo diario m ³ /día (l/día)	Dotación l/hab/día
Recibos de cobro del servicio año 2007 (11 meses)	12299.0	36.9 (369.0)	132.0
Medición a la salida del tanque de almacenamiento (9 días)	356.2	39.6 (396.0)	141.9

Figura 14. Resultados consumo diario agua potable, lotificación Terra Vista

Datos consumo/día de agua potable Lotificación Terra Vista

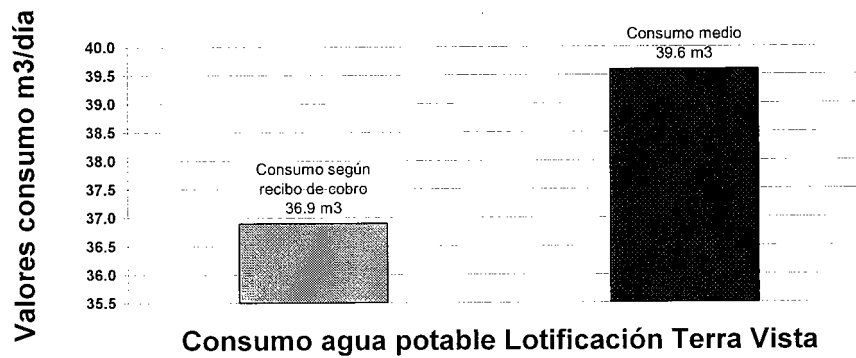
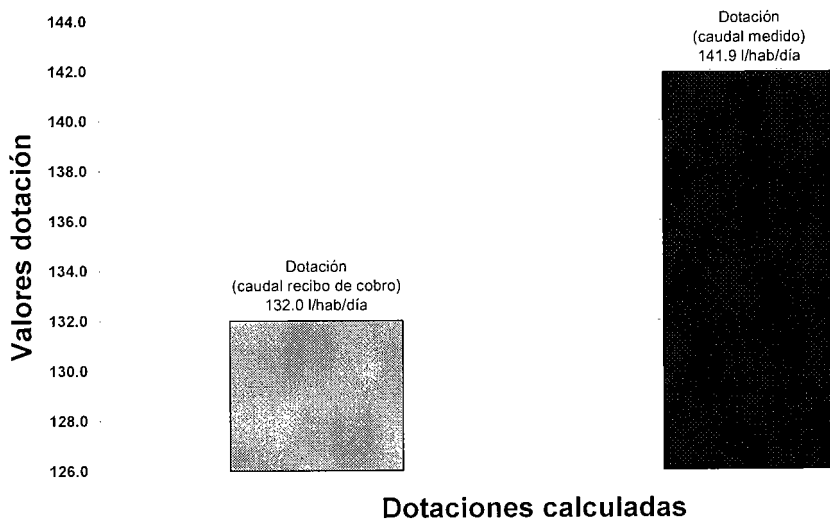


Figura 15. Resultados de los valores de dotación de agua potable, lotificación Terra Vista

Resultados valores de dotación



3.2.2.3. Cálculo de pérdidas de la red de distribución

Entre los factores que pueden incidir en el resultado, se pueden mencionar:

- Directos
 - Fugas
 - Fallas en las mediciones
 - Uso de agua colectiva que no se paga (riego de áreas verdes, otros)
- Indirectos
 - Fallas técnicas
 - Fallas administrativas

Para su cálculo se consideraron los valores de consumo promedio diario de acuerdo a los criterios de cálculo, considerando que:

- El caudal a la salida del tanque de almacenamiento es igual al consumo de los residentes más las pérdidas en el sistema.
- El consumo de los residentes es igual al consumo en la salida del tanque de almacenamiento (valores registrados recibos de cobro).
- Las pérdidas son equivalentes a $2.7 \text{ m}^3/\text{día}$, valor que corresponde al 6.8 % del consumo promedio diario, en base al valor medido a la salida del tanque de almacenamiento ($39.6 \text{ m}^3/\text{día}$).

3.2.2.4. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida, para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = \text{Población} \times \text{Dotación} / 86400$$

Donde:

Q_{med} : caudal medio diario en l/s

P: número de habitantes

D: dotación en l/ hab / día

3.2.2.5. Consumo promedio diario anual (Q_m)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo.

3.2.2.6. Consumo máximo diario (Q_{md})

Corresponde al máximo volumen de agua consumido en un día a lo largo de los 365 días del año; los coeficientes recomendados son del 130-180 %.

3.2.2.7. Consumo máximo horario (Q_{mh})

Corresponde al máximo caudal que se presenta durante una hora en el día de máximo consumo, los coeficientes recomendados son del 200-250 %.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Datos del proyecto

Para que el valor de la dotación evaluado pueda ser aplicado en otros proyectos es necesario que se consideren las condiciones particulares de la lotificación Terra Vista:

- Condominio cerrado
- Densidad de población 6.8 hab/vivienda
- Estrato con nivel de ingresos medio-alto
- Administración del servicio agua potable privado.
- Existencia de red de drenajes.

4.2. Evaluación de demanda (consumos)

De acuerdo a los resultados obtenidos existe una diferencia entre los valores de demanda de agua potable medidos a la salida del tanque de almacenamiento y los registrados en los recibos de cobro del servicio, lo que se considera como las pérdidas dentro de la red de distribución. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad mínima adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 50 l/hab/día, a medida que las ciudades diversifican sus actividades, se presentan valores menos diferenciados entre las horas de mayor y menor consumo.

4.2.1. Consumo mensual año 2007

De acuerdo a los resultados obtenidos, los valores registrados de consumo/mes/vivienda varían entre: máximo 130 m³, mínimo 1 m³ (vivienda desocupada al momento de la lectura), los valores registrados de consumo/mes/condominio varían entre: máximo 1305.0 m³ (enero), mínimo 898.0 m³ (julio), con una diferencia de 407.0 m³ entre ellos. El valor del consumo diario promedio calculado sobre 11 meses de registros es de 36.9 m³/día.

4.2.2. Volumen medido salida del tanque de almacenamiento

De acuerdo a los resultados obtenidos, los valores registrados de consumo/horario/condominio varían entre: máximo 5.25 m³ (jueves 24, 11:00 horas), mínimo 0.08 m³ (viernes 18, 00:00 horas), los valores registrados de consumo/día/condominio varían entre: máximo 48.5 m³ (lunes 21), mínimo 26.9 m³ (domingo 20), con una diferencia de 21.6 m³ entre ellos. El valor del consumo diario promedio calculado sobre 9 días de registro es de 39.6 m³/día.

4.3. Dotaciones calculadas

Para la proyección de la demanda es necesario tener en cuenta que para que el servicio sea eficiente debe tener las siguientes características:

- Toda la población del área de influencia del sistema de agua potable, debe tener conexión domiciliaria.

- Todas las conexiones domiciliarias deben contar con medidor de consumo.
- El servicio de suministro debe ser continuo.
- El sistema de facturación debe permitir al usuario decidir su consumo en función a sus necesidades y a lo que está dispuesto a pagar.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el valor de la dotación calculada en base al registro del recibo de pago del servicio de agua potable (**DRC 132.0 l/hab/día**) es menor que el valor de la dotación calculada en base al valor medido a la salida del tanque de almacenamiento (**DMC141.9 l/hab/día**).

4.4 Pérdidas

Al restar las dotaciones calculadas anteriormente, se determina que las pérdidas equivalen a 9.9 l/hab/día, lo que significa que diariamente no se contabiliza un volumen de 2.8 m³/día.

CONCLUSIONES

1. La demanda en un servicio de agua potable es la cantidad de agua de buena calidad que satisface los requerimientos de los usuarios.
2. A medida que las ciudades diversifican sus actividades, se presentan consumos menos diferenciados entre las horas de mayor y menor consumo.
3. La determinación de la dotación servirá como referencia para las bases de cálculo para dimensionar redes y sistemas de agua potable en proyectos similares ubicados en el área metropolitana, cuando no exista información para el proyecto en estudio.
4. Para suministrar eficientemente agua a los proyectos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfagan las necesidades reales de la población.
5. Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer solo una necesidad del momento actual sino que deben prever el crecimiento de la población en un período de tiempo prudencial.
6. Las curvas de consumo horario, representación gráfica de las ratas de consumo durante cada una de las horas del día, y de consumo acumulado, son importantes para diseñar las instalaciones del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable.

7. La población estudiada se puede clasificar como ciudad dormitorio, factor que puede determinar que el consumo por habitante día esté por debajo del valor utilizado en el diseño de redes de agua potable.
8. Los resultados de las dotaciones son: de acuerdo a la facturación mensual y media anual 132.0 l/hab/día y en base al valor medido a la salida del tanque es de 141.9 l/hab/día.
9. Las pérdidas, es decir, el agua no contabilizada representa un volumen diario de 2.8 m³.

RECOMENDACIONES

1. Se pueden utilizar los valores obtenidos en proyectos similares ubicados en el área metropolitana, identificando claramente similitudes y diferencias, para aplicar las correcciones que sean necesarias.
2. Siempre que se realicen estudios sobre proyectos de agua potable deben ser evaluados desde dos puntos de vista: el aspecto sanitario y el económico.
3. Aun cuando los valores generalmente utilizados para la dotación son mayores en más o menos un 35%, se debe considerar que en ese margen se está previendo cualquier imprevisto que no queda determinado por los estudios realizados.
4. En cuanto sea posible y si las condiciones del lugar lo permiten, al hacer un estudio con los mismos fines del presente, se debe realizar mediciones cada 30 minutos, de preferencia durante una semana, con la finalidad de poder determinar la variación horaria de los consumos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kestler Rojas, Patricia Jamilette. **Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda.** Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Civil Administrativa. Guatemala 2004.
2. Manual para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro. Versión 2009.
www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceaagro/publicaciones/Manual2009/Introduccion.pdf
3. **Guía de diseño de un fraccionamiento de interés social.**
www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/7331/Capitulo4.pdf
4. Ahumada Theoduloz, Gerardo y Hernández Rodríguez, Jaime. **Estimación de Coeficientes de Demanda de Sistemas de Agua Potable.** AIDIS. 2003.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahumada Theoduloz, Gerardo y Hernández Rodríguez, Jaime. **Estimación de Coeficientes de Demanda de Sistemas de Agua Potable.** AIDIS Chile 2003.
2. Antonio Caravacas, Antonio Vela, Asis Álvarez, Elisa Verruschi e Yris González. **Diseño de una Metodología para estimar los consumos de la red de distribución de agua potable de Barquisimeto, Venezuela.** Ingeniería del Agua · Vol. 9 · Nº 4 Diciembre 2002.
3. Arocha R. Simón. **Abastecimientos de agua, Teoría y Diseño.** Ediciones Vega s.r.l. Madrid, España. 1980.
4. Kestler Rojas Patricia Jamilette. **Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda.** Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Civil Administrativa. Guatemala 2004
5. Mays W. Larry. **Manual de sistemas de distribución de aguas.** Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. 2003.
6. Saenz R, Rodolfo. **Generalidades para la evaluación de redes de distribución.** Lima, Perú. 1982.

7. Steel W. Ernest. **Abastecimiento de agua y alcantarillado**. Editorial Gustavo Gili, S. A. 4ta edición. Barcelona, España. 1958.
8. Valdez Enrique Cesar. **Abastecimiento de agua potable**. Facultad de ingeniería UNAM, Volumen 1, 4ta edición (1994).
9. Zaldívar Abanto Ernesto. **Proyección de la Demanda de Agua Potable**. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Perú. 2002.
10. **Guía de diseño de un fraccionamiento de interés social**.
www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/7331/Capitulo4.pdf
(julio 2,009).