

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE CAICARA DE BARCELONA, MUNICIPIO BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI, UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD.

PRESENTADO POR:

Br. CHRISTIAN CHRISTOPHER ROMERO RONDON.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL.

PUERTO LA CRUZ, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE CAICARA DE BARCELONA, MUNICIPIO BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI, UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD.

REALIZADO POR:

Br. Christian Christopher Romero Rondon

ASESOR

Prof. Mounir Bou Ghannam

PUERTO LA CRUZ, ABRIL DE 2010.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE CAICARA DE BARCELONA, MUNICIPIO BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI, UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD.

JURADO CALIFICADOR:

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

Prof. Mounir Bou Ghannam
Asesor Académico

Prof. Luis González
Jurado Principal

Prof. María Ramírez
Jurado Principal

PUERTO LA CRUZ, ABRIL DE 2010.

RESOLUCIÓN.

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA.

A Dios todopoderoso, que siempre me diste fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Rosaura Josefina Rondón Ríos y José Gregorio Romero Páez, por todo su amor, apoyo y consejos a lo largo de toda mi vida, gracias por todo. Este triunfo es para ustedes.

A mi esposa Máriel Felicia quien me acompaño, ayudo y apoyo para alcanzar esta meta, y a mi pequeña hija Lucía, las que amo y quiero mucho y llenan mi vida de felicidad.

A mis hermanos David y Eileen, que han estado cerca de mi a cada paso que doy en la vida. Espero ser un buen ejemplo para ustedes.

A mis abuelos Luis Rondón y Rafaela de Rondón, quienes me han brindado su apoyo y cariño a lo largo de mi vida.

A la memoria de mi abuela Carmen y de mi tío Luis Ramón, donde quiera que estén los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO.

A ti Dios mío, gracias por estar siempre conmigo y ser mi guía.

A mis Padres, Rosaura y José, por su apoyo incondicional en todo momento, por enseñarme a tener fe y perseverancia para lograr mis metas.

A ti Máriel Felicia por todo el cariño, amor y comprensión y estar a mi lado todos los días.

A mi hija Lucia por ser un motivo enorme para culminar mis estudios y ser esa niña hermosa que me brinda su amor y cariño.

A mis hermanos David y Eileen, gracias por el apoyo.

A los padres de mi novia Edith Guacarán y Cruz Amílcar Yáñez, por su confianza y apoyo. Gracias por todo.

A mi amigo y compañero de trabajo Víctor Antiques, por su ayuda y apoyo para lograr este objetivo.

A mi asesor y amigo profesor Mounir Bou Ghannam, y al profesor Luis González, por haberme dedicado su tiempo y enseñanza en la realización de este trabajo. Gracias.

A los habitantes de Caicara. Gracias por su contribución.

A la familia Bracamonte en especial a mis amigos Roberth, Iván, Rebeka, Gabriela y a sus padres Iván y Xiomara, por el apoyo brindado y el cariño a lo largo de todos los años de estudio.

RESUMEN.

En el presente trabajo se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Caicara del municipio Simón Bolívar de Barcelona, Estado Anzoátegui. Se determinó como fuente de abastecimiento una tubería de ϕ 30" de acero donada por PDVSA a la alcaldía del Municipio Bolívar y que era utilizada anteriormente para transportar agua cruda. La de la tubería ϕ 30" que termina en un tapón ubicado en el Puente Gómez (Autopista Oriente), es el punto de partida del sistema a diseñar. Fue necesario la realización de un levantamiento topográfico para detallar las variaciones de cotas del terreno el cual suministro la corporación de vialidad e infraestructura del estado (covinea). Se elaboró un estudio demográfico del sector con el objeto de estipular, por medio de varios métodos de proyección, el número de habitantes y la tendencia en el crecimiento de la población para un período de diseño de 20 años a fin de determinar las dotaciones y consumos de la comunidad para los años 2009 y 2029. Los resultados arrojados por el programa Watercad Versión 4.5 indican que con las condiciones actuales de presión en la tubería de 30" el sistema diseñado no funciona. Por ello es necesario precisar las mejoras al sistema existente, como aumentar la presión a 49,98 m.c.a, para que el diseño propuesto sea funcional. El proyecto se dividió en seis capítulos y se presentan a continuación: El capítulo uno, muestra las características generales de la zona en estudio, así como el planteamiento del problema y los objetivos. El capítulo dos, el marco teórico referente al tema. En el capítulo tres, se presentan y analizan los datos del sistema. En el capítulo cuatro, se señala el análisis y diseño del sistema. En el capítulo cinco, se discuten los resultados así como se proponen soluciones a la problemática existente y en el capítulo seis se muestran las conclusiones y recomendaciones.

INDICE.

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
INDICE	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS	xii
1 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	15
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 TÉRMINOS BÁSICOS	17
2.1.1 CAUDAL	17
2.1.2 VELOCIDAD	17
2.1.3 FLUJO EN TUBERÍAS A PRESIÓN	17
2.1.4 FLUJO LAMINAR	17
2.1.5 FLUJO TURBULENTO	18
2.1.6 GOLPE DE ARIETE	18
2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	18
2.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	19
2.4 PRINCIPALES SISTEMAS DE AGUA POTABLE	20
2.5 PERDIDA DE CARGA EN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	21
2.5.1 FORMULA DE DARCY-WEISBACH	21
2.5.2 FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS	22
2.5.3 PERDIDAS MENORES	23

2.6	DEMANDA DE AGUA	23
2.6.1	CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA	24
2.7	VARIACIONES PERIÓDICAS DE LOS	24
2.7.1	EL CONSUMO MEDIO DIARIO (QM.)	25
2.7.2	EL CONSUMO MÁXIMO DIARIO (QMD)	25
2.7.3	EL CONSUMO MÁXIMO HORARIO (QMH)	25
2.8	TUBERÍAS	26
2.8.1	PROFUNDIDADES DE TUBERÍAS	27
2.8.2	DETERMINACIÓN DE DIÁMETROS PARA	28
	ACUEDUCTOS	
2.9	VÁLVULAS	30
2.10	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	32
2.11	PERÍODOS DE DISEÑOS TÍPICOS DE	36
2.12	TIPOS DE DISTRIBUCIÓN	37
2.13	INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS	37
2.13.1	ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS	37
2.13.2	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	38
2.13.3	ESTUDIOS SANITARIOS DE LA HOYA Y	38
2.13.4	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	39
2.13.5	ESTUDIOS GEOLÓGICOS	40
2.13.6	ESTUDIOS MISCELÁNEOS	41
2.13.7	ESTUDIO DE OBRAS EXISTENTES Y	41
2.14	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA	41
	FUTURA	
2.14.1	MÉTODO DE COMPARACIÓN GRÁFICA	41
2.14.2	MÉTODO DE CRECIMIENTO LINEAL	42
2.14.3	MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO	42
2.14.4	MÉTODO DE CRECIMIENTO LOGARÍTMICO	43
2.14.5	MÉTODOS ESTADÍSTICOS	44
3	CAPITULO III. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS	45
	DATOS	
3.1	GENERALIDADES DEL ÁREA	45
3.2	DEMOGRAFÍA	46
3.3	ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA	47

3.3.1	MÉTODO DE CRECIMIENTO LINEAL	47
3.3.2	MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO	48
3.3.3	MÉTODO DE CRECIMIENTO LOGARÍTMICO	49
3.3.4	DISCUSIÓN DE LAS PROYECCIONES DE	50
3.4	DEMANDA DE AGUA	51
3.5	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	52
4	CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	56
4.1	ESTUDIO DE LA TUBERÍA DE	56
	PUENTE GÓMEZ	
4.2	DATOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA	57
4.2.1	DEMANDA DE AGUA PARA CADA NODO	58
4.2.2	MEDICIONES DE PRESIÓN	59
4.3	USO DEL SOFTWARE VERSION 1.0.	60
4.3.1	DATOS DE CONSUMO MEDIO	64
4.3.2.	DATOS GENERALES PARA LOS TRAMOS	65
4.4	DIMENSIONAMIENTO DE UN ESTANQUE QUE	68
	ABASTEZCA EL SECTOR CAICARA DE	
5	CAPÍTULO V. SOLUCIÓN PROPUESTA	70
5.1	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	70
5.2	CALCULO DEL GASTO DE DISEÑO	73
5.3	SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	73
5.4	CHEQUEO DE VELOCIDADES Y PRESIONES	74
5.5	ESPECIFICACIONES DE LA SOLUCIÓN	74
6	CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y	78
6.1	CONCLUSIONES	78
6.2	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXO A. FOTOS DE LA ZONA EN ESTUDIO	83
	ANEXO B. DATOS DE ENTRADA DE TRAMOS Y	85
	DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	
	ANEXO C. TABLAS DE RESULTADOS DE LA	91
	PROPUESTA	

INDICE DE TABLAS.

TABLA 2.1. CONSUMOS MÍNIMOS PERMISIBLES	24
TABLA 2.2. CÁLCULO DEL QMD Y QMH POR	25
TABLA 2.3. PROFUNDIDADES Y ANCHOS DE ZANJAS	38
TABLA 2.4. VALOR DE COEFICIENTE C DE HAZEN-	39
TABLA 2.5. GASTOS Y DURACIÓN DE INCENDIOS	34
TABLA 2.6. DURACIÓN DE INCENDIOS. (INOS 1965)	35
TABLA 3.1. POBLACIÓN PARROQUIA SAN BOLÍVAR BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI.	46
TABLA 3.2. POBLACIÓN ACTUAL DEL SECTOR	47
TABLA 3.3. COTAS Y COORDENADAS DE LOS	52
TABLA 3.4. COTAS Y COORDENADAS DE LOS	54
TABLA 4.1. PRESIONES MEDIDAS IN SITU	59
TABLA 5.1. RELACIÓN DIÁMETRO-VELOCIDAD (INOS, 1.965)	70
TABLA 5.2. MATERIAL DE APOYO DE LA TUBERÍA	77

INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS.

FIGURAS.	
FIG. 1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EN	13
FIG. 2.1. CURVA DE VARIACIÓN HORARIA PARA UN	33
FIG. 2.2. CURVA DE CONSUMOS ACUMULADOS	33
LA DE VARIACIONES HORARIAS PARA UN DÍA TÍPICO	
FIG.4.1. TAPÓN DE LA TUBERÍA DE Φ 30" EN PUENTE	57
FIG.4.2. MANÓMETRO UTILIZADO	60
FIG.4.3. INICIO WATERCAD VERSION 4.5	60
FIG.4.4. DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO	61
FIG.4.4.1 DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO	62
FIG.4.4.2 DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO	63
FIG.4.4.3 DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO	64
FIG.4.5. DATOS DEL TRAMO	66
FIG.4.6. DATOS DE LA FUENTE	67
FIG.4.7. DATOS DEL NODO	68
GRÁFICOS.	
GRÁFICO 3.1.PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	51



CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Ubicación geográfica.

El estado Anzoátegui posee una superficie de 43.300 Km² el cual representa un 4,75% del territorio nacional de Venezuela, se divide en veintiún (21) municipios, se encuentra ubicado entre las coordenadas 07°40`16", 10°15`36" de latitud Norte y 62°41`05", 65°43`09" de longitud Oeste. Su capital Barcelona perteneciente al Municipio Bolívar está ubicado al extremo norte del estado Anzoátegui es la capital de la entidad, tal como se muestra en la figura 1.1.

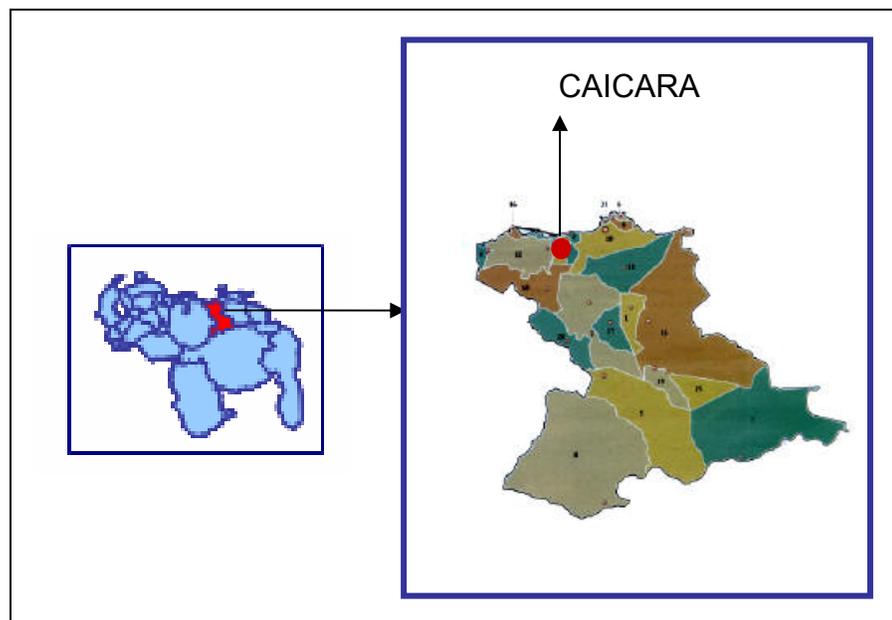


Fig. 1.1. Ubicación Geográfica de la Zona en Estudio.



El sector “CAICARA” está ubicado al norte de la parroquia San Cristóbal del municipio Bolívar (en la Zona Sur de Barcelona); limita al norte con el mar caribe, al sur con la camaronera, al este con el río Aragua y al oeste con el parcelamiento CAICARA.

1.2 Características de La zona.

La temperatura promedio de la zona en estudio es de 30° C y su época de lluvia es entre los meses de mayo a noviembre. La altura sobre el nivel del mar varía entre los 2 y 10 metros. Su topografía es variable, presentando en algunas partes topografía ondulada y suaves pendientes, con suelos arenos arcillosos. Los tipos de viviendas más comunes son los ranchos y viviendas unifamiliares, ubicadas al borde de la calle principal y de las calles pertenecientes al sector.

La base de la economía en la comunidad es la pesca principalmente de camarones.

Desde el punto de vista social, el poblado dispone actualmente con un módulo de la misión “Barrio Adentro”.

1.3 Planteamiento del problema.

En la zona Norte del Estado Anzoátegui, en las cercanías del aeropuerto “José Antonio Anzoátegui,” y por consiguiente en la Base Aérea Teniente “Luís Del Valle García,” existe una pequeña comunidad con un área de (52,39 Ha) y aproximadamente unas trescientas (300) familias que por



Muchos años han aprendido a convivir pese a las dificultades y problemáticas propias de toda comunidad.

La pequeña población de Caicara de Barcelona está ubicada al norte del Estado Anzoátegui a orillas del Mar Caribe y a un lado de la misma pasa el río Aragua. Por su ubicación geográfica y territorial forma parte de la jurisdicción del municipio Simón Bolívar de la ciudad de Barcelona. Esta ha carecido de un servicio de distribución de agua potable por más de cuarenta años, y en la actualidad se abastecen del líquido mediante camiones cisternas que pasan por la localidad una o dos veces a la semana, y el agua se almacena en las casas en tanques y tambores.

Al no poseer esta comunidad un sistema de abastecimiento de agua potable, se hace necesario proponer un diseño que permita resolver de manera exitosa el grave problema señalado, para mejorar de esta manera la calidad de vida de sus habitantes.

Para alcanzar este objetivo, se contó con el apoyo técnico de HIDROCARIBE y COVINEA. Donde se realizarán censos de la población a través de la Mesa técnica de agua de esta comunidad, y se recopilará información sobre levantamientos topográficos realizados en la zona, para posteriormente diseñar el sistema de abastecimiento, tomando en cuenta la población y su proyección de crecimiento.



1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general:

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad de Caicara de Barcelona, Municipio Bolívar, Estado Anzoátegui, utilizando el software Watercad.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Establecer la población actual y futura para la comunidad de Caicara de Barcelona.
2. Diseñar la aducción, y la red de distribución para la comunidad de Caicara de Barcelona.
3. Elaborar los planos definitivos para el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para la comunidad de Caicara de Barcelona.
4. Calcular los cálculos métricos del sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para la comunidad de Caicara de Barcelona.
5. Preparar los análisis de precios unitarios y el presupuesto de la solución dada.



CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Términos básicos:

2.1.1 Caudal.

El caudal en una tubería es definido como el volumen de agua desplazado durante un período de tiempo determinado.

En el sistema MKS y el STM, el caudal se expresa en m^3/s y se calcula con:

$$Q = V * A \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

Q = Caudal, (m^3/s).

V = Velocidad promedio, (m/s).

A = Área transversal del flujo, (m^2).

2.1.2 Velocidad.

La velocidad es definida como la distancia recorrida durante una unidad de tiempo. La velocidad del agua en una tubería puede ser descrita en términos de metros por segundo (m/s).

2.1.3 Flujo en tuberías a presión.

El termino flujo en tuberías se aplica al flujo en un conducto circular cerrado lleno por completo por el fluido.

2.1.4 Flujo laminar.

En el flujo laminar, las partículas de fluido se mueven en trayectorias suaves en láminas, o capas, con una capa deslizándose suavemente sobre una capa adyacente. Es identificado básicamente por ser lento y uniforme.



2.1.5 Flujo turbulento.

En el flujo turbulento las partículas del fluido se mueven en trayectorias muy irregulares, causando un intercambio de cantidad de movimiento de una porción de fluido a otra.

2.1.6 Golpe de ariete.

Se denomina golpe de ariete, al efecto de choque violento o sobre presión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al cambiar de forma instantánea el movimiento del fluido, como lo es el caso del cierre repentino de una válvula.

2.2 Sistema de abastecimiento.

Un sistema de distribución de agua potable se crea o se amplía para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada, desde la fuente de suministro hasta los consumidores para usos domésticos, de riego, industriales y extinción de incendios. Al proyectarlos, se debe estimar la cantidad de agua potable que consumirá la comunidad, ya que se deben diseñar sus componentes del tamaño adecuado para cubrir las demandas del sistema de distribución de agua.

Las instalaciones para el suministro de agua, en general, constan de: fuente de abastecimiento, obras de captación, línea de aducción, estanque de almacenamiento, estación de bombeo, línea de bombeo, planta de tratamiento, redes de distribución y obras complementarias (tanquillas rompe cargas, desarenadores, chimeneas de equilibrio, válvulas de supresión del golpe de ariete).



2.3 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Los principales componentes de un sistema de abastecimiento son:

a.- Fuentes: Las principales fuentes de abastecimiento de agua son el agua superficial y el agua subterránea. Las fuentes superficiales incluían solo las aguas dulces naturales, como lagos, ríos y arroyos, pero con la expansión demográfica y el aumento del uso de agua por persona en relación con estándares de vida más altos, deben tenerse también en cuenta la desalinización y el aprovechamiento de aguas de desechos o negras. La fuente debería aportar a la obra de captación para ser suministrada a la comunidad entre el 125% y 160% del consumo medio diario durante la vida útil de la obra. No obstante, es indeseable depender de una sola fuente Y, en algunos casos, la diversificación es indispensable para tener seguridad. La fuente debe satisfacer la demanda durante las interrupciones de energía y cuando hay desastres naturales o accidentes. [3]

b.- Tomas: Pueden ser superficiales o subterráneas, sean de ríos, lagos, pozos, llevaran obras de captación adaptadas a las condiciones imperantes de esas masas de aguas. Estas tomas deben aportar a la aducción entre el 125% y 160% del consumo medio diario durante la vida útil de la obra.

c.- Desarenador: Se colocan únicamente en tomas superficiales su función fundamental es separar las partículas mas gruesas que entran por la toma (arenas), en caso de que la fuente en su estado de análisis no transporte arenas se podría omitir este desarenador; debe tener capacidad suficiente para el caudal que entra por la toma.

d.- Obras de Aducción o Conducción: Las aguas captadas deben en general, ser conducidas al sitio de consumo, para lo cual se requieren las



líneas de aducción, pudiendo estas ser por gravedad, bombeo o al caso mixto (gravedad y bombeo), representadas en el terreno mediante canales abiertos o conductos a presión dependiendo de la topografía de la zona. La aducción comienza en la toma y termina en el tanque de almacenamiento, pudiéndose encontrar en este trayecto la planta de tratamiento.

e.- Estanques de Almacenamiento: Es el elemento intermedio entre la conducción y la red de distribución, generalmente antes de éste se encuentra la etapa de tratamiento, de su función depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad. Su función es:

- 1) compensar las fluctuaciones del consumo,
- 2) para combatir incendios,
- 3) para suplir agua en caso de interrupciones del abastecimiento matriz,
- 4) para prever un diseño más económico del sistema.

f.- Obras de Distribución: Consiste en llevar el agua a los diferentes sectores de la comunidad, para lo cual se requiere un sistema de conductos a presión que tengan la capacidad necesaria para suministrar cantidades suficientes y dentro de ciertas normas estipuladas para cada zona en particular. [1]

2.4 Principales sistemas de abastecimiento de agua potable.

Los principales sistemas de abastecimiento son:

- a) Sistema de alimentación directa.
- b) Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado.



c) Distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y estanque alto.

d) Distribución con equipo hidroneumático.

El sistema de alimentación directa se utiliza cuando el abastecimiento de agua público es continuo y mantiene una presión mínima adecuada.

El sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado se emplea en sectores donde el abastecimiento de agua al público no es continuo o carece de presión adecuada.

La distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y estanque alto se utiliza cuando el servicio no es continuo y la presión no es adecuada para llenar el tanque elevado.

La distribución con equipo hidroneumático se emplea en zonas donde el abastecimiento de agua no garantiza la presión suficiente y se desea mantener una presión adecuada.

2.5 Pérdidas de cargas en un sistema de abastecimiento.

La pérdida de carga representa la cantidad de energía necesaria cuando el agua se mueve desde un punto a otro a través de una tubería; o simplemente, la pérdida de carga representa un decrecimiento en la presión y siempre está referida en términos de metros de presión.

2.5.1 Fórmula de Darcy – Weisbach:

Es la fórmula básica para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías y conductos.

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

(Ec. 2.2)



Donde:

f : Factor de fricción, (adimensional y se obtiene del diagrama de Moody).

g : Aceleración de la gravedad, (m/s²).

hf: Pérdida de carga debido a la fricción, (m).

D: Diámetro interno de la tubería, (m).

L: Longitud de la tubería, (m).

V: Velocidad del fluido, (m/s).

2.5.2 Fórmula de Hazen – Williams:

Es una de las más utilizadas para problemas de flujo en tubos en las redes de agua potable, aunque su desarrollo tanto para canales abiertos como para flujos en tubos. Las pérdidas de carga por fricción son evaluadas mediante la expresión Hazen – Williams, como:

(Ec. 2.3)

$$h_f = 10,67 * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}} \right)$$

Donde:

hf = Pérdida de carga, (m).

D: Diámetro interno, (m).

L: Longitud, (m).

Q = Caudal, (m³/s).

C: Coeficiente de fricción. Conviene señalar que dicho valor se selecciona en base al periodo de operación de la tubería (años), diámetro y tipo de material.



2.5.3 Pérdidas menores:

Tienen su origen en los cambios de dirección de la corriente, en las contracciones, ensanchamientos, codos, diafragma, válvulas, entre otros; en general todos los accesorios de tuberías. Estos elementos producen una perturbación de la corriente que origina remolinos y desprendimientos, que intensifican las pérdidas. La expresión generalizada de esta pérdida es:

$$(Ec\ 2.4) \quad h = K * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

h = Pérdida de energía, en m.

K = Coeficiente sin dimensiones que depende del tipo de pérdida que se trate, del número de Reynolds y de la rugosidad del tubo.

$V^2/2g$ = La carga de velocidad, aguas abajo, de la zona de alteración del flujo, en m.

2.6 Demanda de agua.

Esta información es de gran importancia para el logro de sistemas funcionales, dentro del lapso económicamente aconsejable. Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua. Nuestras normas basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en las de otros países, asignan cifras para las dotaciones de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la zonificación, y en otros casos las características de la población, o en casos de industrias, en función del tipo y de la unidad de producción. Estas cifras nos conducen a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual ha de constituir la base de todo diseño, requiriéndose, por lo tanto, un conocimiento de estas estimaciones.



2.6.1 Cálculo de la demanda de agua.

En un sistema de abastecimiento de agua el gasto medio constituye la base fundamental para el diseño de cada una de las partes de dicho sistema. Este gasto medio está íntimamente ligado a los consumos de agua de la población a servir. Las Normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, “Normas para el diseño de los abastecimientos de agua” [6], señala lo siguiente: “Cuando sea necesario proyectar un Sistema de Abastecimiento de agua para una ciudad y no se tengan datos confiables sobre consumo, se sugieren como consumos mínimos permisibles para objeto del diseño lo indicado en la siguiente tabla”. Ver tabla 2.1.

Tabla 2.1. Consumos Mínimos Permisibles.

Población	Servicio con Medidores	Servicio sin Medidores
Hasta 20.000	200 litros/persona/día	400 litros/persona/día
20.000 a 50.000	250 litros/persona/día	500 litros/persona/día
Mayor de 50.000	300 litros/persona/día	600 litros/persona/día

Fuente: Abastecimientos de Agua “Simón Arocha R.”.[7]

Estos rangos de valores permiten flexibilidad en la escogencia de la dotación, por lo cual el criterio y buen juicio en la selección de este factor es elemento importante para un buen diseño.

2.7 Variaciones periódicas de los consumos.

La finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión



suficiente. Para lograr tales objetivos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto este satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto.

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en forma porcentual (%) del consumo medio.

2.7.1 Consumo medio diario (Q_m).

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registros, expresándolo en l/seg.

2.7.2 Consumo máximo diario (Q_{md}).

Es la demanda máxima que se presenta en unos días del año. En otras palabras, representa el día de mayor consumo en el año.

2.7.3 Consumo máximo horario (Q_{mh}).

Corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo.

A continuación, se presenta un cuadro de resumen para el cálculo del Q_{MD} y Q_{MH} según diferentes autores:

Tabla N° 2.2 Cálculo del Q_{MD} y Q_{MH} por diversos autores.

Autor	Arocha	Mijares	INOS	MSAS
Caudal	(1997)	(1998)	(1965)	(1989)
$Q_{md} = K_1 * Q_m$	$K_1 = (1.2-1.6)$	$K_1 = 1.25$	$K_1 = 1.20$	$K_1 = 1.25$
$Q_{mh} = K_2 * Q_m$	$K_2 = (2-3)$	$K_2 = 2.75 - 0.0075X$ (1000 hab < Pob < 100.000 hab) X = población en miles		$K_2 = 2.5$



		de hab. $K_2 = 2$ (Pob \geq 100.000 hab) $K_2 = 2.75$ (Pob \leq 1000 hab)	
--	--	---	--

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable. “Luis Beltrán González” [6]

2.8 Tuberías.

Son las encargadas de transportar el agua a presión hasta el sitio de consumo, según Mijares [2], se pueden clasificar según su función de la siguiente manera:

Tubería matriz (mayores de 400 mm): Conducen el agua desde los tanques de almacenamiento o estaciones de bombeo o aducción a las tuberías arteriales. No se deberían hacer tomas sobre esta tubería sino sobre tuberías de distribución paralelas.

Tuberías arteriales o principales: Suplen los gastos a los hidratantes y consumos en general.

Tuberías de Relleno: Pueden hacer la misma función de las arteriales pero en general se utilizan para intercomunicar redes para formar mallas por lo cual generalmente son de diámetros menores que las arteriales. Deben tener diámetro suficiente para servir a los hidrantes y garantizar presiones mínimas.

Tuberías de servicio: Suplen el consumo desde las tuberías a los medidores comerciales instalados en la residencia o institución que reciba el servicio. En medio urbanos el $\phi \geq \frac{3}{4}$ ”, se puede aceptar en medios rurales hasta diámetros de $\frac{1}{2}$ ”. Las tuberías de distribución, en general, se colocan a



un lado de la calle para dejar el centro a los colectores cloacales. Si el ancho de la calle fuese mayor de 17m se podría recomendar dos líneas de alimentación. La tubería de distribución debe estar como mínimo a 20 cm. por encima de la cloaca y a una separación horizontal mayor de 2m.

2.8.1 Profundidades De Tuberías.

Cuando se instalan tuberías para la conducción de agua potable, paralelamente a tramos de tuberías de recolección de aguas residuales, colector cloacal o ramal de empotramiento, se alejara una de otra la mayor distancia libre horizontal posible. La distancia libre mínima horizontal exterior entre las tuberías para la conducción de agua potable y los colectores cloacales será de dos (2) metros, y la cresta del colector cloacal o ramal de empotramiento deberá quedar a una distancia vertical exterior, no menor de 0.20 metros por debajo de la parte inferior de la tubería de agua potable.

En ocasiones en las que circunstancias debidamente justificadas no se pueda mantener la distancia vertical mínima de 0.20 metros entre ambas tuberías, se tomarán las precauciones necesarias para proteger la tubería de agua potable, tales como la utilización de juntas herméticas, y el recubrimiento del colector cloacal con envoltura de concreto resistencia de 28 días , de 140kg/cm^2 , de 10 cm. de espesor como mínimo alrededor de toda la tubería y en una longitud igual a la del paralelismo entre ambos conductos, más un exceso de 1.50 metros en ambos extremos; o la utilización e instalación de cualquier otro material que garantice la ausencia de filtraciones en el colector cloacal, a juicio de la autoridad sanitaria competente, tal como lo señala el artículo 33 de la Gaceta Oficial Extraordinario N° 4.103 [8].

En general, las profundidades mínimas y anchos de zanjas recomendados, a que deben de instalarse las tuberías y llaves de paso,



medidas desde la rasante definitiva del pavimento de la calle al eje de tubería serán las especificadas en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Profundidades Y Anchos De Zanjas para Tuberías.

Diámetro nominal tubería mm.(Pulgadas)	Profundidad de la zanja (cm).	Ancho de la zanja (cm).
100 (4")	70	45
150 (6")	89	53
200 (8")	90	60
250 (10")	105	65
300 (12")	120	75

Fuente: Gaceta Oficial De Venezuela N° 4.103 Extraordinario [8].

2.8.2 Determinación de Diámetros para Tuberías de Acueductos.

Para la determinación y predimensionado de los diámetros será necesaria la aplicación de la ecuación de Hazen-William que permitirá obtener la combinación de diámetro expresándolo de la siguiente forma:

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$J = \frac{(N_1 - N_2)}{L} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

C = Coeficiente de fricción (Adimensional).

D = Diámetro (m)

J = Pérdidas (m/m).

N1 = Cota del punto 1 (m).

N2 = Cota del punto 2 (m).



Despejando D de la Ec. 2.5, nos queda:

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{\frac{1}{2,63}} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

El coeficiente de fricción C es un valor que se encuentra en función del tipo de material del cual esta hecha la tubería, su edad y el diámetro de la misma. Dicho dato se puede hallar en la tabla 2.4, titulada valor del coeficiente de Hazen-Williams, la cual se presenta a continuación:

Tabla 2.4. Valor del coeficiente C de Hazen-Williams.

Material	Condición	Diámetro (pulgadas)	CHW
Hierro Dulce	Nuevo	Todos	130
	5 años de edad	$d \geq 12$	120
		$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
	10 años de edad	$d \geq 24$	113
		$12 \leq d \leq 20$	111
		$4 \leq d \leq 10$	107
	20 años de edad	$d \geq 24$	100
		$12 \leq d \leq 20$	96
		$4 \leq d \leq 10$	89



Tabla 2.4. Valor del coeficiente C de Hazen-Williams. (Continuación)

Material	Condición	Diámetro (pulgadas)	CHW
Hierro Dulce	30 años de edad	$d \geq 30$	90
		$16 \leq d \leq 24$	87
		$4 \leq d \leq 14$	75
	40 años de edad	$d \geq 30$	83
		$16 \leq d \leq 24$	80
		$4 \leq d \leq 14$	64
	50 años de edad	$d \geq 30$	77
		$16 \leq d \leq 24$	74
		$4 \leq d \leq 14$	55
Acero Soldado	Constante	$d \geq 12$	120
		$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
PVC	Constante	Todos	150
Hierro Galvanizado	Constante	Todos	100
Asbesto-Cemento	Constante	Todos	140

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable.[5].

2.9 Válvulas.

Existe una gran variedad de válvulas para facilitar la operación y el mantenimiento de los sistemas de tuberías de conducción de agua, entre las cuales se describen las siguientes:



Válvulas de retención: Para permitir el flujo en la tubería sólo en un sentido.

Válvulas reductoras de presión: En zonas de distribuciones de topografía abrupta generalmente es necesario controlar un rango de presiones admisible.

Válvula de paso: Para obstruir en un momento dado el paso del agua de un punto a otro de la tubería. Entre las más usadas para distribuciones se tienen las de doble disco.

Válvulas de altitud: Estas válvulas son utilizadas para evitar el rebose de tanques cuando existen otros en el sistema a mayor elevación.

Purgas o válvulas de limpieza: En tuberías de ϕ 12" (ϕ 300mm) o mayores deben preverse purgas en los puntos bajos. En los ramales de tuberías en bajada, que no estén mallados, debe instalarse un hidrante de poste adecuado, que servirán de purga.

Ventosa o válvula de expulsión de aire: En los puntos altos de las tuberías deberán preverse ventosas. En tuberías de distribución (hasta ϕ 14" o 350mm inclusive) se admiten tomas de servicio en el punto alto para servir de ventosa.

En tuberías de 12" o mayores y que no tengan tomas de servicio, así como en tuberías matrices deberán preverse ventosas automáticas o manuales en todo los puntos altos, así como próximo a las llaves maestras (del lado aguas abajo) [9].



2.10 Tanques de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. La función básica del tanque es almacenar agua en los periodos en los cuales la demanda es menor que el suministro de tal forma, que los periodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada previamente.

El almacenamiento elevado puede obtenerse mediante embalses de tierra, acero o concreto en terrenos altos o por medio de tanques elevados. Estos últimos son diseñados y construidos en acero por firmas que se especializan en este trabajo. En sistemas grandes un número de tanques elevados pueden ser ubicados en algunos puntos para minimizar las variaciones de presiones durante periodos de alto consumo.

Normalmente, el almacenamiento elevado está localizado de tal manera que las zonas de alto consumo estén situados entre la estación de bombeo y los tanques. Durante periodos de alto consumo, la zona será alimentada desde ambos lados, lo cual reduce la caída de presión a cerca de un cuarto de aquella que existiría si el flujo viniera sólo de una dirección.

La capacidad de los tanques de almacenamiento elevados depende de las variaciones del flujo esperadas en el sistema. El equilibrio de la tasa de bombeo, es decir, la provisión de suficiente capacidad para permitir el bombeo a una tasa constante, requiere normalmente un almacenamiento entre 15 y 30% del uso diario máximo. Aparte del almacenamiento necesario para equilibrar el bombeo se deben tomar en cuenta los siguientes tópicos:

1. Compensación de las fluctuaciones del consumo.

Cuando ésta es la función del tanque la capacidad puede ser obtenida de la siguiente manera:



Según Mijares [2] representa un 25% - 28% del consumo medio de la población para distribución por gravedad.

Una manera más precisa sería obteniendo el diagrama de consumo para un día promedio (Figura 2.1.), y elaborando la curva de consumos acumulados (Figura 2.2.), la pendiente entre el punto de comienzo de consumo y el punto de culminación del día representa el gasto medio y la suma de las máximas ordenadas referente al consumo medio representa el volumen a almacenar para compensar las fluctuaciones del consumo.

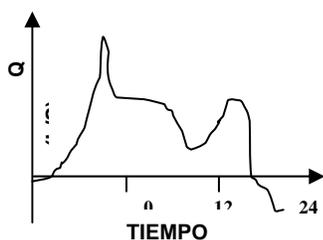


Fig. 2.1. Curva de Variación Horaria para un día típico.

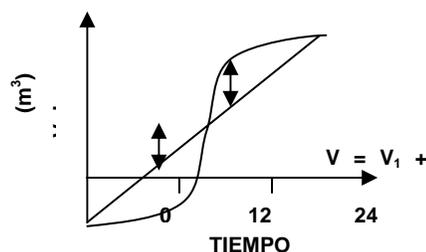


Fig. 2.2. Curva de consumos acumulados construida en base a la curva de variaciones horarias para un día típico.

base

a la curva de variaciones

horarias

para un día típico.

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable. “Luis Beltrán González”. [5]



2. Capacidad para combatir incendios.

El MSAS 1989 [8], establece para zonas residenciales destinadas a las viviendas unifamiliares, o bifamiliares aisladas 10 l/seg. y para zonas residenciales destinadas a viviendas multifamiliares, comerciales o mixtas e industriales, 16 l/seg. para baja densidad y 32 l/seg. para alta densidad y la duración se supondrá de 4 horas.

Además de esto según las normas INOS [6] los gastos y la duración de los incendios se obtendrán de las tablas 2.5. y 2.6.

Tabla 2.5. Gastos y duración de incendios (INOS 1965).

Tipo de acueducto	Gasto (l/seg.)	Duración (hr)
Población menor 2000 hab.	0	0
Población menor 5000 hab.	$Q = 15\sqrt{x}$ X = miles de habitantes	Tabla 2.5
Población mayor de 5000 hab. En población mayor 200000 hab. se deben considerar 2 incendios: uno en el sector comercial e industrial con el gasto $Q = 15\sqrt{x}$ y otro en el sector residencial con un gasto de 32 l/seg.	$Q =$ $15\sqrt{x}$ $Q =$ (l/seg.)	Tabla 2.5
Secciones de la ciudad no muy densamente construida y con edificaciones pequeñas.	32 l/seg.	Tabla 2.5



Tabla 2.5. Continuación gastos y duración de incendios (INOS 1965).

Tipo de acueducto	Gasto (l/seg.)	Duración (hr)
Secciones de la ciudad muy densamente construidas y con edificaciones hasta de 3 pisos.	64 l/seg.	Tabla 2.5
Secciones de la ciudad con edificios de más de 3 pisos.	96 l/seg.	Tabla 2.4

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable. “Luis Beltrán González”. [5]

Gasto requerido de incendio (l/seg.)	Duración (h)
Menor de 30	3
De 30 a 106	4
de 106 a 150	5
Mayor de 150	6

Tabla 2.6. Duración de Incendios. (INOS 1965).

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable. “Luis Beltrán González”. [5]



3. Capacidad para suplir agua en caso de interrupciones del abastecimiento matriz.

Según INOS puede estimarse un periodo de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para la determinación de la capacidad.

Cuando el suministro pueda considerarse eficiente y seguro, se puede prescindir de este volumen.

4. Capacidad total o cuando el volumen total del tanque sería la suma de las capacidades anteriormente definidas.

Investigaciones llevadas a cabo por Mijares [2], indicaron la conveniencia de almacenar un 45% del consumo medio diario para poblaciones hasta de 1000 habitantes, y de un 35% del consumo medio diario para poblaciones comprendidas entre 1000 y 5000 habitantes. [5].

2.11 Períodos de diseños típicos de algunas obras.

El período de diseño se define como el número de años durante los cuales una obra determinada ha de prestar con eficiencia el servicio para el cual fue diseñado. A continuación se dan algunas guías de períodos de diseño utilizados a menudo en estructuras hidráulicas:

- Presas y grandes conducciones: 25 a 50 años.
- Pozos, sistemas de distribución, plantas de purificación de aguas y plantas de tratamiento de aguas residuales:
 - Crecimiento bajo: 20 a 25 años.
 - Crecimiento alto: 10 a 15 años.
 - Tuberías con diámetros mayores de 12 pulgadas: 20 a 25 años.



2.12 Tipos de distribución.

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimientos y del estanque puede determinarse el tipo de red de distribución a usar, entre los que tenemos:

a) Tipo Ramificado: este tipo de red es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales. También puede originarse por el desarrollo lineal a lo largo de una vía principal o carretera.

b) Tipo Mallado: este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de la tubería a fin de crear un círculo cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente.

c) Tipo Mixto: Este tipo de red posee tramos ramificados y mallas.

2.13 Investigaciones y estudios preliminares.

Cuando se ha de diseñar un sistema de Abastecimiento de agua, es necesario proceder con una investigación, en sitio, de todas las condiciones que pueda significar aporte de datos para un diseño equilibrado, suficientemente económico y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir. Estas investigaciones previas en sitio se pueden agrupar dentro de los apartados siguientes:

2.13.1 Estudios demográficos.

Es un censo para determinar la población actual y su distribución. Los puntos más importantes son: densidades, categoría destino para cada manzana, con el objeto de poder clasificar posteriormente la zona



edificada en consideración, ya que esa característica definirán las dotaciones de agua necesarias.

2.13.2 Estudios topográficos.

Una vez reconocida el área perimetral de la población de diseño y preseleccionada las fuentes de abastecimiento probables, sitios convenientes para tanques de almacenamiento, planta de tratamiento (en casos de requerirse) y lugar para descarga de las aguas negras, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto plani-altimétricos, con enlaces poligonales y los de relleno para detalles. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada y deberán referirse a los puntos más cercanos de Cartografía Nacional.

En los datos de investigación de obras existentes deben incluirse datos topográficos que puedan privar en el diseño; cursos de aguas existentes y su recorrido urbano; tuberías y colectores enterrados; puentes y alcantarillas; líneas de ferrocarriles; zonas de aeropuertos, etc.

2.13.3 Estudios sanitarios de la hoya y calidad del agua.

Debe llevarse a cabo un reconocimiento sanitario del lugar, con inclusión de las hoyas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados para abastecer la población y para recibir descargas cloacales.

Este reconocimiento comprende: tipo de disposición de excretas, sistemas de aguas cloacales, que descargan en la hoya, localizando las aldeas ribereñas con su número de habitantes. Si las aguas tienen o no, tratamiento y su alcance. Población de animales. Presencia de industrias que



puedan contaminar el agua, indicando sus distancias del sitio elegible como lugar de captación.

2.13.4 Estudios hidrológicos.

Este debe comprender un estudio de caudales máximos y mínimos de los cursos antes mencionados. Recopilación de aforos, si existen, o determinaciones de gasto mínimo en las épocas de sequías; oxígeno disuelto; constante de reaeración y desoxigenación. Esto, unido a las informaciones de los lugareños, mostrarán la posibilidad de ser suficiente para las demandas de consumo, o capaces de soportar las demandas bioquímicas de oxígeno de las aguas usadas. Si puede o no ser regulado para satisfacer los requerimientos de consumo. En este último caso, podrá ser necesario adicionar un levantamiento topográfico del posible vaso de agua del embalse y del sitio mismo donde ha de colocarse la presa. De la extensión superficial de la hoya; datos de materiales en sitio que puedan utilizarse en esas obras, hojas pluviográficas, en caso de existir estaciones hidrológicas cercanas, datos de evaporación, temperatura, humedad relativa del aire, velocidad y dirección de los Vientos, etc. En caso contrario, será conveniente determinar algunos valores guías para comparaciones posteriores con sitios cercanos ya estudiados. En los ríos es muy importante incluir perfiles transversales en los sitios de captación de agua y descargas cloacales. En los lagos: profundidad y corrientes, oleajes, etc. Las aguas subterráneas, en caso de requerirse como fuentes deben también ser investigadas en relación a su calidad y cantidad. Si hay pozos, determinarles: diámetro, caudal, niveles estáticos y de bombeo, pendiente de la mesa alimentadora, peligros inmediatos de

Contaminación de esas aguas, llevando a cabo un estudio geológico complementario de las formaciones adyacentes: tipo de formación, fallas, etc.



2.13.5 Estudios geológicos.

Estos estudios comprenderán básicamente: prueba para fundaciones de estructuras pesadas: diques, plantas de tratamientos, tanque de almacenamiento. Geología de las cuencas de embalse. Situación y clases de canteras, minas de arena y arcilla. Deben tomarse, de los últimos, muestras para fijar posteriormente la calidad de los materiales. Geología de las capas superficiales mediante excavaciones, con objeto de estimar costos de excavaciones, de perforaciones, etc.

2.13.6 Estudios misceláneos.

Esto comprende la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos en las investigaciones de cada uno de los apartados ya considerados. Estos datos comprenderán esencialmente:

a) Climatología: su influencia en los consumos de agua del lugar: temperatura, humedad relativa del aire, influencia de vientos, fertilidad de la zona.

b) Economía: posibilidades de desarrollo por influencias no ocurridas hasta el momento de estos estudios: nuevas vías de comunicación, productividad mineral, establecimiento del sistema de abastecimiento de agua y redes cloacales.

c) Corrientes migratorias: estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y sus influencias sobre la población futura.

d) Estadísticas vitales: índice de mortalidad y nacimientos.

e) Condiciones de transporte y costo de vida: estos datos serán de gran utilidad en la elaboración posterior de presupuesto y planes de ejecución de las obras.



2.13.7 Estudio de obras existentes y servicios públicos.

En aquellos sitios donde existe un sistema de abastecimiento o de alcantarillado se deberán investigar todas sus características y aun su funcionamiento. Esos datos podrán determinar si pueden aprovecharse en su totalidad o parcialmente esas obras.

Deberán determinarse mediante sondeo las profundidades, diámetros, tipo y condiciones actuales de las tuberías y colectores. Definir mediante mediciones las características de las obras de tomas y definir las capacidades de los tanques de almacenamiento, con las situaciones y condiciones actuales de las estructuras. Líneas de aducción y su perfil longitudinal. Redes de cloacas y sus pendientes y diámetros.

Por último, tratar de determinar los consumos medios diarios y sus máximos horarios, y las variaciones anuales con relación al medio diario. Si las aguas se utilizan para riego y en que porcentaje y condiciones. Deberán a su vez, tomarse en cuenta las características de todos los otros servicios públicos existentes o de inmediata realización en la zona, que puedan inferir en el diseño del proyecto o en la ejecución del mismo.

2.14 Métodos de estimación de la población futura.

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para poder prever en el diseño las exigencias futuras de las fuentes de abastecimiento. Los métodos utilizados para conocer la población futura son:

2.14.1 Método de comparación gráfica.

Consiste en hacer una comparación de manera gráfica de la población en estudio y de otras tres poblaciones del país con determinadas características. El método supone que la población en cuestión tendrá una



tendencia de crecimiento similar al promedio del crecimiento de las otras tres, después de que se halla sobrepasado el límite de la población base (el último censo de la población estudiada). [3]

2.14.2 Método de crecimiento lineal.

El crecimiento es lineal, si el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de ésta.

$$P_f = P_{uc} + k_a (T_f - T_{uc}) \quad (\text{Ec. 2.8})$$

$$K_a = (P_f - P_{uc}) / (T_f - T_{uc}) \quad (\text{Ec. 2.9})$$

En donde:

P_f = Población proyectada.

P_{uc} = Población del último censo.

K_a = Pendiente de la recta.

T_f = Año de la proyección

T_{uc} = Año del último censo.

2.14.3 Método de crecimiento geométrico.

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa:

$$P_f = P_{uc} \cdot (1+r)^{T_f - T_{uc}} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Despejando: $r =$

$$[(P_f/P_{uc})^{1/(T_f - T_{uc})}] - 1 \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Donde r = tasa de crecimiento anual.



2.14.5 Métodos estadísticos.

Además de los métodos de proyección anterior, pueden emplearse métodos estadísticos para ajustar los valores históricos a la ecuación de regresión para una curva lineal, exponencial, potencial o logarítmica que se indican a continuación:

a) Línea recta (regresión lineal):

$$y = a + bx \quad (\text{Ec. 2.14})$$

b) Curva exponencial ($a > 0$):

$$y = aebx \quad (\text{Ec. 2.15})$$

c) Curva logarítmica:

$$y = a + b\ln(x) \quad (\text{Ec. 2.16})$$

d) Curva potencial ($a > 0$):

$$y = ax^b \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Donde:

a, b = Constantes [5].



CAPITULO III PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.1 Generalidades del área.

La población de estudio cuenta con aproximadamente 490 habitantes. El área poblada de ésta abarca una extensión de 52,39 hectáreas.

El área se caracteriza por poseer pocos desarrollos residenciales e industriales. Los desarrollos residenciales cubren tanto viviendas de tipo clase media, como pequeñas viviendas de clase mas baja. En general no ha existido una planificación en el desarrollo de sistemas de suministro de agua en esta área, por lo cual los habitantes del sector han optado por abastecerse mediante la contratación de cisternas que descargan en tanques de almacenamiento propio, en muchos casos, inadecuado para tal fin. Aún así, es insuficiente para satisfacer las necesidades de todo el sector y en consecuencia, se ven en la obligación de racionar el vital líquido, aunado al alto costo de una cisterna de agua potable, debido a que la distancia a transportar es larga.

En la zona existen obras que no han sido terminadas, y por lo tanto, no están en funcionamiento. Tal es el caso de una tubería de agua potable, que atraviesa parte del sector, que no está conectada a una tubería de aducción, desconociéndose la razón fundamental de su existencia.

Algunas calles están pavimentadas pero predominantemente son de tierra, lo que dificulta el tránsito por algunas de ellas.

El sector CAICARA esta compuesto por una calle principal y varias transversales entre las cuales se encuentran la calle esperanza, calle Atlanta, calle san miguel, calle los chagaramos, calle los unidos, calle los olivos, calle la zulianita, calle merluza, calle los mangles y calle 27 de febrero. En el



sector actualmente existe una camaronera, el área carece de centros de salud y centros educativos.

3.2 Demografía.

La variable demográfica es de suma importancia para poder desarrollar el diseño de un sistema de abastecimiento y proyectar las soluciones a futuro. Actualmente se cuenta con muy poca información del Sector Caicara por lo que fue necesario para la recopilación de información realizar un censo en la población.

Esta información fue complementada por otras informaciones suministradas por organismos como: Ministerio de Infraestructura (MINFRA), Instituto Nacional de Estadística (INE). Esta información se tomo como válida y confiable considerando que el último censo del INE se realizo en el año 2001; y el censo aplicado se realizó en el año 2009, arrojando el valor de 490 habitantes para el sector de Caicara de Barcelona. En la tabla 3.1 se presentan los valores de la población para la parroquia San Cristóbal del Municipio bolívar de Barcelona, realizados por el INE para los años 1950, 1961, 1971, 1981,1990 y 2001. En la Tabla 3.2 se presenta la población actual existente en el sector.

Tabla 3.1. Población Parroquia San Cristóbal del Municipio Bolívar, Barcelona Estado Anzoátegui.

Año	Población (Hab.)
1950	17.206
1961	29.904
1971	43.432
1981	67.854
1990	103.028
2001	149.658



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Tabla 3.2. Población Actual del Sector Caicara de Barcelona.

Sexo	Población (Hab.)
Masculino	234
Femenino	256
Total	490

3.3 Estimación de la población futura.

En la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua, para poder determinar la demanda de agua se hace necesaria una estimación de la población futura de diseño, la cual va a ser servida por dicha demanda.

Por lo tanto debemos utilizar los diferentes métodos de estimación de población para tener una proyección lo más cercana a la realidad posible. A continuación se muestran los métodos utilizados en este trabajo.

3.3.1 Método de crecimiento lineal.

La población para el año 2009 se determinó mediante el censo realizado en el sector, y para la población del año 2029 se utilizaron los datos suministrados por los censos del Instituto Nacional de Estadística (INE), según los cuales se determinó una tasa de crecimiento lineal promedio $\bar{K} = 2619,3354$ para la parroquia San Cristóbal del municipio Bolívar del estado Anzoátegui.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento lineal se utilizó la ecuación 2.9 y los datos de los censos del INE. (Tabla 3.1).



$$K_1 = \frac{29.904 - 17.206}{1961 - 1950} = 1154,3636hab / año$$

$$K_2 = \frac{43.432 - 29.904}{1971 - 1961} = 1352,8000hab / año$$

$$K_3 = \frac{67.854 - 43.432}{1981 - 1971} = 2442,2000hab / año$$

$$K_4 = \frac{103.028 - 67.854}{1990 - 1981} = 3908,2222hab / año$$

$$K_5 = \frac{149.658 - 103.028}{2001 - 1990} = 4339,0909hab / año$$

$$\bar{K} = \frac{1154,3636 + 1352,8000 + 2442,0000 + 3908,2222 + 4339,0909}{5} = 2619,3354hab / año$$

Para la proyección de la población se utilizó la ecuación 2.8.

$$Pf_{(2029)} = 490 + 2619,3354 * (2029 - 2009) = 52387hab$$

3.3.2 Método de crecimiento geométrico.

La población para el año 2009 se determinó al igual que en el método lineal a través del censo realizado en el sector, y para la población del año 2029 se utilizaron los datos suministrados por los censos del Instituto Nacional de Estadística (INE), según los cuales se determinó una tasa de crecimiento geométrico para la parroquia San Cristóbal del municipio Bolívar del estado Anzoátegui. Para el cálculo del factor r , se utilizó la ecuación 2.11. y los datos de los censos del INE (tabla 3.1) tomándose la mayor tasa de crecimiento, y para la proyección se utilizó la ecuación 2.10, obteniéndose los siguientes resultados:

$$r_1 = \left[\left(\frac{29.904}{17.206} \right)^{\frac{1}{1961-1950}} - 1 \right] = 0,05153 \quad ; \quad r = 5,153\%$$



$$r_2 = \left[\left(\frac{43.432}{29.904} \right)^{\frac{1}{1971-1961}} - 1 \right] = 0,03803 \quad ; \quad r = 3,803\%$$

$$r_3 = \left[\left(\frac{67.854}{43.432} \right)^{\frac{1}{1981-1971}} - 1 \right] = 0,04563 \quad ; \quad r = 4,563\%$$

$$r_4 = \left[\left(\frac{103.028}{67.854} \right)^{\frac{1}{1990-1981}} - 1 \right] = 0,04701 \quad ; \quad r = 4,701\%$$

$$r_5 = \left[\left(\frac{149.658}{103.028} \right)^{\frac{1}{2001-1990}} - 1 \right] = 0,03417 \quad ; \quad r = 3,417\%$$

$$r = \frac{0,05153 + 0,03803 + 0,04563 + 0,04701 + 0,03417}{5} = 0,04327$$

$$Pf_{(2029)} = 490 * (1 + 0,04327)^{2029-2009} = 1144hab$$

3.3.3 Método de crecimiento logarítmico.

La población para el año 2009 se determinó al igual que en los otros métodos por medio del censo anteriormente utilizado, y para la población del año 2029 se utilizaron los datos suministrados por los censos del Instituto Nacional de Estadística (INE), según los cuales se determinó una tasa de crecimiento logarítmico promedio $Kg = 4,251\%$ para la parroquia San Cristóbal del municipio Bolívar del estado Anzoátegui. Cabe recordar que para la determinación de dicho factor Kg es necesario tener como mínimos tres censos para obtener un valor promedio.

Para esta proyección se utilizó la ecuación 2.13., para el cálculo del factor r se utilizó la ecuación 2.12y los datos de los censos del INE(Tabla3.1).

$$Kg_1 = \frac{LN(29.904) - LN(17.206)}{1961 - 1950} = 0,05025$$



$$Kg_2 = \frac{LN(43.432) - LN(29.904)}{1971 - 1961} = 0,03732$$

$$Kg_3 = \frac{LN(67.854) - LN(43.432)}{1981 - 1971} = 0,04462$$

$$Kg_4 = \frac{LN(103.028) - LN(67.854)}{1990 - 1981} = 0,04640$$

$$Kg_5 = \frac{LN(149.658) - LN(103.028)}{2001 - 1900} = 0,03394$$

$$\overline{Kg} = \frac{0,05025 + 0,03732 + 0,04462 + 0,04640 + 0,03394}{5} = 0,04251$$

$$LN(Pf)_{(2029)} = LN(490) + 0,04251 * (2029 - 2009) = 7,0446$$

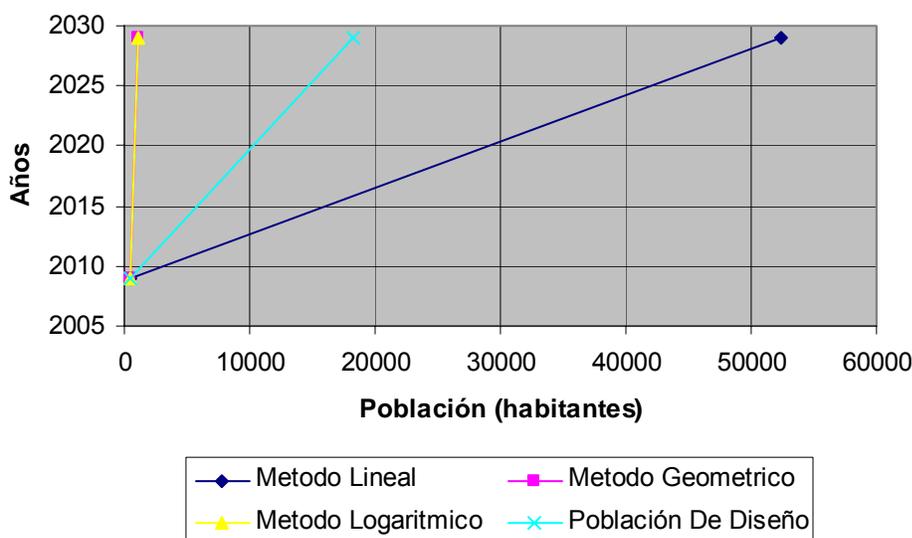
$$Pf_{(2029)} = e^{7,0446} = 1147hab$$

3.3.4 Discusión de las proyecciones de población.

Analizando los resultados obtenidos tenemos que el método lineal arroja valores medianamente altos debido a la alta tasa de crecimiento que arrojan los valores de la parroquia San Cristóbal. Los métodos geométrico y logarítmico arrojan valores por debajo de este, por lo que para la determinación de la población de diseño se utilizó el método gráfico para hallar la línea de tendencia de la población con respecto a los métodos lineal, geométrico y logarítmico, arrojando una población de diseño para el año 2029 de 18226 habitantes.



Gráfico 3.1. Proyección de la Población.



3.4 Demanda de agua.

Para asignar el consumo medio expresado en l/s que ha de constituir la base para el calculo de la aducción del Sistema de Abastecimiento de agua potable del Sector Caicara de Barcelona, se utilizó el método de proyección gráfico (Capitulo II), estimando una dotación para el año 2.029 de 250 l/hab./día como lo establece las normas INOS (1.965) [6]

Tomando en cuenta la información anterior se estimo el gasto medio de diseño para el sector en estudio en el año 2.029 el cual se puede observar a continuación:

$$Q_m = Dotacion * Poblacion(2029)$$

$$Q_m = \frac{250l / hab./ dia * 18226hab}{86400seg}$$

$$Q_m = 52,74l / seg$$



3.5 Levantamiento Topográfico.

La topografía es la práctica de medir distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medir ángulos entre líneas terrestres y establecer puntos por medio de distancias y ángulos previamente conocidos, esta tiene como objeto medir extensiones de tierra tomando datos necesarios para poder representar sobre un plano a escala su forma y relieve.

El procedimiento a seguir en un levantamiento topográfico comprende dos etapas fundamentales:

- 1.- El trabajo de campo, es decir, recopilación de datos.
- 2.- El trabajo de oficina que comprende el cálculo y el dibujo.

Debido a la ausencia de planos topográficos de la zona en estudio se procedió a realizar el levantamiento plani-altimétrico. Para ello se contó con la colaboración de corporación de vialidad e infraestructura del estado (COVINEA) la cual suministro dicho levantamiento. A continuación se presentan las cotas y Coordenadas de los Nodos del sistema.

Tabla 3.3. Cotas y Coordenadas de los Nodos de la Aducción.

Nodo	Cota tubería (m.s.n.m)	Coordenadas	
		Norte	Este
0	10,04	1.113.282,031	312.889,232
1	8,87	1.113.355,780	312.871,000
2	9,42	1.113.505,050	312.721,580
3	10,07	1.113.618.500	312.622,220
4	9,93	1.113.760,570	312.482,800
5	10,07	1.113.948,210	312.314,270
6	9,95	1.114.024,050	312.247,590



Tabla 3.3. Cotas y Coordenadas de los Nodos de la Aducción.
(Continuación)

Nodo	Cota tubería(m.s.n.m)	Coordenadas	
		Norte	Este
7	10,17	1.114.174,660	312.115,150
8	9,73	1.114.366,740	311.952,410
9	10,07	1.114.406,700	311.920,160
10	9,96	1.114.482,630	311.853,010
11	9,98	1.114.517,000	311.818,670
12	9,93	1.114.587,990	311.747,740
13	10,07	1.114.728,150	311.607,690
14	9,93	1.114.866,010	311.462,520
15	10,07	1.115.039,300	311.279,510
16	9,95	1.115.108,460	311.206,900
17	10,17	1.115.246,390	311.062,090
18	9,97	1.115.349,870	310.953,450
19	10	1.115.384,440	310.917,160
20	9,73	1.115.419,190	310.880,680
21	10	1.115.453,670	310.844,470
22	6	1.115.735,440	310.559,480
23	6	1.115.770,870	310.524,070
24	5,30	1.115.994,810	310.321,480
25	5,30	1.116.070,950	310.256,520
26	5,15	1.116.148,580	310.192,050
27	5,40	1.116.268,020	310.100,860
28	4,70	1.116.387,520	310.009,620



Tabla 3.3. Cotas y Coordenadas de los Nodos de la Aducción.
(Continuación)

Nodo	Cota tubería (m.s.n.m)	Coordenadas	
		Norte	Este
29	4,28	1.116.625,640	309.827,560
30	4,60	1.116.663,340	309.800,490
31	4,60	1.116.704,290	309.765,400
32	2,80	1.117.290,760	309.294,460
33	2,80	1.117.372,940	309.237,190
34	2,50	1.117.496,750	309.150,910
35	2,30	1.117.547,660	309.126,610

Tabla 3.4. Cotas y Coordenadas de los Nodos de la Distribución.

Nodo	Cota tubería (m.s.n.m)	Coordenadas	
		Norte	Este
36	22,30	1.117.599,661	309.125,980
37	2,30	1.117.599,661	309.125,980
38	2,80	1.117.710,430	309.170,480
39	3,08	1.117.712,880	309.089,770
40	3,08	1.117.737,870	308.971,340
41	2,48	1.117.675,300	309.126,540
42	1,87	1.117.721,230	309.168,320
43	4,44	1.117.879,020	309.322,060
44	1,08	1.117.815,700	309.374,74



Tabla 3.4. Cotas y Coordenadas de los Nodos de la Distribución.
(Continuación)

Nodo	Cota tubería (m.s.n.m)	Coordenadas	
		Norte	Este
45	1,28	1.117.835,550	309.447,700
46	0,98	1.117.945,490	309.393,480
47	0,98	1.118.026,380	309.345,740
48	1,81	1.117.958,440	309.568,520
49	1,70	1.118.018,630	309.554,940
50	1,88	1.117.924,490	309.641,010
51	3,18	1.117.812,930	309.675,970
52	2,98	1.117.800,140	309.602,140
53	3,38	1.117.773,790	309.675,570
54	5,08	1.117.801,750	309.628,720
55	3,58	1.117.858,100	309.813,220
56	4,18	1.117.776,670	309.523,190
57	3,68	1.117.760,670	309.449,390
58	3,28	1.117.733,670	309.471,620
59	2,98	1.117.743,340	309.549,930



CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

4.1 Estudio de la tubería de abastecimiento de puente Gómez.

En el año 2004 HIDROCARIBE, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) conjuntamente con PDVSA culminaron los trabajos de rehabilitación de la Planta Modular, la cual tiene capacidad de diseño de 400 l/s y cuyo objetivo fundamental es utilizarlo para la Zona Sur de Barcelona. Pero los recursos financieros de los organismos nombrados fueron insuficientes para culminar con la rehabilitación de la estación de bombeo de dicha planta, por lo que, el agua producida en la planta antes mencionada es enviada a la misma estación de bombeo de “la Planta Convencional” a través de una tubería de ϕ 30” acero.

Motivado a la problemática de abastecimiento de agua para la Zona sur de Barcelona, HIDROCARIBE, con los trabajos de mantenimiento previos, puso en servicio una tubería de ϕ 30” de acero, que fue donada por PDVSA a la Alcaldía del Municipio Bolívar y que era utilizada anteriormente para transportar agua cruda.

Esta tubería tiene su empalme en el múltiple de salida de la estación de bombeo de “la Planta Convencional” donde llega el agua proveniente de las dos plantas (de la “Modular” y la “Convencional”). Dicha tubería de ϕ 30” se ha convertido en la aducción principal de la Zona Sur de Barcelona, para lo cual se ha requerido realizar trabajos de empalmes con la red existente, específicamente frente a “Sigo” para interconectar la tubería de ϕ 30” con la de ϕ 32” existente. La trayectoria de la tubería ϕ 30” atraviesa la Zona Industrial “Mesones”, cruza la autopista cerca del Centro Comercial Sigo, y continua su alineamiento paralelo a la vía que va hacia el Distribuidor Mesones, cruza hacia la dirección Caracas y termina en un tapón ubicado en el Puente Gómez (Autopista Oriente), total 12,135 Km.



Fig. 4.1. Tapón de la Tubería de ϕ 30" en Puento Gómez.

HIDROCARIBE en febrero del 2004 realizó trabajos de interconexión para reforzar la red de distribución a la entrada del Parcelamiento Puento Ayala y al final de la tubería de ϕ 32" existente en el sector Los Mesones.

A mediados de 2004 la empresa hidrológica emprendió la rehabilitación de la estación de bombeo de la Planta Modular la cual será utilizada exclusivamente para el abastecimiento de la Zona Sur de Barcelona. Esta información sirvió de base para nuestro diseño, debido a que para el correcto funcionamiento del Sistema de Abastecimiento Propuesto en este trabajo de Grado es necesario la activación de la Estación de Bombeo José Antonio Anzoátegui.

4.2. Datos para el diseño del sistema.

El sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para el sector en estudio consta de un total de 69 tramos de tuberías formados por 59 nodos. A estos tramos posteriormente se le asignaron tuberías con



diámetros entre 304,8mm (ϕ 12") y 101,6mm (ϕ 4"), para realizar la evaluación y diseño.

4.2.1. Demanda de agua para cada nodo del sistema.

La demanda de agua a utilizar es el gasto medio (Q_m) requerido por la población en cada nodo para el 2.029. En el anexo D podemos observar la demanda de cada uno de los nodos de la red de distribución, para el año de proyección. El cual se determinó dividiendo el caudal máximo horario entre el número de nodos de la misma. Se asignaron a los nodos de la red una numeración (N-0, N-1...), de esta manera se asumió un sentido del recorrido del agua para cada tramo estudiado (nodo inicial – nodo final).

El análisis y diseño del sistema mediante el programa se realizó para el caso de:

caudal máximo horario (Q_{mH}) ya que el sistema debe garantizar la eficiencia a la hora de máximo consumo. Utilizando la tabla. 2.2 se obtiene lo siguiente.

$$Q_{mH} = K_2 * Q_m$$

Donde:

K_2 = Depende de la población. [5]

Para 1.000 hab. < $\frac{Pop}{1000}$ < 100.000 hab.

$$K_2 = 2,75 - 0,0075X$$

En el año 2.029 la población es de 18.226 hab. por lo tanto

$$K_2 = 2,61$$

$$Q_{mH} = 2,61 * 52,74l / seg$$

$$Q_{mH} = 137,65l / seg$$



4.2.2. Mediciones de presión.

Para la evaluación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Caicara de Barcelona se llevó a cabo la medición de presiones en una toma en la tubería de ϕ 30" en puente Gómez, esto se hizo con la utilización de un manómetro marca Stanley, de apreciación 1 Psi. y capacidad 100 Psi. (Ver figura 4.2). Los resultados de dichas mediciones se presentan a continuación:

Tabla 4.1. Presiones medidas in situ.

Hora	Lunes		Miércoles		Viernes	
	Presión (m)	Presión (Psi)	Presión (m)	Presión (Psi)	Presión (m)	Presión (Psi)
	7:30 am	7	10	7	10	7

Cabe destacar que estas medidas de presión fueron realizadas una sola vez al día debido a que por problemas en la estación de bombeo en la planta José Antonio Anzoátegui, Hidrocaribe garantizaba presión en ese punto solo en el horario comprendido entre las 7 y 8 de la mañana. Dichas medidas fueron realizadas con la intención de constatar las condiciones actuales en la que se encuentra la tubería, pero los datos que se tomaron como base en el diseño del sistema se obtuvieron de la solución propuesta por Espinoza y Monasterios [9] para el abastecimiento de agua potable de la zona sur de Barcelona, la cual establece en el nodo de enlace (nodo 0) de la tubería para el caso de consumo máximo horario una presión de 49,98 mca (71,40 Psi).



Figura .4.2. Manómetro utilizado

4.3 Uso del software Watercad versión 4.5.

WATERCAD es un programa bastante poderoso y confiable, permite hacer tanto el análisis como el diseño de acueductos. Este programa es propiedad de la casa WATERCAD HAESTAD METHODS.

Para iniciar el uso del programa se hace clic en el icono de WATERCAD y en su pantalla aparecerá la siguiente ventana:

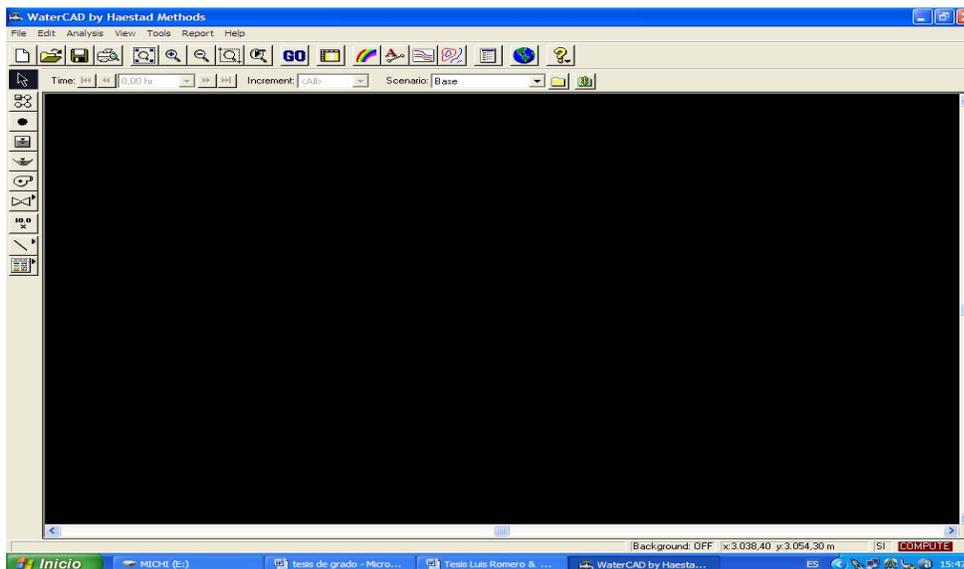


Fig. 4.3 Inicio WATERCAD Versión 4.5



La entrada de datos al programa watercad versión 4.5 es sencilla; estos se introducen a través de ventanas como las de Windows, las cuales presentan diversas alternativas al usuario para describir la red que desea simular o diseñar. Para iniciar la introducción de los datos hacemos clic sobre el icono FILE, luego hacemos clic en NEW esto nos permitirá crear un nuevo proyecto.

Una vez creado o seleccionado el proyecto que se analizará, aparecerá una ventana donde se introduce el nombre del proyecto, del proyectista, fecha de creación y la opción de agregar algún comentario, como se muestra en la figura 4.4.

Seguidamente se hace clic en el botón next luego aparecerá una ventana donde se puede escoger el método de coeficiente de fricción, tipo de líquido, selección de la introducción de datos al tanque por nivel o elevación tal como lo muestra la figura 4.4.1

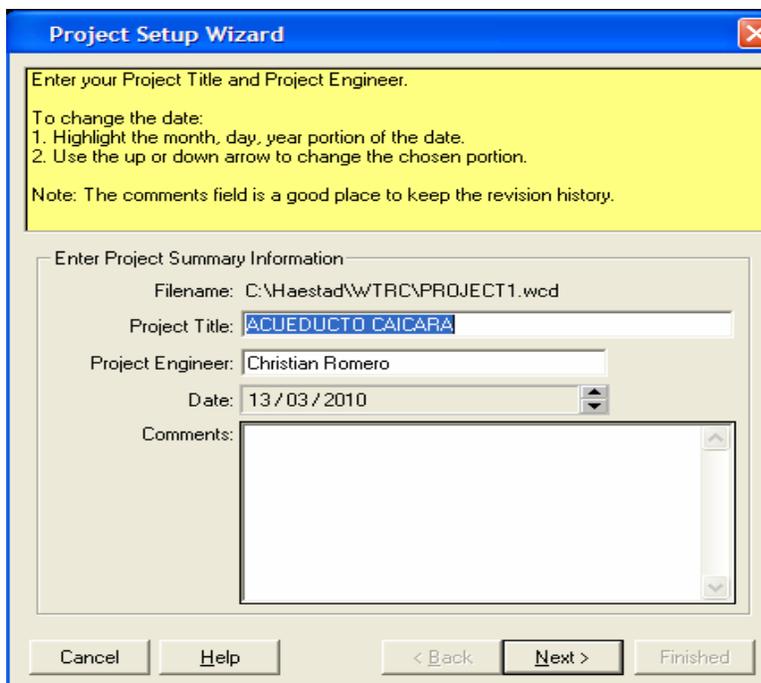


Fig. 4.4 Datos generales del proyecto



Project Setup Wizard

Use the choice lists below to set the various input modes for this project. Input modes affect the way you enter data for various attributes. The input modes can be changed at any time throughout the project.

Friction Method
Pressure Friction Method: Hazen-Williams Formula

Liquid
Liquid: Water at 20C(68F)

Input Modes
Coordinates: X-Y
Settings: Hydraulic Grade
Tank Levels: Elevations

Pipe Length
Round Pipe Lengths to the Nearest: 0,50 m

Cancel Help < Back Next > Finished

Fig. 4.4.1 Datos generales para el proyecto.

Luego se hace clic en el botón NEXT nuevamente el cual dará lugar a otra ventana, en donde se podrá elegir la opción de modelo esquemático o a escala como se observa en la figura 4.4.2.

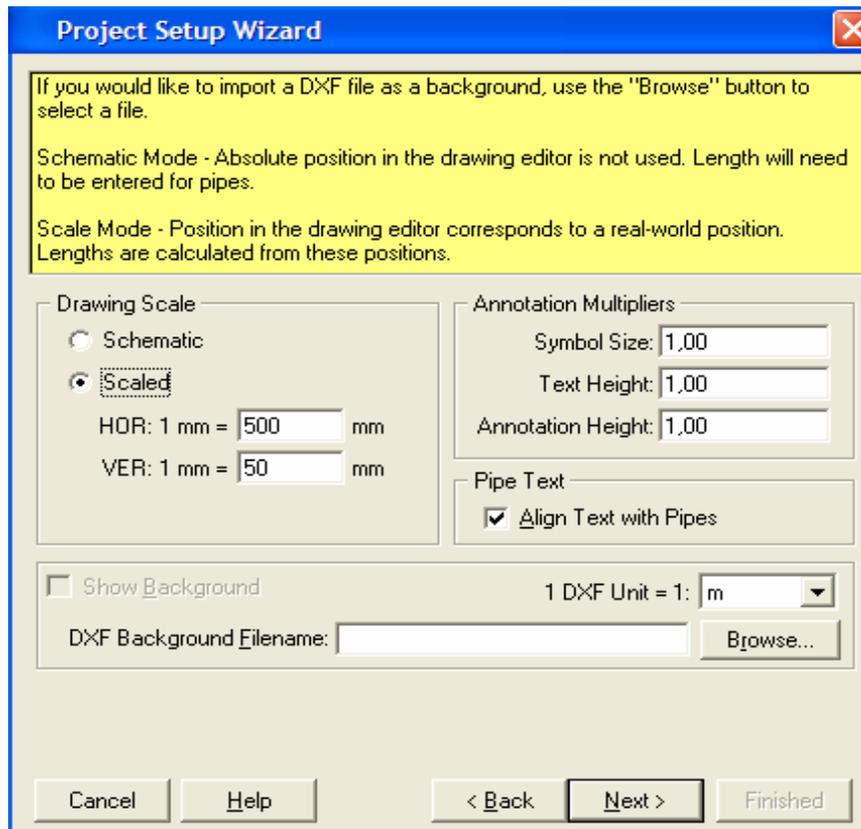


Fig. 4.4.2 Datos generales para el proyecto.

A continuación se oprimiré el botón next y aparecerá una ventana en donde se puede escoger las figuras predeterminadas para las partes que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable, y para finalizar se acepta la opción finished. Ver figura 4.4.3

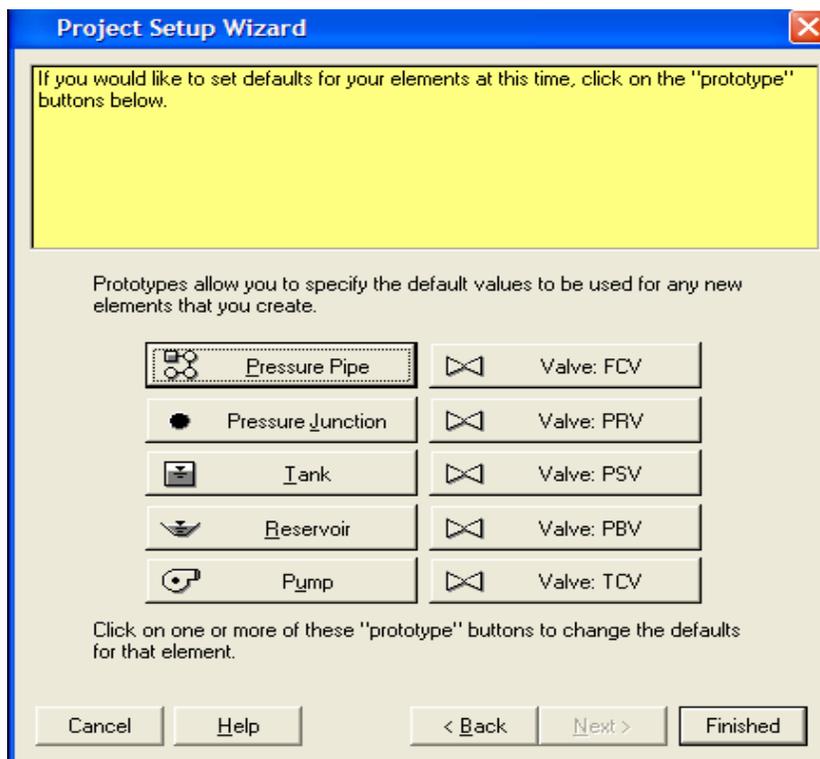


Fig. 4.4.3 Datos generales para el proyecto.

4.3.1. Datos de consumo medio.

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Caicara se seleccionaron para el cálculo los siguientes datos de consumo medio:

Por Nodos: Una vez que se determina el consumo medio para el sector de Caicara del municipio Bolívar, se hace la repartición de los gastos a cada nodo; entendiéndose estos como el punto donde se interceptan dos o más tuberías, el punto donde cambia de sección a una línea continua o cualquier punto intermedio que el proyectista considere conveniente establecer.



Casos de Demanda: El programa WATERCAD permite analizar el sistema según los casos de demanda:

Consumo Medio: Para este diseño fue calculado por medio de la dotación según el número de habitantes que corresponde al gasto de la tubería de aducción, explicado con más detalle en el capítulo III y en anexo B.

Consumo Máximo Horario: Este es el consumo medio multiplicado por un factor de 2 para poblaciones mayores de 100.000 habitantes. Y cuando la cantidad de habitantes es menor de 100.000 se calcula de la siguiente manera: $K_2 = 2,75 - 0,0075X$ donde X es el número de habitantes dividido por 1.000 el cual corresponde al gasto de la red de distribución.

4.3.2. Datos generales para los tramos de tubería.

Material: El material elegido para el diseño fue acero tipo estándar en la tubería de aducción y el pvc en la red de distribución.

Coefficiente de Hazen-Williams: Se presentan los coeficientes de fricción para los materiales utilizados. En el sistema de abastecimiento propuesto para la zona en estudio se consideraron tuberías de varios tipos de materiales, tales como: Acero estándar, PVC. Se seleccionó un C de 120 y 140 respectivamente.

Unidades del Diámetro: El programa WATERCAD tiene la opción de expresar los diámetros de las tuberías existentes en el sistema en varias unidades como son: metros, pulgadas y milímetros pies entre otras. En el diseño realizado en el sector Caicara utilizamos la pulgada como unidad de cálculo basándonos en que en la actualidad ésta es una de las unidades más utilizadas por los fabricantes.



Coefficiente de pérdidas menores: Se asume el 5% de la longitud de la tubería, y se evalúa en cada caso la presencia de válvulas, reducciones, codos, etc. y su longitud equivalente.

Luego de seleccionar los datos generales del proyecto, pasamos a realizar el esquema del sistema (fuente, aducción, tanque y distribución) y se le asigna una numeración tanto a los nodos como a las tuberías, bien sean principales, secundarias o ramales abiertos, luego hacemos clic sobre el primer tramo de tubería aparecerá una ventana donde podremos ingresar los datos de la misma como la longitud de la tubería utilizando el metro como unidad de cálculo el diámetro y el tipo de material tal como se aprecia en la figura 4.5:

Field	Value	Unit
Label	P-3	
Material	Steel	
Diameter	10.00	in
Hazen-Williams C	120.0	
Minor Loss Coefficient	0.00	
Check Valve?	<input type="checkbox"/>	
Initial Status	Open	
User Defined Length?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Length	157.50	m
From Node	J-2	
To Node	J-3	
Discharge	54,414	l/s
Velocity	1.07	m/s
Headloss Gradient	0.00543	m/m
Pressure Pipe Headloss	0.86	m
Control Status	Open	
Calculated Concentration	0.0	mg/l

Fig. 4.5. Datos del tramo.



A continuación se hace clic sobre la fuente o reservorio y aparecerá una ventana donde se introduce el dato de elevación el cual, es la suma de altura sobre el nivel del mar a la cual esta dicha fuente en metros más la presión de la misma. Ver figura 4.6, luego se hace clic sobre los nodos y aparecerá otra ventana donde se introduce la cota o elevación del terreno a la cual estará dicho nodo en metros figura 4.7

The screenshot shows a software window titled "Reservoir: R-1". It has a tabbed interface with "General", "Quality", "Cost", "User Data", and "Messages". The "General" tab is selected. In the "General" section, there are input fields for "Label" (R-1), "X" (3.007,82 m), "Y" (3.072,99 m), "Elevation" (60,02 m), and a "Zone" dropdown menu (Zone-1). To the right, there are two summary sections: "Reservoir Calculated Hydraulics" showing "Outflow: 54,2 l/s" and "Water Quality" showing "Calculated Concentration: 0,0 mg/l". At the bottom, there are buttons for "OK", "Cancel", "Report", "Help", and a time field set to "0,00 hr".

Fig. 4.6. Datos de la fuente.

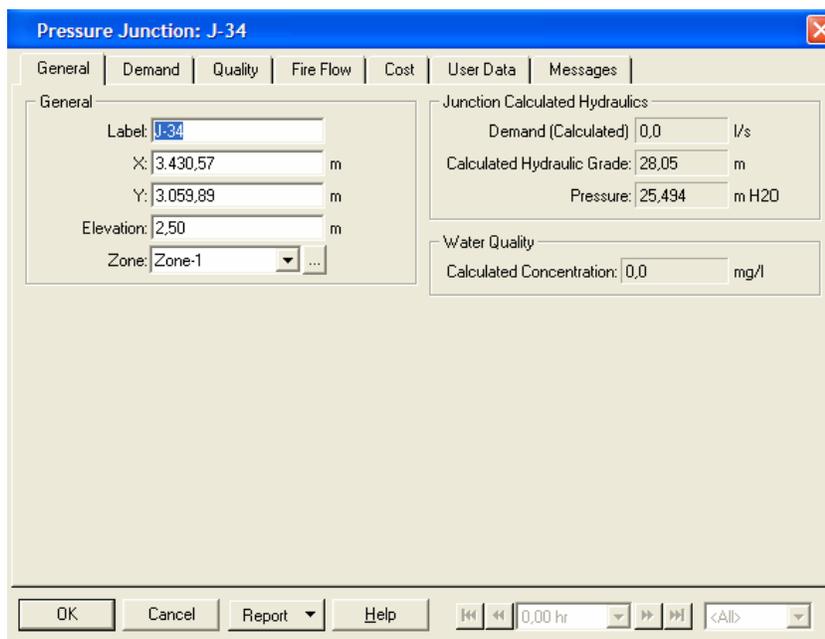


Fig. 4.7. Datos del nodo

4.4. Dimensionamiento de un estanque que abastezca el sector Caicara de Barcelona.

El estanque propuesto distribuye directamente hacia la red; el cálculo para sus capacidades se realizó basándose en el Mijares [1]. La capacidad para compensar las fluctuaciones del consumo esta entre un 25 y un 28% del Q_m .

La reserva para la compensación del consumo se considera un 25% del Q_m .

$$Q_m (2029) = 52,74 \text{ l/seg.}$$

$$V_1 = \frac{0,25 * 52,74 \frac{l}{s} * 1m^3 * 86400seg}{1000l} = 1139,184m^3 \quad (\text{Año 2029}).$$



Capacidad para suplir agua en caso de interrupciones del abastecimiento matriz.

Según el INOS puede estimarse un periodo de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para la determinación de la capacidad.

$$V_2 = \frac{52,74 * 4horas * 1m^3 * 3600^{seg}/hora}{1000l} = 759,456m^3$$

La capacidad requerida = V1 + V2 (para el año 2029).

La capacidad requerida = 1139,184 m³ + 759,456m³ = 1898,64m³.

El volumen que debe tener el estanque de almacenamiento para suplir las necesidades de consumo de la población para el período de diseño (año 2029) es de 1898,64 m³.

El tanque propuesto tiene como medidas 10m de alto y de diámetro 15,55m.



CAPITULO V SOLUCIÓN PROPUESTA

5.1 Descripción de la solución.

Una vez realizada la evaluación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Caicara de Barcelona se obtuvo suficiente información sobre variables tales como presión, velocidad, caudal y otros; estos valores junto con los datos de población sirvieron para plantear una solución que permite surtir agua al sector permanentemente, y de esta manera mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Después de analizar la información obtenida se calcularon los diámetros de los alimentadores principales por medio de la ecuación de Hazen-Williams utilizando el caudal medio. Los diámetros arrojados por esta ecuación fueron utilizados en la simulación del sistema por medio del programa WATERCAD versión 4.5, para de esta manera comprobar que las velocidades sean menores o iguales a las velocidades máximas económicas para cada diámetro, estos parámetros se reflejan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Relación diámetro–velocidad económica (INOS, 1.965).

Diámetro		V. máx. (m/s)	Q. máx. (l/s)
mm	Pulg.		
75	3	0,70	3,05
100	4	0,75	5,89
150	6	0,80	14,14
200	8	0,90	28,27
250	10	1,00	49,09
300	12	1,10	77,75
350	14	1,20	115,45
400	16	1,25	157,10
450	18	1,30	206,76



Tabla 5.1. Relación diámetro–velocidad económica (INOS, 1.965).
(Continuación).

Diámetro		V. máx. (m/s)	Q. máx. (l/s)
mm	Pulg.		
500	20	1,40	274,90
600	24	1,60	452,39
700	30	1,60	729,60

Fuente: INOS 1.965 [6]

Cabe destacar que las velocidades máximas que se establecen en dicha tabla deben entenderse como velocidades económicas y no como velocidades máximas por desgaste o destrucción del material, por lo tanto, las velocidades económicas no son aplicables donde condiciones de diseño priven bajo el punto de vista económico.

Así como también verificar que las presiones en cada uno de los nodos se encuentren dentro del rango establecido por las normas INOS 1.965 [6]. Una vez comprobadas todas estas variables, los diámetros de cada uno de los tramos que comprenden la tubería de abastecimiento se describen a continuación:

Del nodo N-0 (nodo de inicio de la tubería propuesta en Puente Gómez) al N-35 (nodo donde la tubería se conecta al tanque) tendrá una tubería de diámetro ($\varphi=10''$) de Acero estándar 5700 metros de longitud, debido a que en este tramo la tubería no estará enterrada. Desde el nodo N-37 al N-38 tubería que conecta el tanque a la red de distribución tendrá un diámetro de ($\varphi=12''$) PVC y 105 m de longitud, la calle principal (calle 1) comprende los nodos 38, 39, 40, 5, 56, 54, 55. El tramo que conecta el N-38 con el N-39 contempla un diámetro de ($\varphi=6''$) PVC y una longitud de 81 m, el tramo que



conecta al N-39 con el N-40 un diámetro de ($\varphi=4''$) PVC y una longitud de 121 m, el tramo que conecta el N-38 con el N-57 contempla un diámetro de ($\varphi=12''$) PVC y una longitud de 285 m, el tramo que conecta el N-57 con el N-56 contempla un diámetro de ($\varphi=10''$) PVC y una longitud de 70 m, el tramo que conecta el N-56 con el N-54 contempla un diámetro de ($\varphi=8''$) PVC y una longitud de 109 m, el tramo que conecta el N-54 con el N-55 contempla un diámetro de ($\varphi=4''$) PVC y una longitud de 195 m. La calle 2 contempla una tubería de ($\varphi=12''$) de diámetro PVC y una longitud de 185 m conecta el N-38 con el N-42, en la calle 3 se conecta el N-39 con el N-41 por medio de una tubería de ($\varphi=4''$) PVC de diámetro y una longitud de 124 m, la calle 4 comprende los nodos N-40, N-41, N-42, N-43, N-46, y termina en el nodo 48, del N-40 al N-42 se conecta por medio de una tubería de ($\varphi=4''$) PVC y una longitud de 193 m, el N-42 se conecta al N-46 por medio de una tubería de ($\varphi=10''$) PVC y 364 m de longitud, el tramo final de la calle que conecta el N-46 con el N-48 contempla una tubería de ($\varphi=8''$) PVC y una longitud de 177 m. La calle 5 comprende los nodos: N-49 al N-48 con un diámetro de ($\varphi=4''$) PVC y una longitud de 58 m, del N-48 al N-50 con un diámetro de ($\varphi=6''$) PVC y una longitud de 82 m, del N-50 pasando por los nodos: N-51, N-53 y culminando en el N-54 con un diámetro de ($\varphi=4''$) PVC y una longitud de 298 m, la calle 6 en la cual se conecta el N-51 con el N-52 mediante una tubería de ($\varphi=4''$) PVC y longitud de 78 m, la calle 7 en ella se encuentran los nodos: N-53, N-59 y el N-58 conectados por una tubería de ($\varphi=4''$) PVC y longitud de 209 m, en la calle 8 se encuentran el N-59 y el N-56 conectados por una tubería de ($\varphi=4''$) PVC y longitud de 142 m, y la red termina con la calle 9 en donde se conecta el N-57 con el N-58 por medio de una tubería de ($\varphi=6''$) PVC y longitud de 149 m, además se conectan el N-58 con el N-53 y este con el N-51 y luego con el N-52 todos estos mediante una tubería de ($\varphi=4''$) PVC y longitud de 292 m.



5.2 Cálculo de gasto de diseño.

El cálculo del gasto de diseño para la tubería de aducción se realizó mediante la población de diseño y la dotación como lo establece las normas INOS (1.965) [6]: (Capítulo III), la cual corresponde al consumo medio (ver anexo B).

La variable Q_m representa el gasto medio futuro de la zona en estudio para el periodo de diseño. Para nuestro caso el $Q_m = 52,74$ l/s.

El cálculo del gasto de diseño para la red de distribución se realizó mediante la tabla 2.2 (Capítulo II), la cual corresponde al consumo máximo horario.

$$Q_{MH} = K_2 * Q_m$$

El Q_{MH} de la zona en estudio para el periodo de diseño para nuestro caso será igual a 79,69 l/s. Los Cálculos de Q_{MH} se pueden observar en el Capítulo IV.

5.3 Selección del diámetro de la tubería.

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizaron las ecuaciones 2.2 y 2.3.

$$J = \frac{10,07 - 9,92}{200} = 7,5 * 10^{-4} \text{ m/m}$$

$$D = \left(\frac{0,053}{0,2785 * 120 * (7,5 * 10^{-4})^{0,54}} \right)^{\frac{1}{2,63}} = 0,37 \text{ m} \approx 14 \text{ pulg.}$$

Esta muestra de cálculo esta referida a la tubería comprendida entre el N-2 y el N-3; la simulación del comportamiento del sistema con el uso del programa Watercad se hizo para la condición de caudal medio tomando como diámetro de inicio la tubería de 14 pulg. Pero con este diámetro los



valores de la velocidad estaban un poco bajos razón por la cual se disminuyeron los valores del diámetro progresivamente y de esta manera ajustar dichos valores a un diámetro más económico recomendados por las normas INOS 1.965[6] (tabla 5.1), con una tubería de 10 pulg. De diámetro se cumplía lo estipulado por la norma.

5.4 Chequeo de velocidades y presiones.

Como puede verse en el anexo D, en el cual se muestra la corrida de la solución propuesta realizada con el programa Watercad, las velocidades de los tramos que conforman el sistema de distribución de agua potable del sector Caicara de Barcelona solo exceden las velocidades máximas económicas según la norma INOS 1.965 [6], mostradas en la tabla 5.1 por razón de economía. De igual forma, en la mayoría de los nodos que conforman el alimentador, las presiones se encuentran poco alejadas de los rangos de valores permitidos por la norma antes mencionada (ver anexo D).

5.5 Especificaciones de la solución propuesta.

En la selección del material de una tubería se deben tomar en cuenta factores como las presiones internas o externas a las que estarán sometidas las tuberías, resistencia y tipo del material, las condiciones mismas del agua y su localización, sobre o bajo el terreno natural. En función de todo esto los materiales recomendados para la construcción del alimentador son de acero estándar. Debido a que las tuberías es superficial se optó por colocarla ya que es más resistente a posibles golpes de la tubería y a los factores ambientales (lluvias, acción solar, etc.). Para la red de distribución se optó por colocar Policloruro de Vinilo



(PVC) clase AB COVENIN 518 (presión de servicio 10 Kg/cm^2), ya que esta tubería va enterrada.

Las juntas utilizadas en el caso de las tuberías de acero (10 pulg.) tipo estándar serán mediante soldadura circular eléctrica y para las tuberías de PVC (12, 10, 8 pulg.) se recomienda utilizar las juntas Uni-Safe que es un sistema de unión flexible tipo espiga-campana, en el cual la junta o campana terminal forma parte integral del tubo. El sello hidráulico y la consecuente estanqueidad de la junta se logran mediante un anillo elastómero y un retén de polipropileno alojado en el extremo campana del tubo. La unión entre ambos tipos de material se realizará con Juntas tipo Dreseer de hierro dúctil que variarán de acuerdo a los diámetros de entrada y salida de las tuberías (ver Diagrama de Conexiones en el Anexo F).

R. Mijares [2], recomienda que en tuberías de diámetro igual o mayor a 200mm (8 pulg.), todas las tees, tapones y codos de desviación tangencial mayor de $22,5^\circ$ estén ancladas o arriostradas adecuadamente. Este anclaje debe hacerse con bloques de concreto con coeficiente de ruptura de 140 Kg/cm^2 . El arriostre con cabillas, ancladas a la tubería por medio de ganchos, puede también ser satisfactorio, ver plano de detalle D-03 en el anexo F.

Las tuberías de distribución se colocan en zanjas para protegerlas de agentes externos y para no obstaculizar el tránsito en las calzadas. La distancia que tenga la zanja a la altura del lomo de la tubería tiene una influencia crucial en el comportamiento estructural de los conductos flexibles enterrados. La magnitud de las cargas que actúan sobre el conducto no es solo función del prisma de tierra que gravita sobre él, sino también de los adyacentes, que transmiten su peso mediante fuerzas cortantes verticales ejercidas sobre el prisma central. Es por esto que resulta recomendable mantener el ancho y la profundidad de la zanja lo menor posible, siempre que



este permita una adecuada instalación. Por otro lado un ancho de zanja excesivamente pequeño limita la compactación del terreno alrededor de la tubería.

El tipo y la calidad del apoyo que tiene una tubería que ha sido tendida en una zanja es otro factor de importancia que influye en la capacidad de soporte de los conductos enterrados. El fondo de la zanja debe conformarse para proveer un apoyo firme, estable y uniforme a lo largo de toda la longitud de la tubería; las normas INOS 1.965 [6], recomiendan utilizar los materiales descritos a continuación en la tabla 5.2.

Para que el Sistema propuesto tenga un correcto funcionamiento, resulta necesario instalar ciertos accesorios cuyas dimensiones se obtuvieron a través de la gaceta oficial número 4.103, entre ellos están: válvulas de paso (ver detalle en Anexo F), que permitan aislar el servicio de agua potable en un momento dado; En los cambios de dirección de las tuberías que conforman el sistema se deben colocar codos cuya desviación varía entre 11,25° y 90°.



Tabla 5.2. Material de apoyo de la tubería.

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1-. Lecho de apoyo o capa de nivelación.	Material granular selecto, libre de partículas punzo penetrantes, proveniente de préstamo. Colocado libre, no apisonado con un espesor de 10 cm.
2-. Capa de protección.	Material granular selecto, libre de partículas punzo penetrantes, proveniente de préstamo, apisonado manualmente en capas de 10cm. Hasta el lomo de la tubería.
3-. Capa de protección.	Material granular selecto, libre de partículas punzo penetrantes, proveniente de préstamo, apisonado manualmente en capas de 15cm. Por encima del lomo de la tubería.
4-. Relleno final.	Material proveniente de la excavación, apisonado con equipo mecánico en capas, a juicio del ingeniero inspector.

Fuente: INOS 1.965 [6].



CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

El sector Caicara de Barcelona no cuenta actualmente con un sistema de abastecimiento de agua potable, esto se debe al crecimiento no planificado de la población y a los éxodos ocurridos hacia esa zona en los últimos años.

El gasto medio de diseño necesario para abastecer el sector en estudio en el año 2.029 es 52,74 l/seg.

La tubería de ϕ 750mm (30") actualmente posee una presión de 7 mca entre 7 y 8 de la mañana (10 Psi) la cual es insuficiente para cumplir con el abastecimiento requerido a lo largo del período de diseño.

La planta modular ubicada en la planta de tratamiento José Antonio Anzoátegui, con las condiciones actuales de operación, tiene una capacidad máxima de 400 l/s por lo que no está en condiciones de abastecer a la zona sur de Barcelona [9] (sin incluir la zona en estudio) en la condición de consumo máximo horario, por consiguiente tampoco es capaz de abastecer al sector de Caicara.

El sistema de abastecimiento planteado para la población de Caicara de Barcelona se diseñó para funcionar por gravedad y contempla la tubería de aducción, el tanque y la red de distribución.

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento propuesto se hace necesario la construcción del tanque predimensionado para dicho sistema y así suplir las fallas que se puedan producir en el mismo.

Además de poner en funcionamiento la estación de bombeo de la Planta Modular, HIDROCARIBE deberá realizar maniobras de racionamiento, dado que el Q_{MH} actual de la zona sur (incluyendo a Caicara) es mucho mayor que la producción de la planta [9].



La presión en el nodo cero será igual a la suma de 49,98 m.c.a más la altura del nodo sobre el nivel del mar que es igual a 10,04 m la cual es igual a 60,02

La presión necesaria para que el sistema de abastecimiento propuesto sea funcional debe ser de 49,98 m.c.a en el nodo "0".

El monto del presupuesto estimado sin incluir el tanque es de (10.104.663,62 Bs).



6.2 Recomendaciones.

Realizar un estudio a la brevedad posible para aumentar la capacidad de producción de la planta de tratamiento José Antonio Anzoátegui o construir una nueva planta de tratamiento para abastecer exclusivamente a la zona sur de Barcelona.

Desarrollar investigaciones a corto plazo de la tubería de ϕ 750mm (30") en puente Gómez a la cual HIDROCARIBE junto con PDVSA tienen previsto rehabilitar y culminar.

Luego de la puesta en funcionamiento de la planta modular y de la tubería de ϕ 750mm (30") es aconsejable realizar mediciones de presión y mantener un registro de las mismas que podría utilizarse para posteriores evaluaciones del sistema propuesto en este trabajo.

En el momento en que el sistema entre en funcionamiento se debe poner en marcha un plan para controlar los excesos de fugas por averías en las tuberías o por tomas domiciliarias clandestinas instaladas por los mismos habitantes sin ningún tipo de supervisión especializada.

Seguir la investigación con el fin de calcular el tanque prediseñado en nuestro sistema de abastecimiento.

Crear campañas de concientización a través de las mesas técnicas de agua para los habitantes del sector Caicara de Barcelona, de esta manera disminuir el uso irracional del agua.



BIBLIOGRAFÍA.

1. López R. (1999), "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", Ediciones Alfaomega, 2^{da} Edición, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
2. Mijares R. (1983), "Abastecimiento de Agua y Alcantarillados", Ediciones Vega, 3^{ra} Edición, Caracas, Venezuela.
3. Merritt F. (1998), "Manual para el Ingeniero Civil", Editorial Mc Graw-Hill, 3^{ra} Edición, Ciudad de México, México.
4. Azevedo J. y Acosta G. (1973), "Manual de Hidráulica", editorial Harla s.a, 1^{ra} Edición, Ciudad de México, México.
5. González L. (2000), "Metodología Para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable", Editorial UDO Anzoátegui, 1^{ra} Edición, Barcelona, Venezuela.
6. I.N.O.S. (1966), "Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua", Caracas, Venezuela.
7. Arocha S. (1997), "Abastecimiento de Agua", Editorial Edit, 3^{ra} Edición, Caracas, Venezuela.
8. M.S.A.S. (1989), "Normas Sanitarias para el Proyecto, Construcción, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para desarrollos Urbanísticos", Instituto Nacional de obras Sanitarias, Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 4103 Ext.



9. Espinoza E. y Monasterios F. (2004), "Evaluación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable de la zona sur de Barcelona mediante la utilización de un programa de computación". Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Anzoátegui.

10. Fair G., Geyer J. y Okun D. (1976), "Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales", Editorial Limusa, 1^{ra} Edición, Ciudad de México, México.

11. M.A.R.N.R. (1985), "Demandas Teóricas de Agua", Serie de informes técnicos DGSP/OA/IT/139. Ministerio del Ambiente y de los recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela.

12. Brito, B. y Coché, A. (2000), "Abastecimiento de Agua del Área Metropolitana Barcelona – Puerto La Cruz – Guanta – Jose, después del Año 2020", Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Anzoátegui. Venezuela.

13. Saldarriaga J. (1998), "Hidráulica de Tuberías", Editorial Mc Graw-Hill, Bogotá, Colombia.

14. M.S.A.S. (1988), "Normas Sanitarias para el Proyecto, Construcción, Ampliación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones". Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 4044 Ext.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO 1/5:

TÍTULO	“Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Para la Comunidad de Caicara de Barcelona, Municipio Bolívar Estado Anzoátegui, Usando el Software Watercad”.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Romero Rondón Christian Christopher	CVLAC: V – 16.180.090 E MAIL: romeroch11@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Sistema

Abastecimiento

Agua

Potable

Comunidad

Caicara

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO 2/5:

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Caicara de Barcelona, se determinó como fuente de abastecimiento una tubería de ϕ 30" de acero la cual es el punto de partida del sistema a diseñar. Fue necesario la realización de un levantamiento topográfico y un estudio demográfico del sector para estipular el número de habitantes y el crecimiento de la población para un período de diseño de 20 años. Las condiciones actuales de presión en la tubería de 30" no son adecuadas para el sistema diseñado, por lo que es necesario precisar las mejoras al sistema existente para que el diseño propuesto sea funcional. El proyecto se dividió en seis capítulos que muestran el desarrollo del mismo hasta la discusión y análisis de resultados y las conclusiones y recomendaciones aportadas a la problemática existente.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO 3/5:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Bou Ghannam, Mounir	ROL	CA	AS	TU	JU
			X		
	CVLAC:	V – 11.420.592			
	E_MAIL				
González, Luis	ROL	CA	AS	TU	JU
					X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
Ramírez, María	ROL	CA	AS	TU	JU
					X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	04	15
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO 4/5:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Para la Comunidad de Caicara de Barcelona, Municipio Bolívar Estado Anzoátegui, Usando el Software Watercad. doc.	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F
G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t
u v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE:

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

_____INGENIERO_CIVIL_____

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

_____PREGRADO_____

ÁREA DE ESTUDIO:

_____DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL _____

INSTITUCIÓN:

_____UNIVERSIDAD DE ORIENTE NUCLEO DE ANZOATEGUI_____

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO 5/5:**

DERECHOS

Reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente.

Artículo 41:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo notificara al Consejo Universitario”.

Christian Romero

AUTOR

Prof.	Prof.	González	Prof.	Ramírez
BouGhannam Mounir	Luis		María	

TUTOR

JURADO

JURADO

POR LA SUBCOMISION DE TESIS