

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOATEGUI.
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL.**



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN EL PARCELAMIENTO RESIDENCIAL LA CASCADA, VÍA SAN
DIEGO, MUNICIPIO SOTILLO DEL ESTADO ANZOATEGUI.**

Pedro E. Villarroel S.

C.I V- 13.054.044

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOATEGUI.
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL.**



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN
EL PARCELAMIENTO RESIDENCIAL LA CASCADA, VÍA SAN DIEGO,
MUNICIPIO SOTILLO DEL ESTADO ANZOATEGUI.**

Yasser Saab.
Asesor Académico

Barcelona, 10 de Marzo del 2010.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOATEGUI.
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL.**



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
PARCELAMIENTO RESIDENCIAL LA CASCADA, VÍA SAN DIEGO,
MUNICIPIO SOTILLO DEL ESTADO ANZOATEGUI.**

JURADO

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

Yasser Saab.
Asesor Académico.

Hilda Morales
Jurado Principal

Luís González
Jurado Principal

Barcelona, 10 de Marzo del 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 a través de la fe ilumina el camino a seguir.
- A mis padres, Edecia e Israel por todo el cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, hoy deben sentirse muy orgullosos por haber forjado una profesión a todos sus hijos.
- A Disnoris y Sorocaima, por haberme acogido en el seno de su familia y brindarme mucho apoyo y confianza.
- A mis hermanos Israel José y Carlos Eduardo, mis hermanas Isabel e Ives, el apoyo y los consejos recibidos de parte de ustedes son pilares de este logro.
- A Yelitza Toro quien me ha demostrado con todo su amor que con confianza y perseverancia se pueden obtener las más difíciles metas que nos planteemos, siempre contarás conmigo.
- A mis hermanos Martínez Marín por estar todos estos años compartiendo muchas experiencias. Los recordare siempre y les deseo muchos éxitos.
- A mis sobrinos Villarroel Milazzo y Zerpa Villarroel, especialmente a Ángel Rafael. A los Martínez Bernal, Isabel Victoria Y Diego Alejandro. Que Dios los bendiga a todos e ilumine sus pasos, para que logren conseguir las metas que se propongan.
- A todos los amigos de la Universidad, especialmente Daniela, Olgamar, Nuncio, Vidal, Yelines, Martín y muchos otros con los que compartí excelentes momentos en la Universidad
- A mi querido hermano Ángel Alfonso, vivirás en el corazón de toda la familia y en el mío muy profundamente, jamás te olvidaré.

AGRADECIMIENTO.

- Gracias a Dios por concederme la vida y la familia, además de guiar mis pasos para este y muchos otros logros.
- A la Universidad De Oriente, nuestra CASA MÁS ALTA. Por forjar la educación superior que todos merecemos.
- A mis padres, hermanos y demás familiares por el apoyo incondicional para el logro de esta meta.
- A Enid Marín por toda su colaboración y consejos brindados, ha sido muy útil para mi todo eso, eternamente agradecido.
- A la empresa HidroCaribe, gracias al apoyo del personal de redes y la oficina de atención comunitaria por la colaboración prestada.
- A la comunidad del Parcelamiento Residencial “La Cascada” por su paciencia y confianza.
- Al profesor Yasser Saab, por su asesoría, dedicación y apoyo en la realización de este proyecto, gracias.
- A mis amigas Daniela Cedeño y Olgamar Velásquez por su colaboración y guía en los inicios de este trabajo, muchas gracias.

RESUMEN.

En el presente trabajo se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Parcelamiento Residencial “La Cascada” del municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui. Se determinó como fuente de abastecimiento una tubería de P.V.C de seis pulgadas de diámetro (6”) que surte de agua potable al caserío San Diego, la cual en su trayectoria, pasa por la vía principal del referido parcelamiento. Fue necesaria la realización de un levantamiento topográfico para precisar las variaciones en las cotas de terreno. Se elaboró un estudio demográfico en conjunto con la comunidad con el objeto de evaluar, por medio de varios métodos de proyección, el número de habitantes y la tendencia al crecimiento de la población para un periodo de diseño de 20 años, con la cual se determinaron la dotación y consumos de la comunidad para los años 2007 y 2027. Luego de recolectar los datos necesarios, se utilizó el software WaterCAD versión 5.1 para realizar el diseño de la red de distribución. Este proyecto se dividió en seis capítulos y se presentan en secuencia lógica, como se describe a continuación: El capítulo uno, muestra la introducción, características generales de la zona, planteamiento del problema y objetivos. El capítulo dos, representa el marco teórico referente al tema. El capítulo tres, se presentan y analizan los datos del sistema, adicionalmente se señala el diseño del sistema. El capítulo cuatro, presenta la solución propuesta a la problemática existente. En el capítulo cinco se muestran las conclusiones y recomendaciones.

INDICE.

RESOLUCIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
INDICE.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XIII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	17
1.2.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	18
1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	19
1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.5.- OBJETIVOS.....	21
1.5.1.- Objetivo General.....	21
1.5.2.- Objetivos Específicos.....	21
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	23
2.1.1. Usos del Agua.....	23
2.1.2. Consumo de Agua.....	24
2.1.3. Tipos de Consumo.....	25

2.1.4. Factores Que Pueden Afectar Los Consumos.....	27
2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE....	27
2.2.1. Fuentes.....	27
2.2.2. Obras De Captación.....	28
2.2.3. Desarenadores.....	28
2.2.4. Obras De Aducción.....	28
2.2.4. Estanques De Almacenamiento.....	29
2.2.5. Plantas De Tratamiento.....	29
2.2.6. Obras De Distribución.....	29
2.3. PRINCIPALES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS.....	30
2.4. PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	30
2.5. DEMANDA DE AGUA.....	31
2.5.1 Cálculo de la Demanda de Agua.....	32
2.6. VARIACIONES PERIÓDICAS DE LOS CONSUMOS.....	33
2.6.1. El Consumo Medio Diario (Q_m).....	34
2.6.2. El Consumo Máximo Diario (Q_{MD}).....	34
2.6.3. El Consumo Máximo Horario (Q_{MH}).....	34
2.7. TUBERÍAS.....	35
2.7.1. Profundidades De Tuberías.....	38
2.7.2. Colocación De Las Tuberías De Acueductos.....	39
2.7.3. Determinación De Diámetros Para Tuberías De Acueductos.....	41
2.8. VÁLVULAS.....	42
2.9. HIDRANTES.....	47
2.10. TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	47
2.10.1. Capacidad.....	48
2.10.2. Ubicación Del Tanque De Almacenamiento.....	52
2.10.3. Tipos De Tanques De Almacenamiento.....	53

2.11. PERÍODO DE DISEÑO Y FACTORES DETERMINANTES.....	54
2.11.1. Durabilidad O Vida Útil De Las Instalaciones.....	54
2.11.2. Facilidades De Construcción Y Posibilidades De Ampliaciones O Sustituciones..	55
2.11.3. Tendencias De Crecimiento Poblacional.....	55
2.11.4. Posibilidades De Financiamiento Y Rata De Interés.....	56
2.11.5. Rango De Valores.	56
2.12. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN.	58
2.13. SISTEMA DE BOMBEO.....	60
2.13.1. Línea De Aducción.	63
2.13.2. Rendimiento Y Potencia Absorbida.....	65
2.13.3. Curvas de la Bomba.	66
2.13.4. Golpe De Ariete.	67
2.14. INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS PRELIMINARES.....	68
2.14.1. Estudios Demográficos.....	68
2.14.2. Estudios Topográficos.	68
2.14.3. Estudios Sanitarios De La Hoya Y Calidad Del Agua.	69
2.14.4. Estudios Hidrológicos.	69
2.14.5. Estudios Geológicos.	70
2.14.6. Estudios Misceláneos.	70
2.14.7. Estudio De Obras Existentes Y Servicios Públicos.....	71
2.15. MÉTODOS DE ESTIMACIONES FUTURAS.	72
2.15.1. Método De Comparación Gráfica.	72
2.15.2. Método De Crecimiento Lineal.	72
2.15.3. Método De Crecimiento Geométrico.	73
2.15.4. Método De Crecimiento Logarítmico.	73
2.15.5. Métodos Estadísticos.....	74
2.15.6. Método De Las Densidades.	75
CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.	79
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	79

3.2. DEMOGRAFÍA.....	81
3.3. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.....	83
3.3.1. Método De Las Densidades Máximas De Saturación.....	84
3.3.2. Crecimiento Lineal.....	84
3.3.3. Crecimiento Geométrico.....	85
3.3.4. Crecimiento Logarítmico.....	87
3.3.5. Análisis De Las Proyecciones.....	88
3.4. DEMANDA DE AGUA.....	90
3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	91
3.6. EVALUACIÓN DE LA TUBERÍA MATRIZ DE DIÁMETRO 6 PULGADAS COMO POSIBLE FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	93
3.6.1. Pasos Efectuados Para Medición De Caudal Y Presión En El Sector “La Cascada”	93
3.6.1.1. Caudal.....	93
3.6.1.2. Presión.....	95
3.7. DISEÑO DEL SISTEMA.....	95
3.7.1. Datos Para El Diseño Del Sistema.....	95
3.7.2. Cálculo De Las Variaciones Del Consumo Presentes Y Futuras.....	95
3.7.2.1. Cálculo Del Consumo Medio Anual.....	96
3.7.2.2. Consumo Máximo Diario.....	96
3.7.2.3. Consumo Máximo Horario.....	97
3.7.3. Demanda De Agua Para Cada Nodo De La Red De Distribución.....	97
3.7.4. Diseño Del Tanque De Almacenamiento.....	98
3.7.4.1. Compensar Las Variaciones De Consumo.....	98
3.7.4.2. Reserva Para Contingencias.....	98
3.7.4.3. Previsión Para Combatir Incendios.....	98
3.7.5. Uso Del Software WaterCad Versión 4.5.....	99
CAPITULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA.....	115
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	115

4.2.1. Capacidad Del Tanque De Succión.	116
4.2.2. Cálculo Del Caudal De Bombeo.	116
4.2.3. Selección Del Diámetro.	116
4.2.4. Carga Dinámica.	116
4.2.5. Cálculo de la Potencia Requerida.	117
4.2.6. Chequeo de la Sobrepresión por Golpe de Ariete.	117
4.3. CANTIDADES DE OBRA.	118
4.3.1. Listas De Materiales.	118
4.3.2. Cómputos Métricos.	122
4.3.3. Costos De Obra.	130
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	132
5.1. Conclusiones.	132
5.2. Recomendaciones.	133
BIBLIOGRAFIA.	135
ANEXOS.	138

INDICE DE TABLAS.

TABLA 2.1. CONSUMOS MÍNIMOS PERMISIBLES.....	33
TABLA 2.2. CÁLCULO DEL Q_{MD} Y Q_{MH} POR DIVERSOS AUTORES.	34
TABLA 2.3. PROFUNDIDADES Y ANCHOS DE ZANJAS PARA TUBERÍAS.....	40
TABLA 2.4. VALOR DEL COEFICIENTE C DE HAZEN-WILLIAMS.	42
TABLA 2.5. DURACIÓN DE LOS INCENDIOS, SEGÚN INOS 1965.....	50
TABLA 2.6. GASTOS Y DURACIÓN DE LOS INCENDIOS, SEGÚN INOS 1965.....	51
TABLA 2.7. TIPOS DE CIUDADES SEGÚN DENSIDADES DE POBLACIÓN.	76
TABLA 3.1. POBLACIÓN PARROQUIA POZUELOS, MUNICIPIO JUAN ANTONIO SOTILLO DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.	82
TABLA 3.2. POBLACIÓN ACTUAL DEL PARCELAMIENTO RESIDENCIAL LA CASCADA.	83
TABLA 3.3. POBLACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE SATURACIÓN.	84
TABLA 3.4. POBLACIÓN SEGÚN MÉTODO DE CRECIMIENTO LINEAL.	85

TABLA 3.5. POBLACIÓN SEGÚN MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO.	86
TABLA 3.6. POBLACIÓN SEGÚN MÉTODO DE CRECIMIENTO LOGARÍTMICO.	88
TABLA 3.7. POBLACIÓN PROMEDIO DE DISEÑO.	89
TABLA 3.8. NIVELACIÓN REFERENCIAL.	92
TABLA 3.9. DATOS DE LOS TRAMOS.	100
TABLA 3.10. DATOS DE LOS NODOS.	101
TABLA 3.11. DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	101
TABLA 3.12. REPORTE DEL ANÁLISIS A LAS TUBERÍAS.	111
TABLA 3.13. REPORTE DEL ANÁLISIS A LAS JUNTAS.	112
TABLA 3.14. CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA A SER INSTALADA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	112
TABLA 4.1. LISTA DE ACCESORIOS POR NODOS.	119
TABLA 4.2. LISTA DE ACCESORIOS POR TRAMOS.	120
TABLA 4.3. LISTA DE TUBERÍAS POR TRAMOS.	121

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS.

FIGURA 1.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EN ESTUDIO	19
FIGURA 2.1. - VÁLVULA DE COMPUERTA	43
FIGURA 2.2. - VÁLVULA DE MARIPOSA.....	44
FIGURA 2.3. - VÁLVULA DE GLOBO	45
FIGURA 2.4. - VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	46
FIGURA 2.5. - VÁLVULAS DE RETENCIÓN (CHECK).....	46
FIGURA 2.6. - HIDRANTE.	47
FIGURA 2.9. RED DE DISTRIBUCIÓN DEL TIPO MALLADO.....	59
FIGURA 2.10. RED DE DISTRIBUCIÓN DEL TIPO RAMIFICADO.....	60
FIGURA 2.11.- ESQUEMAS DE LAS CURVAS DE LA BOMBA Y DE EFICIENCIA DE ÉSTA.	66
FIGURA 3.1.- ALGUNAS CALLES DEL SECTOR.....	80
FIGURA 3.2.- ALGUNAS TOMAS ILEGALES, DE LAS CUALES SE SURTEN LOS HABITANTES.....	81

FIGURA 3.3.- INICIO DEL WATERCAD V 4.5.....	102
FIGURA 3.4.- DATOS PRINCIPALES.	103
FIGURA 3.5.- ESCALAS A UTILIZAR.....	104
FIGURA 3.7.- DIBUJO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	106
FIGURA 3.8.- DATOS DE LOS TRAMOS Y NODOS	107
FIGURA 3.9.- DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	108
FIGURA 3.10.- TABLA REPORTE DE LAS JUNTAS	109
GRAFICO 3.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.	90

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1.- INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de abastecimiento de agua son esenciales para toda colectividad, por ser el agua uno de los elementos más necesarios para la vida. Cuando una ciudad dispone de cantidad limitada de agua para su abastecimiento, presenta problemas de salubridad, problemas para el desarrollo, y hasta en su apariencia estética de allí que en primer lugar se haga imprescindible suministrar agua a las comunidades en cantidad suficiente, esa cantidad depende principalmente de la población y sus crecimientos. El presente trabajo tiene por finalidad proyectar un sistema de abastecimiento para el Parcelamiento Residencial La Cascada, el cual se encuentra ubicado en la margen izquierda de la vía que conduce desde Puerto La Cruz hacia el Caserío san Diego. La estructura del trabajo esta formada por seis capítulos, el capítulo I se refiere a la introducción, ubicación geográfica y características de la zona en estudio, así como a la problemática existente y los objetivos del trabajo, en el capítulo II se encuentra todo el marco teórico referente al tema estudiado y las formulas necesarias para los distintos cálculos a realizar. En el capítulo III se presentan y analizan los datos recolectados de población y topografía, del sector y la problemática que presenta. Adicionalmente se expone el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, que se plantea implantar. En el capítulo IV se presenta la solución propuesta a la problemática planteada. Y en el

capítulo V se refieren las conclusiones y recomendaciones a seguir en el desarrollo del proyecto.

1.2.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El estado Anzoátegui posee una superficie de 43.300 km² lo cual representa el 4,75% del territorio nacional de la República Bolivariana de Venezuela, se divide en veintiún (21) municipios, esta ubicado entre las coordenadas 07°40'16" , 10°15'36" de latitud Norte y 62°41'05", 65°43'05" de longitud Oeste. Su capital es la ciudad de Barcelona perteneciente al municipio Simón Bolívar y ubicada al extremo Norte del Estado, en la figura 1.1. Se presenta una representación grafica de la ubicación geográfica.

El Parcelamiento Residencial "La Cascada" esta ubicado dentro de los limites de la parroquia Pozuelos del Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui, en la vía que conduce desde la ciudad Puerto La Cruz hacia el caserío San Diego, limita al Norte con terrenos que son o fueron de Venancio De Sousa, al Sur con la vía que conduce a San Diego, al Este con la quebrada de Putucual y al Oeste con la vía que conduce a San Diego.

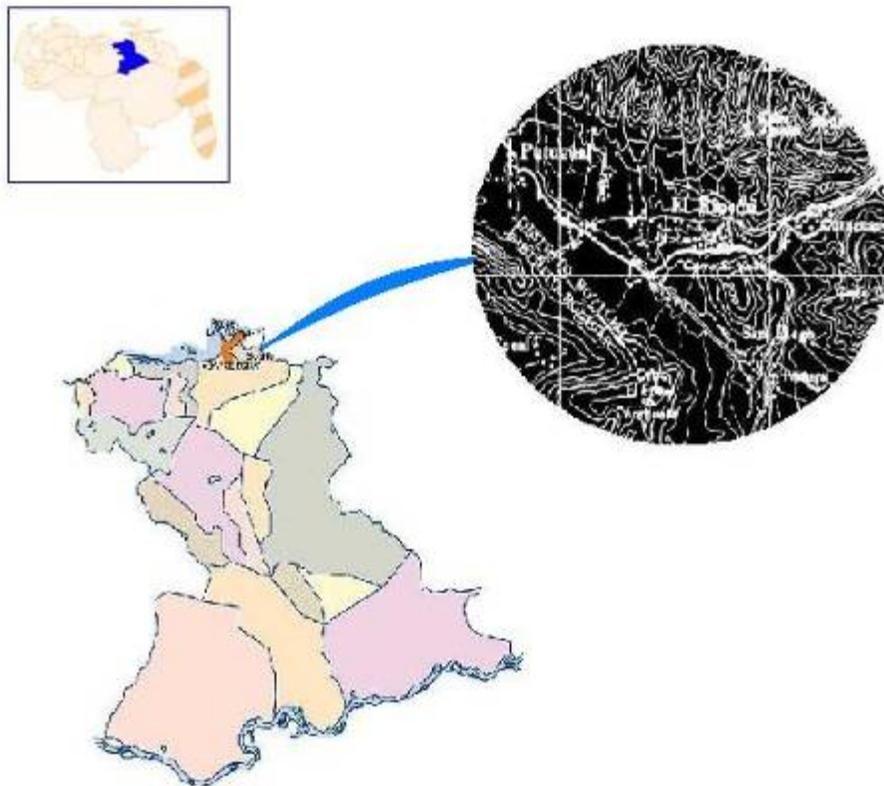


Figura 1.1.- Ubicación Geográfica de la Zona en Estudio

1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO.

La temperatura promedio de la zona en estudio es de 29°C y su período de lluvia se extiende entre los meses de Mayo a Diciembre. La altura sobre el nivel del mar varía entre 25 y 70 metros. Su topografía es ondulada con suaves pendientes, con suelos semi rocosos. El Parcelamiento Residencial “La Cascada” esta conformado por ciento dos (102) parcelas, de las cuales sesenta y siete (67) tienen viviendas construidas y habitadas, también posee seis (6) calles principales y cuatro (4) transversales. El tipo común de viviendas es unifamiliar.

La economía local varia en base fundamental de las ciudades más cercanas (Barcelona y Puerto La Cruz) Algunos pobladores de la zona se dedican al

trabajo en la industria petrolera, de forma ocasional o fija y otra parte se dedican a actividades comerciales, tanto dentro del parcelamiento como en las ciudades cercanas, a las cuales tienen fácil acceso, lo cual es muy favorable para esta actividad.

Desde el punto de vista social, el sector cuenta en sus cercanías con un modulo de la misión Barrio Adentro y una unidad educativa con ciclo básico, sin embargo ninguna de estas infraestructuras se encuentra dentro del parcelamiento.

1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Hidrológica del Caribe, C.A (Hidrocaribe) tiene como objetivo primordial suministrar agua potable a la población nor-oriental específicamente del estado Anzoátegui y hacer la recolección de las aguas servidas con la finalidad de alcanzar un desarrollo socioambiental y económico a todas las comunidades de esta entidad, por lo tanto, la empresa tiene la responsabilidad de hacer y ejecutar proyectos de acueductos.

Actualmente existe una deficiencia en el suministro y distribución del agua potable en diversas zonas del estado Anzoátegui, especialmente en aquellas que se van consolidando sin existir una planificación urbana previa, tal como ocurrió en el “Parcelamiento Residencial La Cascada” ubicado en la vía principal que conduce al caserío San Diego, Parroquia Pozuelos, Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui, este fue creado en el año 1996 y desde ese momento comenzaron a vender las respectivas parcelas sin contar con el suministro de agua potable. Por lo que los habitantes de las parcelas realizaron tomas no autorizadas por parte del ente respectivo, en el tubo matriz de seis pulgadas (6”) de diámetro, que pertenece al acueducto que surte al caserío San Diego.

Este estudio tiene como finalidad realizar el sistema de abastecimiento de agua potable a la zona afectada, para ello es imprescindible constatar una

serie de elementos o factores tales como el estudio topográfico para verificar las diferencias de nivel existente entre la tubería matriz y el parcelamiento, la presión disponible y la población existente que facilitan la proyección del sistema, para que este sea eficaz y eficiente a lo largo de su periodo de diseño. Analizando las diferentes alternativas se hará la toma de decisiones que conlleve a plantear la solución más viable para su desarrollo.

El alcance final del proyecto abarca desde la recopilación bibliográfica para establecer conceptos y ecuaciones necesarias para los respectivos cálculos, el reconocimiento de la zona, análisis detallado de la tubería existente que ayudará a plantear posibles soluciones, el análisis de los datos obtenidos permite fijar la solución mas viable y el diseño de la red de distribución, la elaboración de los planos con sus respectivos detalles y los cómputos métricos, análisis de precios unitarios y los costos de construcción, que generaran el presupuesto de obra del sistema de abastecimiento que pondrá fin a la deficiencia del suministro de agua a las familias afectadas.

1.5.- OBJETIVOS

1.5.1.- Objetivo General.

Diseñar un sistema para abastecer de agua potable al Parcelamiento Residencial La Cascada, ubicado en la margen izquierda de la carretera que conduce desde Puerto La Cruz a San Diego, Parroquia Pozuelos, Municipio Sotillo del Estado Anzoátegui.

1.5.2.- Objetivos Específicos.

- 1.- Realizar el levantamiento topográfico.
- 2.- Estimar la población futura.
- 3.- Analizar la tubería matriz existente Ø 6" como posible fuente de abastecimiento.

- 4.- Plantear la solución más apropiada para la continuidad del suministro de agua potable.
- 5.- Diseñar la red de distribución de aguas blancas.
- 6.- Realizar cálculos métricos, análisis de precios y costos de la obra.
- 7.- Elaborar los planos del sistema diseñado con sus respectivos detalles.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

El sistema de abastecimiento de agua potable, es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable en una entidad para fines de consumo. Esa agua suministrada por el sistema deberá ser siempre que sea posible, en cantidad suficiente y de la mejor calidad desde el punto de vista físico-químico y bacteriológico.

Un sistema de abastecimiento 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, industriales, riego, extinción de incendios y sanitarios. Al proyectarlos, debe estimarse la cantidad de agua potable que consumirá la comunidad, pues se deben diseñar componentes del tamaño adecuado al sistema.

2.1.1. Usos del Agua.

El uso del agua se puede clasificar básicamente en doméstico, comercial e industrial y público. Este uso comúnmente refleja la cantidad de agua usada para los propósitos antes descritos y es expresada en los litros que consume un habitante por cada día. El uso estimado por habitante puede estar basado en el número de personas realmente servidas o en el censo de población de la comunidad, este factor puede tener un efecto sustancial sobre los valores reportados.

Las instalaciones para suministro de agua constan de las obras para captación, almacenamiento, transmisión, bombeo, distribución y tratamiento. El tamaño del proyecto para distribución de agua suele estar basado en el consumo anual promedio por persona. En consecuencia, los pronósticos demográficos para el periodo que abarca el proyecto son de máxima importancia y deben hacerse con cuidado para tener la certeza de que los componentes del proyecto son del tamaño adecuado.

2.1.2. Consumo de Agua.

Al proyectar un sistema de abastecimiento, debe estimarse la cantidad de agua potable que consumirá la comunidad, ya que deben proyectarse componentes del tamaño adecuado en el sistema de distribución del agua.

El tamaño del proyecto para distribución de agua suele estar basado en el consumo anual promedio por persona. En consecuencia, los pronósticos demográficos para el período que abarca el proyecto son de máxima importancia y deben hacerse con cuidado para tener la certeza de que los componentes del proyecto son del tamaño adecuado.

El consumo de agua es función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sistema de distribución a otro, en una misma ciudad.

Los principales factores que influyen en el consumo de agua en una localidad pueden ser resumidos de la siguiente manera:

- a.- Clima
- b.- Nivel de vida de la población
- c.- Costumbres de la población
- d.- Sistema de provisión y cobranza (servicio medido o no)
- e.- Calidad de agua suministrada
- f.- Costo del agua (tarifa)
- g.- Presión en la red de distribución

- h.- Consumo comercial
- i.- Consumo industrial
- j.- Consumo público
- k.- Pérdida en el sistema
- l.- Existencia de red de alcantarillado
- m.- Otros factores.

Es oportuno hacer énfasis en que la forma de provisión de agua ejerce notable influencia en el consumo total de una ciudad, pues en las localidades donde el consumo es medido por medio de hidrómetros, se constata que el mismo es sensiblemente menor en relación con aquellas ciudades donde tal medición no es efectuada.

2.1.3. Tipos de Consumo.

En el abastecimiento de una localidad, deben ser consideradas varias formas de consumo de agua, que se pueden discriminar así.

Uso domestico:

- a.- Descarga del excusado
- b.- Aseo corporal
- c.- Cocina
- d.- Bebida
- e.- Lavado de ropa
- f.- Riego de jardines y patios
- g.- Limpiezas en general
- h.- Lavado de automóviles
- i.- Aire acondicionado.

Uso comercial:

- a.- Tiendas
- b.- Bares
- c.- Restaurantes

d.- Estaciones de servicios

Uso industrial:

a.- Agua como materia prima

b.- Agua consumida en procesamiento industrial

c.- Agua utilizada para congelación

d.- Agua necesarias para las instalaciones sanitarias, comedores.

Uso público:

a.- Limpiezas de vías públicas

b.- Riegos de jardines públicos

c.- Fuentes y bebederos

d.- Limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y la galería de agua pluviales

e.- Edificios públicos

f.- Piscina públicas y recreo

g.- Combates contra incendios

Usos especiales:

a.- Combates contra incendios

b.- Instalaciones deportivas

c.- Ferrocarriles y autobuses

d.- Puertos y aeropuertos

e.- Estaciones terminales de buses

Pérdidas y desperdicios:

a.- Pérdidas en el conducto

b.- Pérdidas en la depuración

c.- Pérdidas en la red de distribución

d.- Pérdidas domiciliarias

e.- Desperdicios.

2.1.4. Factores Que Pueden Afectar Los Consumos.

Los consumos presentan variaciones muy apreciables para diferentes localidades, y existen factores que influyen notoriamente en ellos, entre los cuales pueden citarse:

- a) Tamaño de la ciudad.
- b) Extensión y densidad de población y construcción.
- c) La presencia de industrias en su área.
- d) La calidad del agua y su costo.
- e) Las condiciones de servicio.
- f) Si el agua es o no-medida.
- g) Continuidad y presiones.
- h) Condiciones climatológicas.

Si los desperdicios y fugas pueden ser controlados y reducidos a un mínimo, las dotaciones decrecerían apreciablemente. Si un agua es tratada para mejorar su apariencia física de color, turbidez, olor, será consumida en mayor proporción.

2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Los sistemas de abastecimiento de agua están constituidos principalmente por: fuentes, captación, aducción, almacenamiento, tratamiento y distribución.

2.2.1. 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 servidas. 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.[10]

2.2.2. Obras De Captación.

Las obras de captación, o toman líquido de una fuente cuyo volumen es siempre adecuado para la demanda presente y futura, o bien, convierten una fuente intermitentemente insuficiente en un abastecimiento continuamente apropiado.

Se pueden realizar desde fuentes superficiales o subterráneas, como ríos, lagos, pozos, llevaran tomas 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.

2.2.3. Desarenadores.

Se colocan únicamente en tomas superficiales su función fundamental es separar las partículas más 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.

2.2.4. Obras De Aducción.

La aducción se encarga de conducir el agua desde la fuente hasta el sitio de consumo o almacenamiento, dependiendo de la topografía de la zona esta conducción puede hacerse por gravedad o bombeo, o el caso mixto (gravedad y bombeo) a través de canales abiertos o tuberías a presión. La aducción comienza en la toma y termina en el tanque de almacenamiento, pudiéndose encontrar en este trayecto la planta de tratamiento.

2.2.4. 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. Tiene las siguientes funciones:

- 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.

El almacenamiento es necesario para satisfacer las demandas de cada día, este se realiza en tanques que se encargan de compensar los excesos de consumos con el acopio de las aguas sobrantes durante los periodos o días de bajo consumo.

2.2.5. Plantas De Tratamiento.

Cuando la calidad del agua captada no es satisfactoria, se introducen obras para purificación que la adecuan a los fines requeridos. El agua contaminada se desinfecta; la desagradable se hace atractiva y de buen sabor; la que contiene hierro o manganeso se le suprimen estos elementos; la corrosiva se desactiva y la dura se suaviza, es por ello que la mayoría de los sistemas de abastecimiento poseen plantas de tratamiento, que generalmente obligan a colocar estaciones de bombeo para darle la presión necesaria al agua del sistema.

Agua Dura: es la que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio

2.2.6. Obras De Distribución.

La red de distribución es la que se encarga de llevar el agua a los diferentes sectores y consumidores, para lo cual se necesita un sistema de conductos a

presión que tengan la capacidad necesaria para suministrar cantidades suficientes dentro de la norma aplicada a cada zona en particular.

Los conductos de abastecimiento surten de agua a los sistemas de distribución que, a su vez, sirven a cada propiedad individual (habitación, establecimiento mercantil, edificio público o fábrica)

2.3. PRINCIPALES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS.

A. Sistema de alimentación directa: Se utiliza cuando el abastecimiento de agua público es continuo y mantiene una presión mínima suficiente para cubrir la demanda de consumo de la comunidad.

B. Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado: Se emplea en sectores donde el abastecimiento de agua público no es continuo o carece de presión mínima necesaria.

C. 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.

D. Distribución con equipo hidroneumático: Se emplea en zonas donde el abastecimiento de agua no garantiza la presión suficiente y se desea mantener una presión establecida.

2.4. PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Si en un sistema de agua potable se produce un servicio para satisfacer las necesidades de los diversos centros de una comunidad, se define como pérdidas la porción del volumen total suministrado que no alcanza su destino proyectado de consumo, porque se “pierde” en el camino, por diversas causas, algunas de estas se refieren a continuación.

a) Fugas. Cuando el flujo de agua que transita por la tubería se escapa a través de: Fisuras, grietas, roturas, empalmes deficientes o piezas filtrantes.

b) Evaporación Y Desbordamiento De Tanques. En la etapa de almacenamiento de agua potable, se puede perder una gran cantidad de agua por evaporación en tanques abiertos, o derrames productos de una mala operación o falta de control en el sistema.

c) Empotramientos Ilegales. Hay dos tipos de irregularidades:

1. Cuando una persona o institución se beneficia del servicio de agua sin autorización.

2. Cuando la persona esta legalmente empotrada al acueducto pero su aporte es incompleto.

d) Errores De Medición. La imprecisión de macro medidores y micro medidores acarrea pérdidas. En primer lugar, porque los volúmenes medidos no son reales, hay ciertas cantidades de agua que aunque pase por el medidor no son contabilizadas, y aunque son consumidas no se facturan.

e) Uso no medido. En una comunidad existen ciertos usos necesarios que no se miden, entre ellos se encuentran:

1. Combate de incendio.

2. Lavado de redes.

3. Uso del sector público.

4. Lavado de calles. [1]

f) Pérdida De Carga O Presión. Se produce por el roce o fricción del agua con las tuberías y por los cambios de dirección y de diámetro, es decir, por conexiones. Estas pérdidas se expresan en metro por metro lineal de tubería (mxm)

2.5. DEMANDA DE AGUA.

Es de gran importancia, conocer esta información, para el diseño, solo de esta manera se logran 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 apoyada 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. Si se dispone de un plano del urbanismo que presente la zonificación municipal, de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación, pero para proyectos de abastecimiento de agua en zonas donde no existe tal regulación, es necesario estimar consumos per cápita en cuyo caso deben valorarse los factores que tienden a modificar estas cifras.

2.5.1 Cálculo de la Demanda de Agua.

En un sistema de abastecimiento 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" señalan 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"

Tabla 2.1. Consumos Mínimos Permisibles.

POBLACIÓN (Hab.)	Servicios con medidores (L/hab/día)	Servicios sin medidores (L/hab/día)
Hasta 20.000	200	400
20.000 - 50.000	250	500
Mayor de 50.000	300	600

Fuente: Normas Para El Diseño De Los Abastecimientos de Agua, Caracas I.N.O.S (1965) [6]

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.

2.6. 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. Esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acueducto a las variaciones en los consumos de agua que ocurrirán para diferentes momentos durante el período de diseño previsto.

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función (%) del Consumo Medio (Q_m).

2.6.1. El Consumo Medio Diario (Q_m).

Puede ser obtenido:

- Como la sumatoria de las dotaciones asignadas a cada parcela en atención a su zonificación, de acuerdo al plano regulador de la ciudad.
- Como el resultado de una estimación de consumo per cápita para la población futura del período de diseño.
- Como el promedio de los consumos diarios registrados en una localidad durante un año de mediciones consecutivas.

2.6.2. El Consumo Máximo Diario (Q_{MD}).

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

2.6.3. El Consumo Máximo Horario (Q_{MH}).

Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

A continuación se muestra la tabla 2.2 donde se presentan el cálculo del Q_{MD} y Q_{MH} por diversos autores:

Tabla 2.2. Cálculo del Q_{MD} y Q_{MH} por Diversos Autores.

Autor \ Consumo	Arocha (1997)	Mijares (1983)	INOS (1965)	MSAS (1965)
$Q_{MD}=K1 \times Q_m$	$K1 = (1.2 \text{ a } 1.6)$	$K1 = 1.25$	$K1 = 1.20$	$K1 = 1.25$
$Q_{MH}=K2 \times Q_m$	$K2 = (2 - 3)$	$K2 = 2.75 - 0.0075 \times (1000 \text{ hab.} < \text{Pob.} < 100000 \text{ hab})$		$K2 = 2.5$
		$K2 = 2 \text{ (Pob.} \geq 100000 \text{ hab)}$		
		$K2 = 2.75 \text{ (Pob} \leq 1000 \text{ hab)}$		

Fuente: Arocha, S. Abastecimiento de Agua, Caracas (1997) [1].

2.7. TUBERÍAS.

Las tuberías son comúnmente fabricadas de concreto reforzado, asbesto cemento, hierro dúctil, acero o plástico y se colocan bajo la superficie del terreno solo lo suficientemente necesario para protegerlas contra los efectos del clima y las diferentes cargas a las que puede estar expuesta.

Son las encargadas de transportar el agua a presión hasta el sitio de consumo, según mijares (1983) se pueden clasificar según su función de la siguiente manera:

A) 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.

B) Tuberías arteriales o principales.

Suplen los gastos a los hidrantes y consumos en general.

C) 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.

D) 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 $\phi \geq 19\text{mm}$, se puede aceptar en medios rurales hasta diámetros de 12.5mm. 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.

Igualmente se pueden clasificar por el tipo de material en;

1. - Tuberías De Concreto Reforzado.

Las tuberías de concreto usadas para la conducción de agua a presión, se fabrican reforzada con mallas metálicas o camisas de acero. Estas tuberías presentan la ventaja de poder ser fabricadas en sitio, evitando los costos y dificultades del transporte. Presentan un buen coeficiente de fricción que les da mayor capacidad específica de transporte (puede usarse $C = 130$). Por otra parte, no están sujetas a tuberculización. Son más durables. Las juntas son de varios tipos: con yute y mortero 1:1; con anillos de goma y espiga y campana.

2. - Tuberías De Asbesto – Cemento A Presión.

Durante los últimos años las tuberías de asbesto – cemento (mezcla de cemento Pórtland, sílica y fibras de cemento) ya no son tan usadas ya que supuestamente ocasionan cáncer. Por otra parte, presentan la desventaja de tener un mayor porcentaje de ruptura durante su transporte y colocación, por lo que es necesario prever un 7% de longitud de tubería extra; sin embargo este tipo de tubería fue muy utilizado anteriormente, debido a poseían una serie de ventaja en las que citaremos:

- A) mayor coeficiente C; se recomienda usar un valor de 130, poseyendo para condiciones semejantes mayor capacidad;
- B) material prácticamente inerte, adecuado para transportar aguas corrosivas;
- C) colocación más económica, fácil manipulación y ejecución de juntas;
- D) buen ángulo de deflexión en las juntas, que les permite resistir mejor los asentamientos irregulares en el fondo de la zanja.

El tipo de juntas utilizadas con este tipo de tuberías son las denominadas simplex y ring-tite.

3. - Tuberías De Hierro Fundido.

Es un material resistente a la acción del tiempo bajo la doble fuerza de la naturaleza y del agua. Resiste bien la corrosión y más aún cuando es

protegido con baños o películas de protección especial, como materiales bituminosos y películas anticorrosivas. Su durabilidad depende en realidad del medio en el cual este expuesto. Sin embargo, se ha acordado darle una duración promedio de 30 años, prestando buen servicio, sin que su capacidad de transporte se reduzca más allá del 70%. Por ésta última razón, se diseña generalmente utilizando un $C = 100$, para prever los efectos de tuberculización, que, como sabemos, reduce el valor de C apreciablemente. Cuando las aguas que se transporta posee características corrosivas y no se aplican tratamientos correctivos específicos, se acostumbra darle a la tubería una protección más eficiente, tal como la cementación, en la cual, se aplica cemento Pórtland 1:3 en la cara interna del tubo, mediante un proceso de centrifugación; el espesor de esa capa varía con los diámetros de los tubos. En general, un espesor de 1/16 a 3/16 de pulgadas ha sido usado, variándolo de acuerdo con los diámetros nominales. Estos tubos presentan una superficie más lisa que les da mayor capacidad de transporte. Un valor de $C = 130$ es usado frecuentemente para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción.

Las tuberías de hierro fundido son instaladas con diferentes tipos de juntas, dependiendo del uso a que se destine; de espiga y campana, mecánica, roscada y brida.

4. - Tuberías De Acero.

Estas tuberías son utilizadas en el campo de abastecimiento de agua potable para conducir agua en líneas de aducción, que se colocan sobre la superficie misma del terreno. Esta tubería, soporta muy bien las presiones internas, pero puede deformarse por vacíos parciales de la línea o fuertes cargas exteriores.

Estas tuberías son más livianas por su espesor, pero deben ser protegidas con películas anticorrosivas interior y exteriormente, cuando las aguas y el medio exterior les sea desfavorable.

Las uniones de éstas tuberías se hacen generalmente mediante soldadura eléctrica y rosca.

Las tuberías de acero hasta los 300 mm de diámetro se designa por sus diámetros nominales interno y los de 350 y más milímetros de diámetro se designan por el diámetro exterior.

Las tuberías de acero no se prestan para las distribuciones por la dificultad de hacer conexiones.

5. - Tuberías Plásticas.

Estas tuberías, utilizadas más frecuentemente durante las últimas tres décadas, son confeccionadas (las de tipo de presión) con sustancias inertes que presentan clara ventaja sobre las tras tuberías en cuanto a la estabilidad química del material que las conforman.

Lo liviano del material (más o menos 82 kilogramos para 9 metros de longitud) permite un mejor transporte y colocación de ésta tubería. Se une mediante juntas de roscas.

2.7.1. 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 alejará una de otra la mayor distancia libre horizontal posible, por un mínimo de 2m desde el exterior de ambas tuberías. Y la cresta del colector cloacal o ramal de empotramiento deberá quedar a una distancia vertical mínima de 0,20m 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 10 cm de espesor con

concreto resistencia a los 28 días de 140 kg/cm^2 alrededor de toda la tubería y en una longitud igual al paralelismo entre ambos conductos, más un exceso de 1,50 metros en ambos extremos, o la utilización 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.

Las profundidades mínimas, así como el ancho de zanjas recomendados en la instalación de tuberías y llaves de paso según el Compendio De Normas Y Proyectos Para Los Acueductos Rurales, se presentan en la tabla 2.3.

2.7.2. Colocación De Las Tuberías De Acueductos.

Las tuberías de distribución se colocan en zanjas para protegerlas de agentes exteriores y para no obstaculizar el tránsito de las calzadas, antes de ser colocado el tubo dentro de la zanja debe limpiarse interiormente. Los cortes de tubos para colocar válvulas u otros accesorios se harán de manera acabada y sin dañar el tubo, obteniéndose un extremo normal al eje del tubo. Una vez colocado debe mantenerse con el alineamiento y pendiente especificado para el tramo. Para evitar roturas a los tubos, deben manipularse con la ayuda de gomas y planchas de deslizamiento.

Si la colocación de tubería no está en progreso, es necesario cerrar los extremos de la misma con tapones de madera u otro medio adecuado, con el fin de evitar contaminación por suciezas o animales que se pueden introducir libremente.

Tabla 2.3. Profundidades Y Anchos De Zanjas Para Tuberías.

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA	VALORES DE Y, Z, V EN METROS			ANCHO DE ZANJA EN METROS (X)
	m.m.	Z	Y	
50	0.85	0.15	0.70	0.45
75	0.93	0.20	0.78	0.45
100	0.97	0.22	0.82	0.45
150	1.07	0.27	0.92	0.53
200	1.17	0.32	1.02	0.60
250	1.27	0.37	1.12	0.65
300	1.38	0.43	1.23	0.75
350	1.63	0.53	1.48	0.84

Fuente: Compendio de Normas y Modelos para Estudios de Campo Y Diseño de Acueductos Rurales 1983. [2]

2.7.3. Determinación De Diámetros Para Tuberías De Acueductos.

Para la determinación y predimensionado del diámetro es necesario aplicar la ecuación de Hazen-Williams que nos permite obtener la combinación de los diámetros expresándolo de la siguiente manera:

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$$

Ec. 2.1

$$J = \frac{N_1 - N_2}{L}$$

Ec. 2.2

Donde:

Q = Caudal (m³/seg)

C = Coeficiente de fricción.

D = Diámetro (m)

J = pérdidas (m/m)

N₁ = Cota del punto 1 de la tubería (m)

N₂ = Cota del punto 2 de la tubería (m)

De la ecuación 2.1 es posible despejar el diámetro (D) quedando expresado de la siguiente manera:

$$D = \left[\frac{Q}{0,2875 \times C \times J^{0,54}} \right]^{\frac{1}{2,63}}$$

Ec. 2.3

El coeficiente de fricción C, es un valor que se obtiene en función del tipo de material de la tubería, su edad y el diámetro de la misma. En la tabla 2.4,

referida al coeficiente de Hazen-Williams, se presentan los valores que adopta C.

Tabla 2.4. Valor Del Coeficiente C De Hazen-Williams.

Descripción de la tubería	Valor de C
Hierro Fundido	
.- Nuevo	130
.- 5 años	120
.- 10 años	110
.- 20 años	90 – 100
.- 30 años	75 – 90
Concreto	120
Revestimiento de cemento	140
Acero soldado	120
Acero remachado	110
Plástico	150
Asbesto - Cemento	140

Fuente: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado Ingeniería Ambiental [7]

2.8. VÁLVULAS.

En las instalaciones hidráulicas se utilizan muchos tipos de válvulas, que se clasifican según la función que desempeña. Las dos clasificaciones de las válvulas para agua resultan de su función según sean aisladoras o de control. Las válvulas aisladoras se utilizan para separar o aislar secciones de tubo, bombas y aparatos de control, del resto del sistema para su inspección y reparación. Los tipos principales de válvulas aisladoras son de compuerta, émbolo, esclusa y mariposa.

Una válvula de control se usa normalmente para el control continuo de presiones y flujo. Las válvulas de protección, aguja, globo, de alivio de aire, reguladoras de presión, etc., se consideran por lo general como válvula de control.

Válvulas De Compuerta.

Son las válvulas de aislamiento de mayor uso en los sistemas de distribución, principalmente por su bajo costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando está abierto totalmente. Tienen un valor limitado como válvulas de control o de reducción, por el desgaste del asiento y la desviación y traqueteo del disco de la compuerta aguas abajo. Además, el área abierta y el volumen de circulación por la válvula no son proporcionales al porcentaje de apertura de la válvula, en apertura parcial. La corrosión, la acumulación de sólidos, la formación de tubérculos, las grandes diferencias en presión y expansión térmica, producen dificultad para abrir las válvulas de compuertas normalmente cerradas o al cerrar las válvulas de compuertas normalmente abiertas. Algunas válvulas de compuerta de tamaño grande tienen operadores con engranes de reducción, para permitir su accionamiento manual. Las válvulas muy grandes tienen operadores hidráulicos y eléctricos.

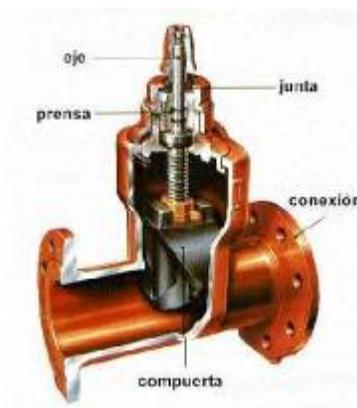


Figura 2.1. - Válvula De Compuerta

Fuente: <http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/FOTOS/mi102.jpg>

Válvulas De Mariposa.

Pueden usarse para regulación y aislamiento. El mecanismo de la válvula consta de un disco delgado con un pivote en una flecha o vástago horizontal. El disco gira al aplicarse una potencia ya sea manual o con un motor, por medio de un reductor de engranes. Es de sencilla construcción y su operación es rápida y fácil. Una desventaja de las válvulas mariposa es su costo más alto en relación con las de esclusa o compuerta.

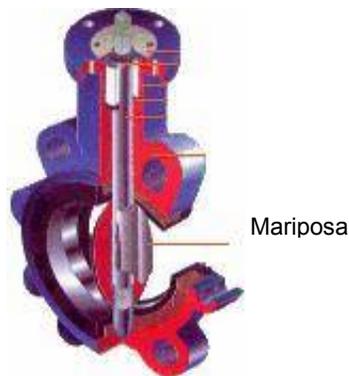


Figura 2.2. - Válvula de Mariposa

Fuente: <http://www.aiqsa.com/productos/comercial/valvulas/metal/fotos/lug.gif>

Válvulas De Globo.

Suelen ser de tamaño pequeño para usos en instalaciones domésticas. El mecanismo de la válvula consiste en un disco accionado por un tornillo que se empuja hacia abajo contra un asiento circular. Debido a las grandes pérdidas de carga, las válvulas de globo rara vez se usan para aislamiento, más bien se utilizan para regular la presión de los sistemas de distribución de agua. Muchas válvulas automáticas de control, como las válvulas reguladoras de presión y altura, retención y alivio, tienen cuerpos en forma de globo con diversos tipos de mecanismo de control.



Figura 2.3. - Válvula de Globo

Fuente: <http://www.materialesdelsureste.com/imagenes/5275.jpg>

Válvulas Reguladoras De Presión.

Se utilizan para reducir en forma automática las presiones. Una válvula de descarga de aire y de entrada sirve para el doble fin de permitir que el aire escape o entre a una tubería. El aire que se acumula en los puntos altos en un tubo entorpece la circulación del agua y debe dejarse escapar a través de una ventosa en ese lugar. Además, al extraer el agua de puntos bajos en una tubería puede ocasionar presiones negativas en los lugares más altos y que falle el tubo. Se deja entrar el aire a través de la válvula de desahogo y entrada de aire en los puntos altos, para evitarlo.

En tuberías de 300 mm o mayores y que no tengan tomas de servicio, así como en tuberías matrices deberán proveerse ventosas automáticas o manuales en todo los puntos altos, así como próximo a las llaves maestras (del lado aguas abajo).

Si una llave maestra se proyecta en un punto alto deberán proveerse ventosas a ambos lados de ella.



Figura 2.4. - Válvula Reguladora de Presión

Fuente: <http://www.tecvalexport.com/images/fotoe.jpg>

Válvulas De Retención (Check)

Se utilizan en las tuberías para permitir solo flujo unidireccional. Las válvulas de retención colocadas en los tubos de succión de las bombas centrífugas se llaman válvulas de aspiración o de pie. Estas válvulas mantienen el agua en el tubo de succión y la carcasa de la bomba, a fin de que la bomba no necesite cebado manual al arranque. La válvula de retención más común es la de tipo oscilante.



Figura 2.5. - Válvulas De Retención (Check)

Fuente: <http://www.materialesdelsureste.com/pdf/5341.pdf>

2.9. HIDRANTES.

Un hidrante para incendio consta de un barril de hierro fundido y una válvula de compuerta o de compresión que conecta el barril con la tubería principal. Normalmente hay dos o más conexiones para manguera en el barril sobre la superficie del piso. Por lo general, se requiere una válvula de compuerta adicional entre el hidrante y la tubería para reparación del hidrante.

Se espaciarán 200 m ($\phi > 150$ mm) para zonas residenciales o comerciales que posean un área de construcción menor al 120% del área vista en la planta, en caso contrario, inclusive zonas comerciales e industriales se espaciarán 100 m con $\phi > 200$ mm.



Figura 2.6. - Hidrante.

Fuente: <http://www.valvulasmarc.com/sig/ima/hidrante2.jpg>

2.10. TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales; equilibrar las variaciones del consumo, mantener las presiones de servicio en la red de distribución y mantener almacena cierta cantidad de agua para

atender situaciones de emergencia, tales como incendios, e interrupciones por daños en tuberías de aducción o en la estación de bombeo. Los tanques de almacenamiento son un el elemento generalmente intermedio entre la fuente y la red de distribución.

El almacenamiento elevado puede obtenerse mediante embalses de tierra, acero o concreto en terrenos altos, por columnas reguladoras o por tanques elevados, estos últimos son diseñados y construidos, generalmente, en acero por empresas especialistas en este trabajo.

Normalmente el almacenamiento elevado se coloca de tal manera que las zonas de alto consumo estén situadas entre la estación de bombeo y los tanques. Durante periodos de alto consumo, la localidad será alimentada desde ambos lados, lo cual reduce la caída de la presión a cerca de $\frac{1}{4}$ de aquella que existiría si el flujo viniera solo de una dirección.

Para diseñar un tanque de almacenamiento es fundamental considerar los aspectos de capacidad, ubicación y tipo de tanque.

2.10.1. Capacidad.

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

A.- Compensación De Las Fluctuaciones Del Consumo.

- La capacidad requerida para compensar las variaciones en los consumos, estará basada en la curva representativa de las demandas durante las 24 horas del día. Una manera precisa de obtener la capacidad de un tanque, seria obteniendo el gráfico de las variaciones para un día promedio (Fig. 2.1) y a partir de este elaborar la curva de consumos acumulados (Fig. 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 que se debe almacenar para compensar las fluctuaciones del consumo.

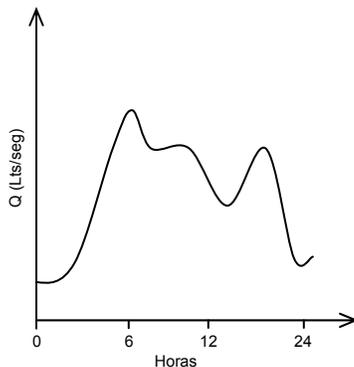


Fig. 2.7. Curva de Variación Horaria para un Día Típico

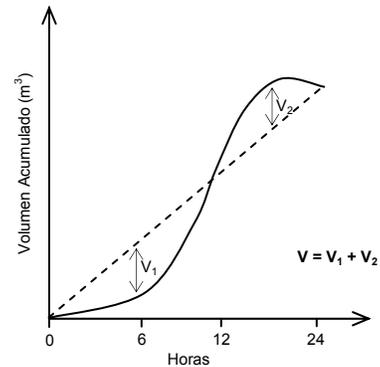


Fig. 2.8. Curva de Consumos Acumulados Basada En la Curva de Variaciones Horarias

Fuente: Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable. Luis González [4]

- Sin embargo de acuerdo con las Normas ACUERUR 1983 [2] El volumen necesario para compensar las variaciones de consumos, puede ser establecido mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población con iguales características que la localidad estudiada. Cuando no se dispone de una curva aplicable al caso estudiado, el volumen de compensación para localidades pequeñas debe ser del 30 al 45% del consumo diario de diseño.

B.- Capacidad para Combatir Incendios.

El gasto de incendio varía de acuerdo a la zonificación residencial, para zonas de viviendas unifamiliares o bifamiliares aisladas es de 10 lts/seg. En zonas residenciales mixtas con viviendas multifamiliares, comerciales e

industriales el gasto de incendio es 16 lts/seg. Para baja densidad y 32 lts/seg. Para alta densidad. Las normas generalmente asumen un tiempo de duración de incendios entre 2 y 4 horas.

Las normas INOS 1965 [6] establecen que los gastos y la duración de los incendios se obtendrán de las tablas que se presentan a continuación.

Tabla 2.5. Duración de los Incendios, según INOS 1965.

Gasto Requerido (Lts/seg)	Duración (Horas)
< 30	3
30 <106	4
106 ≤ 150	5
> 150	6

Fuente: Metodología Para Diseñar Y Evaluar Redes De Distribución De Agua Potable. Luis González [4]

Tabla 2.6. Gastos y Duración de los Incendios, según INOS 1965.

Tipo de Acueducto	Gasto (lts/seg)	Duración (horas)
Población < 2000 Hab.	0	0
Población < 5000 Hab.	$Q = 15\sqrt{X}$ X= miles de hab.	Tabla 2.5
Población >5000 Hab. En población > 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 lts/seg.	$Q = 15\sqrt{X}$ Q = (lts/seg)	Tabla 2.5
Secciones de la ciudad no muy densamente construida y con edificaciones pequeñas	32 lts/seg	Tabla 2.5
Secciones de la ciudad no muy densamente construidas y con edificaciones hasta de 3 pisos	64 lts/seg	Tabla 2.5
Secciones de la ciudad con edificios de más de 3 pisos	96 lts/seg	Tabla 2.5

Fuente: Metodología Para Diseñar Y Evaluar Redes De Distribución De Agua Potable. Luís González [4]

Según las normas ACUERUR 1983 [2] la previsión de gastos de incendio para localidades pequeñas, no se justifica en la mayoría de los casos, por consiguiente este volumen no se toma en cuenta para comunidades pequeñas o rurales.

C.- Provisión De Reserva Para Cubrir Interrupciones Por Daños En La Aducción o En La Estación De Bombeo.

Las normas ACUERUR 1983 dicen, el volumen de reserva para contingencias, depende principalmente de la fuente de abastecimiento de

agua y de las características de las instalaciones entre la fuente y el tanque. Cuando el suministro de agua puede considerarse seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se prescinde del volumen de reserva para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

D.- Capacidad Total.

Investigaciones llevadas a cabo por Mijares [10] 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.

En el caso de acueductos rurales, debido a que generalmente son comunidades con poca población, y basados en las normas específicas para el diseño de estos, se puede concluir que el volumen total del tanque de almacenamiento será entre 30 y 45% del consumo diario de diseño, pues no se toma en cuenta el caso de incendio y la reserva para contingencias. Excepto algunos casos que amerite un estudio más amplio para prever capacidad adicional en casos de incendio y contingencias.

2.10.2. Ubicación Del Tanque De Almacenamiento.

La ubicación del tanque estará determinada en primer lugar por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. Las presiones en la red están establecidas en normas, dentro de rangos que puedan garantizar, para las condiciones más desfavorables una dinámica mínima y una máxima, no superior a un determinado valor que haría impráctica su utilización en instalaciones domiciliarias.

Las normas INOS 1965 [6] establecen:

“Las presiones mínimas en el sistema de distribución durante las demandas máximas horarias y sin gasto de incendio, deben ser las siguientes.

En barrios con ranchos o casas pobres que se surtirán de fuentes públicas..... 5 mts.

En barrios con casas pobres de segunda categoría, es decir, aquellas casas de gente pobre, que se estima no usarán más de una pluma de agua.....	15 mts.
En áreas residenciales con edificios de primera categoría de 3 o menos pisos.....	25 mts.
En áreas residenciales con edificios de 4 a 6 pisos.....	35 mts.
En áreas comerciales e industriales, cuando están situadas en una zona especialmente separada de la zona residencial y dedicada exclusivamente a esos fines:	
A) Para ciudades hasta de 15000 Habitantes.....	25 mts.
B) Para ciudades de 15000 a 50000 Habitantes.....	35 mts.
C) Para ciudades de más de 50000 Habitantes.....	50 mts.

La máxima presión estática permisible en los sistemas de distribución es de 70 mts. En cualquier caso la tubería usada en el sistema de distribución, será de tal clase que resista sin peligro de falla la presión máxima a la cual estará sujeta.

El Compendio De Normas Y Modelos Para Estudios Y Diseño De Acueductos Rurales establece que la presión mínima será del orden de 7 a 9 metros, conforme a la importancia de la localidad y la altura de las edificaciones. Las presiones estáticas no deben sobrepasar los 45 metros, pudiéndose llegar en casos especiales hasta 55 metros.

2.10.3. Tipos De Tanques De Almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento pueden ser construidos directamente sobre el suelo, semi enterrados o sobre una torre cuando por razones de servicio se requiera elevarlos. Cuando los niveles topográficos permiten obtener presiones aceptables, se emplean tanques sobre el terreno o semi enterrados, construidos generalmente de concreto armado, por el poco

mantenimiento que estos requieren durante su vida útil, pueden ser de forma rectangular y dividido en varias celdas que faciliten su limpieza, o de forma cilíndrica. Por el contrario cuando la topografía no facilite la obtención de las presiones establecidas en las normas, se utilizan tanques elevados, ya sea de concreto armado, pretensado o de metal. La selección de la forma, dimensiones y material de construcción más conveniente, depende principalmente de factores económicos y ornamentales; por estas razones los tanques elevados generalmente son metálicos y de forma cilíndrica, sin embargo en los casos que la estructura estará expuesta a la corrosión severa, como por ejemplo, en las orillas del mar, debe preferirse los tanques de concreto armado simple, pre o postensado.

2.11. PERÍODO DE DISEÑO Y FACTORES DETERMINANTES.

Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado período. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

Por lo tanto, el período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 por 100, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones.

Los factores que intervienen en la selección del período de diseño se describen a continuación.

2.11.1. Durabilidad O Vida Útil De Las Instalaciones.

Depende principalmente de la resistencia física de los materiales, estructuras y equipo a factores adversos por obsolescencia, desgaste y daños. Todo material se deteriora con el uso y con el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y los daños a los cuales estará sometido es variable, dependiendo de las características del material empleado. Al hablar de tuberías como

elemento de primer orden dentro de un acueducto, encontramos diferentes resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad. Siendo estos factores determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de periodos de diseño. Un sistema de abastecimiento de agua potable es una obra muy compleja, constituida por obras de concreto, metálicas, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, por lo tanto, no es posible pensar en periodos de diseño semejantes.

2.11.2. Facilidades De Construcción Y Posibilidades De Ampliaciones O Sustituciones.

La fijación de un periodo de diseño está íntimamente ligado a factores económicos, por esto, al analizar uno cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable, la asignación de un periodo de diseño ajustado a criterios económicos estará regida por las dificultades o facilidades de su construcción (costos) que inducirán a mayores o menores periodos de inversión para atender las demandas que el crecimiento poblacional exige, tales como:

- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.

2.11.3. Tendencias De Crecimiento Poblacional.

El crecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y de desarrollo industrial. Un sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, no frenarlo, pero este es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados, si se toman periodos de diseño muy largos

para ciudades o comunidades con desarrollos muy rápidos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa.

Esto conduce a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es conveniente elegir periodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

2.11.4. Posibilidades De Financiamiento Y Rata De Interés.

Las razones de durabilidad y tendencia al desgaste físico es indudable que representa un factor importante para el mejor diseño, pero adicionalmente habrá que hacer esas estimaciones de interés y de costo capitalizado para que pueda aprovecharse más útilmente la inversión realizada. Esto implica el conocimiento del crecimiento poblacional y la fijación de una capacidad de servicio del acueducto para diversos años futuros, con lo cual se podrá obtener un periodo óptimo de obsolescencia, al final de la cual se requeriría una nueva inversión para una ampliación del sistema actual.

No parece lógica la utilización de periodos de diseño generalizados, cuando existen una serie de variables que hacen de cada caso una situación particular. Esta es una condición que conduce a hacer un análisis económico incluyendo las diversas variables que intervienen en la fijación de un periodo de diseño adecuado.

La determinación de la capacidad del sistema de abastecimiento de agua potable de una localidad debe ser dependiente de su costo total capitalizado, generalmente los sistemas de abastecimiento de agua potable se diseñan y se construyen para satisfacer una población mayor que la actual, es decir una población proyectada a futuro o población futura.

2.11.5. Rango De Valores.

Tomando en cuenta los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación se facilitan algunas

guías de períodos de diseño utilizados a menudo en los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable:

A.) Fuentes Superficiales:

A.1.) Sin regulación: Deben proveer un caudal mínimo para un periodo de 20 a 30 años.

A.2.) Con regulación: las capacidades deben basarse en registros de escorrentía de 20 a 30 años.

B.) Fuentes Subterráneas:

El acuífero debe ser capaz de satisfacer la demanda para una población futura de 20 a 30 años, pero su aprovechamiento puede ser por etapas, mediante la perforación de pozos con capacidad de periodos de diseño menores (10 años)

C.) Obras De Captación:

Dependiendo de la magnitud e importancia de la obra se podrán utilizar periodos de diseño entre 20 y 40 años.

C.1.) Diques – Tomas: entre 15 y 25 años.

C.2.) Diques – Represas: entre 30 y 50 años.

D.) Estaciones De Bombeo:

Se entiende por estación de bombeo a los edificios, equipos, bombas, motores, accesorios, etc.

D.1.) A las bombas y motores, con una durabilidad relativamente corta y cuya vida útil se acorta en muchos casos por razones de un mantenimiento deficiente, conviene asignarle periodos de diseño entre 10 y 15 años.

D.2.) Las instalaciones y edificios pueden ser diseñados, tomando en cuenta, las posibilidades de ampliaciones futuras y con periodos de diseño de 20 a 25 años.

E.) Líneas De Aducción:

Dependerá en mucho de la magnitud, diámetro, dificultades de ejecución de la obra, costos, etc., requiriendo en algunos casos un análisis económico. En general, un periodo de diseño aconsejable está entre 20 y 40 años.

F.) Plantas De Tratamiento:

Generalmente se da flexibilidad para desarrollarse por etapas, lo cual permite estimar periodos de diseño de 10 a 15 años, con posibilidades de ampliaciones futuras para periodos similares.

G.) Tanques De Almacenamiento:

G.1.) De concreto entre 30 y 40 años.

G.2.) Metálicos de 20 a 30 años.

Los tanques de concreto permiten también su construcción por etapas, por lo cual los proyectos deben contemplar la posibilidad de desarrollo parcial.

H.) Redes de distribución:

Las redes de distribución deben diseñarse para el completo desarrollo del área que sirven. Generalmente se estiman periodos de diseño de 20 años, pero cuando la magnitud de la obra lo justifiquen los periodos pueden hacerse mayores, entre 30 y 40 años.

2.12. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN.

El tipo de red de distribución a utilizar depende de la determinación de los siguientes factores, de la topografía, la vialidad, y la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque. De estos se derivan tres tipos fundamentales de redes de distribución, que se describen a continuación:

A.- Tipo Mallado: este tipo de red de distribución esta constituido por tuberías interconectadas formando mallas y 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. En el dimensionado de una red mallada se trata de encontrar los gastos de

circulación de cada tramo, para lo cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimativas de los gastos en cada nodo.

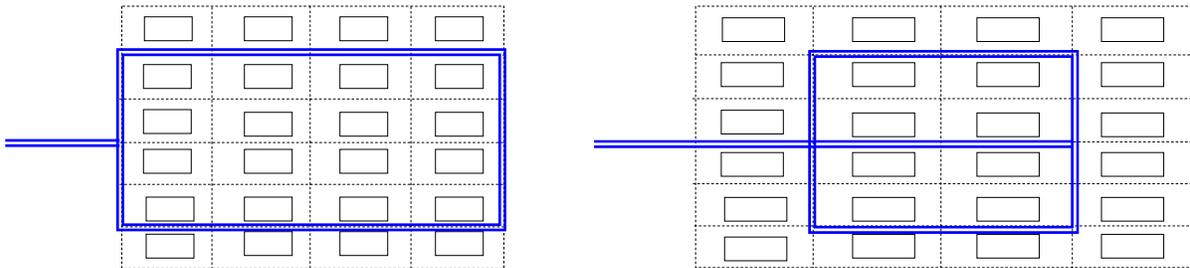


Figura 2.9. Red De Distribución Del Tipo Mallado.

B.- 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. En este tipo de red los tubos que la componen se ramifican, sucesivamente, sin interceptarse después para formar circuitos. Los extremos finales de las ramificaciones, pueden terminar en un recipiente o descargar libremente a la atmósfera. Los Gastos de consumo en cada tramo pueden determinarse conociendo la zonificación y asignando la dotación correspondiente de acuerdo a las normas sanitarias vigentes.

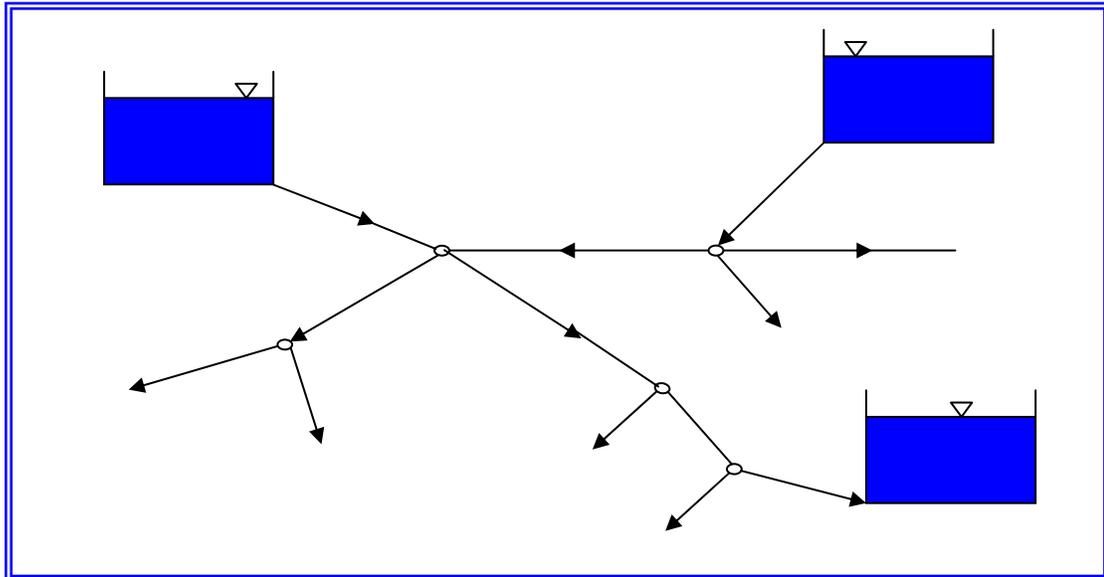


Figura 2.10. Red De Distribución Del Tipo Ramificado.

C.- Tipo Mixto: Una red que posee tramos ramificados unidos a otros tramos del tipo mallado, forman el tipo de red de distribución mixto.

2.13. SISTEMA DE BOMBEO.

En caso de que no se disponga de presión suficiente para garantizar un servicio eficiente, la instalación de un sistema de bombeo podría ser una solución adecuada, hay que destacar que este sistema debe estar protegido mediante una caseta donde solamente deba tener acceso el organismo competente. La combinación de más de una estación de bombeo puede formar sistemas en paralelos o en series, dependiendo de la situación.

Se considera estación de bombeo a aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución. Para el diseño de una estación de bombeo debemos considerar los siguientes aspectos:

a) Equipos de bombeo: El número de unidades dependerá fundamentalmente del gasto de bombeo y de sus variaciones; además se debe suponer un margen de seguridad, previendo equipos de reserva para atender situaciones de emergencia. En ocasiones puede resultar más ventajoso aumentar el número de unidades, disminuyendo la capacidad individual, pero dando mayor seguridad en la atención de reparaciones.

Las bombas más frecuentes utilizadas en los sistemas de tuberías se clasifican en bombas centrífugas, bombas de flujo axial y bombas de flujo mixto.

Para la misma potencia de entrada y para igual eficiencia, las bombas centrífugas se caracterizan por presentar una presión relativamente alta con un caudal bajo, las bombas de flujo axial generan un caudal alto con una baja presión y las de flujo mixto tienen características que la ubican en un rango intermedio con respecto a los dos casos anteriores. [12]

b) Gasto de bombeo: En el caso de estaciones de bombeo, el gasto a considerar debe ser el correspondiente al consumo máximo diario, pero en virtud de que ahora interviene una nueva variable, que es el tiempo de bombeo, es conveniente y justificado hacer un análisis considerando los gastos máximos y mínimos, como consecuencia de las demandas en los consumos actual y futuro, así como los incrementos durante el período de diseño se debe tener en cuenta además, la vida útil de los equipos lo cual generalmente es menor que el del resto de los componentes del sistema de abastecimiento.

Casi siempre resulta más ventajoso el seleccionar los equipos de bombeo para un gasto correspondiente a:

$$Q_b = Q_M * \frac{24}{N}$$

(Ec. 2.4)

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo (m^3/s).

N = Número de horas de bombeo.

Q_M = Caudal medio (m^3/s).

c) Carga dinámica total o altura de bombeo: Para la determinación de la carga dinámica total se realiza una sumatoria de los resultados de análisis de los siguientes aspectos:

c.1) Carga estática de succión: Está representada por la distancia vertical entre el nivel mínimo de las aguas en la captación y el eje horizontal pasando por el centro de la bomba.

c.2) Pérdidas de carga del lado de la succión: Está determinada por las pérdidas de carga por fricción en la longitud de tubería de succión más las pérdidas menores ocasionadas por los accesorios existentes en dichos tramos.

c.3) Carga estática de impulsión: Es la diferencia de nivel entre el eje horizontal de la bomba y la cota de rebose en el tanque.

d) Pérdidas por fricción en la tubería de impulsión: Representa las pérdidas de carga por la fricción de la tubería al pase del agua en toda la longitud de la línea de bombeo, la cual dependerá del gasto de bombeo, del coeficiente de rugosidad C de la tubería, la longitud del tramo, y el diámetro; como se representa en la siguiente ecuación.

$$hf = \frac{10,67 * Q_b^{1,85} * L}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

(Ec. 2.5)

e) Pérdidas menores en la línea de bombeo: Los cambios de dirección, válvulas de cierre, válvulas de retención (CHECK), válvulas especiales, tees y otros accesorios colocados en la línea de impulsión, ocasionan pérdidas de

carga las cuales pueden ser estimadas como longitudes equivalentes o en función del factor K correspondiente a cada accesorio.

f) Accesorios complementarios: En general, una estación de bombeo debe contemplar algunos accesorios para lograr un funcionamiento satisfactorio, así como: Válvulas, controles eléctricos, supresores de golpe de ariete, juntas tipo dresser, válvulas de retención, derivaciones, manómetros, líneas de descarga libre, y otros, son complementos que integrados a la estación mantienen el control de las diversas condiciones de operación. [8]

2.13.1. Línea De Aducción.

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la región, las líneas de aducción pueden considerarse de dos tipos:

a) Línea de aducción por gravedad: Una línea de aducción esta constituida por tuberías que conducen agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas. Para diseñarlas se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a.1) Carga disponible o diferencia de elevación: Generalmente la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación (nivel mínimo de las aguas de captación) y el tanque de almacenamiento (nivel máximo de aguas en el tanque).

a.2) Gastos de diseño: Se estima el gasto medio de diseño a futuro de la población para el periodo de diseño seleccionado, y se toma el día de máximo consumo.

a.3) Clases de tuberías capaces de soportar las presiones hidrostáticas: Estas estarán definidas por las máximas presiones que ocurren en la línea, lo cual estará representado por la línea de carga estática.

a.4) Clase de tubería en función del material requerido por la naturaleza del terreno, condiciones topográficas o de utilización: En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación se seleccionará una de las clases de tuberías que por su resistencia de impacto puede instalarse sobre soportes.

a.5) Diámetro: Para la determinación de los diámetros será necesaria la aplicación de la ecuación de Hazen - Williams que permitirá obtener la combinación de diámetro mediante la aplicación de las ecuaciones 2.1, 2.2 y 2.3, anteriormente planteadas.

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 C de Hazen-Williams.

b) Línea de aducción por bombeo: La existencia de fuentes de abastecimiento de agua a elevaciones inferiores a los sitios de consumo, obligará a estudiar alternativas de bombeo mediante análisis económicos que permitan la solución más ventajosa. Para diseñarlas se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

b.1) Gasto de diseño: Este será el correspondiente al consumo máximo diario para el periodo de diseño.

b.2) Selección del diámetro: Lo podemos calcular por medio de la ecuación de Bresse. [8]

$$D = 1,3 * \sqrt{Q} * \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4}$$

(Ec. 2.6)

Donde:

D = Diámetro (m).

Q_b = Caudal de bombeo (m^3/s).

N = Número de horas de bombeo.

2.13.2. Rendimiento Y Potencia Absorbida.

La eficiencia de una bomba se mide en base al caudal que descarga contra una altura dada y con un rendimiento determinado. El caudal de la bomba es función del diseño del proyecto. La información sobre el diseño de la bomba viene suministrada por medio de una serie de curvas características.

Los rendimientos de las bombas suelen variar de un intervalo comprendido entre un 60 y 85%, las pérdidas de energía en el interior de una bomba pueden clasificarse como volumétricas, mecánicas e hidráulicas. Las pérdidas volumétricas tienen lugar por la existencia de pequeñas separaciones que existe entre la carcasa y el rotor por donde pueden producirse fugas. Las pérdidas mecánicas son originadas por fricciones mecánicas en las empaquetaduras y cojinetes, disco interno y esfuerzos constantes creados por el líquido. Las pérdidas por fricción y parásitas son pérdidas hidráulicas que se producen en la circulación del agua. La expresión para el cálculo de la potencia requerida viene dada por la siguiente ecuación.

$$HP = \frac{Q_b * HD * \gamma}{76 * e}$$

(Ec. 2.7)

Donde:

HP = potencia absorbida en HP

Q_b = gasto del bombeo en m^3/seg .

HD = Altura dinámica.

e = eficiencia de la bomba.

γ = densidad del líquido.

2.13.3. Curvas de la Bomba.

Las curvas de caudal contra cabeza total y contra eficiencia son suministradas por los fabricantes de las bombas. La primera de éstas (Q vs H_m) se conoce como curva de la bomba cuya forma se muestra en la figura 2.11

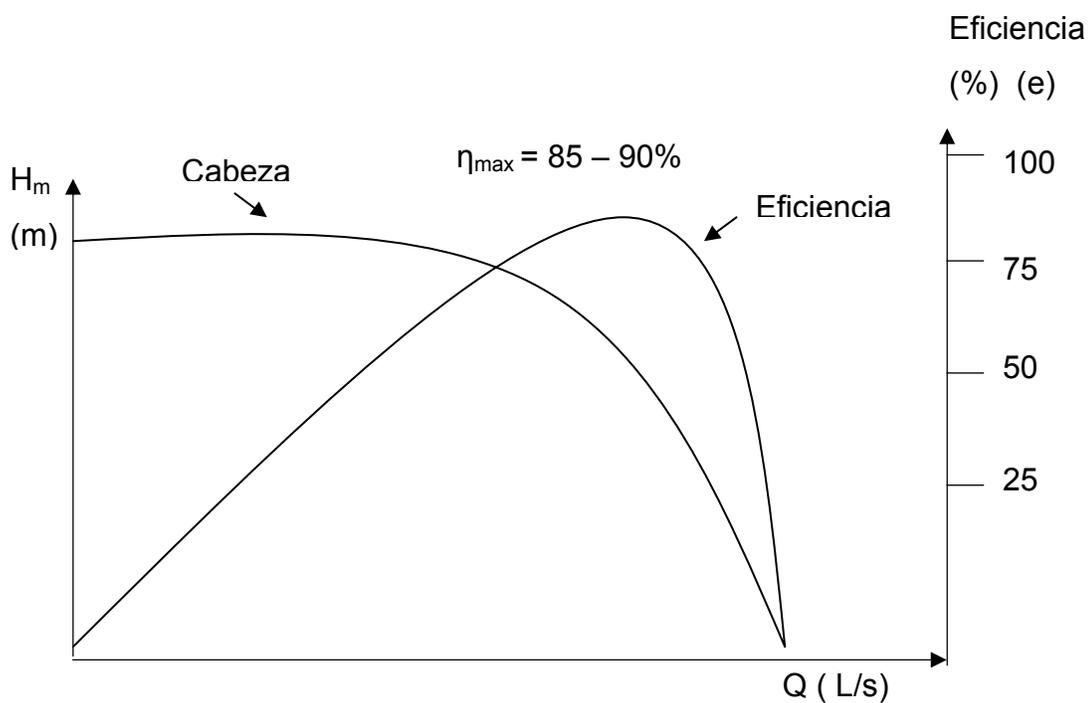


Figura 2.11.- Esquemas de las curvas de la bomba y de eficiencia de ésta.
Fuente: Tuberías A Presión En Los Sistemas De Abastecimiento De Agua,
Méndez M. [8]

Por lo general esa curva se puede expresar de la siguiente forma:

$$H_m = AQ^2 + BQ + C$$

(Ec. 2.8)

Donde los coeficientes A, B y C pueden ser calculados tomando tres puntos (Q, H_m) de la curva del fabricante y resolviendo esta ecuación para cada uno de ellos.

2.13.4. Golpe De Ariete.

El golpe de ariete es un fenómeno transitorio y por tanto de régimen variable, en que la tubería ya no es rígida y el líquido es compresible. Este fenómeno se produce en los conductos al cerrar o abrir una válvula y al poner en marcha o parar una máquina hidráulica, o también disminuir bruscamente el caudal.

Cuanto más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión. Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes como para reventar cualquier tipo de tubería. El exceso de presión se determina por la siguiente fórmula:

$$SP = 10,10 * V_o \sqrt{\frac{K * e * E}{(e * E) + (K * d)}} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

$$V_o = \frac{Q_b}{A} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

$$\text{Presión máxima del sistema} = P \text{ estática máxima} + SP \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Donde:

SP = sobrepresión por golpe de ariete (Kg/m^2)

V_o = velocidad de circulación del agua (m/seg)

K = módulo de elasticidad del agua (Kg/m^2)

E = módulo de elasticidad de la tubería (Kg/m^2)

e = espesor de la tubería (m)

A: área de la tubería $\rightarrow A = \pi * d^2/4$

d = diámetro (m)

Q = caudal a bombear (m³/seg)

2.14. 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 puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, suficientemente económico y capaz de llenar las necesidades básicas de la obra que se desea construir. Estas investigaciones previas en sitio se pueden agrupar dentro de la forma siguiente:

2.14.1. 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 esas características definirán las dotaciones de agua necesarias para abastecer satisfactoriamente el total de la población dentro del periodo de diseño estimado.

2.14.2. 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.

2.14.3. 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.

2.14.4. 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 reaireación y desoxigenación. Esto, unido a las informaciones de los lugareños, mostraran 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, 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 con 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.

2.14.5. 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.

2.14.6. 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:

- Climatología: su influencia en los consumos de agua del lugar: temperatura, humedad relativa del aire, influencia de vientos, fertilidad de la zona.
- 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.
- Corrientes migratorias: estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y sus influencias sobre la población futura.
- Estadísticas vitales: índice de mortalidad y nacimientos.
- 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.

2.14.7. 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, 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.

2.15. MÉTODOS DE ESTIMACIONES FUTURAS.

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para poder prever en el diseño las exigencias futuras de las fuentes de abastecimiento.

Para ello se consideran y utilizan los siguientes métodos.

2.15.1. 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)

2.15.2. Método De Crecimiento Lineal.

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

$$Pf = P_{uc} + ka (Tf - T_{uc}) \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$ka = \frac{(Pf - P_{uc})}{(Tf - T_{uc})} \quad (\text{Ec. 2.13})$$

En donde:

Pf = 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.

2.15.3. Método De Crecimiento Geométrico.

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

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Despejando: r

$$r = \left[\left(\frac{P_f}{P_{uc}} \right)^{\frac{1}{T_f - T_{uc}}} - 1 \right] \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Donde r = tasa de crecimiento anual.

2.15.4. Método De Crecimiento Logarítmico.

Si el crecimiento de la población es de tipo exponencial, la población se proyecta a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{dP}{dT} = K_g P \quad \longrightarrow \quad \frac{dP}{P} = K_g \times dT \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Integrando la ecuación entre dos períodos de tiempo cualesquiera se tiene:

$$\ln P_2 - \ln P_1 = K_g (T_2 - T_1)$$

$$K_g = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

(Ec. 2.17)

Donde el subíndice *cp*, corresponde al censo posterior y el subíndice *ca*, al censo anterior.

La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que al evaluar un K_g promedio se requiere de un mínimo de dos valores de K_g .

Haciendo una integración abierta de la ecuación: $\frac{dP}{P} = K_g \times dT$

$$\ln P + C = K_g T \quad \text{para } T = 0 \rightarrow P = P_{ci}$$

$$C = - \ln P_{ci}$$

Reemplazando el valor promedio de K_g obtenido y $C = - \ln P_{ci}$ en la ecuación anterior:

$$\ln P_f = \ln P_{ci} + K_g (T_f - T_{ci})$$

(Ec. 2.18)

2.15.5. 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):

$$y = a + bx$$

(Ec. 2.19)

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

$$y = ae^{bx} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

c) Curva logarítmica:

$$y = a + b\text{Ln}(x) \quad (\text{Ec. 2.21})$$

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

$$y = ax^b \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Donde: $a, b =$ constante.

2.15.6. Método De Las Densidades.

Pasos a seguir para estimar la población futura a través del método de las densidades.

- 1° Paso: generalmente se dibuja un plano en pequeña escala de la población y se señalan las diferentes zonas en colores distintos. Se usa el mismo color para las zonas del mismo tipo, pero se marcan con letras diferentes.
- 2° Paso: las áreas se obtienen por procedimientos geométricos o con el planímetro. Las superficies deben expresarse en hectáreas. Las superficies de las calles se incluyen también para el cálculo de las áreas. La suma total de estas áreas representa la superficie de la ciudad que se tomará en cuenta en el proyecto.
- 3° Paso: las densidades necesitan cierto criterio y experiencia acerca del lugar, sin embargo, se presentan dos maneras de enfocar el problema:

.- El Ministerio de Infraestructura (MINFRA) en la dirección del planeamiento urbano de Caracas se encuentran los diferentes planos rectores de las principales áreas metropolitanas del país con las diferentes densidades de saturación de la zona o en su defecto la ordenanza de zonificación del municipio respectivo.

.- En caso de no tener el plan rector, según listado de las series de publicaciones de la actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) las densidades brutas de población del área residencial y obrera se pueden estimar por medio de la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 2.7. Tipos De Ciudades Según Densidades De Población.

TIPO	DENSIDAD BRUTA DEL AGUA RESIDENCIAL
Ciudad poco desarrollada	80 hab./ha
Ciudad con desarrollo medio	100 hab./ha
Ciudad desarrollada sin restricción de espacio	140 hab./ha
Ciudad desarrollada con alguna restricción de espacio	180 hab./ha
Caracas	220 hab./ha

Fuente: Abastecimiento De Agua, Simón Arocha. [1]

En parques y otras áreas verdes se adoptó una densidad bruta de 1000 hab./ha como índice deseable.

En zonas comerciales e industriales existe una recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para países en vías de desarrollo que fija un área de 6 Ha para cada 1000 Hab. en poblaciones pequeñas.

- 4° Paso: la población futura de cada zona es el producto de la cifra correspondiente al paso 2 y 3, es decir:

$$P = d \times A$$

(Ec. 2.23)

Donde:

P: Población (Hab.)

d: densidad de población (Hab./Ha)

A: Área (Ha)

En la práctica se encuentra necesario realizar ajustes o modificaciones a la cifra encontrada en el paso 3, para que la suma total en el paso 4 represente la población futura supuesta.

- 5° Paso: el consumo normal medio (Lts/hab./día) requiere de un estudio cuidadoso de las condiciones de cada zona, éste puede resumirse en cuatro grupos básicos: consumo doméstico, comercial e industrial, público y consumo por pérdidas.
- 6° Paso: el consumo normal medio diario en litros por hectáreas (Lts/Ha./día) para cada zona, resulta del producto de las cifras correspondiente a los pasos 3 y 5.
- 7° Paso: las fugas y las tomas clandestinas deben ser factores a considerar, se pueden estimar entre un 15 y 20% en consumo total.
- 8° Paso: el consumo diario previsto (Lts/día/Ha.) la suma de las cifras de los pasos 6 y 7.
- 9° Paso: los consumos medios totales diarios, que se proveerán para el proyecto, son los productos de las cifras correspondientes a los pasos 2 y 8. La suma total de las cifras del paso 9 representa el consumo medio total diario en litros. El cociente de esa suma por la población supuesta, es el consumo medio per capita.

- 10° Paso: el porcentaje de la superficie de la zona con respecto a la superficie total, no amerita explicación. La suma total de los porcentajes debe ser 100.
- 11° Paso: el porcentaje del consumo de cada zona con respecto al consumo medio total tampoco amerita explicación, y también la suma de los porcentajes debe ser 100.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.

Puerto La Cruz, capital del Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui ha presentado un incremento considerable en su población con el transcurrir de los años, siendo su espacio físico pequeño en comparación con el crecimiento poblacional, razón por la cual muchos habitantes han tenido la necesidad de poblar tierras que en algún tiempo solo fueron utilizadas para la agricultura y la cría de animales, es este el caso del parcelamiento La Cascada, ubicado en la vía que conduce al caserío San Diego.

Dicho parcelamiento se encuentra dentro del límite rural del Municipio Juan Antonio Sotillo, esta comprende un área aproximada de 6 Has. de terrenos montañosos, dividido en 108 parcelas, de las cuales el 50% posee vivienda construida y habitada.

El parcelamiento data del año 1996 y esta constituido por cinco manzanas, unidas entre once calles, de las cuales seis son principales y cinco transversales, ninguna de esta se encuentra pavimentada. Por la carretera que conduce al caserío San Diego, se encuentra una tubería P.V.C de 6" de diámetro, la cual pertenece al sistema de abastecimiento que surte de agua potable al referido caserío; los pobladores del sector se surten del vital líquido a través de tomas ilegales desde esa tubería P.V.C de 6" con instalación de bombas para la succión.



Figura 3.1.- Algunas calles del sector

Fuente: Fotografías Propias

Esta es la única fuente de abastecimiento de agua que posee el parcelamiento. Debido a que esta población se surte con toma ilegal, es de suponer, que no existe ninguna red de distribución, ni estanques de almacenamiento que cubran las demandas de agua potable exigidas por la población.

El sector se caracteriza por poseer en su mayoría viviendas de tipo clase media, sin apreciarse ningún rancho, a pesar de ser un sector rural, la comunidad se encuentra organizada, tienen un consejo comunal conformado, que se encuentran trabajando en las mejoras necesarias del parcelamiento buscando una mejor calidad de vida, buscan una consolidación verdadera del sector, por esta razón tienen planteado este proyecto como prioritario.



Figura 3.2.- Algunas tomas ilegales, de las cuales se surten los habitantes.

Fuente: Fotografías Propias

3.2. DEMOGRAFÍA.

La información demográfica es de gran importancia para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y proyectar las soluciones posibles a futuro. Existe poca información del Parcelamiento Residencial La Cascada, con respecto a la demografía, para elaborar este proyecto fue imprescindible evaluar al zona en estudio y analizar el comportamiento demográfico del sector, para ello se tomo como base datos censales de la población. Se obtuvieron registros de la población para el año 2.007, mediante un censo realizado en conjunto con los vecinos del sector y el autor de este proyecto, bajo el formato que maneja actualmente HIDROCARIBE (Ver Anexo A) con la finalidad de conocer el número de habitantes que posee el parcelamiento en la actualidad. El censo aplicado arrojó el valor de 362 habitantes en el parcelamiento

La información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística, Oficina Anzoátegui, se presentan en la tabla 3.1 referida a los valores de la población

para la parroquia Pozuelos del Municipio Juan Antonio Sotillo para los años 1961,1971, 1981,1990 y 2001.

En la tabla 3.2 se presentan los resultados del censo realizado en el sector en el año 2.007.

La parroquia Pozuelos carece de información actual debido al incremento acelerado de la población, motivado en su mayoría a las distintas invasiones que han ocurrido en tierras ociosas, tampoco esta definida la población sector por sector, sino en forma general de la parroquia en su conjunto.

Tabla 3.1. Población Parroquia Pozuelos, Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui.

AÑO	Población (Hab.)
1961	21.411
1971	48.260
1981	86.544
1990	92.186
2001	130.119

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Tabla 3.2. Población Actual del Parcelamiento Residencial La Cascada.

Manzana o Calle	Población Actual (Hab.)	% Población Actual
Calle 1	19	5,25
Calle 1 - A	16	4,42
Calle 2	23	6,35
Calle 2 – A	20	5,52
Calle 3	59	16,30
Calle 3 – A	26	7,19
Calle 4	55	15,19
Calle 5	30	8,29
Calle 5 – A	22	6,08
Calle 6	9	2,49
Vía Principal	83	22,92
Σ =	362	100

Fuente: Elaboración Propia

3.3. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Para desarrollar un proyecto de abastecimiento de agua potable, se debe estimar la población futura de diseño, con la cual se puede determinar la demanda de agua que cubrirá las necesidades de esa población. Por lo tanto debemos utilizar distintos métodos de estimación de la población para tener una proyección lo más cercana a la realidad posible.

Según el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) La zona en estudio se puede considerar como un área residencial y obrera poco desarrollada, por ser una zona rural, por lo cual de la tabla 2.7 se puede tomar su densidad bruta de población (80 Hab/Ha)

Con los registros poblacionales obtenidos en el análisis demográfico, se hicieron proyecciones para un periodo de diseño de 20 años, mediante la aplicación de los métodos lineal, geométrico y logarítmico, por lo tanto las proyecciones se realizaron hasta el 2.027 estimando que durante este periodo de diseño, “la solución propuesta”, funcionará de manera aceptable.

3.3.1. Método De Las Densidades Máximas De Saturación.

De acuerdo con los datos obtenidos del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos del Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R) 1985, y aplicando la ecuación 2.20 (Capítulo II) se puede obtener la población para el año 2.027.

$$P = 80 \text{ hab./Ha} \times 5,2 \text{ Ha} = \mathbf{416 \text{ Hab.}}$$

Tabla 3.3. Población Según Densidad De Saturación.

Sector	Área	Densidad	Población Año 2.007	Población Máxima
La Cascada	5.2 Ha.	80 Hab/Ha.	362 Hab.	416 Hab.

3.3.2. Crecimiento Lineal.

La población para el año 2.007 se determinó mediante el censo realizado en el sector, y para estimar la población futura del año 2.027, fueron utilizados los datos suministrados por los censos del Instituto Nacional de Estadística (INE) según los cuales se calculó la tasa de crecimiento lineal promedio $K_a = 2.647,29$ de acuerdo a la Ec. 2.13, para la Parroquia Pozuelos del Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui.

$$K_1 = \frac{48.260 - 21.411}{1.971 - 1.961} = 2.684,90$$

$$K_2 = \frac{86.544 - 48.260}{1.981 - 1.971} = 3.828,40$$

$$K_3 = \frac{92.186 - 86.544}{1.990 - 1.981} = 626,89$$

$$K_4 = \frac{130.119 - 92.186}{2.001 - 1.990} = 3.449,00$$

$$K_a = \frac{2.684,90 + 3.828,40 + 626,89 + 3.449,00}{4} = 2.647,29$$

Para calcular la población futura de diseño se utilizó la Ec. 2.12

$$P_f = 362 + 2.647,29 * (2.027 - 2.007) = 53.308 \text{ Hab.}$$

La tabla 3.4 muestra la estimación de la población futura, a través del crecimiento lineal.

Tabla 3.4. Población Según Método De Crecimiento Lineal.

Sector	Área	Población Año 2.007	Densidad Año 2.007	Población Año 2.027	Densidad Año 2.027
La Cascada	5.2 Ha.	362 Hab.	69,61 Hab./Ha	53.308 Hab.	10.251,53 Hab./Ha.

3.3.3. Crecimiento Geométrico.

La población para el año 2.007 fue determinada al igual al método anterior a través del censo realizado y para realizar la proyección hasta el año 2.027 se utilizaron los datos de la tabla 3.1, suministrados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), según los cuales se determinó una tasa de crecimiento geométrico $r = 4,58\%$ para la Parroquia Pozuelos del Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui. Para realizar estos cálculos se utilizó la Ec. 2.15 para la tasa de crecimiento, tomándose un promedio de los valores obtenidos, y para la proyección de la población la Ec. 2.14, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 3.5.

$$r_1 = \left[\frac{48.260}{21.411} \right] - 1 \quad \left[\frac{1}{1.971 - 1.961} \right] = 0,0846 = 8,46 \%$$

$$r_2 = \left[\frac{86.544}{48.260} \right] - 1 \quad \left[\frac{1}{1.981 - 1.971} \right] = 0,0601 = 6,01 \%$$

$$r_3 = \left[\frac{92.186}{86.544} \right] - 1 \quad \left[\frac{1}{1.990 - 1.981} \right] = 0,00704 = 0,70 \%$$

$$r_4 = \left[\frac{130.119}{92.186} \right] - 1 \quad \left[\frac{1}{2.001 - 1.990} \right] = 0,0318 = 3,18 \%$$

$$r = \frac{8,46 + 6,01 + 0,70 + 3,18}{4} = 4,58 \%$$

Aplicando la Ec. 2.14 se obtiene la población futura.

$$P_{(2.027)} = 362 * (1 + 0,0458)^{(2.027 - 2.007)} = 887 \text{ Hab.}$$

Tabla 3.5. Población Según Método De Crecimiento Geométrico.

Sector	Área	Población Año 2.007	Densidad Año 2.007	Población Año 2.027	Densidad Año 2.027
La Cascada	5.2 Ha.	362 Hab.	69,61 Hab./Ha	887 Hab.	170,57 Hab./Ha.

3.3.4. Crecimiento Logarítmico.

Al igual que en los métodos anteriores la población para el año 2.007, fue determinada a través del censo realizado y para la población del año 2.027 se utilizaron los datos de la tabla 3.1 suministrados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) según los cuales se determinó una tasa de crecimiento logarítmico promedio $K_g = \%$ para la Parroquia Pozuelos del Municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui, para este fin se utilizó la Ec. 2.17, siendo una condición necesaria tener como mínimo tres censos para la obtención de un valor promedio.

$$K_{g1} = \frac{\text{Ln}(48.260) - \text{Ln}(21.411)}{1.971 - 1.961} = 0,0812$$

$$K_{g2} = \frac{\text{Ln}(86.544) - \text{Ln}(48.260)}{1.981 - 1.971} = 0,0584$$

$$K_{g3} = \frac{\text{Ln}(92.186) - \text{Ln}(86.544)}{1.990 - 1.981} = 0,00701$$

$$K_{g4} = \frac{\text{Ln}(130.119) - \text{Ln}(92.186)}{2.001 - 1.990} = 0,0584$$

$$K_g = \frac{0,0812 + 0,0584 + 0,00701 + 0,0584}{4} = \mathbf{0,0512}$$

Luego aplicando la Ec.2.18 se obtuvo la población futura.

$$\text{Ln Pf} = \text{Ln}(362) + 0,0512(2.027 - 2.007) = 6,915$$

$$Pf_{(2.027)} = e^{(6,915)} = \mathbf{1.008 \text{ Hab.}}$$

Tabla 3.6. Población Según Método De Crecimiento Logarítmico.

Sector	Área	Población Año 2.007	Densidad Año 2.007	Población Año 2.027	Densidad Año 2.027
La Cascada	5.2 Ha.	362 Hab.	69,61 Hab./Ha	1.008 Hab.	193,85 Hab./Ha.

3.3.5. Análisis De Las Proyecciones.

En los resultados obtenidos, se observa que el método de crecimiento lineal presento una proyección muy abrupta de la población, esto debido a la alta tasa de crecimiento que arrojan los valores de la Parroquia Pozuelos. Los métodos geométrico y logarítmico arrojaron valores similares, el método de las densidades arrojó un valor muy cercano a la población actual, lo que hace pensar que este método esta fuera de la realidad de crecimiento en comparación con los anteriores, por lo tanto, para la población de diseño se utilizó el promedio de la tendencia de crecimiento de la población con respecto a los métodos geométrico y logarítmico, el método lineal no se considero por ser el que más se aleja de la proyecciones de crecimiento, con una muy elevada densidad de población. En la tabla 3.7 se presentan los valores obtenidos por cada método y el promedio de ellos, y en la Fig. 3.1 se muestra una representación grafica de los mismos.

Tabla 3.7. Población Promedio De Diseño.

Años	Método Geométrico	Método Logarítmico	Promedio
2.007	362	362	362
2.012	453	468	461
2.017	567	605	586
2.022	709	781	745
2.027	887	1.008	944

Fuente: Elaboración Propia

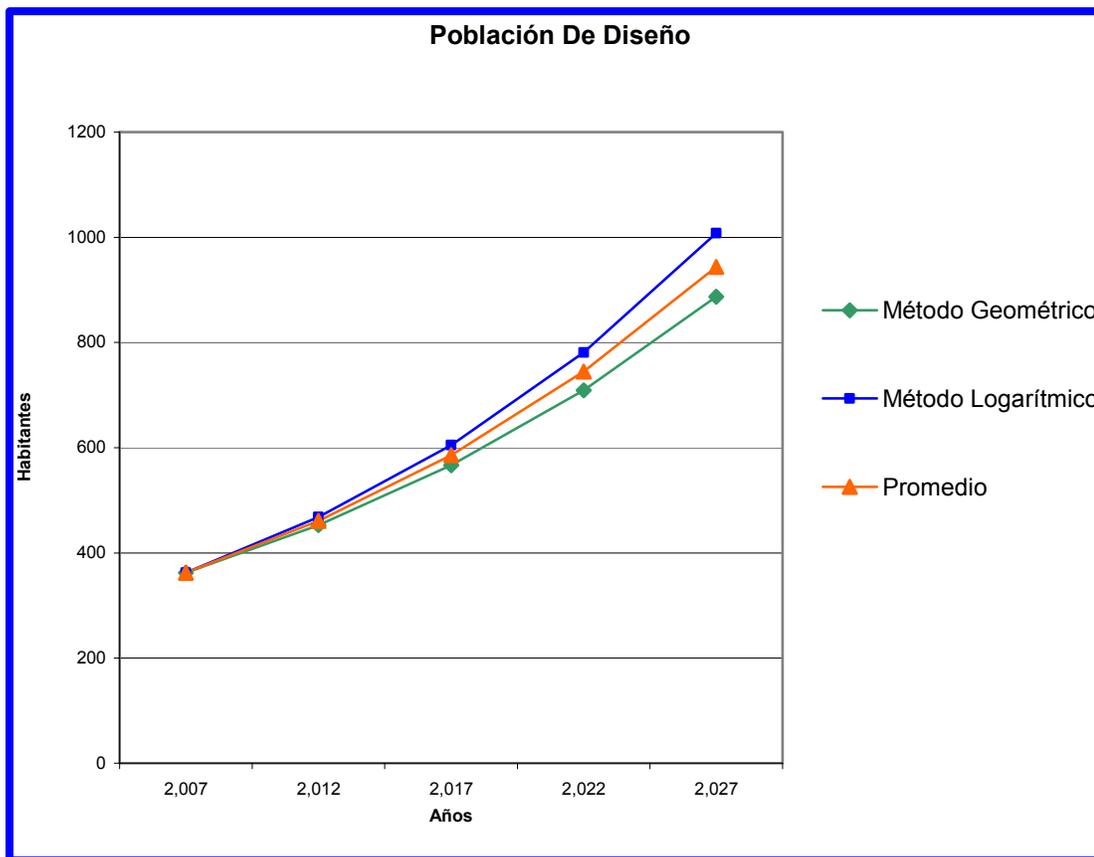


Grafico 3.1. Proyección De La Población.

3.4. DEMANDA DE AGUA.

Para elaborar un buen diseño, un elemento importante a definir es la dotación, la cual puede variar su valor de acuerdo a la población, en este caso la dotación fue estimada en 200 lts/hab/día, como lo establece el Compendio de Normas y Modelos para Estudios de Campo y Diseño de Acueductos Rurales (M.S.A.S 1983) adicionalmente se realizó un estudio de zonificación a través del cual se obtuvo el consumo diario (Q_d) de acuerdo al uso específico y el área de cada parcela, por ser un parcelamiento con límites definidos y representado por una población pequeña, los resultados de la zonificación se presenta en el anexo C.

1.- Con una población promedio de 944 hab y una dotación estimada de 200 lts/hab/día se obtiene el consumo diario (Q_d)

$$Q_d = 944 \text{ hab} * 200 \text{ lts/hab/día} = \mathbf{188.800 \text{ lts/día}}$$

Y el consumo medio diario (Q_{MD}) será el resultado de dividir el consumo diario entre los 86.400 segundos que tiene el día.

$$Q_m = \frac{188.800 \text{ lts/día}}{86.400 \text{ seg/día}} = \mathbf{2,19 \text{ lts/seg}}$$

2.- Del estudio de zonificación se obtuvo como resultado un consumo diario de 194.500 lts/día, con el cual se calculó el consumo medio diario (Q_{MD})

$$Q_m = \frac{194.500 \text{ lts/día}}{86.400 \text{ seg/día}} = \mathbf{2,25 \text{ lts/seg}}$$

Tomando en consideración que los diseños deben hacerse con las condiciones más desfavorables, se determinó el consumo medio de diseño para el sector La Cascada en el año 2.027 como 2,25 lts/seg.

3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Los estudios topográficos son la base fundamental de un proyecto de ingeniería, pues a través de estos se puede conocer los desniveles que presenta el terreno, así como las cotas en los puntos de interés.

Para el desarrollo de este proyecto, fue realizado un levantamiento topográfico planimétrico de poligonal abierta, el cual fue realizado por un topógrafo con experiencia de la empresa Hidrocaribe, dicho levantamiento arroja la información necesaria con respecto a las cotas, y el desnivel del terreno. En la tabla 3.8 se muestra la nivelación referencial realizada.

Tabla 3.8. Nivelación Referencial.

NODO	COTA (m)	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
Toma en \varnothing 6"	90,87	1175850,107	352357,4739
J - 1	94,00	1176060,693	352361,4345
J - 2	92,48	1176152,218	352370,9513
J - 3	86,30	1175898,636	352427,5761
J - 4	83,19	1176423,474	352460,2596
J - 5	83,00	1176203,612	352483,6066
J - 6	88,39	1175346,115	352443,3913
J - 7	82,13	1174652,997	352504,1756
J - 8	81,68	1174839,112	352520,1827
J - 9	81,46	1174698,581	352549,9566
J - 10	82,12	1174536,870	352537,0951
J - 11	81,80	1174350,569	352580,891
J - 12	80,42	1174127,682	352580,891
J - 13	91,14	1175535,535	352401,6777
J - 14	91,14	1175892,824	352360,6996
J - 15	93,00	1176173,849	352310,2728
J - 16	92,38	1176546,106	352336,2127
J - 17	90,87	1176283,421	352380,6417
J - 18	93,75	1176326,590	352280,5554

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. EVALUACIÓN DE LA TUBERÍA MATRIZ DE DIÁMETRO 6 PULGADAS COMO POSIBLE FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

El siguiente análisis se refiere a la evaluación de la tubería matriz de 6 pulgadas de diámetro perteneciente al acueducto que surte al Caserío San Diego, donde los pobladores del sector han hecho tomas ilegales para abastecerse, con la información suministrada por los habitantes del sector se conoció el diámetro de la tubería, el material y el recorrido de la misma.

En primer lugar se pudo conocer que el tubo es de material PVC 6" de diámetro y pasa por la margen derecha de la vía que conduce al caserío San Diego. El análisis se realizó en el punto de empalme para la aducción, con la ayuda de personal de HIDROCARIBE, directo a la tubería PVC 6" de diámetro. Con el fin de determinar la cantidad de agua que esta pasando por la tubería, se realizó una medición del caudal en el sector "La Cascada" durante unas horas, solo en horario diurno debido a la disponibilidad de tiempo, equipos y personal de la Empresa HIDROCARIBE.

Los equipos utilizados para estas mediciones fueron los siguientes:

- ◇ Medidor de caudal (FLOWMETER TRANSPORT) modelo PT 868, marca Panametries, este equipo funciona bajo principio de ultrasonido y se puede utilizar en tuberías desde ½" hasta 200"
- ◇ Medidor de presiones (Manómetro marca Fimet) de capacidad 0 - 85 Psi, 0 – 6 Bar.

3.6.1. Pasos Efectuados Para Medición De Caudal Y Presión En El Sector "La Cascada"

3.6.1.1. Caudal.

1. Se selecciono el punto de medición
2. Se realizo la medición del perímetro de la tubería con la cinta métrica, la cual midió 505 mm.

3. Se demarcó la tubería en la mitad del perímetro (252,5 mm)
4. Para determinar el espesor se limpio con un trozo de tela un extremo de la tubería en un área de 10x10 cm hasta que la superficie quedo totalmente limpia, libre de impurezas.
5. Se calibro el equipo de medición de espesor, luego se realizó la medición y se obtuvo un espesor de 2,82 mm.
6. Se programó el equipo de medición de caudal:
 - Nombre del sitio: La Cascada.
 - Unidades: L/s.
 - Material: PVC.
 - Perímetro: 505 mm/pi.
 - Espesor: 2,82 mm.
 - Viscosidad: la da el equipo (STANDARD)
 - Número de transversales: uno solo.
7. A continuación de la propagación con los datos anteriores el equipo nos presentó la separación entre los dos traductores la cual fue de 141,73 mm luego se procedió a limpiar a esta distancia el otro extremo de la tubería, ubicado en la cara contraria sobre el plano horizontal.
8. Se procedió a instalar las bases de los sensores en ambos lados de la tubería.
9. Se coloco gel a los sensores o traductores para unirlos a las bases colocadas y se colocaron los cables de transmisión de señal desde el traductor hasta el equipo de medición del caudal.
10. Se realizaron los ajustes necesarios, como mover y nivelar los sensores, hasta que las señales requeridas alcanzaron los valores recomendados, es decir que el ángulo de incidencia entre los traductores (φ) se mantuviera entre $23^\circ < \varphi < 24^\circ$.
11. Se dio inicio al ciclo de mediciones de caudal, donde el máximo registro de caudal fue de 8 L/seg.

3.6.1.2. Presión.

Este análisis no fue posible realizarlo, debido a que, en el sector no se obtiene agua por gravedad sino a través de la succión de bombas que han instalado los pobladores de manera ilegal sobre la tubería que surte al caserío San Diego, por esta razón se decidió no realizar dicha medición, pues de haberla tomado, el valor obtenido estaría fuera de la realidad, ya que la impulsión que da la bomba era el dato que se hubiese obtenido y no la presión que existe dentro de la tubería $\varnothing 6''$ de PVC.

3.7. DISEÑO DEL SISTEMA.

3.7.1. Datos Para El Diseño Del Sistema.

El sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para el sector La Cascada consta de un total de 22 tramos de tuberías, formado por 18 nodos. A estos tramos se les asignó tuberías de 110 mm de diámetro, para realizar el diseño, en el cual se utilizó el programa WaterCad V – 4.5 para de esta manera verificar el buen funcionamiento del sistema diseñado.

En las tablas 3.10, 3.11 y 3.12 se presentan los datos que fueron introducidos al programa.

3.7.2. Cálculo De Las Variaciones Del Consumo Presentes Y Futuras.

Los elementos que conforman el sistema de abastecimiento se diseñaron considerando, los siguientes coeficientes de variaciones de consumo de agua; (K_1) para el consumo máximo diario, (K_2) para el consumo máximo horario, pues el consumo máximo diario estipulará la capacidad de la tubería (Q_{MD}) y la capacidad de la red de distribución dependerá del consumo máximo horario (Q_{MH}), el consumo de incendio no fue tomado en cuenta para el análisis de este caso, debido al tamaño de la población, basado en el COMPENDIO DE NORMAS Y MODELOS PARA ESTUDIOS DE CAMPO Y DISEÑO DE ACUEDUCTOS RURALES (ACUERUR 1983) la cual refiere

que, la previsión de gastos de incendio para localidades pequeñas, no se justifica en la mayoría de los casos.

En el Capítulo II, en la Tabla 2.2 se hace referencia al cálculo de estos caudales, así como los diferentes valores de “K”, sugeridos por varios autores.

3.7.2.1. Cálculo Del Consumo Medio Anual.

Es necesario la determinación del consumo de agua para establecer el caudal de diseño de un sistema de abastecimiento, los cálculos de la demanda de agua potable del sector en estudio se realizaron para un periodo de 20 años, de acuerdo a la zonificación del parcelamiento, que conduce a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual constituye la base de todo el diseño. Este gasto medio esta ligado a los consumos de agua de la población a servir.

El consumo medio se obtuvo, como la sumatoria de las dotaciones asignadas a cada parcela en atención a su zonificación, de acuerdo al plano regulador del sector y a la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044, Extraordinario de fecha 08/09/1.988, que contiene las “Normas Sanitarias Para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones”

De la estimación de la dotación, como se puede observar en el anexo B, se obtuvo la sumatoria del consumo diario (194.500,00 lts/día)

$$\text{Gasto Medio (Qm)} = \frac{194.500,00 \text{ lts/día}}{86.400,00 \text{ seg/día}} = \mathbf{2,25 \text{ lts/seg}}$$

3.7.2.2. Consumo Máximo Diario.

Según Gaceta Oficial De La República De Venezuela N°4.103. El gasto medio es igual al 125% del gasto medio anual. Por esta razón se asumió un

valor de $K_1 = 1,25$ para el consumo máximo diario (Q_{MD}) como se puede apreciar en la Tabla 2.2.

$$Q_{MD} = 1,25 * 2,25 \text{ lts/seg} = 2,81 \text{ lts/seg.}$$

3.7.2.3. Consumo Máximo Horario.

Para calcular el caudal máximo horario se consideró el coeficiente K_2 , el cual depende del número de habitantes, para el caso del Parcelamiento Residencial “La Cascada”, por ser una población pequeña y basándose en las Normas Para El Diseño De Los Abastecimientos De Agua INOS 1.965, se aplicaron las condiciones planteadas en la Tabla 2.2.

$$K_2 = 2,75 \quad \text{Población} \leq 1.000 \text{ Habitantes, Según INOS 1.965.}$$

$$Q_{MH} = 2,75 * 2,25 \text{ lts/seg} = 6,19 \text{ lts/seg.}$$

3.7.3. Demanda De Agua Para Cada Nodo De La Red De Distribución.

Por medio de los planos del sistema de abastecimiento propuesto para el sector La Cascada, que fueron realizados a partir de información aportada por el consejo comunal y el levantamiento topográfico, se asignaron a los nodos de la red de distribución una numeración ($J - 1, J - 2, \dots$) y de esta manera fue asumido un sentido del recorrido del agua para cada tramo (nodo inicial – nodo final) Los planos referidos a la solución propuesta y los detalles se presentan en el anexo G.

La red de distribución se cálculo para las condiciones de consumo máximo horario, a través del software WaterCad v 4.5. Al definir la red, se determinó el gasto de consumo por cada parcela, luego se repartieron esos gastos a cada nodo, de acuerdo a la cantidad de parcelas que surtirá a lo largo del tramo, asignándole a cada nodo la mitad de las parcelas contenidas en los

tramos que le corresponden, entendiéndose por nodo al punto de intersección de dos o más tuberías y por tramo a la línea de tubería comprendida entre dos nodos. En el anexo D se muestra la demanda de cada uno de los nodos del sistema para el año de proyección.

3.7.4. Diseño Del Tanque De Almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento tienen tres funciones, abastecer a la comunidad en los momentos en que la demanda supera el gasto medio (compensar las variaciones de consumo), almacenar un volumen determinado como reserva para contingencias y almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.

3.7.4.1. Compensar Las Variaciones De Consumo.

El volumen necesario para compensar la variación del consumo, se establece mediante una curva de variaciones de consumo de una población con iguales características a la localidad estudiada, cuando no se dispone de una curva aplicable, el volumen de compensación para localidades pequeñas debe ser del 30 al 45% del consumo diario de diseño.

3.7.4.2. Reserva Para Contingencias.

El volumen de reserva para contingencias se prescinde, por considerarse que el diseño suministrará agua de forma segura y continua, con la finalidad de mantener bajo el costo inicial del sistema.

3.7.4.3. Previsión Para Combatir Incendios.

El volumen referido a la cantidad de agua a almacenar con la finalidad de combatir incendios, no se justifica, para localidades pequeñas en la mayoría de los casos.

En resumen de los casos anteriormente planteados, el volumen total del tanque de almacenamiento será entre el 30 y 45% del consumo diario de

diseño. Para este caso se fijo un 40% del consumo diario, por lo tanto el volumen del tanque (V_t) se calculo de la siguiente manera.

$$V_t = 0,40 * 2,25 \text{ lts/seg} * 86.400 \text{ seg/día} * 1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ lts} = 77,76 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$V_t \approx 80 \text{ m}^3 \text{ (Capacidad de diseño)}$$

Para satisfacer esta demanda en el almacenamiento, se contempla la construcción de un tanque metálico elevado con las siguientes características:

Capacidad de diseño: 80 m^3

Cota de Terreno: 94,50 m (m.s.n.m)

Altura de la torre: 15 m

Diámetro del tanque: 4,80 m

Altura del tanque: 4,50 m

Con una capacidad de $81,43 \text{ m}^3$ un poco mayor a la capacidad de diseño.

3.7.5. Uso Del Software WaterCad Versión 4.5

El gasto en cada nodo es un dato básico para iniciar el software, al igual que las longitudes de los tramos (m), la cota terreno (m), el diámetro estimado (mm) y el material de la tubería, con el cual se obtiene el valor del factor C.

En las tablas 3.9 y 3.10, se presentan los datos de entrada necesarios de acuerdo a las exigencias del programa para realizar este diseño. En la tabla 3.11 se muestran los datos del estanque de almacenamiento propuesto, también necesario para la corrida del programa.

Tabla 3.9. Datos De Los Tramos.

TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)
P - 1	15,00	110
P - 2	81,50	110
P - 3	73,00	110
P - 4	92,50	110
P - 5	57,20	110
P - 6	18,00	110
P - 7	13,00	110
P - 8	84,40	110
P - 9	96,30	110
P - 10	71,80	110
P - 11	154,20	110
P - 12	85,20	110
P - 13	55,90	110
P - 14	182,80	110
P - 15	60,80	110
P - 16	59,80	110
P - 17	38,50	110
P - 18	66,00	110
P - 19	42,70	110
P - 20	145,60	110
P - 21	81,50	110
P - 22	21,30	110

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.10. Datos De Los Nodos.

NODO	Q _{NODO} (lts/seg)	COTA (m)
J - 1	0,00	94,00
J - 2	0,34	92,48
J - 3	0,29	86,30
J - 4	0,34	83,19
J - 5	0,23	83,00
J - 6	0,11	88,39
J - 7	0,57	82,13
J - 8	0,23	81,68
J - 9	0,29	81,46
J - 10	0,23	82,12
J - 11	0,29	81,80
J - 12	0,52	80,42
J - 13	0,52	91,14
J - 14	0,46	91,14
J - 15	0,80	93,00
J - 16	0,29	92,38
J - 17	0,52	90,87
J - 18	0,17	93,75

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.11. Datos Del Tanque De Almacenamiento.

ALTURA (COTA) (m)				VOLUMEN INACTIVO (m ³)	DIÁMETRO DEL TANQUE (m)	FLUJO DE ENTRADA (l/seg)	GRADIENTE HIDRÁULICO CALCULADO (m)	PORCENTAJE DE LLENADO (%)
BASE	MINIMA	MEDIA	MAXIMA					
103,90	104,4	106,15	108,40	81,43	4,80	6,2000	106,15	73,50

Fuente: Elaboración Propia.

El programa finalmente arroja los resultados de las presiones, perdidas y velocidades, a estos se les realizó un chequeo con relación a las normas, esto con la finalidad de asegurar un abastecimiento continuo y eficiente.

A continuación se presenta un bosquejo del paso a paso para la corrida del software WaterCad v 4.5.

Para iniciar el uso del programa se hace clic en el icono del WaterCad y en la pantalla aparecerá la Ilustración 4.1, en la cual se deben introducir datos básicos, como el nombre del proyecto y del calculista del mismo, como se observa a continuación.

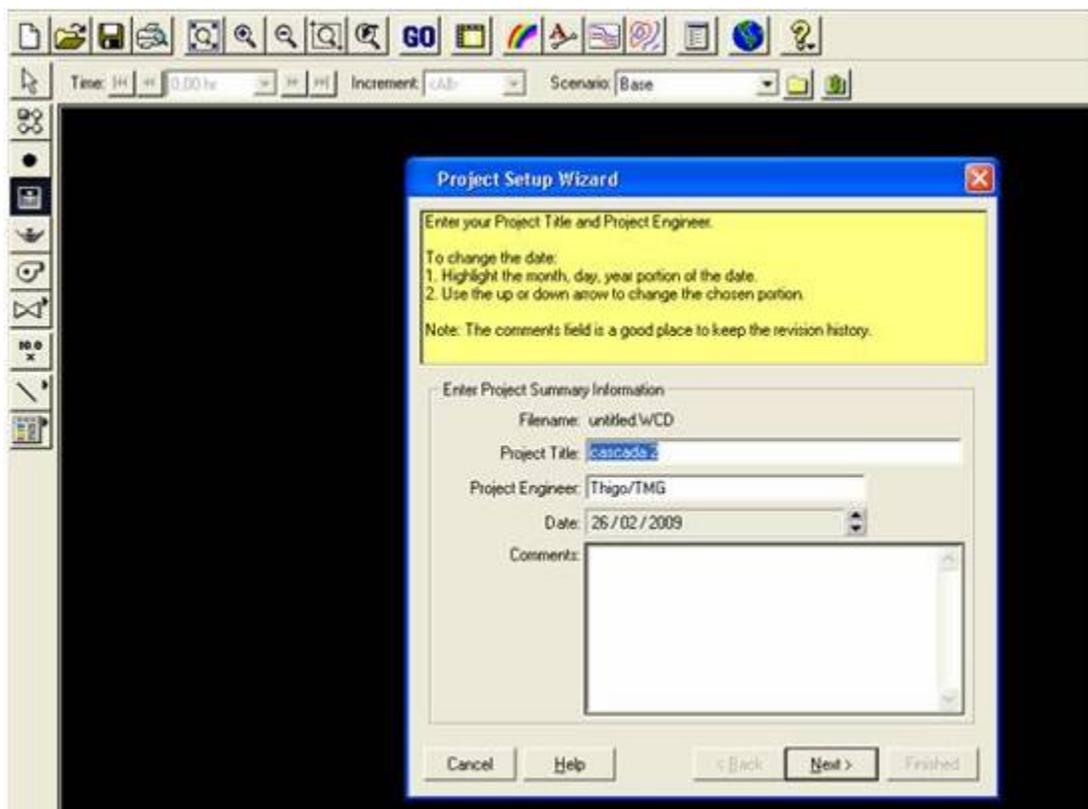


Figura 3.3.- Inicio Del WaterCad V 4.5

Luego de introducir los datos requeridos por el programa en la ventana inicial, se pulsa el botón de siguiente (next) ya aparece la ventana que se muestra en la siguiente ilustración.

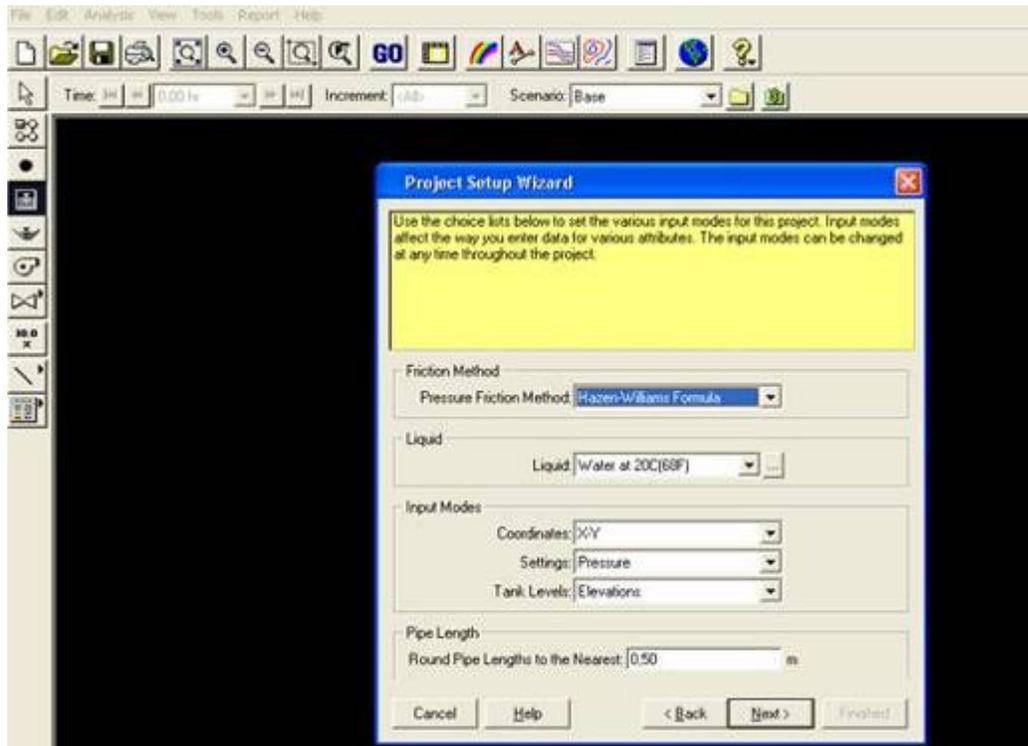


Figura 3.4.- Datos Principales.

En esta ventana se introducen datos referidos al coeficiente de fricción de acuerdo al material de la tubería, líquido que transportará la tubería, que tipo de coordenadas y de tanque se utilizará en el cálculo del sistema. Igual al paso anterior se presiona el botón siguiente (next) al introducir los datos exigidos por el programa, para pasar a la siguiente ventana.

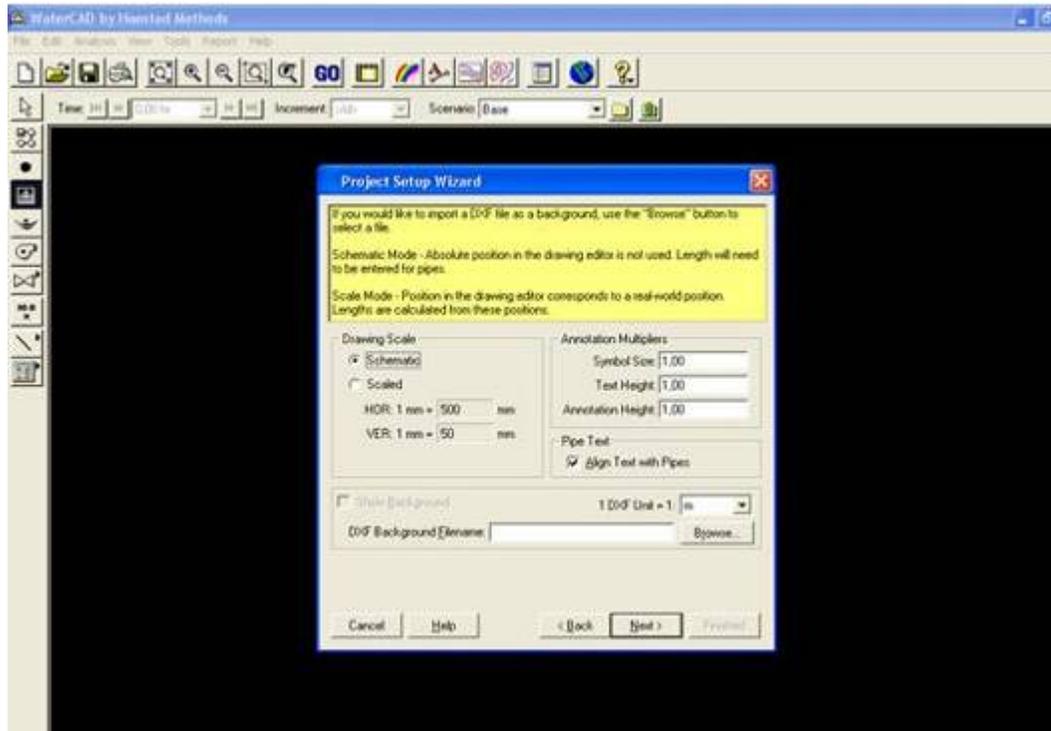


Figura 3.5.- Escalas A Utilizar.

Como se aprecia en la ventana en ella se fijan las escalas y unidades a utilizar, en el esquema de la red de distribución que se debe dibujar más adelante para que el programa haga los análisis necesarios de la misma.

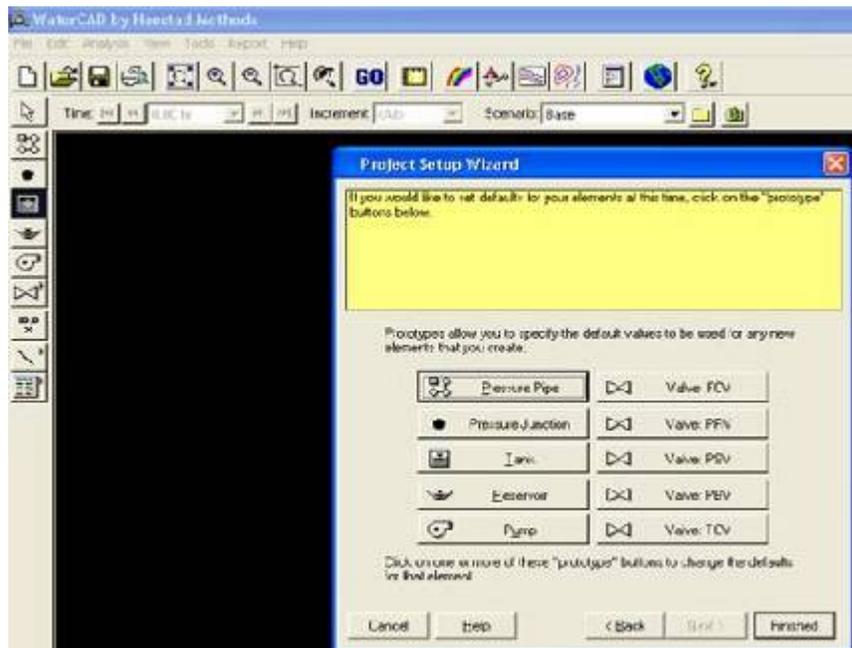


Figura 3.6.- Finalización de la entrada de datos principales.

En esta ventana se escoge el prototipo los valores específicos a usar en el proyecto, y se puede crear algún nuevo elemento necesario con lo cual se finaliza la entrada de datos principales, al presionar el botón finalizado (finished) aparece una ventana con el fondo negro, en la cual con la ayuda de los botones desplegados a la izquierda de la ventana, se dibuja un esquema de las tuberías a utilizar para la red de distribución del sistema de abastecimiento, indicando los nodos y tramos que conforman la red, así como la ubicación del tanque, tratando de seguir la numeración de acuerdo al recorrido del agua en la tubería, este esquema será el escenario base para el programa hacer el análisis necesario de los tramos y nodos.

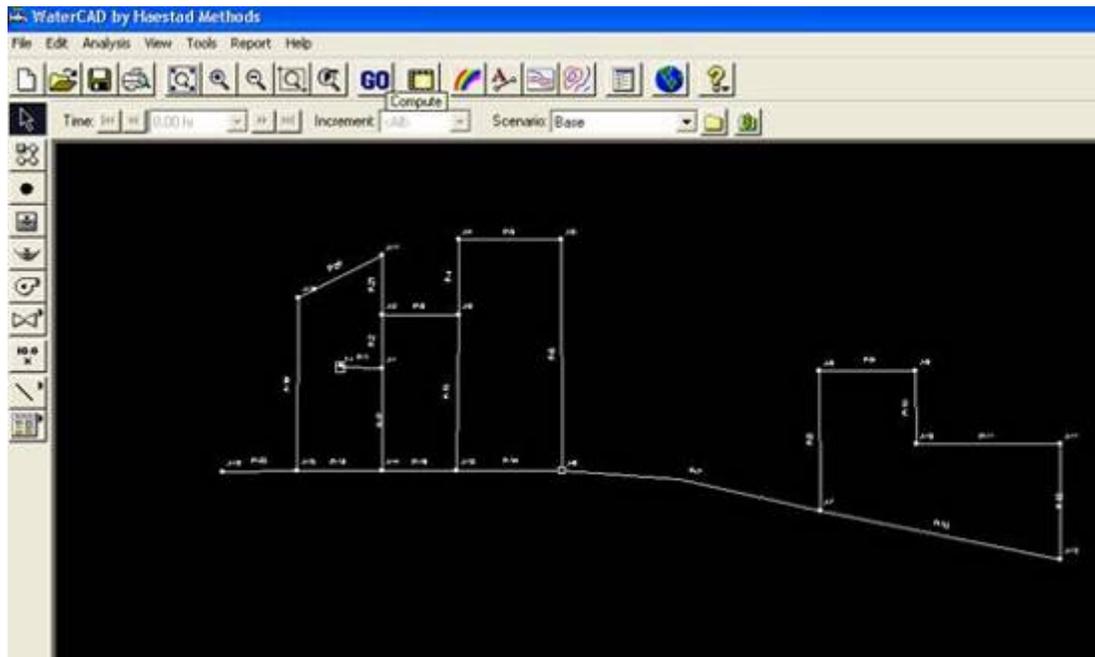


Figura 3.7.- Dibujo de la red de distribución.

A través del uso de los botones desplegados a la izquierda de la venta se realizó el esquema de la red presentado en la ilustración 4.5, mediante el uso de estas herramientas se escoge el botón a utilizar para realizar el dibujo puede colocarse un tanque, reservorios, y líneas para formar la red de distribución, el programa va fijando la numeración de los tramos y de los nodos o juntas.

Una vez dibujada la red de distribución se procede a insertar los datos de cada tramo y nodo de la siguiente forma, se hace doble click sobre el tramo y aparece una ventana donde se puede colocar los datos de longitud, tipo de material, diámetro y coeficiente de Hazen Williams de la tubería a utilizar para la red de distribución y el programa fija por defecto los nodos entre los que esta definido el tramo. De igual manera se hace para los nodos, se introducen la cota terreno y la demanda requerida para el nodo en litros por

segundo, la ubicación con respecto a los ejes de referencia los fija el programa. En la siguiente ilustración se puede observar lo antes referido.

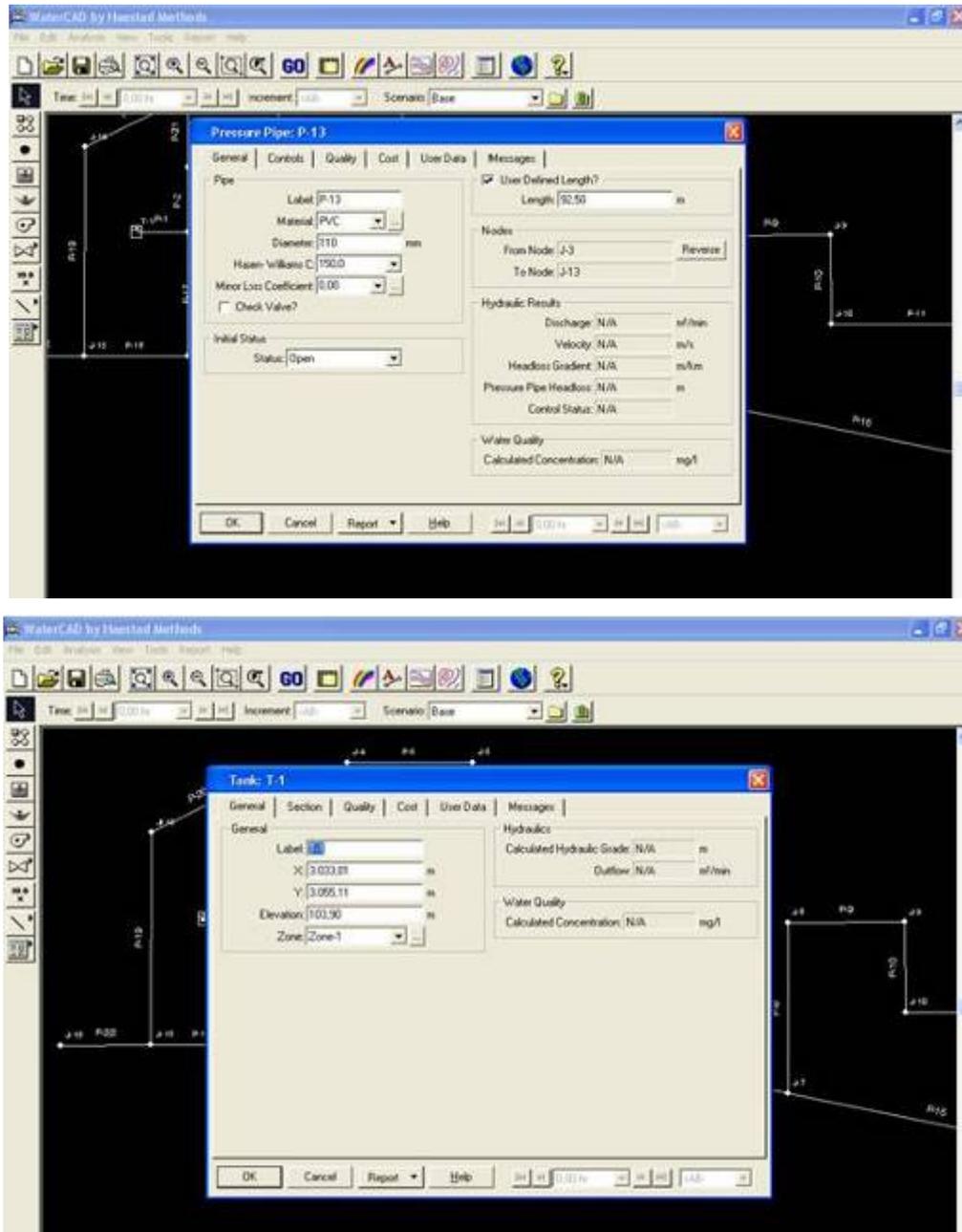


Figura 3.8.- Datos De Los Tramos Y Nodos

Una vez estimada la capacidad y el de tanque a utilizar, para el almacenamiento y suministro de agua potable a la red de distribución, estos datos se introducen al programa de la siguiente manera, se hace doble click con el ratón sobre el tanque propuesto en el esquema realizado de la red de distribución y aparece la ventana que se muestra a continuación, donde se deben introducir las cotas del fondo y techo del cuerpo del tanque, así como la sección a utilizar y el volumen que este almacenará.

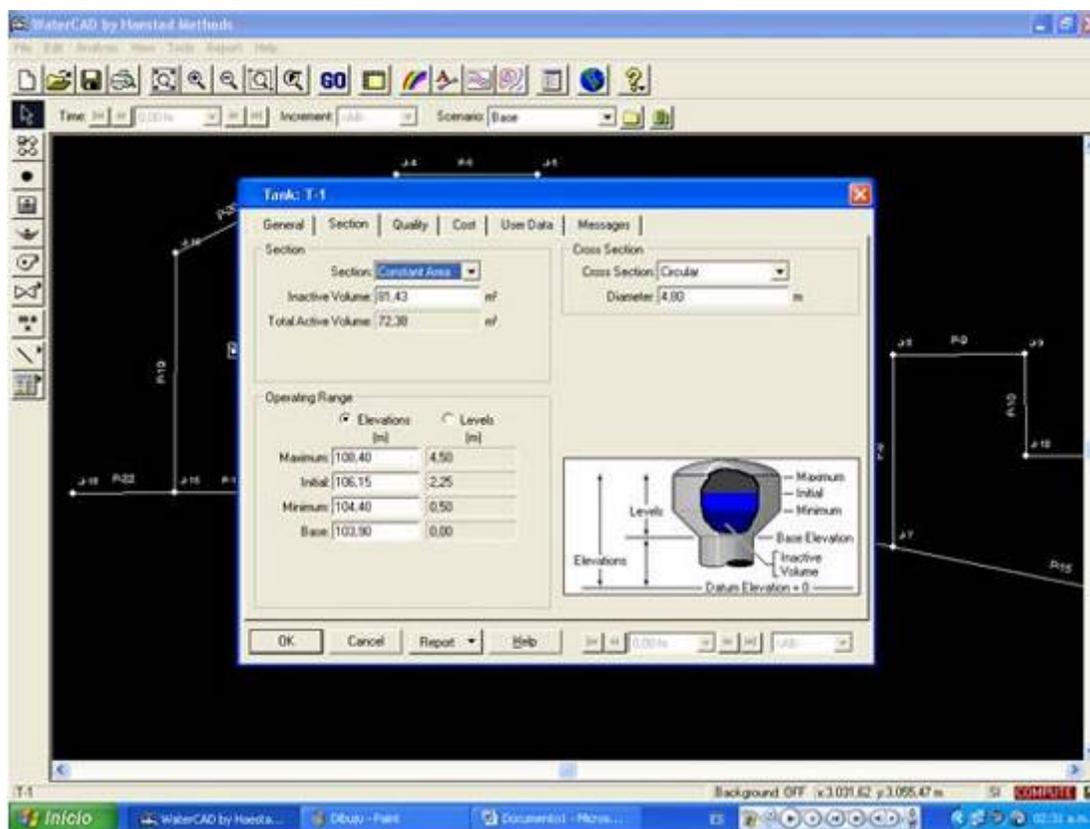
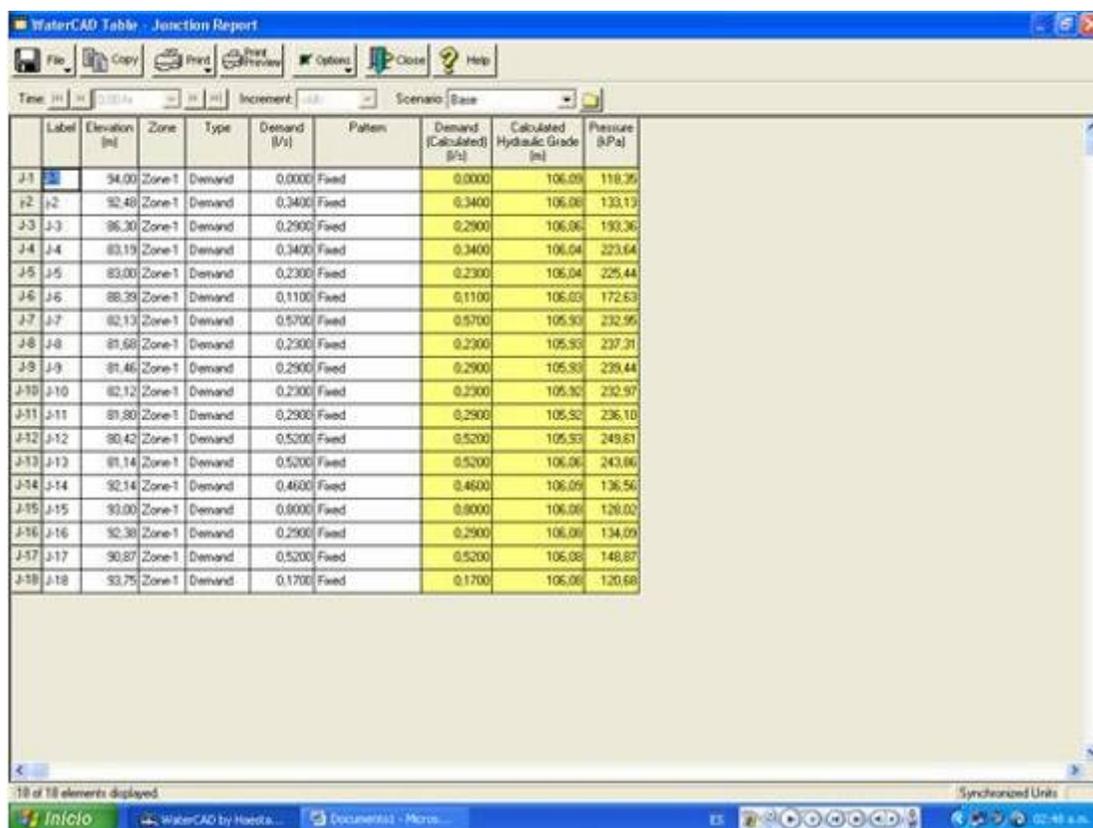


Figura 3.9.- Datos del Tanque de Almacenamiento.

de esa forma se introducen todos los datos necesarios para el calculo de la red de distribución, luego se presiona el icono **GO** con lo cual se realiza la corrida del programa, para obtener los resultados se presiona el icono

TABLE MANAGER  para seleccionar la tabla de resultados que necesitamos con las cuales se pueden revisar las velocidades, presiones de servicio, perdidas de carga, y nos permitir revisar las cotas, longitudes, dimensiones y demás datos introducidos para nodos, tramos y tanque, también es posible en estas modificar las unidades en las que el programa muestra los resultados. Es interesante porque estos resultados deben ser comparados con los mínimos exigidos por las normas, con la finalidad de conocer si es una propuesta confiable y segura. A continuación se presenta la tabla de las juntas o nodos a manera de ejemplo donde se aprecia que los resultados aparecen resaltados con color amarillo para diferenciarse de los datos.



Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (kPa)
J-1	94.00	Zone-1	Demand	0.0000	Fixed	0.0000	106.09	118.35
J-2	92.48	Zone-1	Demand	0.3400	Fixed	0.3400	106.06	123.13
J-3	96.30	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	106.06	193.36
J-4	83.19	Zone-1	Demand	0.3400	Fixed	0.3400	106.04	223.64
J-5	83.00	Zone-1	Demand	0.2300	Fixed	0.2300	106.04	225.44
J-6	88.39	Zone-1	Demand	0.1100	Fixed	0.1100	106.03	172.63
J-7	82.13	Zone-1	Demand	0.5700	Fixed	0.5700	105.93	232.95
J-8	81.68	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	105.93	237.21
J-9	81.46	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	105.93	239.44
J-10	82.12	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	105.93	232.97
J-11	81.80	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	105.92	236.10
J-12	80.42	Zone-1	Demand	0.5200	Fixed	0.5200	105.93	249.61
J-13	81.14	Zone-1	Demand	0.5200	Fixed	0.5200	106.06	243.86
J-14	92.14	Zone-1	Demand	0.4600	Fixed	0.4600	106.09	136.56
J-15	93.00	Zone-1	Demand	0.8000	Fixed	0.8000	106.06	126.02
J-16	92.38	Zone-1	Demand	0.2900	Fixed	0.2900	106.06	134.09
J-17	90.87	Zone-1	Demand	0.5200	Fixed	0.5200	106.06	148.87
J-18	93.75	Zone-1	Demand	0.1700	Fixed	0.1700	106.06	120.68

Figura 3.10.- Tabla Reporte De Las Juntas

En tablas 3.13 y 3.14 se aprecian los resultados obtenidos del software WaterCad, donde la tubería de distribución por gravedad arrojó presiones admisibles con relación al Compendio de Normas y Modelos para Estudios de Campo y Diseño de Acueductos Rurales 1.983 (ACUERUR) siendo la presión máxima de 25,43 m y la presión mínima de 12,07 m, al verificar con la norma se aprecia que las presiones obtenidas se encuentran dentro del rango establecido en las mismas, que indican para acueductos rurales la presión mínima será del orden de 7 a 9 m y las presiones máximas no deben sobrepasar los 45 m.

Tabla 3.12. Reporte Del Análisis A Las Tuberías.

TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)	DESCARGA (l/seg)	VELOCIDAD (m/seg)	GRADIENTE HIDRÁULICO		PERDIDA DE PRESIÓN
							FLUJO DE ENTRADA	FLUJO DE SALIDA	
P - 1	T - 1	J - 1	15,00	110	6,2000	0,68	106,15	106,09	0,06
P - 2	J - 1	J - 2	13,70	110	3,8021	0,42	106,09	106,07	0,02
P - 3	J - 2	J - 3	84,40	110	2,0150	0,26	106,07	106,03	0,04
P - 4	J - 3	J - 4	96,30	110	1,1181	0,17	106,03	106,02	0,02
P - 5	J - 4	J - 5	71,80	110	0,7781	0,11	106,02	106,01	0,01
P - 6	J - 5	J - 6	154,20	110	0,5481	0,06	106,01	106,00	0,01
P - 7	J - 6	J - 7	182,80	110	2,1300	0,22	106,00	105,91	0,10
P - 8	J - 7	J - 8	60,80	110	0,8583	0,09	105,91	105,90	0,01
P - 9	J - 8	J - 9	59,80	110	0,6283	0,06	105,90	105,90	$3,26 \times 10^{-3}$
P - 10	J - 9	J - 10	38,50	110	0,3383	0,03	105,90	105,90	$6,70 \times 10^{-4}$
P - 11	J - 10	J - 11	66,00	110	0,1083	0,01	105,90	105,90	$1,40 \times 10^{-4}$
P - 12	J - 11	J - 12	42,70	110	-0,1817	0,04	105,90	105,90	$2,33 \times 10^{-4}$
P - 13	J - 12	J - 7	55,90	110	0,6069	0,07	106,03	106,03	$2,86 \times 10^{-3}$
P - 14	J - 6	J - 13	85,20	110	-1,6050	0,24	106,03	106,06	0,03
P - 15	J - 13	J - 3	92,50	110	0,3329	0,04	106,06	106,05	$1,56 \times 10^{-3}$
P - 16	J - 13	J - 14	73,70	110	-0,6371	0,24	106,05	106,06	$4,14 \times 10^{-3}$
P - 17	J - 14	J - 1	81,50	110	-0,9271	0,26	106,06	106,07	0,01
P - 18	J - 14	J - 15	18,00	110	-1,4471	0,01	106,07	106,07	$4,60 \times 10^{-3}$
P - 19	J - 15	J - 16	81,50	110	0,1700	0,05	106,05	106,05	$3,91 \times 10^{-4}$
P - 20	J - 16	J - 17	57,20	110	2,3979	0,11	106,09	106,06	0,04
P - 21	J - 2	J - 17	72,50	110	1,6919	0,13	106,03	106,00	0,02
P - 22	J - 15	J - 18	145,60	110	0,7017	0,02	105,91	105,09	0,01

Tabla 3.13. Reporte Del Análisis A Las Juntas.

Junta	Cota (m)	Demanda (l/s)	Gradiente Hidráulico Calculado (m)	Presión (m H ₂ O)
1	94.00	0.0000	106.09	12.0688
2	92.48	0.3400	106.07	13.5647
3	86.30	0.2900	106.03	19.6924
4	83.19	0.3400	106.02	22.7809
5	83.00	0.2300	106.01	22.9647
6	88.39	0.1100	106.00	17.5790
7	82.13	0.5700	105.91	23.7308
8	81.68	0.2300	105.90	24.1740
9	81.46	0.2900	105.90	24.3903
10	82.12	0.2300	105.90	23.7309
11	81.80	0.2900	105.90	24.0501
12	80.42	0.5200	105.90	25.4276
13	91.14	0.5200	106.03	14.8593
14	91.14	0.4600	106.06	14.8857
15	93.00	0.8000	106.05	13.0279
16	92.38	0.2900	106.06	13.6508
17	90.87	0.5200	106.07	15.1669
18	93.75	0.1700	106.05	12.2790

Fuente: Elaboración Propia.

Las características de la tubería a ser instalada en la red de distribución por gravedad, se muestran en la siguiente tabla y en el plano AC – 02 se observa el trazado planteado para la distribución.

Tabla 3.14. Características De La Tubería A Ser Instalada En La Red De Distribución.

Diámetro	Material	Clase	Tipo de junta	Presión De Trabajo
110 mm	P.V.C	AB	Automática	10,00 Kg/cm ²

CAPITULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.

Una vez realizado el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector La Cascada se obtuvo suficiente información sobre variables tales como velocidad, caudal, presión y otros; dichos valores junto con los datos de la población sirven para plantear una solución que permitirá surtir agua a todo el sector permanentemente. De los resultados obtenidos del levantamiento topográfico, la población y la tubería existente; se pudo plantear la siguiente solución.

Una estación de bombeo, en la cual se propone un estanque subterráneo de succión con una capacidad de 60.000 litros, para que a través de un bombeo continuo de 8 horas diarias, garantice el llenado de un estanque metálico elevado de capacidad 80.000 litros sobre una torre de 15 metros, que distribuirá por gravedad de forma continua y eficiente el agua potable a cada parcela.

4.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

Con la finalidad de cumplir con las presiones necesarias para abastecer eficientemente el parcelamiento, se realizará un bombeo al tanque elevado y distribución por gravedad, para lo cual se debe diseñar un sistema de bombeo (una línea de aducción, un tanque de succión y una caseta de bombeo) Los costos de operación y mantenimiento dependerán del periodo

de bombeo que se establezca. En este caso se estimo un periodo de bombeo continuo de 8 horas.

4.2.1. Capacidad Del Tanque De Succión.

Debido a la poca cantidad de agua que pasa por la tubería que se utilizará como fuente de abastecimiento, se propone construir un tanque subterráneo con una capacidad de 60.000 litros, para así asegurar el llenado del tanque metálico elevado.

4.2.2. Cálculo Del Caudal De Bombeo.

Es necesario calcular el gasto de diseño para la línea de aducción por bombeo, mediante el consumo máximo diario del sector en estudio.

Se asumió un tiempo de bombeo de 8 horas, el gasto fue calculado mediante la ecuación 2.4 del capítulo II.

$$Q_b = Q_m * \frac{24}{N} \quad \rightarrow \quad N = \text{horas de bombeo}$$

$$Q_b = 2,25 * \frac{24}{8} = 6,75 \text{ lts/seg.}$$

4.2.3. Selección Del Diámetro.

El material seleccionado para la tubería a instalar, es Acero, clase 40. El diámetro se determinó a través de la ecuación 2.6 del capítulo II.

$$\text{Para } N = 8 \text{ horas} \quad \rightarrow \quad D = 1,3 \lambda^{1/4} \sqrt{Q_b} \text{ donde } \lambda = N/24$$

$$D = [1,3 (8/24)^{1/4} \sqrt{0,00675}] = 0,0812 \text{ m}$$

$$D = 81,20 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad 100 \text{ mm} \approx 4''$$

4.2.4. Carga Dinámica.

La altura dinámica H_D ó altura de bombeo, esta dada por:

$$H_D = H_g + h_f \text{ donde: } H_g = \text{diferencia de altura entre la bomba y el estanque.}$$

$$h_f = \text{perdidas en la tubería.}$$

$$H_g = \text{cota del estanque} - \text{cota de la bomba.}$$

$$H_g = 114 \text{ m} - 94,50 \text{ m} = 19,50 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas se tomo la ecuación 2.5 del capítulo II.

$$h_f = \frac{10,67 * Q_b^{1,85} * L}{C^{1,85} * D^{4,87}} = \frac{10,67 * (0,00675)^{1,85} * 30}{(120)^{1,85} * (0,100)^{4,87}}$$

$$h_f = 0,33 \text{ m, por lo tanto,}$$

$$H_D = 19,50 \text{ m} + 0,33 \text{ m} = 19,83 \text{ m}$$

4.2.5. Cálculo de la Potencia Requerida.

La potencia requerida es aquella necesaria para elevar el gasto Q_b (lts/seg), a una altura H_D (m) y se obtuvo mediante la aplicación de la ecuación 2.7 del capítulo II

$$HP = \frac{Q_b * H_D}{76 * n}$$

$$HP = \frac{1000 \text{ Kg/ m}^3 * 0,00675 \text{ m}^3/\text{seg} * 19,83 \text{ m}}{76 * 0,75} = 2,35 \text{ HP}$$

Teniendo el caudal a bombear, la carga dinámica y la potencia requerida, se procedió a seleccionar el equipo más conveniente para la estación de bombeo, que consiste en una bomba centrífuga horizontal de 3 HP.

4.2.6. Chequeo de la Sobrepresión por Golpe de Ariete.

Para la verificación de este fenómeno en la tubería, fue necesario aplicar las ecuaciones 2.10, 2.9, 2.11; respectivamente del capítulo II

$$V_O = Q_b / A$$

$$A = \pi * D^2 / 4 = \pi * (0,100)^2 / 4 = 0,0078 \text{ m}^2$$

$$V_O = 0,00675 / 0,0078 = 0,865 \text{ m/seg.}$$

Características de la tubería de acero, clase 40 de acuerdo a la tabla facilitada por la empresa TUBOACERO la cual se encuentra en el anexo D.

Dexterno = 4,50 pulgadas; 0,114 m

Espesor (e) = 0,237 pulgadas; 0.006 m

Presión de trabajo = 922 p.s.i.

$$P = 10,10 * 0,865 \sqrt{\frac{2*10^8 * 0,006 * 2,1*10^{10}}{(0,006 * 2,1*10^{10}) + (2*10^8 * 0,114)}} = 113.689,62$$

$$P = \frac{113.689,62 \text{ Kg/m}^2}{1000} = 113,69 \text{ m.c.a}$$

$$SP = P + h_1 + \text{Altura del estanque} = 113,69 + 15 + 4,50 = 133,19 \text{ m.c.a}$$

$$SP = 133,19 / 0,7 = 190,27 \text{ p.s.i.} < 922 \text{ p.s.i. Cumple.}$$

4.3. CANTIDADES DE OBRA.

Con la finalidad de calcular los costos de construcción del sistema propuesto, es necesario estimar las cantidades de obra, a través de las listas de materiales y los cómputos métricos, para luego con los valores obtenidos de allí, realizar los análisis de precios que nos llevaran a estimar el costo general de obra expresado en el presupuesto.

4.3.1. Listas De Materiales.

Aquí se presentan los materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de construcción de la solución planteada como Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Del Parcelamiento Residencial “La Cascada” se indica aquí la descripción, unidad de medida y cantidad necesaria.

Tabla 4.1. Lista De Accesorios Por Nodos.

Nodos	Cantidad	Descripción
1,2,3,7,14,15	1.00	TEE DE P.V.C D = 110 mm
	2.00	VÁLVULA DE COMPUERTA H.F D = 4"
	2.00	PIEZA E - B DE P.V.C D = 110 mm
	2.00	PIEZA J.A - B DE P.V.C D = 110 mm
	2.00	BOCALLAVE DE EXTENSIÓN BC - 2 # 2
4,6,13	1.00	TEE DE P.V.V D = 110 mm
	1.00	VÁLVULA DE COMPUERTA H.F D = 4"
	1.00	PIEZA E - B DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	PIEZA J.A - B DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	BOCALLAVE DE EXTENSIÓN BC - 2 # 2
5,8,9,10,11,12	1.00	CODO 90° DE P.V.C D = 110 mm
16,17	1.00	TEE DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	CODO 45° DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	VÁLVULA DE COMPUERTA H.F D = 4"
	1.00	PIEZA E - B DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	PIEZA J.A - B DE P.V.C D = 110 mm
	1.00	BOCALLAVE DE EXTENSIÓN BC - 2 # 2
18	1.00	TAPÓN DE P.V.C D = 110 mm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.2. Lista De Accesorios Por Tramos.

Tramo	Cantidad	Descripción
E – 1	1.00	Limpieza Tipo terreno plano H.G de D = 2”
1 – 2		
2 – 3	7.00	Toma Domiciliaria
3 – 4	9.00	Toma Domiciliaria
4 – 5	5.00	Toma Domiciliaria
5 – 6	14.00	Toma Domiciliaria
6 – 7	1.00	Codo 45° de P.V.C D = 110 mm
	10.00	Toma Domiciliaria
7 – 8	8.00	Toma Domiciliaria
8 – 9	4.00	Toma Domiciliaria
9 – 10	2.00	Toma Domiciliaria
10 – 11	9.00	Toma Domiciliaria
11 – 12	1.00	Toma Domiciliaria
12 – 7	1.00	Codo 45° de P.V.C D = 110 mm
2 – 17	1.00	Tapón de P.V.C D = 110 mm
	5.00	Toma Domiciliaria
17 – 16	5.00	Toma Domiciliaria
16 – 15	3.00	Toma Domiciliaria
15 – 18	4.00	Toma Domiciliaria
15 – 14	4.00	Toma Domiciliaria
14 – 1	1.00	Toma Domiciliaria
14 -13	4.00	Toma Domiciliaria
13 – 3	4.00	Toma Domiciliaria
13 – 6	1.00	Toma Domiciliaria

Fuente : Elaboración Propia

Tabla 4.3. Lista De Tuberías Por Tramos.

Tramo	P.V.C DIÁMETRO (mm)			
	50	75	110	PEAD ¾"
E – 1			25.72	
1 – 2			19.25	
2 – 3			69.37	57.98
3 – 4			48.91	73.30
4 – 5			69.23	33.94
5 – 6			110.94	98.52
6 – 7			170.39	120.20
7 – 8			65.03	52.56
8 – 9			39.11	39.36
9 – 10			32.19	6.60
10 – 11			100.08	64.58
11 – 12			38.23	3.30
12 – 7			139.76	57.98
2 – 17			18.64	73.30
17 – 16			81.23	
16 – 15			58.38	33.94
15 – 18			115.75	33.94
15 – 14			79.38	9.90
14 – 1			39.64	48.08
14 -13			69.39	48.08
13 – 3			60.46	3.30
13 – 6			36.48	48.08
TOTAL			1,487.56	800.88

Fuente : Elaboración Propia

4.3.2. Cómputos Métricos.

Los cómputos métricos representan la cuantificación de la obra, expresada en unidades de ejecución, los cómputos métricos están basados en las diferentes operaciones que van a ejecutarse, tomando como guía la mano de obra especializada.

Los cómputos métricos son la base de todo presupuesto de obra. La realización de los mismos depende de una buena interpretación de las especificaciones y las normas fijadas para su medición, es por esta razón que la persona encargada de esta actividad deberá conocer los métodos constructivos cabalmente, poseer una sólida experiencia de campo, sólidos conocimientos de detalles constructivos y ser capaz de mantener una adecuada actitud vigilante, además de tener suficiente información actualizada sobre materiales, equipos, mano de obra, normas y especificaciones. En el anexo C. se presentan los cómputos métricos referidos a la solución propuesta.

4.3.2.1. Proceso De Medición.

Dentro del proceso de medición es importante conocer varios aspectos:

- a. Conocer las especificaciones de edificios para identificar las descripciones de sus partidas en la interpretación de planos.
- b. Interpretar la norma, en cuanto a tres aspectos fundamentales:
 - ✓ Extensión del trabajo y así saber lo que incluye cada partida.
 - ✓ Unidad de medición
 - ✓ Criterio de medición. Forma de cuantificar la medición en obra o sobre planos.
- c. Establecer un sentido o secuencia de medición.
- d. El rayado de planos, que es el señalamiento en ellos de las partidas que se van a computar. Es aconsejable la utilización de colores identificando capítulos y subcapítulos.

- e. Se debe mantener la secuencia de construcción.
- f. Llevar planillas de medición para cada partida, reflejando en ellas la información lo más clara posible, utilizando como recursos, dibujos explicativos, planos usados, etc., de tal manera que sea posible que otro o el mismo usuario pueda verificar la medición.
- g. Para efectos de cuantificación se utilizaran dos (2) cifras decimales redondeadas.
- h. Todo elemento que se cruce o se intercepte como nodos, paredes, vigas, columnas se tomaran en cuenta una sola vez.
- i. Todo vacío se descontara.

4.3.2.2. Conocimientos Técnicos Necesarios.

Preparación y calificación profesional de acuerdo a la especialidad y tipo de obra a ejecutar. Identificar las proyecciones o secciones correspondientes, verificar la disposición y proporción de los elementos representados, determinar la escala utilizada, revisar medidas parciales y totales.

Interpretación de planos: Interpretación de croquis acotados o planos.

Identificar planos de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas, hidráulicas, equipos, otros. Lectura de escalas: Natural, reducción, ampliación, aplicación formula de escala.

Normas que requieren conocerse:

- .- Para la interpretación de pruebas de cilindros de concretos.
- .- Contra incendios.
- .- Conocimiento de las Normas COVENIN para edificaciones y demás Normas aplicables

Conocimientos de las practicas generalmente aceptadas en la construcción
Disponer de personal especializado y calificado.

4.3.3. Análisis De Precios Unitarios.

La elaboración de un *Análisis de Precios Unitarios* no es más que la demostración anticipada, mediante un Modelo Matemático, de los Costos en que se incurre al realizar una actividad específica, dentro del proceso Constructivo de una Obra, mas el correspondiente valor por el manejo o Administración de los recursos y materiales inherentes al Proceso y el justo valor de la Utilidad, Beneficio o Ganancia por la ejecución de dicha Actividad Empresarial.

El análisis de costo es el documento que tiene el contratista para demostrar el precio unitario de cada partida en un lapso de tiempo y espacio dado.

Un análisis de precios unitarios esta formado por:

Costos Directos

- ✓ Cantidad y costo de los materiales
- ✓ Equipos
- ✓ Mano de Obra, Bonos y Prestaciones Sociales

Costos Indirectos

- ✓ Gastos de administración y dirección técnica
- ✓ Utilidad
- ✓ Impuestos municipales, I.S.L.R., seguro social obligatorio, seguros.

Estos últimos no son fácilmente cuantificables, es por ello que el ente contratante propone montos definidos para cubrir estos costos, siendo los valores más aceptados sin ninguna restricción ni demostración, 15 % para la administración y gastos generales, y 10 % para la utilidad.

En aquellos casos en el que el contratista considere que los valores antes expuesto son insuficientes, se recomienda que se incluya una demostración matemática que permita sustentar dicha posición y que acredite los gastos en que supuestamente incurre durante el ejercicio fiscal (gastos de

funcionamiento de la empresa), de esta manera el organismo podrá revisar dichos cálculos y emitir una opinión al respecto.

Los análisis de precios de la solución propuesta para este proyecto se presentan en el anexo D.

4.3.3.1. Descripción De Las Partes De Una Análisis De Precio Unitario.

1. Nombre De La Empresa: Nombre de la Empresa o contratista encargada de realizar la Obra. (Puede incluir el logo y datos importantes de la misma: Dirección, teléfono, Rif, Nit, etc.)

2. Partida Nro.: Es el número que tiene asignado la partida que generalmente sigue un orden cronológico de ejecución.

3. Fecha: indica el día, mes y año cuando se presenta la oferta.

4. Descripción De La Obra: Es el nombre del proyecto y este es asignado por el propietario de la Obra.

5. Ubicación: Se indicará el lugar donde estará ubicada la obra.

6. Propietario: el dueño de la obra. Puede ser privado o un organismo Público (Gobernación, Alcaldías, Institutos, etc.)

7. Descripción De La Partida: Es la descripción de la partida, según está en el presupuesto o en su defecto como aparece en las Normas COVENIN.

8. Código: Es el número que se le asigna a la partida de acuerdo a la norma COVENIN y/o a la norma que ha establecido por la Cámara de la Construcción.

9. Unidad: Es la forma de cuantificar la actividad de la partida, la misma debe ser la que aparece en el presupuesto.

10. Cantidad: Es la cantidad de obra según lo indica el presupuesto o los cálculos métricos.

11. Rendimiento: Es la cantidad de obra que se efectúa en un lapso de tiempo dado por el personal que ejecuta la partida (hora, día, Kg/día, m³/día, m²/día, l/día, unidad/día, unidad/hora).

12. MATERIALES.

12.1.- **Número:** es el número de material correlativo o Es el código asignado al material con la finalidad de facilitar su acceso en aquellos casos que el analista use computadora (valores arbitrarios)

12.2.- **Descripción:** Es una breve definición de sus propiedades o de las partes que se utilizan en la partida analizada.

12.3.- **Unidad:** Es la unidad de comercialización de cada material. (Litro, kilo, metro, kilómetro, tonelada / kilómetro, día, m², m³)

12.4.- **Cantidad:** Es la porción de cada material necesario para efectuar la partida en una obra.

12.5.- **Desperdicios:** Es el porcentaje de material que se pierde.

12.6.- **Costo:** Es el precio unitario del artículo en el mercado a nivel de minoristas (ferreterías), mayoristas (distribuidores) o fabricantes, (no se incluye el IVA en este valor)

12.7.- **Costo Total:** Es el costo de cada uno de los materiales utilizados en la ejecución de la obra y es el valor obtenido de multiplicar la cantidad por el costo.

12.8.- **Total Materiales:** Es el valor obtenido de la sumatoria de los costos totales de cada uno de los materiales que intervienen en la partida.

12.9.- **Costo Unitario De Los Materiales:** Es el resultado de multiplicar el total de materiales por la cantidad de material requerido por unidad de medida.

13. EQUIPOS.

13.1.- **Número:** es el número de equipo correlativo o Es el código asignado al equipo con la finalidad de facilitar su acceso en aquellos casos que el analista use computadora (valores arbitrarios)

13.2.- **Descripción:** Es el nombre de las maquinarias, herramientas y equipos que se utilizan en la partida analizada.

13.3.- **Cantidad:** Es el número de máquinas, herramientas y equipos que se utilizan en la partida.

13.4.- **Precio o Valor Del Equipo:** Es el costo de adquisición del equipo. El mismo puede ser nuevo o repotenciado.

13.5.- **Factor De Costo De Posesión Y Operación:** Es el valor obtenido de dividir la sumatoria de los elementos que conforman el costo de posesión o depreciación del equipo (intereses, seguros, etc.) y el costo de operación (mantenimiento, combustible, lubricantes, filtros cauchos, pasadores, zapatas, orugas, factor de reparación) entre el valor del mismo.

13.6.- **Alquiler:** Es el valor que paga la empresa por la utilización de los equipos que no posee, por lo tanto la misma se ve en la necesidad de recurrir a empresas especializadas en alquiler de los mismos o por el contrario alquilarlos a empresas del área que tengan en disponibilidad esos equipos. El valor del arrendamiento deberá acompañarse de la respectiva constancia de alquiler y la factura original. En el caso en que los equipos sean cedidos por alguna empresa, además de la factura de alquiler se deberá presentar constancia notariada, o en su defecto carta emitida en papel con membrete firmado por el representante legal de la empresa que facilita la maquinaria, donde cede los equipos y se especifican las condiciones de esta cesión.

13.7.- **Costo Total:** Es el valor obtenido de multiplicar la cantidad por el factor de costo o depreciación, o el alquiler, si es el caso.

13.8.- **Total Equipos:** Es el valor obtenido de la sumatoria de los costos totales de cada uno de los equipos que intervienen en la partida.

13.9.- **Costo Unitario De Equipo:** Es el valor obtenido de dividir la sumatoria del costo total del equipo entre el rendimiento.

14. MANO DE OBRA

14.1.- **Número:** es el número de la mano de obra correlativo o Es el código asignado al equipo con la finalidad de facilitar su acceso en aquellos casos que el analista use computadora (valores arbitrarios)

14.2.- **Descripción:** Es el oficio que desempeña cada individuo dentro de la obra (Maestro de Obra, obrero, albañil de 1era., carpintero de 1era., caporal, chofer de 3era., operador equipo pesado de 1era., tractorista, etc.)

14.3.- **Cantidad:** Es el número de trabajadores que se requieren para desempeñar la misma tarea con el fin de alcanzar los rendimientos diarios para la culminación de la tarea en el tiempo previsto.

14.4.- **Salario:** Es el salario devengado por el trabajador por las ocho (8) horas de trabajo diario y debe ser equivalente al salario mínimo estipulado, según lo estipula el Contrato Colectivo del Trabajador de la Construcción. Es una norma asumida por la mayoría de los contratistas utilizar el tabulador de la Cámara de la Construcción.

14.5.- **Total Salario:** Es el resultado obtenido de multiplicar la cantidad de trabajadores por el salario devengado por cada uno.

14.6.- **Mano de Obra Directa:** Es la sumatoria de los totales de cada uno de los salarios.

14.7.- **% de Prestaciones Sociales:** Es el costo para la empresa por la permanencia del personal durante la ejecución de la obra, expresado en porcentaje. Es una relación entre los días efectivamente trabajados y los días efectivamente pagados. Al bono no se le calcula las Prestaciones Sociales de acuerdo al actual Laudo Arbitral.

14.8.- **Bono:** Es el valor que se asigna al trabajador según se acordó en la contratación colectiva del año 2.007 al 2.009 de la Cámara. Actualmente el bono asignado es el de alimentación y su monto corresponde a 19.35 bolívares diarios, siempre y cuando la empresa tenga menos de 30 trabajadores en la obra.

14.9.- **Total Mano de Obra:** Es la sumatoria de la mano de obra directa, el % de prestaciones sociales estimado y el total del bono.

14.10.- **Costo Unitario De Mano De Obra:** Es el resultado obtenido del total de la Mano de Obra entre el rendimiento.

15. Costo Directo Por Unidad.

Es el resultado obtenido de la suma de los costos unitarios de cada rubro (costo unitario de materiales, costo unitario de equipos, costo unitario de mano de obra).

16. Administración Y Gastos Generales.

Para calcular el costo de Administración y Gastos Generales, el analista debe haber obtenido el valor porcentual aceptado por el ente contratante (15 % a 18 %), una vez obtenido el valor éste se multiplica por el costo directo por unidad.

17. Sub -Total

Es la suma del Costo Directo por Unidad más el valor obtenido de la Administración y Gastos Generales.

18. Imprevisto Y Utilidad.

Para calcular el costo de Imprevisto y Utilidad, el analista debe haber obtenido el valor porcentual aceptado por el ente contratante (10 %), una vez obtenido el valor éste se multiplica por el subtotal.

19. Precio Unitario (Bs.)

Es la suma del subtotal más el valor obtenido como utilidad e imprevistos.

20. Impuesto Al Valor Agregado (I.V.A.)

Este valor tiene un porcentaje de 12 % en algunos entes contratantes no incluyen el I.V.A. en los Análisis de Precios Unitarios sino que se lo calculan al monto total del Presupuesto.

21. Calculado Por.

Es la persona Analista, que realizo el cálculo del análisis de precio

22. Revisado Por.

Es la persona que revisa el análisis de precio

4.3.4. Presupuesto De Obra.

Cuando se tienen cuantificadas las cantidades de obra a ejecutar se procede a realizar los análisis de precios que a su vez derivan en un presupuesto general de la obra a construir, en este caso estos fueron estimados a través del uso del software LuloWin, en el anexo E se encuentra el resultado obtenido para el costo de la obra de la solución propuesta.

Se entiende por presupuesto a un conjunto de partidas debidamente descritas, numeradas y codificadas con sus unidades de medida, cantidad, que al multiplicar por el precio unitario calculado, resulta un total de esa partida, finalmente la sumatoria del conjunto de partidas tendrá como total general el presupuesto de la obra.

4.3.4.1. Descripción De Las Partes De Un Presupuesto.

Existen diferentes formatos o modelos de presupuesto de acuerdo al ente Contratante pero todo presupuesto tiene básicamente las siguientes partes:

- 1. Nombre de la empresa:** Nombre de la Empresa o contratista encargada de realizar la Obra. (Puede incluir el logo y datos importantes de la misma: Dirección, teléfono, Rif, Nit, etc.)
- 2. Pagina Nro.:** Es el número correspondiente de cada hoja de presupuesto.
- 3. Fecha:** indica el día, mes y año cuando se presenta la oferta.
- 4. Obra:** Es el nombre del proyecto y este es asignado por el propietario de la de la Obra.
- 5. Propietario:** El dueño de la Obra. Puede ser privado o un organismo Público (Gobernación, Alcaldías, Institutos, etc.)
- 6. Número De La Partida:** Es el número que tiene asignado la partida que generalmente sigue un orden cronológico de ejecución.
- 7. Descripción:** Es la descripción de la partida, según está en el presupuesto o en su defecto como aparece en las Normas COVENIN.

- 8. Unidad:** Es la forma de cuantificar la actividad de la partida, la misma debe ser la que aparece en el presupuesto.
- 9. Cantidad:** Es la cantidad de obra según lo indica el presupuesto o los cálculos métricos.
- 10. Precio Unitario (P.U.):** es el precio correspondiente a la partida el cual viene de un cálculo previo en una hoja de análisis de precios unitarios.
- 11. Total Bs.:** Es el resultado de multiplicar la cantidad por el Precio Unitario.
- 12. Monto Total:** Es la suma de los totales de todas las páginas que conforman el presupuesto.
- 13. Impuesto Al Valor Agregado:** Es el resultado de multiplicar el monto total del presupuesto por el 12% que es el impuesto establecido por el Gobierno Nacional actualmente.
- 14. Total Presupuesto:** es el resultado de sumar el monto total más el impuesto al valor agregado (I.V.A.). Es el costo total de la obra a ejecutar.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- El Parcelamiento Residencial La Cascada, carece de un sistema de abastecimiento de agua potable, esto se debe en gran parte al crecimiento poblacional, sin planificación, de la zona rural de la ciudad de Puerto La Cruz.
- La población a servir para el año 2027 es de 944 habitantes, siendo necesario para ello un gasto medio de diseño de 2,25 lts/seg.
- Actualmente los pobladores se surten de agua de la tubería P.V.C 6", que pasa por la vía principal, esta tiene un caudal de 8 lts/seg. y una velocidad de 0,42 m/seg., sin embargo a través de tomas ilegales estos almacenan, en pequeños tanques, el agua que consumen.
- De acuerdo a la topografía y apoyado en el software WaterCad, se plantea un sistema de abastecimiento compuesto de una estación de bombeo, con un tanque subterráneo, para llenar un tanque elevado que distribuirá por gravedad a cada parcela.
- Para garantizar el futuro abastecimiento de agua potable en el parcelamiento es necesario la colocación de la red de distribución propuesta, este sistema trabajará por gravedad con tuberías de P.V.C 110 mm de diámetro.

- El costo de construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para el Parcelamiento Residencial La Cascada se estima en setecientos cincuenta y cuatro mil novecientos treinta y dos bolívares con seis céntimos (BsF.- 754.932,⁰⁶)

5.2. Recomendaciones.

- En el momento en que el sistema entre en funcionamiento se debe poner en marcha un plan para controlar fugas y eliminar todas las tomas ilegales instaladas por lo propios habitantes, ya que estas están disminuyendo la capacidad de la tubería P.V.C 6" tomada como fuente de abastecimiento.
- Brindarle apoyo a la Mesa Técnica de agua para crear campañas de concientización a los habitantes para evitar que usen el agua de manera irracional, así como también crear planes de mantenimiento general para todos los elementos del sistema de abastecimiento.
- Desarrollar investigaciones a mediano plazo de otras posible fuentes de abastecimiento para el sector, tales como pozo profundo, pues la tubería tomada para tal fin es la encargada de surtir al Caserío San Diego y actualmente todos los sectores de esa vía se abastecen ilegalmente de ella.
- Ejecutar proyectos, a través de las Mesas Técnicas de Agua de los distintos sectores que aun no poseen un sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de optimizar el caudal de la tubería P.V.C 6" que surte al Caserío San Diego.
- Realizar un estudio o proyecto que busque abastecer al Caserío San Diego a través de otras fuentes, como pozos profundos y una nueva red de

distribución, con lo cual tal vez la tubería P.V.C 6" podría quedar abasteciendo a los sectores de menor población.

- Buscar a través de los organismos competentes, los recursos técnicos y económicos necesarios para implementar este proyecto.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Arocha S, "ABASTECIMIENTO DE AGUA" Tercera Edición. Editorial Innovación Tecnológica. Caracas, Venezuela (1997)
- 2.- "COMPENDIO DE NORMAS Y MODELOS PARA ESTUDIOS DE CAMPO Y DISEÑO DE ACUEDUCTOS RURALES". M.S.A.S. Dirección General Sectorial de Malariología y Saneamiento Ambiental. Departamento de Acueductos Rurales 3^{ra} Edición. Naiquatá Distrito Federal, Venezuela (1983)
- 3.- "DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA". Tomos 1 y 6 Vigésima Segunda Edición. Impreso en España (2001)
- 4.- González L, "METODOLOGÍA PARA DISEÑAR Y EVALUAR REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE (ACUEDUCTOS)" Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. Puerto La Cruz, Anzoátegui (2002)
- 5.- Gordon F, Geyer J y Okun D, "INGENIERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES" Volumen 2. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México DF (1987)
- 6.- Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S) "NORMAS PARA EL DISEÑO DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA" Caracas, Venezuela (1965)
- 7.- McGhee T, "ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO. INGENIERÍA AMBIENTAL" Sexta Edición. Editorial Nomos S.A. Santa Fe de Bogota, Colombia (1999)
- 8.- Méndez M, "TUBERÍAS A PRESIÓN EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA" editorial Texto. Caracas, Venezuela (1995)
- 9.- Merritt F., "Manual para el Ingeniero Civil", Editorial Mc Graw Hill, 3^{ra} Edición, Ciudad de México, México (1998).

- 10.- Mijares R., "Abastecimiento de Agua y Alcantarillados", Ediciones Vega, 3^{ra} Edición, Caracas, Venezuela (1983).
- 11.- Rojas L y Yaselli R, "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUR DEL MUNICIPIO JUAN ANTONIO SOTILLO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN" Trabajo de Grado Presentado como requisito parcial para Optar al título de Ingeniero Civil. Puerto La Cruz, Venezuela (2005)
- 12.- Saldarriaga J, "HIDRÁULICA DE TUBERÍAS" Editorial Mc Graw Hill. Bogota, Colombia (1988)
- 13.- Tamayo M, "EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA" Cuarta Edición. Editorial Limusa, S.A. México DF (2001)
- 14.- Vallenilla K, "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE BARRIO COLINAS DE ANGOSTURA MUNICIPIO BOLÍVAR. ESTADO ANZOÁTEGUI" Trabajo de Grado Presentado como requisito parcial para Optar al título de Ingeniero Civil. Puerto La Cruz, Venezuela (2006)

INTERNET

<http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/FOTOS/mi102.jpg>

<http://www.aigsa.com/productos/comercial/valvulas/meta/fotos/lug.gif>

<http://www.alsintec.com/documents/dorot/esclusas/esclusa.jpg>

http://www.swagelok.com.mx/images/cmi/Plastic_Productos/PFAneedlecutaway.jpg

<http://www.materialesdelsureste.com/images/5275.jpg>

<http://www.tecvalexport.com/images/fotoe.jpg>

<http://www.reingeniar.com/images/contraltitud1.jpg>

<http://www.materialesdelsureste.com/pdf/5341.pdf>

<http://www.burket.es/ESN/384.html>

http://sisbib.unmsn.edu.pe/bibvirtual/Tesis/Ingenie/choy_B_V/cap42.htm

<http://www.valvulamarc.com/sig/ima/hidrante2.jpg>

ANEXOS.

Anexo A.- Estimación De La Dotación.

Anexo B.- Curva Característica De La Bomba Recomendada.

Anexo C.- Cómputos Métricos.

Anexo D.- Análisis De Precios Unitarios.

Anexo E.- Presupuesto.

Anexo F.- Planos.

1. METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	Diseño De Un Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En El Parcelamiento Residencial La Cascada, Vía San Diego Municipio Sotillo Del Estado Anzoátegui
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
VILLARROEL SÁNCHEZ PEDRO ENRIQUE	CVLAC: V-13.054.044 E MAIL: p_villarroel@hotmail.com
	CVLAC: EMAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Diseño

Abastecimiento De Agua

Estudio Demográfico

Cómputos Métricos

Analisis De Precios

Presupuesto

2. METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERÍA CIVIL

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Parcelamiento Residencial “La Cascada” del municipio Juan Antonio Sotillo del Estado Anzoátegui. Se determinó como fuente de abastecimiento una tubería de P.V.C de seis pulgadas de diámetro (6”) que surte de agua potable al caserío San Diego, la cual en su trayectoria, pasa por la vía principal del referido parcelamiento. Fue necesaria la realización de un levantamiento topográfico para precisar las variaciones en las cotas de terreno. Se elaboró un estudio demográfico en conjunto con la comunidad con el objeto de evaluar, por medio de varios métodos de proyección, el número de habitantes y la tendencia al crecimiento de la población para un periodo de diseño de 20 años, con la cual se determinaron la dotación y consumos de la comunidad para los años 2007 y 2027. Luego de recolectar los datos necesarios, se utilizó el software WaterCAD versión 5.1 para realizar el diseño de la red de distribución. Este proyecto se dividió en seis capítulos y se presentan en secuencia lógica, como se describe a continuación: El capítulo uno, muestra la introducción, características generales de la zona, planteamiento del problema y objetivos. El capítulo dos, representa el marco teórico referente al tema. El capítulo tres, se presentan y analizan los datos del sistema, adicionalmente se señala el diseño del sistema. El capítulo cuatro, presenta la solución propuesta a la problemática existente. En el capítulo cinco se muestran las conclusiones y recomendaciones.

3. METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES

ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL

	ROL	CA <input type="checkbox"/>	AS <input checked="" type="checkbox"/>	TU <input type="checkbox"/>	JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC:	V-12.578.247			
SAAB, YASSER	E_MAIL	yasserbelkis@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA <input type="checkbox"/>	AS <input type="checkbox"/>	TU <input type="checkbox"/>	JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC:	V- 5.189.811			
MORALES, HILDA	E_MAIL	moraleshc@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA <input type="checkbox"/>	AS <input type="checkbox"/>	TU <input type="checkbox"/>	JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC:	V- 8.307.130			
GONZÁLEZ, LUÍS	E_MAIL	lbggonzalez@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA <input type="checkbox"/>	AS <input type="checkbox"/>	TU <input type="checkbox"/>	JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	03	25
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

4. METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.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:

Pre – Grado.

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente

5. METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

“De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado, estos 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, quien lo participará al consejo universitario”

Pedro E. Villarroel S.

AUTOR

Yasser Saab

ASESOR

Hilda Morales

JURADO

Luís González

JURADO

POR LA SUBCOMISION DE TRABAJOS DE GRADO

Yasser Saab