



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NUCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
PAMPANITO – ESTADO TRUJILLO**

**EVALUACIÓN FÍSICA PRELIMINAR DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TOSTOS, PARROQUIA SAN
JOSÉ, MUNICIPIO BOCONÓ, ESTADO TRUJILLO.**

POR:

EDILMARY SARMIENTO MEJIA

Trabajo de Grado presentado a la Universidad de Los Andes, Núcleo
Universitario “Rafael Rangel” como requisito para optar al título de Ingeniera
Agrícola

Ing. ORAIBER CALDERÓN

Tutor Académico

Msc. JOHNY HUMBRIA

Asesor Académico

Msc. LUIS MORA

Asesor Académico

TRUJILLO, JUNIO 201

Dedicatoria

- ✚ A mi madre **Esther Mejía** que con mucho amor, dedicación, esfuerzo y sacrificio me ayudo a lograr esta meta y me apoyo en todo momento, este triunfo es tuyo.

- ✚ A mi hermano **Pedro** por apoyarme y ayudarme en todo momento.

- ✚ A mi abuela **Eloina de Mejía** que aunque ya no estés con nosotros siempre soñaste este momento.

- ✚ A mi tío **Manuel Mejía** por ser el padre que nunca he tenido, por brindarme todo su amor y apoyo.

- ✚ A **Oraiber Calderón** por ayudarme, apoyarme y guiarme desde que te conocí, gracias a ti pude lograr esta meta.

- ✚ A mi tía **Dulce Mejía** por estar pendiente en todo momento.

Agradecimiento

- A Dios Todopoderoso y a la virgen del Carmen por permitirme lograr las metas propuestas.
- A mi madre por traerme al mundo y darme el apoyo necesario e incondicional desde el comienzo de mi vida.
- A la Universidad de los Andes por abrirme las puertas especialmente al Núcleo Universitario Rafael Rangel por brindarme la oportunidad de formarme como digna profesional.
- Al Profesor y Tutor Oraiber Calderón por ser pilar fundamental en la elaboración de este trabajo de grado, y por sus enseñanzas durante mi formación académica.
- Al profesor Luis Mora por el asesoramiento técnico y sus acertadas observaciones para el desarrollo y culminación de este trabajo.
- A los profesores Rolando Adriani y Marta Méndez por sus observaciones en la elaboración del instrumento.
- Al grupo de investigación Witremundo Torrealba, especialmente a la Licenciada Mirian Montilla, por la colaboración prestada en la realización del análisis bacteriológico del agua.
- Al laboratorio de química ambiental del Núcleo Universitario Rafael Rangel, por la colaboración prestada en la realización del análisis físico-químico del agua.

- A los habitantes del centro poblado, en especial al Sr. Pedro Montilla, Maritza y la Sra. Dulce Gervazzi, por su valiosa colaboración y ayuda prestada durante las actividades de campo.
- A los profesores Johny Humbria, Víctor Castellanos, Ulneiver Mejía, Francisco Briceño, y Jogly Márquez por sus enseñanzas.
- A mis amigos: María Eugenia, Yobana, Gabriela, Anneddy, Wilmer y todas aquellas personas que de una u otra manera estuvieron conmigo durante mi carrera.
- Al CDCHT por el financiamiento para este trabajo codificado con numero NURR-C-517-09-02-F.

	<i>ÍNDICE</i>	<i>Pág.</i>
DEDICATORIA		II
AGRADECIMIENTOS		III
INDICE GENERAL		V
INDICE DE GRAFICAS		IX
INDICE DE FIGURAS		X
INDICE DE TABLAS		XI
INDICE DE CUADROS		XII
RESUMEN		XIII
INTRODUCCIÓN		XIV
<i>CAPÍTULO I</i>		<i>1</i>
Planteamiento		1
Objetivos de la investigación		4
General		4
Específicos		4
Justificación de la investigación		5
Delimitación de la investigación		5
<i>CAPÍTULO II</i>		<i>6</i>
Marco teórico		6
Antecedentes		6
Bases teóricas		8
Sistema de abastecimiento de agua		8
Fuente de abastecimiento		8
Obra de captación		8
Dique		9
Línea de aducción		9
Estanque de almacenamiento		9
Captación de agua		10
Almacenamiento		13
Red de distribución		13
Válvula ventosa		14
Válvula reguladora de presión		14
Demanda de agua		14
Consumo		14

Oferta de agua	15
Calidad de agua	15
<i>Bases legales</i>	23
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela	23
Ley de aguas	24
Ley orgánica para la prestaciones de los servicios de Agua Potable y Saneamiento	25
<i>CAPITULO III</i>	29
<i>Marco metodológico</i>	29
Tipo de investigación	30
Diseño de investigación	30
Población	31
Muestra	31
Instrumentos de recolección de información	32
Descripción de los instrumentos y técnicas de recolección de datos	32
Análisis e interpretación de los resultados	32
Procedimiento de campo	33
Revisión Bibliográfica	34
Información de la zona	35
Reseña histórica de Tostos	35
Ubicación del Área de Estudio	36
Ubicación política administrativa	36
Ubicación geográfica	36
limites	37
Límites de la microcuenca	37
Limites del centro poblado	37
Ubicación hidrográfica	38
Superficie	38
Aspectos naturales	39
Suelos	39
Zona de vida	40
Disponibilidad de agua	40
Calidad de agua	40
Geomorfología y geología	41

Relieve o topografía	42
Uso actual	42
Aspectos climáticos	43
Precipitación	43
Temperatura	44
Levantamiento topográfico	45
Inventario de la línea de aducción y sus componentes	45
Matriz 1	46
Descripción de la matriz 1 del inventario	47
Matriz 2	48
Descripción de la matriz 2 del inventario	49
Matriz 3	50
Descripción de la matriz 3 del inventario	51
Oferta de agua en la línea de aducción	53
Método volumétrico	55
Método de la trayectoria	55
Demanda de agua	57
Elaboración y validación del instrumento de recolección de información.	57
Población	59
Muestreo estratificado	59
Calculo del tamaño de la muestra	59
Instrumento de recolección de datos	60
Validación del instrumento	61
Recolección de información	61
Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos.	61
Descripción de los resultados obtenidos en las encuestas	61
Determinación de la demanda	90
Demanda de la población (DP)	90
Demanda en instituciones (DI)	91
Consumo en riego de jardines (CJ)	91
Consumo en el lavado de pisos (CP).	93
Consumo en el lavado de vehículos (CV)	95
Demanda total DT	97

Capacidad instalada del sistema	99
Características de sus componentes	100
Dique	100
Caja	100
Línea de aducción	101
Ventosa	102
Válvulas de limpieza	103
Tanque de almacenamiento	104
Red de distribución	104
Válvulas reguladoras de presión	105
Capacidad de instalación de la línea de aducción principal	106
Método de Darcy – Weisbachs	106
Comportamiento hidráulico de la red de distribución	109
Modelo de red sin demandas para encontrar las presiones máximas en los nodos	111
Modelo de red con demandas en los nodos.	112
Modelo de presiones en la red con demanda	114
Modelo de red con un emisor de ½ pulgada ubicada en la altura media de la red de distribución.	115
Modelo de red con un emisor de ½ pulgada ubicada en la parte baja de la red de distribución.	117
Análisis físico-químico y bacteriológico del agua	118
Visita a organismos e instituciones	118
<i>CAPITULO V</i>	119
Análisis de resultados	119
<i>CAPITULO VI</i>	122
Conclusiones	122
Recomendaciones	124
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	126
<i>GLOSARIO</i>	129
<i>APENDICE</i>	130

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica N° 1 Precipitación promedia anual	43
Grafica N° 2 Temperaturas media anual	44
Grafica N° 3 Nivel de instrucción	62
Grafica N° 4 Tipo de vivienda	63
Grafica N° 5 Cantidad de baños	64
Grafica N° 6 La vivienda cuenta con W.C.	65
Grafica N° 7 Cuantos W.C. tiene la vivienda	66
Grafica N° 8 Condiciones del W.C.	67
Grafica N° 9 Daños en el flotante, canilla o tanque	68
Grafica N° 10 Condiciones de los herrajes	69
Grafica N° 11 existencia de fugas	70
Grafica N° 12 nivel de la fuga	71
Grafica N° 13 Existencia de jardines	72
Grafica N° 14 Área de los jardines	73
Grafica N° 15 Riego de jardines	74
Grafica N° 16 Lavado de pisos	75
Grafica N° 17 Frecuencia del lavado de pisos	76
Grafica N° 18 Tiempo de lavado de pisos	77
Grafica N° 19 Utensilios para el lavado de pisos	78
Grafica N° 20 Lavado de vehículo	79
Grafica N° 21 Frecuencia de lavado de vehículo	80
Grafica N° 22 equipo utilizado para el lavado de vehículo	81
Grafica N° 23 Tiempo de lavado de vehículo	82
Grafica N° 24 Comparación de tipo de vivienda con la existencia de fuga	83
Grafica N° 25 Comparación de tipo de vivienda con la existencia de jardín	84
Grafica N° 26 Comparación de tipo de vivienda con el lavado de pisos	85
Grafica N° 27 Comparación de tipo de vivienda con el lavado de vehículo	86
Grafica N° 28 Comparación de nivel de instrucción con la existencia de fuga	87
Grafica N° 29 Comparación de nivel de instrucción con el lavado de pisos	88
Grafica N° 30 Comparación de nivel de instrucción con el lavado de vehículo	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1 esquema del diseño de la investigación	31
Fig. N° 2 Marco metodológico	33
Fig. N° 3 Ubicación geográfica	36
Fig. N° 4 División política municipio Boconó	37
Fig. N° 5 Contexto hidrográfico municipio Boconó	38
Fig. N° 6 Disposición de las tuberías en la entrada del tanque	55
Fig. N° 7 Método de la trayectoria	93
Fig. N° 8 Sistema de abastecimiento de agua en el centro poblado	99
Fig. N° 9 Esquema de colocación para las ventosas y válvulas de limpieza	103
Fig. N° 10 Esquema del funcionamiento de una válvula reguladora	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Directrices De OMS Para La Calidad Del Agua Potable	17
Tabla N° 2 Compuestos Orgánicos	18
Tabla N° 3 Pesticidas	19
Tabla N°4 Desinfectantes Y Subproductos De Desinfectantes	20
Tabla N° 5 Y 6 Límites Tolerables De Coliformes	21
Tabla N° 7 Análisis Físico-Químico De La Microcuenca	41
Tabla N° 8 Resultados de los aforos	54
Tabla N° 9 Distribución de la muestra	60
Tabla N° 10 Resumen de datos para la demanda en el lavado de pisos	94
Tabla N° 11 Resumen de las demandas en el lavado de pisos según la frecuencia	95
Tabla N° 12 Resumen de datos para la demanda en el lavado de vehículos	96
Tabla N° 13 Resumen de las demandas en el lavado de vehículos según la frecuencia	97
Tabla N° 14 Demanda en nodos	112

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 mapa de variables	29
Cuadro N° 2 Clasificación taxonómica de los suelos del centro poblado Tostos y la microcuenca quebrada El Molino	39
Cuadro N° 3 Descripción de la matriz N° 1	47
Cuadro N° 4 Descripción de la matriz N° 2	49
Cuadro N° 5 Descripción de la matriz N° 3	51
Cuadro N° 6 Recomendaciones para la línea de aducción	52
Cuadro N° 7 mapa de variables para la formulación de la encuesta	58
Cuadro N° 8 Matricula de las instituciones	91

Evaluación física preliminar de la red de distribución de agua potable, en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó.

Autor: Edilmary Sarmiento M.

Tutor: Prof. Oraiber Calderón.

Fecha: Junio, 2010.

RESUMEN

El consumo de agua es imprescindible y se ha convertido en el recurso fundamental para el desarrollo de todo asentamiento humano o centro poblado, por pequeño que sea. La investigación persigue la realización de una evaluación técnica a nivel preliminar de la red de distribución de agua potable en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó, estado Trujillo. Se realizó un análisis físico químico y bacteriológico del agua para determinar su calidad, inventario general en todos sus componentes con la finalidad de elaborar un diagnóstico de las redes de distribución y conocer la capacidad de instalación, para posteriormente aplicar un instrumento a la población que permito recoger la información necesaria, que luego se proceso y analizo en el programa estadístico llamado SPSS, con los resultados se determino la oferta y demanda de agua por medio de cálculos hidráulicos y la modelación del comportamiento de la red en un programa de ordenador denominado Epanet. Finalmente se elaboró un informe con sus respectivas recomendaciones para mejorar el sistema de abastecimiento y a su vez la calidad de vida de los habitantes del sector e impulsar el uso racional del recurso hídrico.

Palabras claves: Red de distribución, oferta y demanda de agua.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de abastecimientos de agua se encuentran entre los bienes más preciados de cualquier país. La manera en que se gestionan y funcionan estos bienes tiene una importancia fundamental para el desarrollo humano, especialmente en aquellos países que afrontan graves desafíos en lo que a seguridad de agua se refiere. En muchos de los países menos desarrollados del mundo las redes del servicio público llegan sólo a una pequeña parte de la población.

Para conseguir un sistema de abastecimiento eficaz, son varios los aspectos que deben considerarse, entre los que destacan: una adecuada capacidad en la captación y transporte del sistema, calidad del agua de acuerdo a la correspondiente reglamentación en los puntos de suministro, ligada en gran medida a la calidad de las fuentes y al proceso de tratamiento aplicado, integridad de la red que evite fugas.

Los servicios de abastecimiento de agua potable y de saneamiento en Venezuela se caracterizan por su insuficiente cobertura y bajo nivel de calidad, a pesar de la riqueza que genera el petróleo para el país. El agua es reconocida como un bien económico y escaso, no es un recurso económico ilimitado y barato, es capaz de multiplicar la riqueza de una región, lo que explica que la política hidráulica se contemple no como una simple administración técnica, sino más bien con importantes connotaciones sociales y territoriales.

En el estado Trujillo específicamente en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó, presenta problema de desabastecimiento, con la presente investigación se pretende realizar la evaluación física preliminar del sistema, a partir de un inventario de la línea de aducción principal, el cálculo de la oferta, demanda y capacidad de las instalaciones, que culminan con las recomendaciones de orden técnico que permitan mejorar el sistema.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1) El planteamiento.

De acuerdo con datos suministrados por el Banco Mundial (2007), el 45% de la población mundial carece de un acceso directo a los servicios de agua potable. En los países desarrollados, los niños consumen de 30 a 50 veces más agua que en los países llamados en vías de desarrollo.

Se dice que en Europa se calcula un gasto medio por habitante entre 150 y 200 litros de agua potable al día, aunque se consumen como bebida tan sólo entre 2 y 3 litros. En muchos países el agua potable es un bien cada vez más escaso y se teme que puedan generarse conflictos bélicos por la posesión de sus fuentes.

El suministro de agua potable es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. Ya en la Grecia clásica se construían acueductos y tuberías de presión para asegurar el suministro local. En algunas zonas se construían cisternas o aljibes que recogían las aguas pluviales. Estos depósitos suelen ser subterráneos para que el agua se mantuviese fresca y sin luz, lo que favorecía el desarrollo de algas.

Como el consumo humano de agua es imprescindible, se convierte en el recurso fundamental para el desarrollo de todo asentamiento humano o centro poblado, por pequeño que sea, por lo que se necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua que satisfaga sus necesidades vitales. La solución más elemental consiste en establecer la población en las proximidades de un río o manantial, desde donde se acarrea el agua a los puntos de consumo. Otra solución consiste en excavar pozos dentro o fuera de la zona

habitada o construir aljibes. Pero cuando la población alcanza un gran número de viviendas, se hacen necesarios sistemas de conducción que obtengan el agua en los puntos más adecuados del entorno y la aproximen al lugar donde está establecida la comunidad humana.

En este contexto, la demanda de agua la constituye los consumos para diferentes usos. El consumo de agua aumenta a medida que hay menos dificultad para transportarla y más accesorios en la vivienda, la temperatura del lugar es un determinante del consumo para el aseo personal, así como la actividad turística, comercial, industrial, agrícola, agroindustrial, entre otras.

Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene un impacto positivo en la salud y en el bienestar de las personas, siendo limitante para el desarrollo económico si su suministro es escaso, cuando no se cuenta con un centro de servicios en condiciones apropiadas, este puede colapsar ocasionando problemas tales como: falta de agua potable, en la eliminación de excretas e incluso puede afectar en la vialidad. Además, una localidad con un centro de servicio en buenas condiciones crea fuente de empleo, lo que desincentiva la migración campo-ciudad, contribuyendo al enriquecimiento social y cultural en armonía con la naturaleza.

En Venezuela existen zonas con un potencial agroturístico y contradictoriamente tienen problemas con la prestación de los servicios básicos. El gobierno nacional ha venido promoviendo la creación de mesas técnicas, que conforman el comité de trabajo de los Consejos o Bancos Comunales para solucionar los problemas más sentidos de las comunidades. Para ello dispone de un presupuesto de 120.000 Bs.F. por proyecto, aparte del 30% del presupuesto FIDES Y LAEE asignados a cada municipio, previa presentación de los proyectos ante los organismos competentes

Una de las poblaciones rurales turísticas trujillanas que actualmente sufre los embates del desabastecimiento de agua, es Tostos, localidad ubicada en el municipio Boconó. Está limitante impide el establecimiento de otras actividades productivas, tales como la agroindustria, el agroturismo u otras, que permitan impulsar el desarrollo sustentable de la parroquia San José de ese municipio.

Tostos presenta problemas de agua, generados por la construcción del acueducto, sin la previa elaboración de un proyecto de ingeniería que estableciera las especificaciones técnicas a seguir. Esto ha generado que por décadas, desde que se construyó originalmente el acueducto, el sistema se ha venido deteriorando paulatinamente, hasta el punto de incidir en el colapso de la vialidad interna del pueblo, en el suministro de agua de consumo humano para algunas viviendas, entre otros problemas socioeconómicos y culturales.

Por lo descrito anteriormente, la comunidad ha tratado de buscar la solución del problema, acudiendo a organismos como DINFRA donde han encontrado inconvenientes a la hora de formular el proyecto. En virtud de la situación, se solicitó apoyo técnico a la Universidad de Los Andes - Núcleo Universitario Rafael Rangel específicamente al departamento de Ingeniería para la formulación de un proyecto que permitiera la evaluación técnica preliminar de la red de aguas blancas existentes para determinar las causas del desabastecimiento de agua potable en esa población, fortaleciéndose así los lazos entre la universidad y las comunidades, además se da cumplimiento al artículo 2 del reglamento del servicio comunitario del estudiante de Universidad de Los Andes y contribuya al desarrollo rural de la región trujillana.

Para realizar la evaluación cabe plantearse las siguientes interrogantes ¿Qué condiciones presenta la línea de aducción?, ¿Cuál es la demanda de la población?, ¿Cuál es la oferta de la línea de aducción?, ¿la oferta cubrirá en su totalidad el consumo de la población? ¿Qué capacidad tiene las instalaciones

del sistema? Para dar respuestas a estas preguntas se trazaron los siguientes objetivos:

1.2) Objetivos de la investigación:

1.2.1) Objetivo general.

Evaluar desde el punto de vista técnico la red de distribución de agua potable en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó, estado Trujillo, en su fase preliminar.

1.2.2) Objetivos específicos.

- Realizar el Inventario de la línea de aducción existente.
- Determinar la oferta en la línea de aducción principal.
- Establecer la demanda de agua para consumo humano del centro poblado
- Identificar la capacidad instalada del sistema

1.3) Justificación de la investigación:

El centro poblado Tostos se encuentra localizado entre las poblaciones de Boconó y Niquitao. El mismo cuenta con potencial agroturístico que se pone en manifiesto en temporadas de Semana Santa donde se celebra el muy conocido Viacrucis viviente, tradición que atrae a visitantes del interior del país.

Desde el punto de vista social la evaluación sirve como ante-proyecto que de ser consolidado y ejecutado, beneficiara a doscientos ochenta y seis (286) familias que conforman una población aproximada de mil cuatrocientos treinta (1430) habitantes, así como los usuarios de la escuela y liceo bolivariano, ambulatorio, puesto policial, prefectura y comercios del sector. Además el buen servicio de agua potable atraería a turistas ofreciendo un mejor confort para cubrir sus necesidades.

Desde la perspectiva ambiental, existirá un mejor manejo del recurso agua optimizando el uso del vital líquido sin ocasionar desperdicios, controlando así las fugas que han ocasionado el colapso de la vialidad en la parte baja del centro poblado y han puesto en peligro la integridad física de las viviendas y sus habitantes.

1.4) Delimitación de la investigación:

Esta evaluación se enmarca dentro de la microcuenca Quebrada El Molino, debido a que la quebrada Curandá (fuente de abastecimiento), pertenece a esta microcuenca.

También se concentra en el centro poblado Tostos, parroquia San José del municipio Boconó, por ser la comunidad beneficiada de este sistema de abastecimiento.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1) Antecedentes.

Rodríguez M. Y Ruiz J. (2008). “Realizaron una estimación preliminar de la oferta de agua en las micro cuencas Quebrada El Cacho y Mucumbas como fuentes de suministro de la población de Timotes, estado Mérida Esta investigación surge por la problemática que se presenta en la mencionada población en cuanto al abastecimiento de agua potable, ya que en la actualidad se ha originado deficiencia de la calidad y continuidad en el servicio. Debido a esto, la empresa Aguas de Mérida C.A. ameritaba tener información de la oferta de agua de las principales fuentes de abastecimiento puesto que presenta problemas con la comunidad debido al racionamiento continuo del servicio. Se realizaron aforos semanales y análisis físico, químico y bacteriológico al agua para determinar la oferta y calidad de la misma, de esta manera tratar de buscar el porqué el problema de desabastecimiento en esta población”. Contribuyendo con la elección del tipo de aforo para el cálculo del caudal.

Ponce D. Carmen (2008). “Elaboro una evaluación de la disponibilidad del agua como base para la planificación de su uso en la población de Mendoza, subcuenta del rio Momboy, municipio Valera, estado Trujillo, para ello fue necesario determinar la cantidad de agua presente en el área, debiendo conocer el balance oferta-demanda hídrica de la microcuenca Quebrada La Mocojón, la cual abastece de agua potable a la comunidad, aparte de esto se incorporaron los aspectos legales y se realizaron aforos volumétricos, encuestas para identificar y describir los usuarios de las aguas, luego se determino la demanda hídrica de la microcuenca y la cuenca de interés, definida por el sitio de toma del acueducto de Mendoza Fría, en base a los datos de escurrimiento mensuales simulados para la subcuenta del rio Momboy, generados por la Empresa Regional del Sistema Hidráulico Trujillano, ERSHT

(1996).por lo tanto la oferta de agua obtenida para la microcuenca Quebrada La Mocojo, aun cuando es un dato real cuantificable, para estudios y/o proyecto posteriores, los caudales señalados deben ser tomados con cautela, ya que para un proyecto de agua potable se debe tener certeza.” Dicha información sirvió como base para la elaboración del marco legal y posteriormente se utilizó para el cálculo de la demanda.

León A y Quintana G (2008). Realizaron una propuesta de aprovechamiento sustentable del recurso hídrico, municipio Juan Antonio Sotillo, estado Anzoátegui. “En los centros urbanos de mayor desarrollo como Puerto La Cruz Barcelona, Lecherías y Guanta resulta un compromiso de envergadura cubrir las demandas que genera la población al sistema de abastecimiento de agua, esta deficiencia en el suministro a dado lugar a una baja calidad de vida, considerando que son áreas urbanas las de mayor presencia de industrias, comercios, servicios y actividades turísticas recreacionales, los problemas del suministro del agua están relacionados con su gestión manejo, existe abundancia del recurso en el aspecto físico natural para la cuenca del Rio Neverí y por ende para el municipio. Es ineludible conocer las causas de esta deficiencia, para generar la propuesta más adecuada a la problemática”. Aportando ideas para el cálculo de la demanda.

Linares C. Eliana (2007). “Diseñó y construyó un equipo para aforos de tuberías del laboratorio de hidráulica del Núcleo Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes, permitiendo visualizar las condiciones que presenta el flujo turbulento, por ser el tipo de flujo considerado en los diseños hidráulicos para determinar el coeficiente de gasto y la velocidad de salida real que circula en una tubería en el momento dado bajo ciertas condiciones hidráulicas”. Contribuyendo con los tipos de métodos aplicados para el cálculo del caudal.

2.2) Bases teóricas:

El recurso agua es un elemento de primera necesidad, por lo que se requiere un eficaz abastecimiento ya que es de gran importancia para la economía y el desarrollo de una población. La escasa o mala calidad del agua afecta de manera negativa tanto a la salud de la población como al desarrollo agrícola, agroturístico, industrial y en general a todo el proceso productivo. Para lograr un buen abastecimiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

2.2.1) Sistema de abastecimiento de agua: Se entiende por sistema de abastecimiento de agua potable, al conjunto de obras civiles, equipos e instalaciones mecánicas para captar las aguas disponibles en las fuentes, conducir las hasta la planta de potabilización y tratarlas para que puedan ser ofrecidas al centro de consumo. El sistema de distribución, por consiguiente, no forma parte del sistema de abastecimiento. (INOS, ob cit). Es preciso resaltar si en la fuente de agua no presenta ningún tipo de contaminación no es necesario la planta potabilizadora.

2.2.2) Fuente de abastecimiento: Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño. En la selección de las fuentes juegan un papel importante los datos o registros hidrológicos disponibles y las determinaciones estadísticas, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua requerida para el día más crítico (Día de Máximo Consumo).

Los diferentes tipos y características de fuentes, o su ocurrencia y presentación en la naturaleza (aguas superficiales, subterráneas y de lluvias

2.2.3) Obra de captación: Es toda obra diseñada para la captación de agua y será dependiente del tipo de fuente y de las características particulares, su diseño será ajustado a las características de la fuente.

2.2.4) *Dique y embalse*: Cuando los cursos naturales de agua superficiales no son suficientes para satisfacer las demandas impuestas por el abastecimiento para poblaciones, por los caudales mínimos para irrigación de zonas agrícolas o navegación, o para mantener la producción necesaria de energía eléctrica, en una planta hidroeléctrica, se requiere establecer un sistema de regulación del curso, de manera que satisfaga esos requisitos. Adicionalmente, las hoyas hidrográficas de esos cursos poseen características que permiten que las precipitaciones pluviales, con carácter de tormenta, produzcan el desplazamiento superficial de flujos que rebasan sus lechos naturales, produciendo inundaciones con los correspondientes daños. En tales casos, la solución más factible es la de interponerle al curso, en sitio adecuado, una barrera artificial que remanse hasta ciertos límites esas aguas y que pueda también conservar un volumen de remanso adicional para el caso de regular los flujos de crecidas. (Rivas G, 1987)

2.2.5) *Línea de aducción*: Definida como la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Ello puede verse afectado además por situaciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o por el contrario, precisen de sistema de bombeo.

La mayoría de las veces el agua es conducida en tuberías a presión, bien sea por gravedad o con la ayuda de bombas. Algunas veces, a lo largo de canales abiertos, puente-canales y túneles. El tipo de conducto que se adopta depende de la topografía general del terreno a través del cual se tienden los conductos. (Rivas G, ob cit)

2.2.6) *Estanque de almacenamiento*: Generalmente es elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad.

Captación de agua: Existen tres maneras de captación del agua.

a) Captación de agua de lluvia:

El agua de lluvia es de las más puras que encontramos en la naturaleza, por ser prácticamente agua destilada, con la ventaja de que, al caer, como lo hace desde una altura bastante grande, su aireación es muy eficaz, desapareciendo casi por completo el sabor desagradable del agua destilada. Esta pureza no es absoluta por los gérmenes que pueden estar flotando en la atmosfera y también el polvo e impurezas existentes en la superficie de recogida, sobre todo después de un periodo de sequía.

La superficie de recogida que normalmente se emplea es la de de los tejados y azoteas de las viviendas disponiendo cuidadosamente los bajantes, así como los canalones de recogida que se sitúan en los aleros y cornisas. Estos canalones se construyen casi siempre con zinc y debe dárseles un mínimo de un 1% de pendiente hacia el punto donde arranca el bajante.

También se utiliza como superficie de recogida una era o terreno provisto de un revestimiento de asfalto, empedrado y hormigón. Dichas superficie se circunda con un muro, a fin que sea inaccesible, especialmente para los animales y no puedan depositarse en ella inmundicias. Se le suele dar la forma circular que, a igual superficie, exige menos perímetro, para ahorrar cerramiento.

Es conveniente no conducir a la cisterna el agua que cae durante los primeros momentos de lluvia, ya que arrastra las impurezas depositadas en las superficies colectoras, máximo cuando hace tiempo que no ha llovido. Hay numerosos dispositivos cuyo objeto es impedir que penetren en la cisterna las primeras aguas caídas.

b) Captación de corrientes superficiales

➤ *Ríos y arroyos:* las aguas de ríos tienen la misma procedencia que las de lagos, es decir, que con la aportación generalmente inicial de manantiales o fuentes, a menudo muy importantes, se ven incrementadas a lo largo de toda la cuenca por el escurrido de las aguas pluviales. Los arroyos contribuyen también a aumentar el caudal de los que son tributarios.

La toma de agua en los ríos se procurará instalar en lugar alejado de núcleos habitados, y siempre aguas arriba de los mismos, ya que en la proximidad de los lugares habitados se vierten en los ríos las aguas residuales. Además, los habitantes de las poblaciones rurales abreven el ganado en los ríos. De todas maneras, no deben utilizarse estas aguas para la alimentación humana, sin una adecuada filtración y esterilización (Ortega, 1968).

➤ *Lagos y estanques*: las aguas de lagos y estanques provienen de la acumulación de aguas pluviales que han corrido sobre un terreno impermeable para unirse en aquel punto. Generalmente a ellas van mezcladas las de manantiales cercanos. Casi siempre contienen materias en disolución y suspensión, no debiendo usarse sin haber sido analizada anteriormente.

El agua de los lagos suele ser mas limpia que la de los ríos, pero su superficie se clienta mucho en verano, por lo que, la tubería de toma debe disponerse de bastante profundidad, obteniéndose así un agua cuya temperatura resulte bastante fresca. Hay que situar en el extremo de esta tubería de toma un colador, con objeto de que no penetren en ella impurezas de gran tamaño. La captación se ejecuta de forma semejante a la de los ríos (Ortega, ob cit).

c) Captación de aguas subterráneas:

Las aguas subterráneas proceden de la filtración en el terreno del agua meteórica. Esta agua al penetrar en el suelo va descendiendo por acción de la gravedad hasta alcanzar un estrato impermeable sobre el cual discurre constituyendo una capa acuífera subterránea.

Estas capas acuíferas pueden emerger espontáneamente sobre el terreno formando manantiales o fuentes; otras veces hay que buscar el agua directamente en dichas capas por medio de pozos y galerías.

➤ *Manantiales o fuentes*: El agua de manantial es generalmente muy pura, debido a que casi siempre el origen del mismo suele estar muy distante y el agua al atravesar el terreno experimenta una filtración muy eficaz.

Los trabajos que es preciso ejecutar para captar un manantial dependen de la configuración del terreno, del modo con que las aguas se presentan y del volumen de éstas que se desea recoger.

La obra de captación deberá ser de tal índole que impidan las posibles contaminaciones, como por ejemplo, la infiltración de aguas superficiales durante los periodos de lluvia. Para ello, la toma tendrá lugar por lo menos a dos metros de profundidad y se impermeabilizaran la cubierta y paredes exteriores del depósito.

El depósito de captación, ha de estar provisto de un rebosadero del exceso de agua y un desagüe de fondo para facilitar su limpieza, así como de un registro. (Ortega, ob cit).

➤ *Pozos:* Los pozos más usuales son los llamados pozos ordinales, que son accesibles, o los que se acostumbran a tener un diámetro de 0.80 a 1.50 metros. Para su construcción se empieza a excavar a mano con pico y pala o mecánicamente el terreno en el sitio elegido. Una vez efectuada la excavación se realiza la elevación de la tierra y el entibado.

Al llegar a la profundidad requerida, se procederá a revestirlo interiormente con fabrica de mampostería o ladrillo, de abajo hacia arriba, retirando las entibaciones a medida que se va ejecutando la obra. Hay que dejar en las paredes unos mechinales o barbacanas, caso de que el agua a utilizar filtre por aquellas. Si la filtración tiene lugar por el fondo, se dejara sin revestir este y se impermeabilizaran las paredes del pozo. Por la parte superior se remata la obra formando brocal. El inconveniente de los pozos ordinario que presenta sin embargo, excelentes servicios en los campos es de encontrarse en la proximidad de las viviendas, las aguas residuales vertidas en el suelo, líquidos procedentes de estercoleros, fosas sépticas, y otros, se filtran en el terreno y atraviesan las paredes de los pozos, contaminando el agua con frecuencia.

Aunque esto puede ser minimizado, con el uso de una bomba sumergible colocada en el interior del pozo, para impulsar el agua por medio de una tubería hasta la vivienda que puede estar a una distancia considerable.

2.2.7) Almacenamiento

2.2.7.1) Cisternas o aljibes:

Según Ortega ob cit. Son depósitos subterráneos de planta rectangular o circular generalmente, en los que se recogen y conservan las aguas pluviales. Las paredes pueden ser de ladrillo o mampostería, revestidas con mortero de cemento para asegurar su impermeabilidad. Sin embargo, el material idóneo para la construcción de cisternas es el hormigón, enlucido interiormente con un buen mortero de cemento en el haya agregado el agua amasado, alguno de los productos impermeabilizantes tan corrientes hoy en nuestros mercados.

2.2.7.2) Depósitos enterrados:

Los depósitos enterrados conservan el agua a temperatura constante y están protegidos contra cualquier accidente o mala voluntad.

Según la forma de su planta, los depósitos pueden ser rectangulares, circulares o poligonales. Este tipo de depósito permite reducir el espesor de las paredes, ya que la presión ejercida por el agua en su interior queda equilibrada por el empuje de las tierras que lo rodean.

2.2.8) Red de distribución:

La distribución del agua almacenada en los depósitos hasta los edificios de la población, se verifica mediante una red de tuberías dispuestas por las diferentes calles.

En las redes de distribución se utilizan tuberías de idénticos materiales que en líneas de conducción. Estas tuberías se colocan enterradas a una profundidad de 0.60 a 1 metro por lo menos, como protección contra heladas.

La red de distribución puede presentar de dos tipos que son la ramificada o la reticulada.

➤ *La red de distribución ramificada:* consiste que del depósito sale una cañería maestra que se va subdividiendo en otras canalizaciones secundarias, y éstas, a su vez, en otras de menor succión. El agua puede circular más que en un solo sentido. La red ramificada permite una cierta economía en las canalizaciones por razón del menor recorrido.

➤ *La red de distribución reticulada:* se establecen anillos formando circuito cerrado donde el agua se desplaza en una dirección o en otra. De este anillo se derivan los conductos secundarios de la red. La red reticulada es más cara que la ramificada, pero tiene la ventaja de que en caso de reparaciones es posible aislar unos de otros los diversos sectores.

2.2.9) *Válvula ventosa:* Está diseñada para expulsar eficazmente el aire acumulado en tuberías, filtros, tanques y en cualquier lugar donde la presencia de dicho elemento sea perjudicial para el correcto funcionamiento del sistema.

2.2.10) *Válvulas reguladoras de presión:* En líneas de aducción con topografía accidentada, existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de los tramos de tubería. Arocha 1980.

2.2.11) *Demanda de agua:* Es la cantidad de agua potable requerida por los individuos para sus diferentes usos. Según Mora L (2005) Es la cantidad de agua que los usuarios de un sistema de abastecimiento, pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres. De no existir pérdidas o limitaciones en el servicio, el consumo y la demanda deberían ser iguales.

2.2.12) *Consumo:* Se puede definir como la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo poblado para una fecha determinada, en promedio, el conjunto de usuarios de un sistema de abastecimiento que podrá utilizar; de acuerdo con la capacidad del sistema de distribución, para satisfacer demandas determinadas por sus verdaderos usos y costumbres. (Mora ob cit)

Por otra parte las *dotaciones* es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo poblado. Generalmente se expresa en litros por personas por día. La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables de los usos que conforman el abastecimiento poblacional, incluyendo en ellos las pérdidas en la red.

2.2.13) *Oferta de agua*: Corresponde a los volúmenes de agua potable que pueden ser puestos al alcance del centro de consumo en la oportunidad, cantidad y calidad requeridas. La oferta está determinada por la capacidad máxima de las instalaciones que componen el sistema de abastecimiento, pero no puede ser mayor que la disponibilidad de agua de la fuente, debido a que la disponibilidad es un requerimiento necesario en la gestión del recurso agua lo representa el conocimiento de sus disponibilidades. Para (Amisal, 1982) el objetivo de la predicción de las disponibilidades de agua es determinar el origen, la ocurrencia, la calidad y variabilidad en el tiempo y espacio del agua para el control y uso. Corresponde a los volúmenes de agua que pueden ser extraídos de la fuente con 95% de garantía en el tiempo, es decir, con una probabilidad de falla anual del 5% (I.N.O.S., 1985)

2.2.14) *La calidad del agua*

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal. El agua es indispensable para la vida. Su calidad está íntimamente relacionada con el nivel de vida y sanitario de un país. El agua puede considerarse de buena calidad cuando es saludable y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores (Agua de consumo humano, 2008)

El agua para consumo se refiere a:

- Las aguas utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos.
- Las utilizadas en la industria alimentaria (elaboración de alimentos y limpieza de superficies).
- Las suministradas en una actividad comercial o pública (ejemplo: tiendas, centros comerciales, hoteles, casas rurales, restaurantes, entre otros), con independencia del volumen de agua suministrado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el documento *Estándares de Calidad del Agua Potable* (2008), establece unas directrices para la calidad del agua potable que son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable, cuyo objetivo es que ayude a los reguladores y proveedores a garantizar y mejorar la calidad del agua. Las nuevas condiciones permitirán adoptar nuevas medidas de salud pública para enfocar la prevención de la contaminación microbiana y química de las provisiones de agua.

En las tablas siguientes se presentan las directrices, según los Compuestos orgánicos, pesticidas, Desinfectantes y subproductos de desinfectantes.

Tabla 1 Directrices de la OMS para la calidad del agua potable

Elemento/ sustancia	Símbolo/ fórmula	Valores normales en aguas dulces/superficiales/subterráneas	Directriz de la OMS basada en la salud
Aluminio	Al		0,2 mg/l
Amonio	NH ₄	< 0,2 mg/l (hasta 0,3 mg/l en aguas anaeróbicas)	No hay directriz
Antimonio	Sb	< 4 µg/l	0,005 mg/l
Arsénico	As		0,01 mg/l
Asbestos			No hay directriz
Bario	Ba		0,3 mg/l
Berilio	Be	< 1 µg/l	No hay directriz
Boro	B	< 1 mg/l	0,3 mg/l
Cadmio	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
Cloro	Cl		250 mg/l
Cromo	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	< 2 µg/l	0,05 mg/l
Color			No se menciona
Cobre	Cu		2 mg/l
Cianuro	CN ⁻		0,07 mg/l
Oxígeno disuelto	O ₂		No hay directriz
Flúor	F	< 1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
Dureza	mg/l CaCO ₃		No hay directriz
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S		No hay directriz
Hierro	Fe	0,5 – 50 mg/l	No hay directriz
Plomo	Pb		0,01 mg/l
Manganeso	Mn		0,5 mg/l
Mercurio	Hg	< 0,5 µg/l	0,001 mg/l
Molibdeno	Mo	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
Níquel	Ni	< 0,02 mg/l	0,02 mg/l
Nitratos y nitritos	NO ₃ , NO ₂		50 mg/l nitrógeno total
Turbidez			No se menciona
pH			No hay directriz
Selenio	Se	< < 0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plata	Ag	5 – 50 µg/l	No hay directriz
Sodio	Na	< 20 mg/l	200 mg/l
Sulfato	SO ₄		500 mg/l
Estaño inorgánico	Sn		No hay directriz
SDT			No hay directriz
Uranio	U		1,4 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS, 2008

Tabla 2 Compuestos orgánicos

Grupo	Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud	
Alcanos clorinados	Tetracloruro de carbono	$C Cl_4$	2 $\mu g/l$	
	Diclorometano	$C H_2 Cl_2$	20 $\mu g/l$	
	1,1-Dicloroetano	$C_2 H_4 Cl_2$	No hay directriz	
	1,2-Dicloroetano	$Cl CH_2 CH_2 Cl$	30 $\mu g/l$	
	1,1,1-Tricloroetano	$CH_3 C Cl_3$	2000 $\mu g/l$	
Etenos clorinados	1,1-Dicloroetano	$C_2 H_2 Cl_2$	30 $\mu g/l$	
	1,2-Dicloroetano	$C_2 H_2 Cl_2$	50 $\mu g/l$	
	Tricloroetano	$C_2 H Cl_3$	70 $\mu g/l$	
	Tetracloroetano	$C_2 Cl_4$	40 $\mu g/l$	
Hidrocarburos aromáticos	Benceno	$C_6 H_6$	10 $\mu g/l$	
	Tolueno	$C_7 H_8$	700 $\mu g/l$	
	Xilenos	$C_8 H_{10}$	500 $\mu g/l$	
	Etilbenceno	$C_8 H_{10}$	300 $\mu g/l$	
	Estireno	$C_8 H_8$	20 $\mu g/l$	
	Hidrocarburos Polinucleares Aromáticos (PAHs)	$C_2 H_3 N_1 O_5 P_{1-3}$	0.7 $\mu g/l$	
Bencenos clorinados	Monoclorobenceno (MCB)	$C_6 H_5 Cl$	300 $\mu g/l$	
	Diclorobencenos (DCBs)	1,2-Diclorobenceno (1,2-DCB)	$C_6 H_4 Cl_2$	1000 $\mu g/l$
		1,3-Diclorobenceno (1,3-DCB)	$C_6 H_4 Cl_2$	No hay directriz
		1,4-Diclorobenceno (1,4-DCB)	$C_6 H_4 Cl_2$	300 $\mu g/l$
	Triclorobencenos (TCBs)	$C_6 H_3 Cl_3$	20 $\mu g/l$	
Constituyentes orgánicos misceláneos	Di(2-etilhexil)adipato (DEHA)	$C_{22} H_{42} O_4$	80 $\mu g/l$	
	Di(2-etilhexil)phtalato (DEHP)	$C_{24} H_{38} O_4$	8 $\mu g/l$	
	Acrilamida	$C_3 H_5 N O$	0.5 $\mu g/l$	
	Epiclorohidrin (ECH)	$C_3 H_5 Cl O$	0.4 $\mu g/l$	
	Hexaclorobutadieno (HCBD)	$C_4 Cl_6$	0.6 $\mu g/l$	
	Ácido etilendiamintetraacético (EDTA)	$C_{10} H_{12} N_2 O_8$	200 $\mu g/l$	
	Ácido nitrilotriacético (NTA)	$N(CH_2COOH)_3$	200 $\mu g/l$	
	Órgano-estaños	Dialkil estaños	$R_2 Sn X_2$	No hay directriz
		Tributil óxido (TBTO)	$C_{24} H_{54} O Sn_2$	2 $\mu g/l$

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS, 2008

Tabla 3 Pesticidas

Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud	
Aaololo	$C_{14} H_{20} Cl N O_2$	20 µg/l	
Aldicarb	$C_7 H_{14} N_2 O_4 S$	10 µg/l	
Aldrín y dieldrín	$C_{12} H_8 Cl_6$ $C_{12} H_8 Cl_6 O$	0.03 µg/l	
Atracina	$C_8 H_{14} Cl N_5$	2 µg/l	
Bentazona	$C_{10} H_{12} N_2 O_3 S$	30 µg/l	
Carbofurano	$C_{12} H_{15} N O_3$	5 µg/l	
Clordano	$C_{10} H_6 Cl_8$	0.2 µg/l	
Clorotolurón	$C_{10} H_{13} Cl N_2 O$	30 µg/l	
DDT	$C_{14} H_9 Cl_5$	2 µg/l	
1,2-Dibromo-3-cloropropano	$C_3 H_5 Br_2 Cl$	1 µg/l	
Ácido 2,4-Diclorophenoxiacético (2,4-D)	$C_8 H_6 Cl_2 O_3$	30 µg/l	
1,2-Dicloropropano	$C_3 H_6 Cl_2$	No hay directriz	
1,3-Dicloropropano	$C_3 H_6 Cl_2$	20 µg/l	
1,3-Dicloropropeno	$CH_3 CHClCH_2 Cl$	No hay directriz	
Dibromuro de etileno (EDB)	$Br CH_2 CH_2 Br$	No hay directriz	
Heptacloro y epóxido de heptacloro	$C_{10} H_5 Cl_7$	0.03 µg/l	
Hexaclorobenzeno (HCB)	$C_{10} H_5 Cl_7 O$	1 µg/l	
Isoproturón	$C_{12} H_{18} N_2 O$	9 µg/l	
Lindano	$C_6 H_6 Cl_6$	2 µg/l	
MCPA	$C_9 H_9 Cl O_3$	2 µg/l	
Metoxicloro	$(C_6 H_4 OCH_3)_2 CHCl_3$	20 µg/l	
Metolacloro	$C_{15} H_{22} Cl N O_2$	10 µg/l	
Molinato	$C_9 H_{17} N O S$	6 µg/l	
Pendimetalín	$C_{13} H_{19} O_4 N_3$	20 µg/l	
Pentaclorofenol (PCP)	$C_6 H Cl_5 O$	9 µg/l	
Permetrin	$C_{21} H_{20} Cl_2 O_3$	20 µg/l	
Propanil	$C_9 H_9 Cl_2 N O$	20 µg/l	
Piridato	$C_{19} H_{23} Cl N_2 O_2 S$	100 µg/l	
Simacina	$C_7 H_{12} Cl N_5$	2 µg/l	
Trifluralín	$C_{13} H_{16} F_3 N_3 O_4$	20 µg/l	
Clorofenoxi herbicidas (excluyendo 2,4-D and MCPA)	2,4-DB	$C_{10} H_{10} Cl_2 O_3$	90 µg/l
	Diclorprop	$C_9 H_8 Cl_2 O_3$	100 µg/l
	Fenoprop	$C_9 H_7 Cl_3 O_3$	9 µg/l
	MCPB	$C_{11} H_{13} Cl O_3$	No hay directriz
	Mecoprop	$C_{10} H_{11} Cl O_3$	10 µg/l
	2,4,5-T	$C_8 H_5 Cl_3 O_3$	9 µg/l

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS, 2008

Tabla 4 Desinfectantes y subproductos de desinfectantes

Grupo	Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud	
Desinfectantes	Cloraminas	$NH_nCl^{(3-n)}$, where $n = 0,$ 1 or 2	3 mg/l	
	Cloro	Cl_2	5 mg/l	
	Dióxido de cloro	ClO_2	No hay directriz	
	Yodo	I_2	No hay directriz	
Subproductos de desinfectantes	Bromato	$Br O_3^-$	25 µg/l	
	Clorato	$Cl O_3^-$	No hay directriz	
	Clorito	$Cl O_2^-$	200 µg/l	
	Clorofenoles	2-Clorofenol (2-CP)	$C_6 H_5 Cl O$	No hay directriz
		2,4-Diclorofenol (2,4-DCP)	$C_6 H_4 Cl_2 O$	No hay directriz
		2,4,6-Triclorofenol (2,4,6-TCP)	$C_6 H_3 Cl_3 O$	200 µg/l
	Formaldehido		$HCHO$	900 µg/l
	MX (3-Cloro-4-diclorometil-5-hidroxi-2(5H)-furanona)		$C_5 H_3 Cl_3 O_3$	No hay directriz
	Trihalometanos	Bromoformo	$C H Br_3$	100 µg/l
		Dibromoclorometano	$CH Br_2 Cl$	100 µg/l
		Bromodiclorometano	$CH Br Cl_2$	60 µg/l
		Cloroformo	$CH Cl_3$	200 µg/l
	Ácidos acéticos clorinados	Ácido monocloroacético	$C_2 H_3 Cl O_2$	No hay directriz
		Ácido dicloroacético	$C_2 H_2 Cl_2 O_2$	50 µg/l
		Ácido tricloroacético	$C_2 H Cl_3 O_2$	100 µg/l
	Hidrato clórico (tricloroacetaldehido)		$C Cl_3 CH(OH)_2$	10 µg/l
	Cloroacetonas		$C_3 H_5 O Cl$	No hay directriz
	Acetonitrilos halogenados	Dicloroacetonitrilo	$C_2 H Cl_2 N$	90 µg/l
		Dibromoacetonitrilo	$C_2 H Br_2 N$	100 µg/l
		Bromocloroacetonitrilo	$CH Cl_2 CN$	No hay directriz
Tricloroacetonitrilo		$C_2 Cl_3 N$	1 µg/l	
Cianuro de cloro		$Cl CN$	70 µg/l	
Cloropicrina		$C Cl_3 NO_2$	No hay directriz	

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS, 2008

Aparte de las directrices establecidas por la OMS, existen límites tolerables para los componentes microbiológicos básicos según la Licitación Pública Nacional e Internacional para la Concesión del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos Aires. A continuación se presentan las tablas con los límites tolerables de coliformes.

Tabla 5 límites tolerables de coliformes. *Agua que entra en el sistema de distribución*

LIMITE TOLERABLE (según método de análisis)			
	Tubos Múltiples Membrana	Filtrante	Presencia-Ausencia
Coliformes totales	<2,2 NPM/100 ML(1)	Ausencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml (3)
Coliformes termoresistentes	<2,2 NPM/100 ML(1)	Ausencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml

Fuente: <http://derecho.itam.mx/cursos/materiales/cursos/CURSO%20DE%20ESPECIALIZACION/matcurso/modulo%202/segundaparte/Anexo%204-%20Anexo%20C%20del%20Contrato%20de%20Concesion.pdf>

Tabla 6 límites tolerables de coliformes, *Agua en la red de distribución*

LIMITE TOLERABLE (según método de análisis)			
	Tubos Múltiples Membrana	Filtrante	Presencia-Ausencia (2)
Coliformes totales	2,2 NPM/100 ML(I)	Ausencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml (3)
Coliformes termoresistentes	2,2 NPM/100 ML(I)	Ausencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml

Fuente: <http://derecho.itam.mx/cursos/materiales/cursos/CURSO%20DE%20ESPECIALIZACION/matcurso/modulo%202/segundaparte/Anexo%204-%20Anexo%20C%20del%20Contrato%20de%20Concesion.pdf>

Para determinar la existencia de bacterias la mayoría de las veces se aplica uno de los métodos más usados que es el llamado **EL METODO DE NUMERO MAS PROBABLE (NMP)**, el cual es una estrategia eficiente de estimación de densidades poblacionales especialmente cuando una evaluación

cuantitativa de células individuales no es factible. La técnica se basa en la determinación de presencia o ausencia (pos o neg) en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de microorganismos presentes en muestras de suelo u otros ambientes. Por lo tanto, un requisito importante de este método es la necesidad de poder reconocer un atributo particular de la población(es) en el medio de crecimiento a utilizarse. El estimado de densidad poblacional se obtiene del patrón de ocurrencia de ese atributo en diluciones seriadas y el uso de una tabla probabilística.

2.3) Bases Legales:

2.3.1) Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

Publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela nº 5453 fecha 24/03/2000.:

Artículo 117: *“Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen,”... La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios...*

Artículo 178: *“Son de la competencia del Municipio el gobierno y administración de sus intereses y la gestión de las materias que le asigne esta Constitución y las leyes nacionales, en cuanto concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, la aplicación de la política referente a la materia inquilinaria con criterios de equidad, justicia y contenido de interés social, de conformidad con la delegación prevista en la ley que rige la materia, la promoción de la participación, y el mejoramiento, en general, de las condiciones de vida de la comunidad, en las siguientes áreas:*

1. Ordenación territorial y urbanística; patrimonio histórico; vivienda de interés social; turismo local; parques y jardines, plazas, balnearios y otros sitios de recreación; arquitectura civil, nomenclatura y ornato público.

6. Servicio de agua potable, electricidad y gas doméstico, alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas...

Artículos 304. *“todas las aguas son bienes del dominio público de la Nación insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenamiento del territorio.”*

2.3.2) Ley de Aguas

En este sentido se observa como ley de Aguas, aprobada mediante Gaceta Oficial Extraordinaria N°38595 de fecha 02/01/2007, presenta como objetivo establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, siendo la misma de carácter estratégico e interés del Estado.

Se plantea en dicho documento de Ley, los principios que rigen la gestión integral de las aguas, los que se enmarcan en el reconocimiento y ratificación de la soberanía plena que ejerce la república sobre las agua y son:

- 1. El acceso al agua es un derecho humano fundamental.*
- 2. El agua es insustituible para la vida, el bienestar humano, el desarrollo social y económico, constituyendo un recurso fundamental para la erradicación de la pobreza y se debe ser manejada respetando la unidad del ciclo hidrológico.*
- 3. El agua es un bien social. El Estado garantizara el acceso al agua a todas las comunidades urbanas, rurales e indígenas, según sus requerimientos.*
- 4. La gestión integral del agua tiene como unidad territorial básica la cuenca hidrográfica.*
- 5. La gestión integral del agua debe efectuarse en forma participativa.*
- 6. El uso y aprovechamiento de las aguas debe ser eficiente, equitativo, óptimo y sostenible.*
- 7. Los usuarios o usuarias de las aguas contribuirán solidariamente con la conservación de la cuenca, para garantizar en el tiempo la cantidad y calidad de las aguas.*
- 8. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar la conservación de las fuentes de aguas, tanto superficiales como subterráneas.*
- 9. En garantía de la soberanía y la seguridad nacional no podrá otorgarse el aprovechamiento del agua en ningún momento ni lugar, en cualquiera de*

sus fuentes, a empresas extranjeras que no tengan domicilio legal en el país.

10. Las aguas por ser bienes del dominio público no podrán formar parte del dominio privado de ninguna persona natural o jurídica.

11. La conservación del agua en cualquiera de sus fuentes y estados físicos, prevalecerá sobre cualquier otro interés de carácter económico o social.

12. Las aguas, por ser parte del patrimonio natural y soberanía de los pueblos, representa u instrumento para la paz entre otras naciones.

2.3.3) Ley orgánica para Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (20-11-2001)

La presente Ley tiene como lineamiento lo siguiente:

Artículo 1: “la presente ley tiene por objeto regular la prestación de los públicos de agua potable y de saneamiento, establecer el régimen de fiscalización, control y evaluación de tales servicios y promover su desarrollo, en beneficio general de los ciudadanos, de la salud pública, la preservación de los recursos hídricos y la protección del ambiente, en concordancia con la política sanitaria y ambiental que en esta materia dicte el Poder Ejecutivo Nacional y con los planes de desarrollo económico y social de la Nación.

Dentro de los objetivos de ley se citan:

Artículo 5: “objetivos específicos de la Ley. Los objetivos específicos de esta ley son los siguientes:

a. Dotar al sector agua potable y saneamiento de una nueva institucionalidad, con adecuada asignación de competencias, responsabilidades, deberes y derechos...

c. establecer y proteger los derechos de los suscriptores;

g. establecer criterios para la prestación de los servicios en el área rural y en desarrollos no controlados, promoviendo la constitución de modelos de gestión apropiados...”

En cuanto a la definición de los servicios el artículo 6 contempla:

Artículo 6: "definición de los servicios. A los efectos de esta ley se entiende por servicio público de agua potable, la entrega de agua a los suscriptores o usuarios mediante la utilización de tuberías de agua apta para consumo humano, incluyendo su conexión y medición, así como los procesos asociados de captación, conducción, almacenamiento y potabilización; y se entiende por servicio público de saneamiento, la recolección por tuberías de las aguas servidas de los domicilios incluyendo su conexión, así como los procesos asociados de conducción, tratamiento y disposición final de dichas aguas servidas..."

En lo que se refiere a la competencia la Ley es muy clara considerando lo siguiente:

Artículo 11. "Competencia de los municipios y distritos metropolitanos. Corresponde a los municipios y distritos metropolitanos, la prestación y control de los servicios de agua potable y de saneamiento. En particular, deberán:

- a. Prestar directamente o a través de terceros, de manera eficiente los servicios de agua potable y de saneamiento, de acuerdo con las políticas, estrategias y normas fijadas por el Poder Ejecutivo Nacional;*
- c. someter a la consideración de las comunidades, en cabildos abiertos, los programas de inversión para el desarrollo de los servicios;*
- f. Reglamentar la prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento mediante la respectiva ordenanza, con base en la presente Ley y en las directrices que al efecto establezca a la superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento.*
- j. Aportar total o parcialmente los recursos financieros para la construcción de obras o instalaciones de infraestructuras hidráulicas o sanitarias que estén contempladas en los planes del desarrollo del sector de carácter local;*
- k. Promover y apoyar programas educativos y de inducción acerca de la necesidad del uso eficiente del agua y del pago oportuno de la tarifa que se establezca para la prestación de los servicios..."*

- l. promover la participación de los suscriptores, a través de las Mesas Técnicas de Agua, en la supervisión, fiscalización y control de la prestación de los servicios objeto de esta Ley;*
- m. promover la organización y capacitación de comunidades rurales e indígenas definiendo modalidades de gestión o cogestión, para la administración de los sistemas de agua potable y de saneamiento*

En cuanto a la prestación de los servicios la Ley dice lo siguiente:

Artículo 35. “Los procesos asociados a la prestación de los servicios de Agua Potable y de Saneamiento, a las cuales se refiere la presente Ley”, son los siguientes:

Producción: incluye la captación de agua, ya sea a partir de cursos superficiales, de embalses, de lagos o acuíferos, su subsiguiente potabilización y su conducción hasta las redes de distribución;

Distribución de Agua Potable: incluye el suministro de agua potable a través de las redes de distribución, hasta su entrega a las conexiones de los usuarios finales;

Recolección de Aguas Servidas: incluye la recolección de las aguas servidas desde los puntos de conexión con los usuarios hasta los puntos de entrega para su tratamiento o disposición final;

Disposición de Aguas Servidas: incluye el tratamiento o depuración de las aguas residuales y su posterior conducción hasta los sitios de descarga;

Artículo 36.” Los servicios de Agua Potable y de Saneamiento deberán ser prestados en condiciones que garanticen su calidad, generalidad y costo eficiente. Los prestadores de los servicios deberán garantizar la calidad de los mismos, de acuerdo a las normas dictadas por la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento, y según las disposiciones del correspondiente contrato o de la ordenanza respectiva, sin perjuicio de la acción fiscalizadora de la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento y de los municipios con atribuciones de control sobre los servicios”

De los acueductos rurales la ley habla lo siguiente:

Artículo 41. La prestación de los servicios en los Acueductos Rurales deberá cumplir las normas y estándares mínimos de calidad del agua y las de diseño, administración, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones, que al efecto dicte el Poder Ejecutivo Nacional.

En los capítulos VII de los usuarios y los suscriptores, se tiene lo considerado en los siguientes artículos:

Artículo 75: “las mesas técnicas de agua. Los suscriptores de los servicios podrán constituir asociaciones, de conformidad con le Código Civil y las demás leyes, con el objeto de conocer la gestión de servicios, opinar sobre las propuestas de inversión ante las autoridades nacionales, estadales y municipales, así como la evaluación y supervisión de obras destinadas a la prestación de los servicios, de acuerdo a la preceptuado en la presente Ley y su Reglamento. Estas asociaciones se denominaran Mesas Técnicas de Aguas...”

Por su parte el municipio bajo la orientación de la Superintendencia Nacional de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento, dictara el reglamento de funcionamiento de las Mesas Técnicas de Agua. Finalmente la referida Mesa tendrá las funciones de: representar a las comunidades y grupos vecinales organizados ante los servicios prestados; colaborar con los prestadores de los servicios los planes que pudieran concederse a los suscriptores para el pago de la prestación de los servicios y así resolver las deficiencias o fallas que pudiesen existir; entre otros

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1) Cuadro 1: Mapa de variables

Objetivo General: Evaluar desde el punto de vista técnico la red de distribución de agua potable en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó, estado Trujillo, en su fase preliminar			
Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
➤ Inventario de la línea de aducción principal	Averías	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Accesorios ✓ Soportes ✓ Ventosa ✓ Obras de captación o almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones • Existencia • Material • Volumen
➤ Establecer la demanda de agua para consumo humano del centro poblado	Gasto Y Fuga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumo diario ✓ Área de jardines ✓ Lavado de pisos ✓ Lavado de vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de instrucción • Tipo de vivienda • Uso del agua al realizar actividades con ella.
➤ Determinar la oferta de la línea de aducción	Caudal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Línea de aducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Aforos • Cálculo del caudal disponible
➤ Capacidad de las instalaciones	Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Línea de aducción ✓ Red de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda • Oferta • Comportamiento hidráulico de la red

Fuente: Sarmiento, 2010

3.2) Tipo de investigación:

Según (Hernández, Fernández y Baptista 1998) “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de las personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, mientras que los correlacionales tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables”. En cuanto a esta investigación es de tipo descriptivo, porque especifica las características de la línea de aducción, la oferta, demanda y capacidad instalada del sistema, cabe destacar que una parte de la investigación es de tipo correlacional porque se relaciona las variables antes mencionadas con el uso que la población le da al recurso.

3.3) Diseño de la investigación:

(Balestrini 2002) De manera primaria el tipo de diseño de la investigación en relación con la recolección de datos se clasifica en diseño de campo no experimental porque se observan y recolectan los datos directamente de la realidad en situación natural. El diseño no experimental a su vez se clasifica es transeccional descriptivo puesto que tiene como “objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables en una determinada situación”, en el caso de esta investigación se calculó el valor de la oferta y la demanda de agua, por otra parte se clasifica en transeccional correlacional porque “describe relaciones entre dos o más variables en uno o más grupos de personas, en una determinada situación espacial”, en esta investigación ocurre al relacionar la oferta con la demanda, el consumo con el tipo de vivienda y el nivel de instrucción de la población.

A continuación se presenta un esquema resumen del diseño de la investigación:

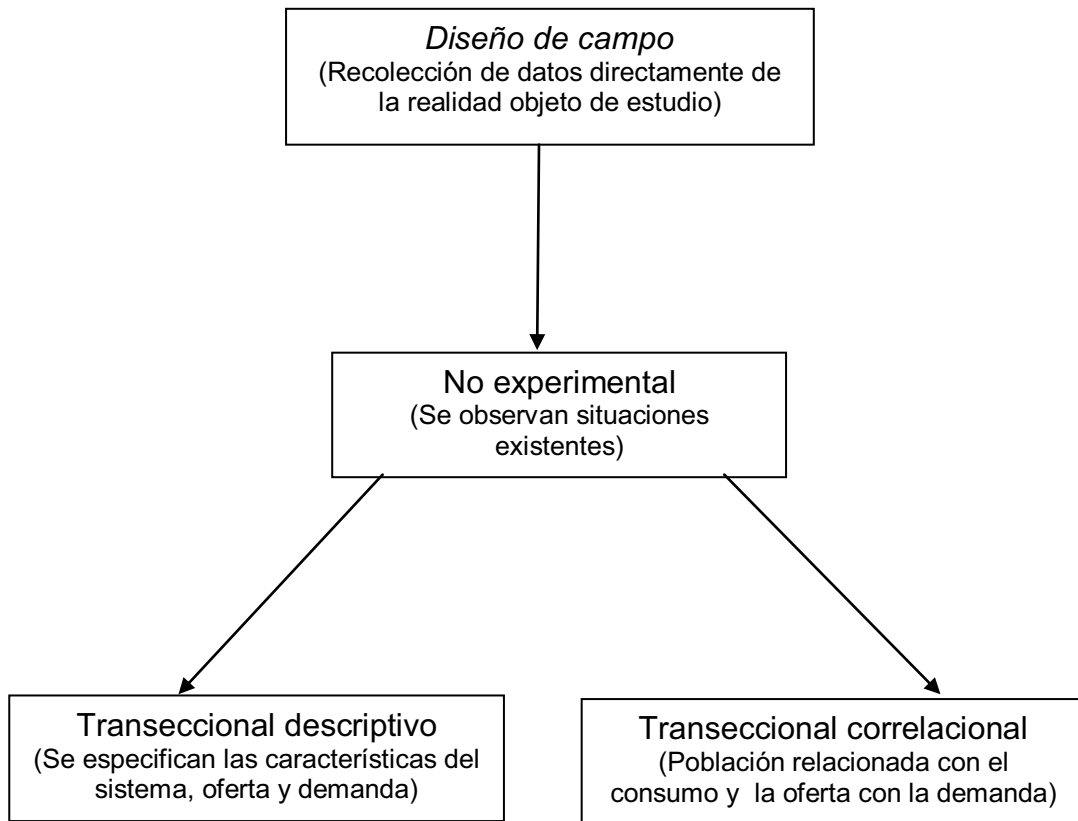


Figura 1: Esquema Del Diseño De La Investigación

3.4) Población:

Según Arias (2006), es “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”. Se puede decir que es la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación; en esta investigación la población la constituye los habitantes del centro poblado Tostos, que cuenta con 286 viviendas y 1430 habitantes.

3.5) Muestra:

Según Arias ob cit es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”; en otras palabras, es la porción considerable de la población objeto de estudio, para la muestra de la población objeto de estudio se utilizó un muestreo estratificado

3.6) Instrumentos de recolección de Información.

La investigación se realizará a través de la observación directa de la realidad exigiendo respuesta directa de los sujetos estudiados, donde se interrogarán a las personas mediante entrevistas escritas usando la encuesta específicamente el cuestionario.

3.7) Descripción de los Instrumentos y Técnicas de Recolección de Datos.

Los instrumentos según Arias ob cit “es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”, esto quiere decir que es el medio utilizado para recolectar la información, para esta investigación el instrumento utilizado fue el cuestionario que según el autor citado consiste en “una encuesta que se realiza de forma escrita mediante un formato en papel contentivo de una serie de preguntas”.

De igual manera las técnicas son los procedimientos o forma particular de obtener datos o información, en este proyecto se utilizó como técnica la encuesta escrita, que es aquella que se utiliza mediante el cuestionario, la aplicada en la investigación consta de cuatro interrogantes realizadas de manera mixta, es decir, abiertas y cerradas.

3.8) Análisis e Interpretación de los Resultados.

El objetivo de este punto es resumir las observaciones llevadas a cabo de forma tal que proporcionen respuestas a las interrogantes planteadas, de manera que se reduzcan los datos y se puedan comprender para luego interpretarlos; en esta investigación luego de aplicar el instrumento y obtenerse los resultados se procedió a crear una base de datos en el programa estadístico SPSS 15.0, obteniendo el análisis de resultados en gráficas de tortas y las comparaciones de variables en gráficas de barras

3.9) Procedimiento de campo:

En el siguiente organigrama se presenta de manera práctica el procedimiento de los objetivos específicos desarrollados para el cumplimiento del objetivo general

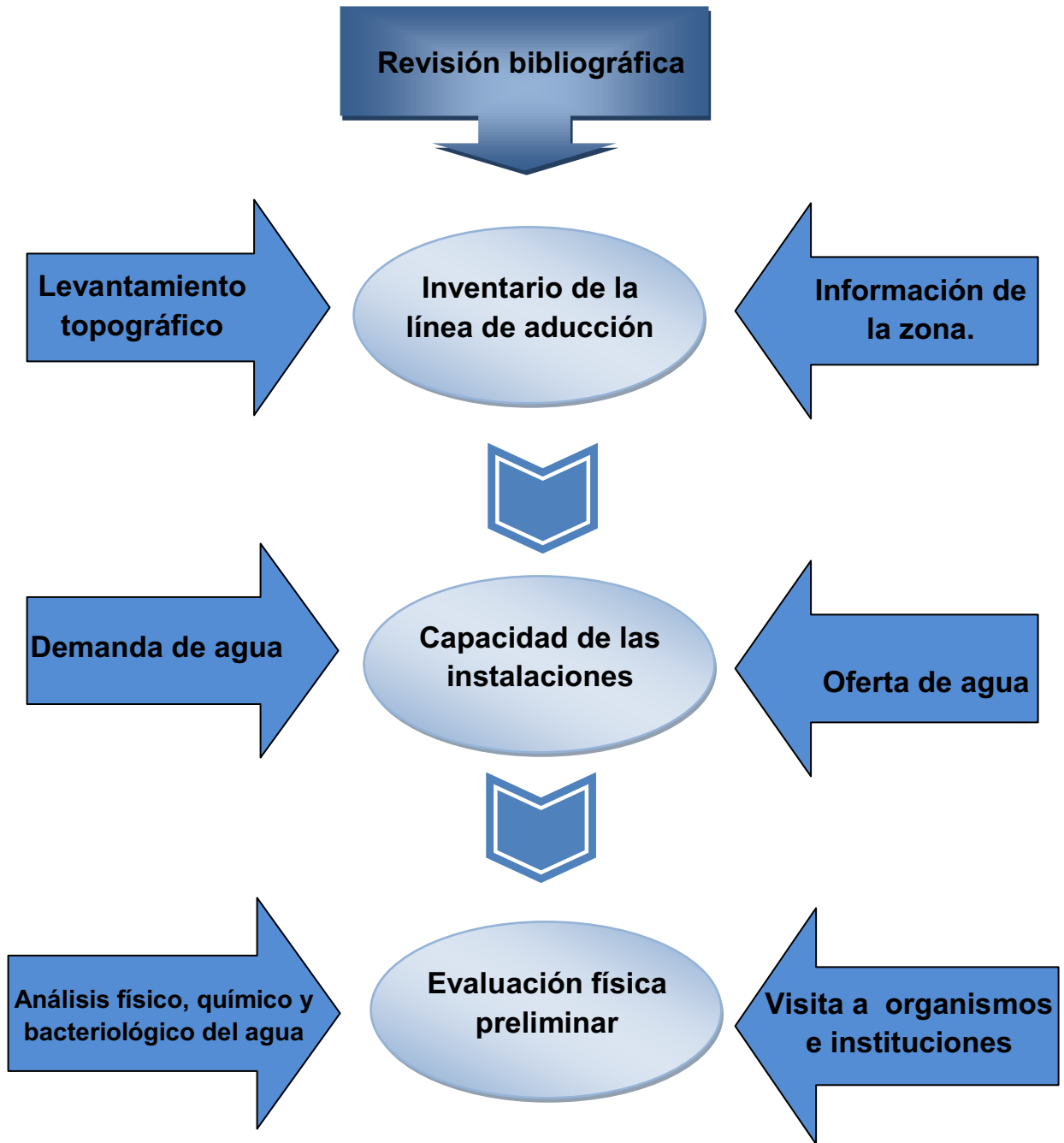


Figura 2: Organigrama Del Marco Metodológico

3.9.1) Revisión Bibliográfica

Se realizó una recopilación del material necesario para la elaboración del trabajo tales como información general de la zona, suministrados por el centro de Ecología de Boconó, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (M.P.P.A.), Alcaldía del municipio Boconó, además de libros encontrados en la Biblioteca Aquiles Nazoa de la Universidad de Los Andes, en la maestría de Desarrollo Regional y guías del CIDIAT, que describen herramientas, técnicas utilizadas en trabajos relacionados con agua potable que ayudan a incorporar variables necesarias, como las características que debe tener el agua potable, red de distribución, almacenamiento, tipos de aforos para calcular la oferta e instrumentos aplicables para determinar la demanda.

Además se contó con los registros meteorológicos aportados por el Ministerio del poder popular para el Ambiente (M.P.P.A.) acompañados de mapas que se deben considerar para la elaboración de una evaluación; y la información aportada por la comunidad referente a las actividades económicas y festividades que se realizan en la zona.

3.9.2) Información de la zona.

La información se obtuvo mediante visitas a organismos públicos como el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Alcaldía del municipio Boconó, el centro de ecología, y los habitantes de la zona, aparte de las observaciones en campo durante el levantamiento topográfico, que permitieron la localización de las tuberías existentes.

3.9.2.1) Reseña histórica de Tostos

Fue fundada en 1621, en las tierras llamadas de Buyaqui, que comprendían las vegas de Buyaqui, loma Mapen (posiblemente actual loma de San José), Esdora y Barzal. Los caciques de más nombre fueron Tostos, Tiranda y Tomón. La primera iglesia de tejas y provista de ornamentos la tuvo Tostos en el año 1717. Su nombre actual Parroquia San José y se encuentra situado sobre una meseta de 150.000m² aproximadamente, su altura es de 1.374msnm y una temperatura media de 18.3°C y a 13 Km, de Boconó por vía pavimentada. Es un pueblo de amplio movimiento cultural y su principal manifestación folklórica son “Los Indios de Tostos” baile de origen indígena que escenifica la curación esotérica realizada por la tribu de los tostoses a sus enfermos.

En cuanto a las fiestas religiosas en la comunidad se celebra San José el 19 de Marzo y San Isidro el 15 de Mayo. También es notorio “el viacrucis viviente”, ya famoso a nivel nacional, el cual se presenta el viernes Santo de cada año.

El plato típico de esta región es la sopa de arvejas con cambur negro y el sancocho de gallina criolla, plato que se adquieren en los restaurantes de la localidad, por encargo.

3.9.2.2) Ubicación del Área de Estudio

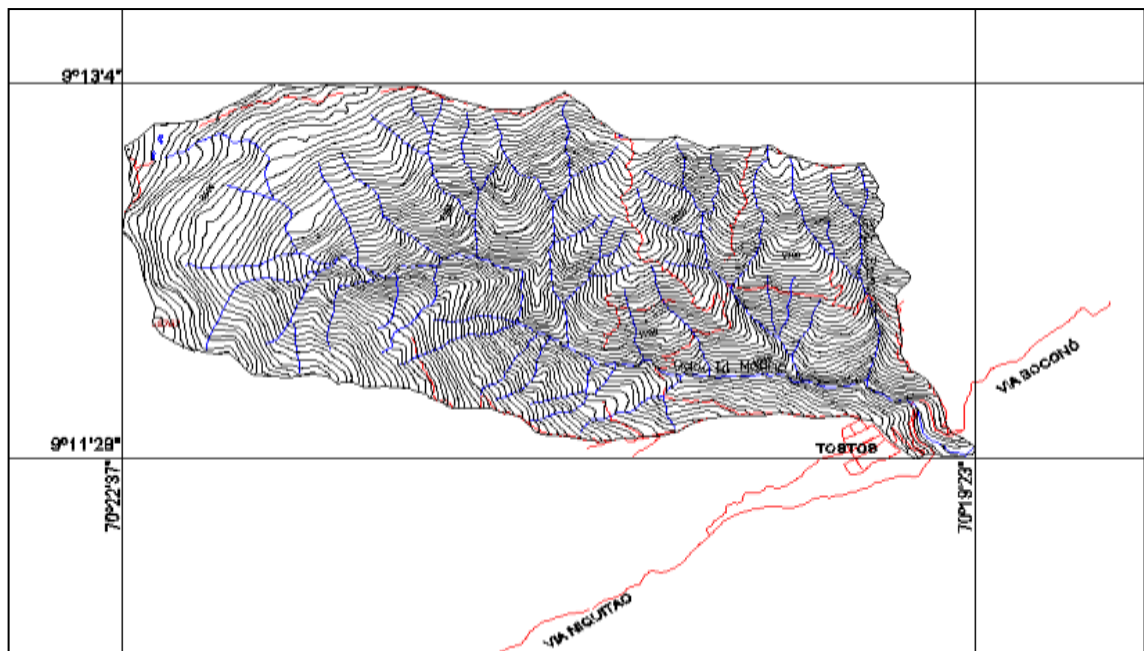
a) Ubicación política Administrativa.

El área de estudio pertenece a la parroquia San José del municipio Boconó del estado Trujillo.

b) Ubicación Geográfica.

Geográficamente se localiza entre las coordenadas $70^{\circ} 22' 37''$ y $70^{\circ} 19' 23''$ de Longitud Oeste y $9^{\circ} 11' 28''$ y $9^{\circ} 13' 4''$ de Latitud Norte.

Figura 3: Ubicación geográfica de la microcuenca quebrada El Molino.



Fuente: ERSHT. Cartografía digital, 6143dse

3.9.2.3) Límites:

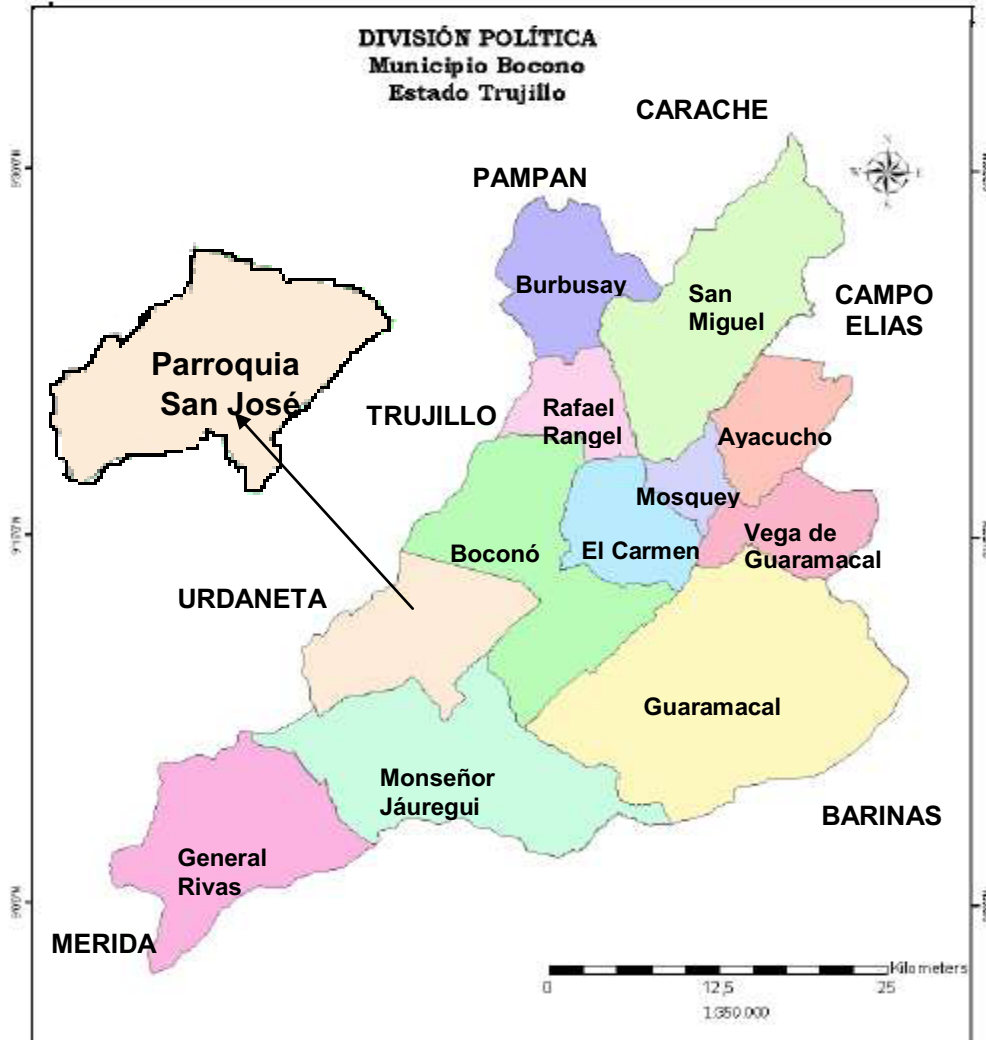
a) Límites de la microcuenca

Norte: Las Tinajitas.
Sur: Vitichaz.
Este: Tirandá.
Oeste: Tomón

b) Límites del centro poblado

Norte: Caserío La Puerta y Tatuy.
Sur: Río Burate.
Este: Cerro Tirandá.
Oeste: La Puerta y Vitichaz.

Figura 4: División Política. Municipio Boconó.



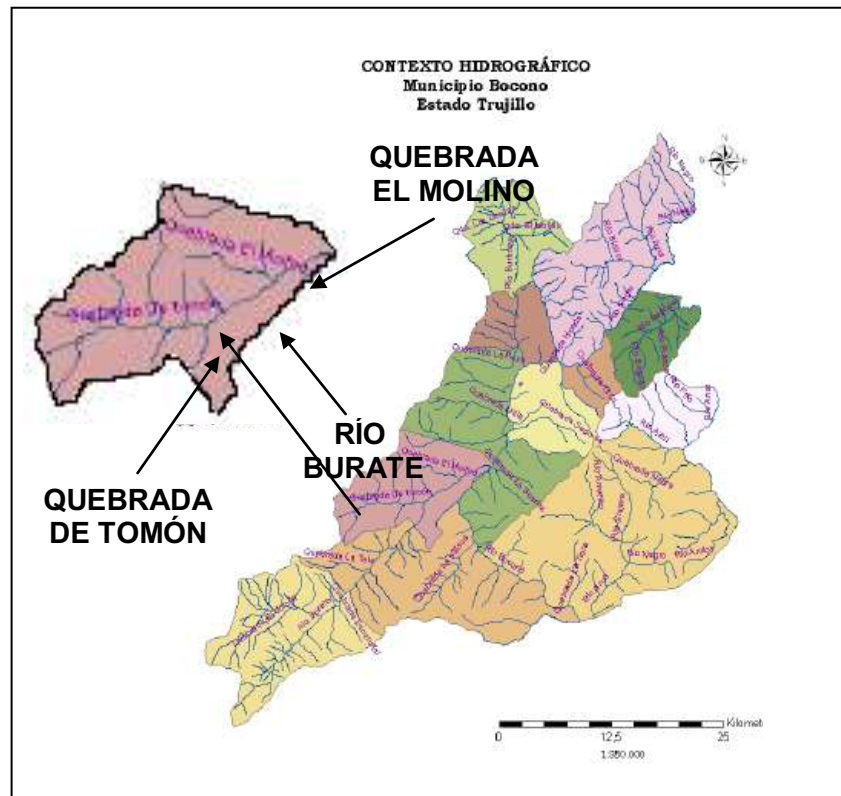
3.9.2.4) Ubicación Hidrográfica.

Hidrográficamente la zona se encuentra ubicada en la microcuenca Quebrada El Molino (B1), de la subcuenca Río Burate (B), que forma parte de la cuenca del Río Boconó.

3.9.2.5) Superficie

Según el diagnóstico de la cuenca del Río Boconó en el informe de avance del plan de desarrollo realizado por el C.I.D.I.A.T. y el centro de ecología 1985, la microcuenca Quebrada El Molino cuenta con un área de 3.107 Has, la subcuenca Río Burate con 37.382 Has y la cuenca del Río Boconó con un área de 161.406 Has. Sin embargo cabe destacar, que luego de realizar la delimitación de la microcuenca quebrada El Molino en el programa Autocad 2006, utilizando cartografía digital, a través de la carta 6143dse, se determino la superficie es de 1180,83 Has. (Ver apéndice B)

Figura 5: Contexto Hidrográfico. Municipio Boconó



Fuente Dossier municipal 2006, CORPOANDES

3.9.2.6) Aspectos naturales

a) Suelos

Según el informe de avance del Plan de Desarrollo Diagnostico de la Cuenca del Río Boconó realizado por el Centro Interamericano de desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (C.I.D.I.A.T.) y el centro de Ecología de Boconó en Mayo de 1986, los suelos de este sector presentan la siguiente clasificación Taxonómica.

Cuadro 2: Clasificación Taxonómica de los suelos del centro poblado Tostos y la microcuenca Quebrada El Molino

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<i>Humitropers</i>	Orden: Inseptisoles Sub-orden: tropers Tiene una saturación de base menor del 50% Tiene 12 Kg o más de carbono orgánico por m ² a un metro de profundidad.
<i>Tropohumults</i>	Orden: Ultisols Sub-orden: humults Son : humults con menos de 5°C de diferencia entre la media del verano y la media del invierno a 50cm de profundidad
<i>Tropodults</i>	Orden: : Ultisols Sub-Orden: udults Tienen un régimen de humedad udico Tiene un régimen de temperatura isomesico
<i>Dystropepts</i>	Orden: Inseptisoles Sub-orden tropepts Tiene un régimen de temperatura isomesico

Fuente: CIDIAT. Diagnostico de la cuenca del Río Boconó (Mayo 1986)

b) Zona de Vida

Según el diagnóstico de la cuenca del Río Boconó, la zona de vida pertenece a un Bosque Húmedo montano Bajo (bh-MB), ocupando un área de 2.676,4 Has correspondiente a un 86,14% de la microcuenca Quebrada El Molino y un 7,16% de la subcuenca del Río Burate.

c) Disponibilidad de agua

El agua de consumo disponible en la zona es proveniente de nacientes y manantiales.

c.1) Agua subterránea disponible

La posibilidad de encontrar acuíferos es nula.

c.2) Agua superficial disponible.

Existen dos fuentes principales conformadas por las quebradas El Molino y El Tamatus.

d) Calidad de agua

El Instituto Experimental “José Witremundo Torrealba” división de investigación perteneciente a la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel realizó el análisis bacteriológico del agua proveniente de la microcuenca Quebrada El Molino , dando como resultado un valor menor de 3NMP/ml de coliforme fecales y totales, como también la ausencia de salmonella, staphylococos y la escherichia coli.

En cuanto al análisis físico químico realizado en el laboratorio de química de la Universidad de Los Andes núcleo Rafael Rangel, se obtuvo unos resultados dentro de los valores máximos permitidos por el Ministerio del Ambiente (V.M.M.A.) para el agua de consumo. Los mismos demuestran que el agua es apta para el consumo humano y para riego.

Tabla 7. Análisis físico-químico (Quebrada El Molino)

PARAMETROS	METODO	DIQUE	TANQUE	UNIDADES	V.M.M.A
PH	Potenciométrico	8,26	7,6	u/PH	6-9
Conductividad eléctrica (C.E.)	Conductimétrico	0,02	0,08	US/CM	-
Temperatura (°C)	termométrico	18	18	°C	-
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	Colorimétrico	20,80	15,10	mg/L	500
Cloruros (CL ⁻)	Titulación	0,08	1,35	mg/l	300
Dureza Total (CaCO ₃)	Titulación	68	61	mg/l	500
Alcalinidad Total (CaCO ₃)	Titulación	35,90	30	mg/l	500
Calcio Total (Ca ⁺²)	Titulación	56,88	52	mg/l	200
Magnesio Total (Mg ⁺²)	Titulación	11,12	9	mg/l	70
Nitrógeno Total(N)	kjeldahl	2,10	0,90	mg/l o ppm	40
Fosforo Total (P)	Colorimétrico	1,5	1	mg/l	20
Potasio Total (K)	Colorimétrico	12	6	mg/l	20

Fuente: LAQUIAM, 2009

e) Geología y Geomorfología:

Unidad de valles, terrazas y abanicadas aluviales

Está formada por los valles de los ríos Boconó, Rio Negro, Carache, Saguas, Anús y los numerosos torrentes que descienden de las altas cumbres cordilleras. La formación de terrazas obedece al proceso combinado de deposición aluvial, ascenso del bloque por fuerzas tectónicas de los procesos de erosión fluvial. Se distinguen distintos niveles, que se ubican a lo largo de los valles longitudinales de los ríos Burate, Boconó y Rio Negro. Los procesos morfogenéticos existentes son una resultante de la combinación litológica, clima (en especial precipitaciones intensas en un corto periodo) y a la acción humana. Predomina el escurrimiento superficial de tipo laminar, aunque de continuarse las prácticas actuales de manejos de suelos, progresivamente puede provocarse la erosión de los bordes de terrazas y acarreo de material a los fondos de valles. (M.P.P.A., 2002). De acuerdo a estudios realizados la geología de la zona geográfica denominada Boconó, está compuesta de materiales que se corresponden a los propios del complejo Iglesias y más específicamente a los característicos de la formación Sierra Nevada, además

de una secuencia de acumulaciones Cuaternarias, depositadas por los cursos de agua que circundan la zona.

Asociación tostosa (paleozoico tardío): la asociación Tostós constituye una secuencia de sedimentos metamorfizados, formados por pizarras, filitas, esquistos, gneises de grano fino, rocas silíceas masivas y anfibolitas. Las litologías predominantes son las filitas y esquistos, seguidos por rocas silíceas masivas, pizarras. Gneises y anfibolitas. En el campo, las rocas foliadas presentan una serie de características comunes, tales como: color verdoso a gris claro, grano fino, fuertemente deformadas y muy silíceas. La formación esta intrusionada por numerosos cuerpos graníticos pequeños y dos plutones graníticos denominados Granodiorita de Pueblo Hondo y Granito de la Victoria. Pequeños diques tabulares de composición anfibolita intrusionan a la formación varios lugares.

f) Relieve o topografía:

Esta caracterizada por un relieve montañoso con alturas superiores a los 1800m. (M.P.P.A., 2002)

g) Uso actual

Se encuentran cultivos de horticultura de piso alto, pastizales extensivos y agricultura de sub sistema.

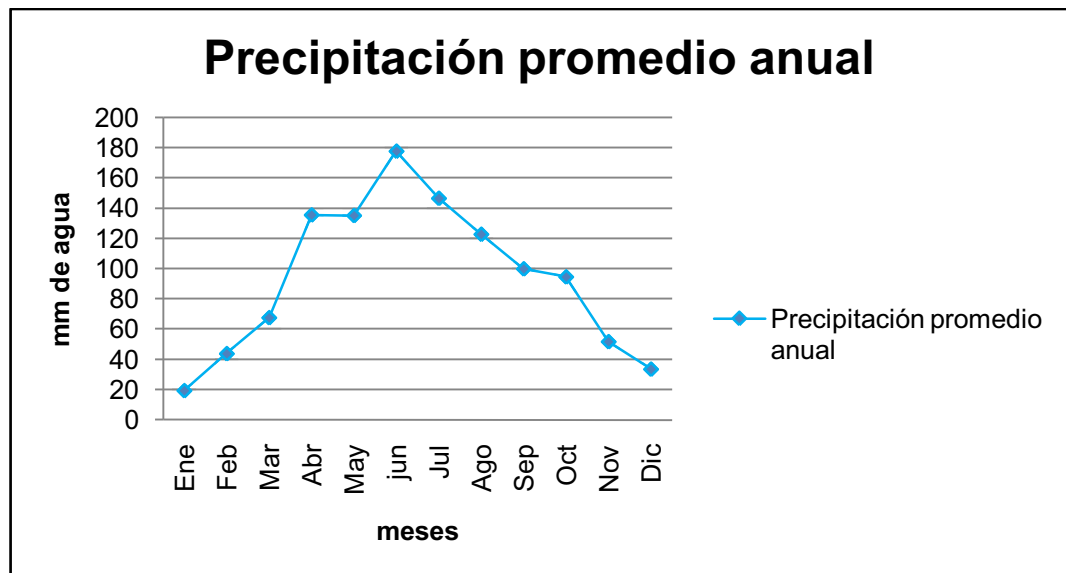
Cobertura vegetal: bosque con sabana.

3.9.2.7) Aspectos climáticos

Para el análisis de los parámetros climáticos se tomo en consideración los datos de la estación Tostos Serial 2187, ubicada a los 9° 11'44" de latitud Norte y 70° 19' 39" de longitud Oeste y una altura de 1287 m.s.n.m. Esta estación es de tipo PR y se utilizaron para efectos de este proyecto los registros de precipitación para un lapso de 19 años periodo comprendido entre 1989- 2008.

a) Precipitación.

El promedio anual de precipitación para esta estación es de 1128.4 mm, en el grafico N° 1 se muestran los registros medios mensuales, para dicha estación observándose que el comportamiento es unimodal, en los mismos se puede observar que la máxima de precipitación se encuentra ubicado entre los meses de abril, mayo, junio y julio.

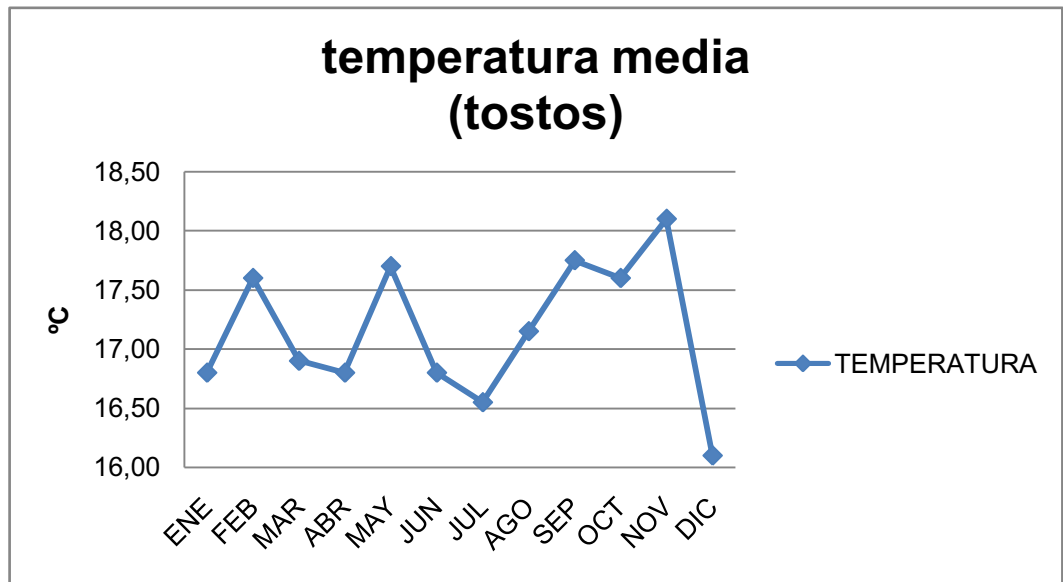


Elaborado por: Sarmiento, 2009

Grafica 1: Precipitación promedio anual.

b) *Temperatura*

La estación Tostos no tiene registro de Temperatura, por esta razón se obtuvieron datos de la estación el aeropuerto de Boconó ajustado por el gradiente térmico que se estima en (0.057), Para el estado Trujillo y se muestran en el grafico N° 2.



Elaborado por: Sarmiento, 2009

Grafica 2: Temperatura media.

3.9.3) Levantamiento topográfico

El levantamiento de la línea de aducción principal que va desde el dique-toma hasta el tanque de almacenamiento principal, fue realizado con GPS, debido a la topografía accidentada y a la vegetación boscosa del lugar, estas características dificultan considerablemente el uso del teodolito o estación total.

Desde el tanque de almacenamiento hasta el centro poblado Tostos se realizo un levantamiento planialtimétrico con teodolito digital (*topcon*). En este se incluye la tubería principal, las calles, los puntos de agua blanca para la digitalización de la red de distribución, bocas de visita de la red de aguas residuales y sitios relevantes como comercios e instituciones.

Posteriormente se digitalizaron los puntos en Topocal y Autocad para elaborar el plano correspondiente con curvas de nivel separadas a 1m.

3.9.4) Inventario de la línea de aducción.

Para este inventario fue necesario implementar una matriz, donde se evaluaron las condiciones, dimensiones de todos los elementos (tubería, codo, soportes y otros), que componen la línea de aducción principal desde el dique-toma hasta el tanque de almacenamiento, evaluación que se obtuvo a través de observaciones directas de dichos componentes. Se tomaron los puntos con GPS marca Garmin modelo GPSmap 60CSX, para luego realizar el perfil longitudinal.



Foto 1: Levantamiento De La Línea De Aducción

Las progresivas fueron tomadas del perfil longitudinal realizado con los programas Topocal versión 1.2.251 y Autocad 2006 (Ver apéndice C).A continuación se presentan las matrices de inventario y los cuadros de descripción.

Cuadro 3: Descripción De La Matriz N° 1

<i>PROGRESIVA</i>	<i>OBSERVACIÓN</i>
0+000	Dique toma con desarenador en buen estado y funcionalidad.
0+028,30	Caja de agua o desarenador de concreto con un volumen de 0,9 m ³ . Y líneas de aducción para la entrada de 3" en hierro galvanizado con llave de paso y manguera auxiliar de 3" de p.v.c. Salida de 3" en hierro galvanizado. Todos los elementos en buenas condiciones.
0+028,30 – 0+072,99	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones colocada sobre soporte fijo de concreto.
0+072,99 - 0+174,54	Tubería de 3" de hierro galvanizado, en buenas condiciones, colocada sobre soporte colgante a través de dos torres.
0+174,54 – 0+447,24	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones colocada sobre soporte fijo de concreto.
0+447,24 – 0+537,68	Tramo de Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocadas sobre soporte colgante (guaya).
0+537,68 - 0+615,36	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones.
0+558,94	No se encuentra la ventosa.
0+615,36 – 0+636,39	Tramo de tubería en malas condiciones por presentar la unión de manguera con tubería de hierro galvanizado.
0+716,71 – 0+740,03	Tramo de Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocadas sobre soporte colgante (guaya), se encuentran 2 codos mal ubicados.
0740,03 - 0+800	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones colocada sobre soporte fijo de concreto.

Fuente: Sarmiento, 2010

Cuadro 4: Descripción De La Matriz N° 2

<i>PROGRESIVA</i>	<i>OBSERVACIÓN</i>
0+903,79 - 0+924,38	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada sobre soportes de concreto con altura de 1,5 m.
0+903,79	Ventosa en malas condiciones y en mal funcionamiento.
0+924,38 - 1+262,93	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada sobre el terreno.
1+262,93 – 1+293,43	Tramo de Tubería de 3" con de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocadas sobre soporte colgante (guaya).
1+293,43 - 1+322,07	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada ciertos tramos sobre el terreno y otros sobre soportes fijos.
1+322,07	Tubería de 3" de hierro galvanizado en condiciones regulares por presentar un golpe ocasionando la reducción de ella, colocada en un soporte fijo.
1+322,07 - 1+368,24	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocadas sobre soporte colgante (guaya).
1+368,24 - 1+705,89	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada sobre el terreno.
1+419,2	Ventosa en condiciones regulares y en mal funcionamiento.
1+654,15	Tubería de 3" de hierro galvanizado en condiciones regulares.
1+705,89	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, se observa poca presión de agua lo que ayuda al desabastecimiento, existe una toma ilícita de ½".

Fuente: Sarmiento, 2010

Cuadro 5: Descripción de la Matriz N° 3

<i>PROGRESIVA</i>	<i>OBSERVACIÓN</i>
1+916,16 – 1+927,16	Tramo de tubería de 3" de hierro galvanizado, colocados en soporte colgante en malas condiciones.
1+927,16 - 2+898,62	Tubería de 3" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada sobre el terreno.
1+948,16	La ventosa fue cambiada por una toma de ½". Se recomienda la colocación de la ventosa.
1+982,21	Toma clandestina de ½", se observo uso irracional del agua debido a que no tiene una llave para regular su entrada.
2+073,55	Dos Llaves de paso en condiciones regulares, una distribuye para la puerta y la otra para el centro poblado Tostos.
2+189,67	Dos ventosas en regulares condiciones, ubicadas a un metro de distancia entre ellas.
2+672,98	Ventosa en condiciones regulares al igual que su funcionamiento, se encuentra una toma de ½" de manera ilícita.
2+882,34	Junta en la tubería.
2+898,62	Se presenta un cambio de tubería de 3" a una de 2". Se recomienda unificar la tubería a 3".
2+898,62 - 3+158,71	Tubería de 2" de hierro galvanizado en buenas condiciones, colocada sobre el terreno.
3+158,71	Se presenta el cambio de tubería de 2" a una de 3".
4+199,24	Tanque de almacenamiento con un volumen de 125,16 m ³ en buenas condiciones ubicado cerca de Tostos.

Fuente: Sarmiento, 2010

Partiendo de las observaciones obtenidas por el inventario se recomienda lo siguiente para mejorar la línea de aducción:

Cuadro 6: Recomendaciones Para La Línea De Aducción

<i>Progresiva</i>	<i>Recomendación</i>
VENTOSA	
0+558,94	Se recomienda colocación de ventosas para evitar una reducción del área, debido a la acumulación de aire.
1+419,2	
1+948,16	
0+903,79	Las ventosas presentan malas condiciones, se recomienda realizarle mantenimiento periódicamente para mejorar su funcionalidad.
2+189,67	
2+672,98	
VÁLVULA DE LIMPIEZA	
0+823,09	Se recomienda la colocación de válvulas de limpieza para impedir la acumulación de sedimentos en los puntos más bajos. Según el manual de procedimientos de acueductos rurales citado por Arocha (1980) recomienda para una tubería de 3" colocar válvulas de 2".
1+654,15	
1+773,1	
2+137,67	
2+569,16	
TUBERÍA	
0+615,36 – 0+636,39	Este tramo de tubería presenta malas condiciones, ya que tiene una unión de manguera con tubería de hierro galvanizado, originando una fuga de considerable volumen. Se recomienda instalar tubería de hierro galvanizado de 3" para eliminar esta fuga.
1+322,07	La tubería está en condiciones regulares por presentar un golpe produciendo una reducción de área. Se recomienda arreglar la tubería en este punto para aumentar el paso de agua.
1+654,15	En este punto se recomienda colocar una junta en la tubería para evitar las fugas.
CODO	
0+716,71 – 0+740,03	Se encuentran 2 codos de 90° mal ubicados, se recomienda la eliminación de ellos para evitar pérdidas de energía en la tubería.
SOPORTE	
1+916,16 – 1+927,16	Este tramo de tubería, se encuentra colocado en soporte colgante en malas condiciones. Se recomienda la colocación de guaya en el tramo para evitar rupturas en la tubería.

Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.5) Oferta de agua en la línea de aducción principal.

Según Instituto Nacional de Obras Públicas 1985, considera que la oferta de agua corresponde a los volúmenes de agua potable que pueden ser puestos al alcance del centro de consumo en la oportunidad, cantidad y calidad requeridas. La oferta está determinada por la capacidad máxima de las instalaciones que componen el sistema de abastecimiento, pero no puede ser mayor que la disponibilidad de agua de la fuente.

Para determinar la cantidad de agua que ofrece la línea de aducción, se aforaron dos tuberías que se encuentran ubicadas en la entrada del tanque de almacenamiento, una proviene de la quebrada Curandá y otra de la quebrada Tamatús.

Se utilizaron dos métodos para el cálculo del caudal.

- 1) El método volumétrico que consiste en aforar por un periodo de tiempo para así obtener un tiempo promedio, utilizando un recipiente de volumen conocido, permitiendo calcular el caudal mediante la fórmula $Q = \frac{v}{t}$.

Donde:

Q= caudal

v= volumen

t= tiempo

- 2) El método de la trayectoria, este consiste en medir la posición en la trayectoria del chorro libre aguas debajo de la vena contracta, se puede determinar la velocidad real si se desprecia la resistencia del aire. La componente X de la velocidad no cambia por consiguiente $Vt=X$, donde t es el tiempo para que una partícula de fluido viaje desde la vena contracta hasta otro punto. El tiempo para que una partícula caiga una distancia Y bajo la acción de la gravedad cuando no tiene velocidad inicial en esa dirección se expresa mediante $Y=gt^2/2$. Después de eliminar t de las dos relaciones la fórmula definitiva es la siguiente

$$V = \frac{X}{\sqrt{2Y/g}}$$

Donde

X= distancia horizontal

Y= distancia vertical

g= gravedad

Para la medición de caudal se utilizo un recipiente de 10 litros, realizando varias tomas durante seis meses, en días y horas diferentes para lograr un promedio de tiempo.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos en el aforo.

Tabla 8: Resultados de los aforos

fecha	Tamatus (s)	Curanda (s)
21/11/09	1,68	2,57
22/11/09	1,62	2,46
16/12/09	1,68	2,39
17/12/09	1,71	2,52
30/01/10	1,74	2,5
31/01/10	1,68	2,35
27/02/10	1,75	2,47
28/02/10	1,73	2,55
24/03/10	1,85	2,37
25/03/10	1,9	2,58
03/04/10	1,82	2,43
04/04/10	1,68	2,31
05/04/10	1,7	2,59
15/04/10	1,61	2,46
16/04/10	1,7	2,37
20/04/10	1,71	2,55
<i>promedio</i>	<i>1,72</i>	<i>2,47</i>

Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.5.1) Aplicando el método volumétrico

Con el tiempo promedio obtenido y el volumen del recipiente se calcula el caudal.

Para la tubería proveniente de la Quebrada Tamatús

$$Q_1 = \frac{10l}{1,72s} = 5,81l/s$$

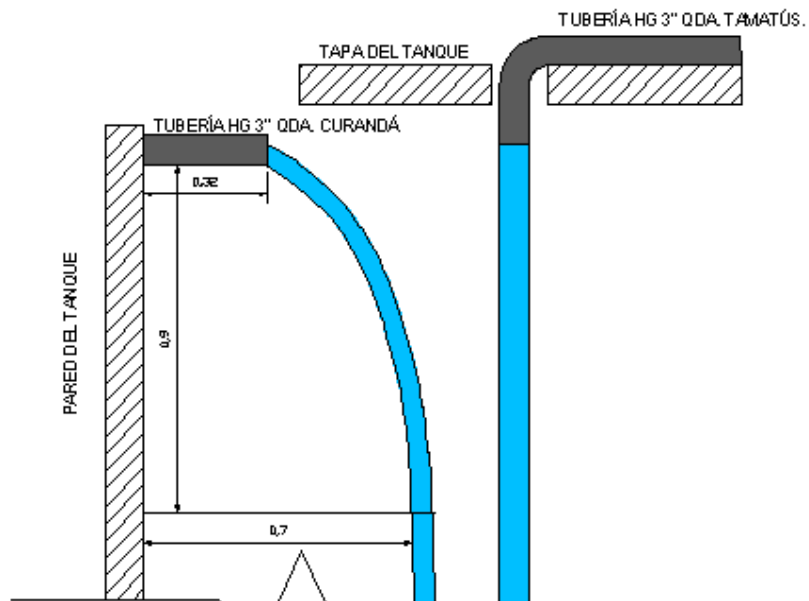
Para la tubería proveniente de la Quebrada Curandá

$$Q_{21} = \frac{10l}{2,47s} = 4,0484l/s$$

3.9.5.2) Aplicando el método de trayectoria

Solo se aplicó para la tubería de 3" proveniente de la quebrada Curandá, la misma llega por la pared del tanque como se observa en la figura N° 5. En cuanto a la tubería que proviene de la quebrada Tamatús, es imposible porque llega por la parte superior del tanque con un codo de 90° haciéndola caer perpendicularmente al piso.

Figura 6: Disposición De Las Tuberías En La Entrada Del Tanque



Fuente: Sarmiento, 2010

$$X = 0,70\text{m} - 0,32\text{m} = 0,38\text{m}$$

$$Y = 0,90\text{m}$$

$$g = 9,81\text{m}^2/\text{s}$$

$$V = \frac{0,38\text{m}}{\sqrt{\frac{2(0,90\text{m})}{9,81\text{m}^2/\text{s}}}} = \frac{0,38\text{m}}{0,42835\text{s}} = 0,8871\text{m}/\text{s}$$

Caudal

$$Q = AxV$$

$$Q_{22} = 4,5603 \times 10^{-4} \text{m}^2 \times 0,8871 \text{m}/\text{s} = 4,0455 \times 10^{-3} = 4,045 \text{l}/\text{s}$$

Luego de obtener los caudales de la quebrada Curandá por los dos métodos, se saca un promedio, para posteriormente calcular el caudal total que entra en el tanque de almacenamiento.

$$\text{Caudal Curanda } (Q_2) = (Q_{21} + Q_{22}) / 2 = (4,0484 \text{ l}/\text{s} + 4,045 \text{ l}/\text{s}) / 2 = 4,0467 \text{ l}/\text{s}$$

$$\text{Caudal total} = (Q_1 + Q_2) = (4,0467 + 5,81) / 2 = 9,877 \text{ l}/\text{s}$$

El caudal disponible para cubrir la demanda es de 9,877 l/s

Caudal disponible = 9,877 l/s

3.9.6) Demanda de agua.

Para lograr este objetivo fue necesaria la aplicación de una encuesta a la población, se elaboro un instrumento, para luego ser validado por tres expertos, de acuerdo a las variables e indicadores que se requerían para complementar el cálculo de la demanda. Se estableció la muestra de trabajo partiendo del censo realizado por el consejo comunal del centro poblado utilizando un muestreo estratificado. Una vez finalizado el muestreo, se creó una base de datos con el uso del programa estadístico SPSS 15.0 y se analizo la información. Para finalizar se hizo el cálculo de la demanda, sumando las cantidades de agua que se destinan a los diferentes usos por parte de la población. Seguidamente se detalla cada uno de las actividades mencionadas anteriormente.

3.9.6.1) Elaboración y validación del instrumento de recolección de información.

En el cálculo de la demanda de agua se utilizo aparte del censo realizado por el consejo comunal una encuesta formal, mediante un muestreo estratificado.

Para formular las preguntas fue necesario identificar las variables, estas fueron el gasto y la fuga de agua, sustraídas de los objetivos para luego establecer las dimensiones e indicadores. Con estos indicadores se formularon los ítems del cuestionario.

A continuación se presenta el mapa de variables:

Cuadro 7: Mapa De Variables Para La Formulación De La Encuesta

OBJETIVO GENERAL: Evaluar desde el punto de vista técnico la red de distribución de agua potable en el centro poblado Tostos, parroquia San José, municipio Boconó, estado Trujillo, en su fase preliminar				
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
➤ <i>Establecer la demanda de agua para consumo humano del centro poblado</i>	GASTO	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo diario • Área de jardines • Lavado de pisos • Lavado de vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nivel de instrucción ✓ Tipo de vivienda ✓ Uso del agua al realizar actividades con ella. 	<p>1</p> <p>2</p> <p>7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17</p>
	FUGA	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería • Lavamanos • Lavaplatos • Lavaderos • W.C. • Herrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Condiciones de los herrajes, tuberías, lavadero. 	<p>3, a, b, c, d, 4, 5 y 6</p>

3.9.6.2) Población:

En este trabajo, la población según el censo aportado por el consejo comunal es de 286 familias. (Ver apéndice D)

3.9.6.3) Muestreo estratificado:

Se precisa que la población este dividida en sub-poblaciones que no se solapen. Se toma una muestra probabilística en cada estrato.

El total de sub-muestras constituye el total de la muestra de la población. Se trata de buscar homogeneidad dentro de cada estrato.

Criterios: considerado para la estratificación:

Asignación proporcional al tamaño de los estratos con el fin de reconocer mayor peso a los estratos de mayor tamaño. (Gómez 1.997)

Ventajas

- Si las mediciones dentro de cada estrato son homogéneas, la estratificación producirá un límite más pequeño para el error de estimación.
- Se puede reducir el costo por observación al estratificar la población en grupos convenientes.
- Permite obtener estimaciones de parámetros poblacionales para subgrupos de la población. (Gómez ob cit)

3.9.6.4) Muestra: porción de la población, para aplicarle el muestreo

Calculo del tamaño muestral

De que depende el tamaño muestral?

- Variabilidad del parámetro a estimar: datos previos, estudios pilotos o usar 50% como estimación.
- Precisión amplitud del intervalo de confianza
- Nivel de confianza (1- α) 95-99% probabilidad complementaria al error admitido α .

Para poblaciones finitas:

$$n = Z^2 \frac{Npq}{i^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

n= Tamaño de la muestra.

N= Tamaño poblacional.

Z= valor de la normal estándar 1.96 para $\alpha = 0.05$, 2.58 para $\alpha = 0.01$

p= prevalencia esperada del parámetro a evaluar si se desconoce se usa 0.5

q= 1-p

i= error que se espera cometer 5% = 0.05

Como no se pudo aplicar una prueba previa, entonces los valores de p=q=0.5

$$n = 1.96^2 \frac{286 * 0.5 * 0.5}{0.1^2(285) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 82.24 \approx 82$$

Tabla 9: Distribución de la muestra

ESTRATO	fi	%	SUBMUESTRA
<i>Rancho</i>	27	9,44	8
<i>Casa</i>	230	80,42	66
<i>Apartamento</i>	10	3,50	3
<i>Quinta</i>	19	6,64	5
	N= 286	100	n= 82

Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.6.5) Instrumento de recolección de datos:

Se elaboró un cuestionario destinado a la población comprendido por diecisiete (17) preguntas relacionadas con las condiciones de los herrajes, lavado de vehículos, lavado de pisos; es decir; aspectos relacionados con el gasto y las fugas de agua. (Ver apéndice E)

3.9.6.6) Validación del instrumento

Al finalizar la elaboración del cuestionario, se sometió a su validación con el objeto de verificar en qué nivel se recogería la información para dar cumplimiento con una parte del objetivo de la determinación de la demanda de agua, para tal fin, se recurrió al juicio de tres (3) expertos en el área de: estadística, metodología y un especialista en la temática objeto de estudio, quienes hicieron las observaciones necesarias. (Ver apéndice F)

3.9.6.7) Recolección de información

La encuesta se aplicó de forma aleatoria, es decir, se tomaron viviendas al azar de la parte alta, media y baja del centro poblado.



Foto 2 y 3: Aplicación de la encuesta

3.9.6.8) Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos.

Los datos se procesaron una vez concluida la labor de recopilación de información. Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario, se vaciaron en una base de datos creada en el programa estadístico SPSS 15.0 para luego ser analizados.

3.9.6.9) Descripción del análisis de la encuesta.

El análisis del instrumento aplicado, como se indicó anteriormente, se realizó a través del programa SPSS versión 15.0, estos análisis fueron presentados en porcentajes, en gráficas de tortas y en gráficas de barras

A continuación se presenta el análisis y gráfica de cada una de las preguntas de la encuesta, así como la comparación de variables relevantes.

Pregunta N° 1

¿Qué nivel de instrucción tiene el jefe de familia?

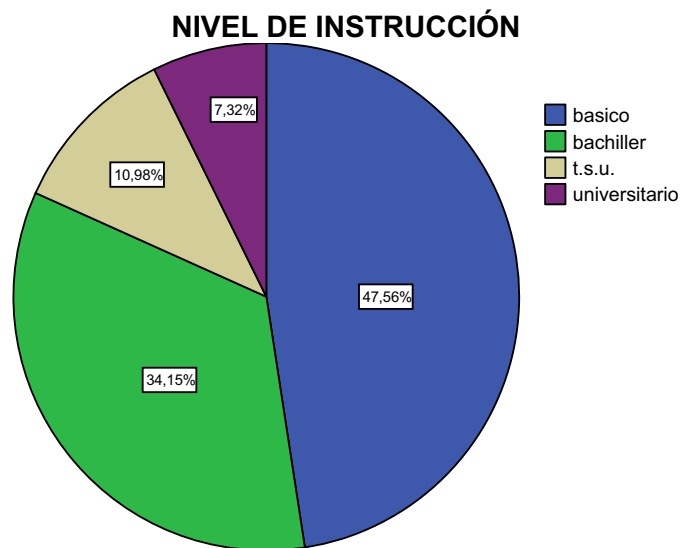
Estadísticos

Nivel de instrucción

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Nivel de instrucción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	básico	39	47,6	47,6	47,6
	bachiller	28	34,1	34,1	81,7
	t.s.u.	9	11,0	11,0	92,7
	universitario	6	7,3	7,3	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 3

En esta gráfica N° 3 se puede observar que el 47,56% de la población tiene un nivel de instrucción básico, el 34,15% son bachilleres, el 10,98% técnico superior universitario (T.S.U.) y el 7,32% de la población son universitarios

Pregunta N° 2

¿Cuál es su tipo de vivienda?

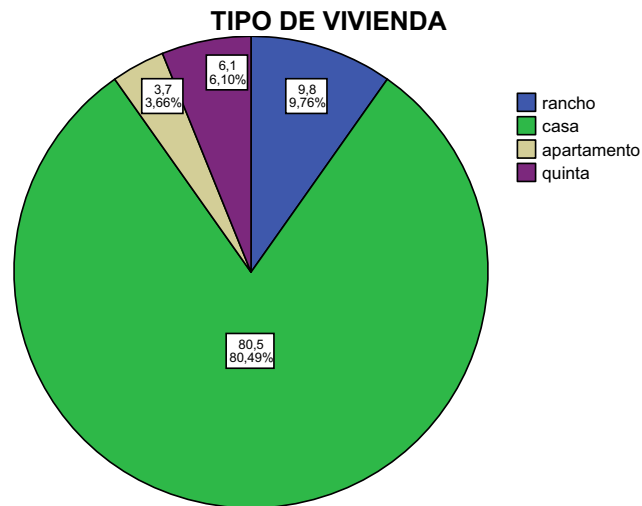
Estadísticos

Tipo de vivienda

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Tipo de vivienda

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	rancho	8	9,8	9,8	9,8
	casa	66	80,5	80,5	90,2
	apartamento	3	3,7	3,7	93,9
	quinta	5	6,1	6,1	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 4

La gráfica N° 4 indica que el 80,49% de la población vive en casas, el 9,78% vive en ranchos, mientras que el 6,10% en apartamento y el resto 3,66% en quintas.

Pregunta N° 3

¿Qué cantidad de baños existen en la vivienda?

Estadísticos

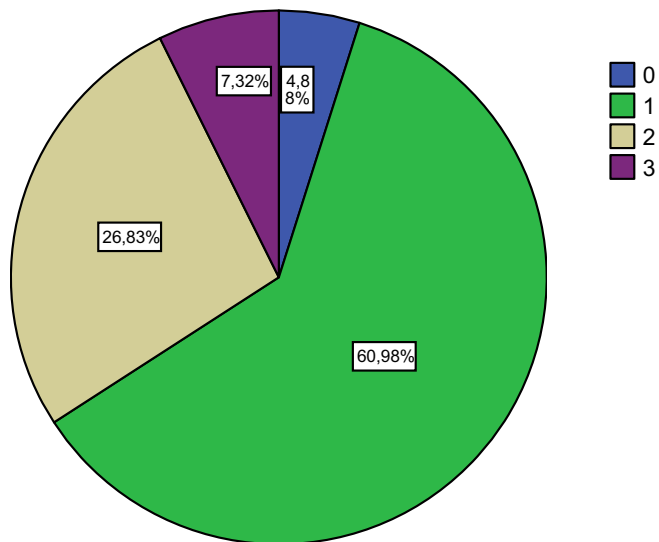
Cantidad de baños

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Cantidad de baños

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	4	4,9	4,9	4,9
	1	50	61,0	61,0	65,9
	2	22	26,8	26,8	92,7
	3	6	7,3	7,3	100,0
	Total	82	100,0	100,0	

CANTIDAD DE BAÑOS



Gráfica N° 5

La gráfica N° 5 permite observar que el 4,88% de las viviendas no presentan baños, el 60,98% cuenta con un (1) baño, el 26,83% cuenta con dos (2) y el 7,32% con tres (3) baños.

Pregunta 3.a

¿El baño cuenta con W.C.?

Estadísticos

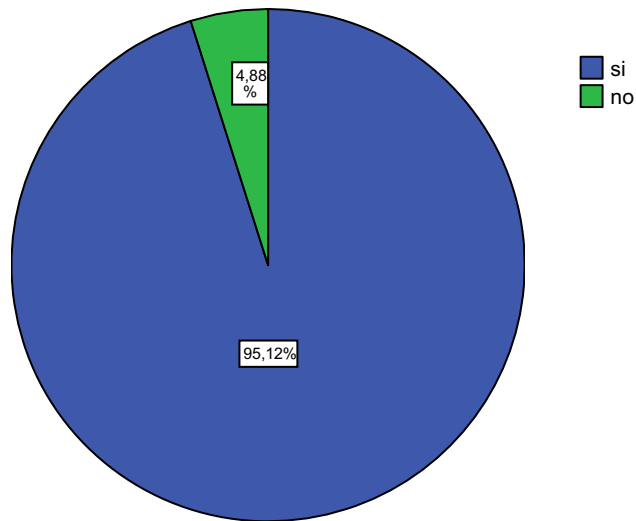
Cuenta con w.c.

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Cuenta con w.c.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	si	78	95,1	95,1	95,1
	no	4	4,9	4,9	100,0
	Total	82	100,0	100,0	

CUENTA CON W.C.



Gráfica Nº 6

En la gráfica Nº 6 muestra que el 4,88% de las viviendas no cuentan con W.C. mientras que el 95,12% si cuenta con W.C.

Pregunta N° 3.b

¿Cuántos W.C.?

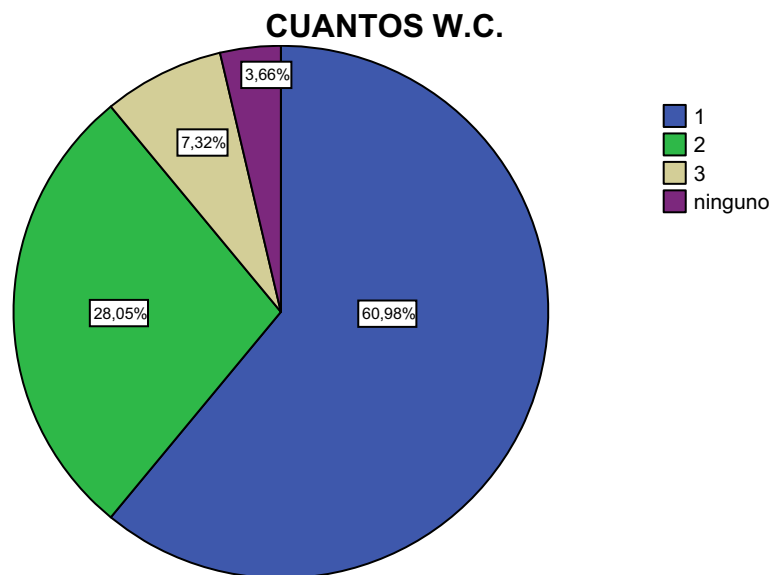
Estadísticos

Cuantos w.c.

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Cuantos w.c.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	50	61,0	61,0	61,0
	2	23	28,0	28,0	89,0
	3	6	7,3	7,3	96,3
	ninguno	3	3,7	3,7	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 7

Se puede observar en la gráfica 7 que el 60,98% de la población cuenta con un (1) W.C., el 28,05% con dos (2), el 7,32% con tres (3), y el 3,66% no cuenta con W.C.

Pregunta N° 3.c

¿En qué condiciones se encuentra el W.C.?

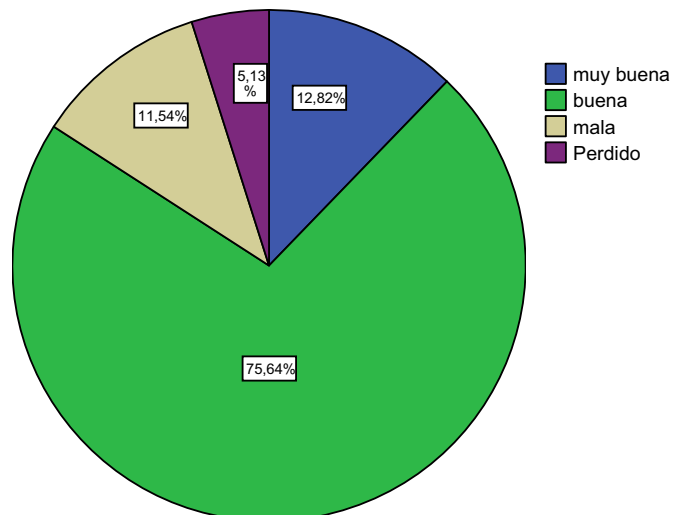
Estadísticos
Condiciones del w.c.

N	Válidos	78
	Perdidos	4

Condiciones del w.c.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	muy buena	10	12,2	12,8	12,8
	buena	59	72,0	75,6	88,5
	mala	9	11,0	11,5	100,0
	Total	78	95,1	100,0	
Perdidos	Sistema	4	4,9		
Total		82	100,0		

CONDICIONES DEL W.C.



Gráfica N° 8

En la gráfica N° 8 se presenta que el 11,54% de la población tiene en malas condiciones el W.C, el 12,52% en muy buenas condiciones y el 75,64% que es la mayoría se encuentra en buenas condiciones en el w.c.

Pregunta N° 3.d

¿Presenta algún daño en las siguientes partes?

Estadísticos

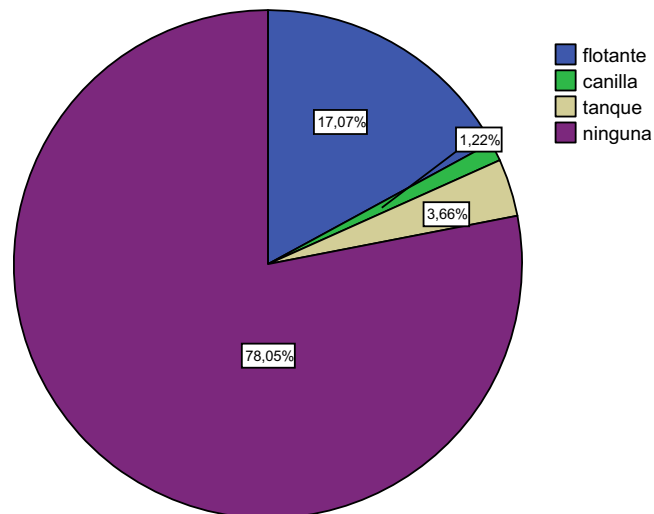
Daños en algunas partes

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Daños en algunas partes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	flotante	14	17,1	17,1	17,1
	canilla	1	1,2	1,2	18,3
	tanque	3	3,7	3,7	22,0
	ninguna	64	78,0	78,0	100,0
	Total	82	100,0	100,0	

DAÑOS EN ALGUNAS PARTES



Gráfica N° 9

En cuanto a los daños que puede presentar el W.C. la gráfica N° 9 indica que el 17,07% presenta daños en el flotante, el 1,22% en la canilla, el 3,66% en el tanque y la mayoría que representa el 78,05% no presenta ningún daño.

Pregunta N° 4

¿En qué condiciones se encuentran los herrajes?

Estadísticos

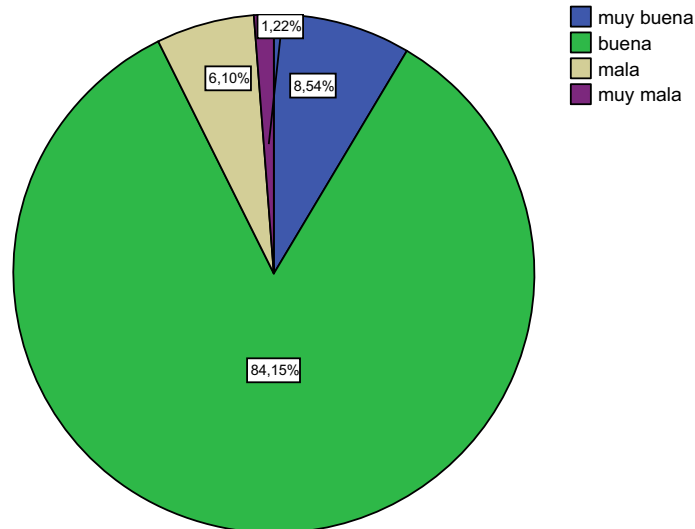
Condiciones de los herrajes

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Condiciones de los herrajes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	muy buena	7	8,5	8,5	8,5
	buena	69	84,1	84,1	92,7
	mala	5	6,1	6,1	98,8
	muy mala	1	1,2	1,2	100,0
	Total	82	100,0	100,0	

CONDICIONES DE LOS HERRAJES



Gráfica N° 10

Con respecto a las condiciones de los herrajes en la gráfica N° 10 se describe que el 1,22% se encuentran en muy malas condiciones, el 6,10% en malas condiciones, el 8,54% en muy buenas y el 84,15% en buenas condiciones.

Pregunta N° 5

¿Existen fugas en la vivienda?

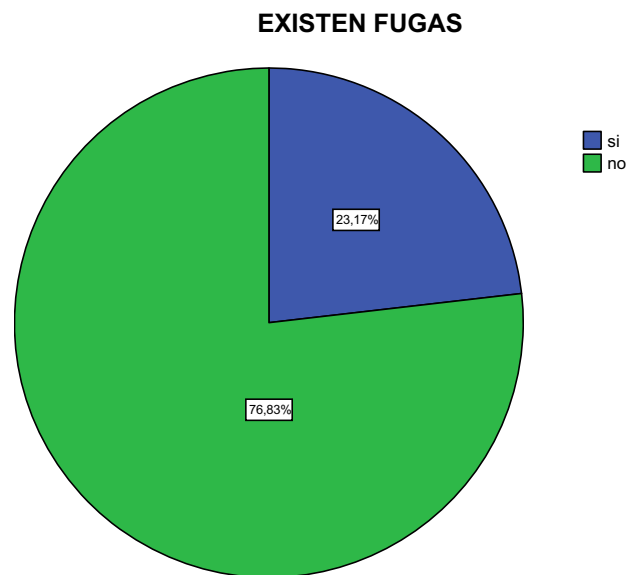
Estadísticos

Existen fugas

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Existen fugas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	si	19	23,2	23,2	23,2
	no	63	76,8	76,8	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 11

Al observar la gráfica N° 11 se puede apreciar que el 23,17% de las viviendas presentan fugas de agua, mientras que el 76,83% no tienen fugas.

Pregunta N° 6

Nivel de la fuga (intervalo de goteo)

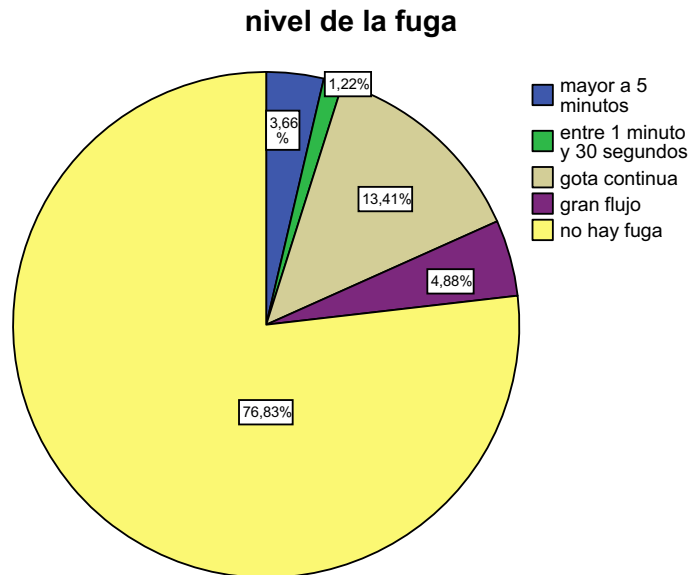
Estadísticos

Nivel de la fuga

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Nivel de la fuga

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	mayor a 5 minutos	3	3,7	3,7	3,7
	entre 1 minuto y 30 segundos	1	1,2	1,2	4,9
	gota continua	11	13,4	13,4	18,3
	gran flujo	4	4,9	4,9	23,2
	no hay fuga	63	76,8	76,8	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 12

Como muestra la gráfica N° 12 el 3,7% de las fugas el goteo tiene un intervalo de tiempo mayor a 5 minutos, el 1,22% un intervalo entre 1 minuto y 30 segundos cada gota, el 13,41% es goteo continuo, el 4,88% de las fugas presenta un gran flujo de agua y el 76,83% no tiene fuga.

Pregunta N° 7

¿La vivienda cuenta con jardines?

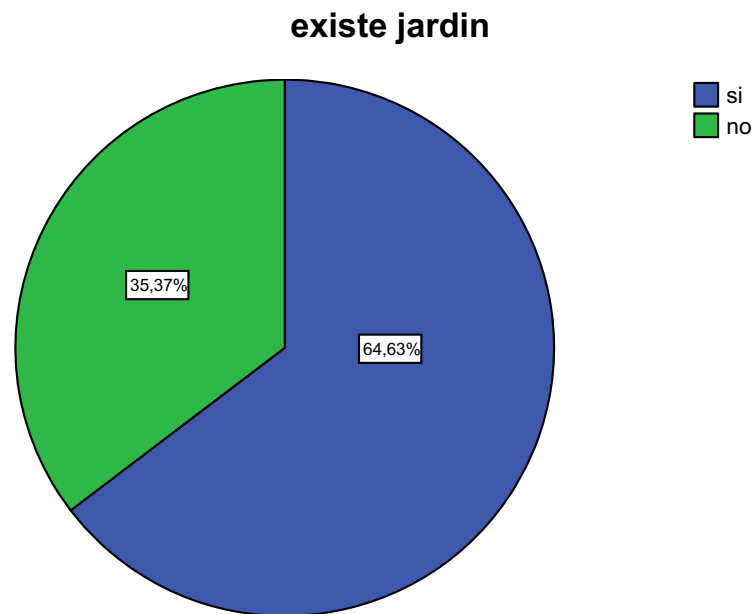
Estadísticos

Existe jardín

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Existe jardín

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos si	53	64.6	64.6	64.6
no	29	35.4	35.4	100.0
Total	82	100.0	100.0	



Gráfica N° 13

La gráfica N° 13 demuestra que el 35,37% de las viviendas no cuentan con jardines, en tanto que el 64,63% si tiene jardín.

Pregunta N° 8

¿Qué área en metros cuadrados (m²) ocupa?

Estadísticos

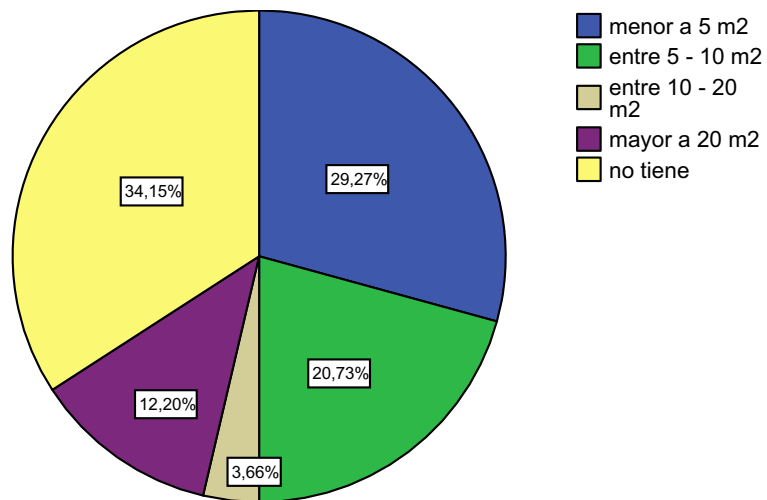
Área del jardín

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Área del jardín

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	menor a 5 m ²	24	29,3	29,3	29,3
	entre 5 - 10 m ²	17	20,7	20,7	50,0
	entre 10 - 20 m ²	3	3,7	3,7	53,7
	mayor a 20 m ²	10	12,2	12,2	65,9
	no tiene	29	34,1	34,1	100,0
Total		82	100,0	100,0	

area del jardin



Gráfica N° 14

Según la gráfica N° 14 El área de los jardines varia ya que el 29,27% de los jardines tienen un área menor a 5 m², el 20,73% tiene un área entre 5 – 10 m², el 3,66% entre 10 – 20 m², un 12,20% tiene un área mayor a 20 m² y un 34,15% no tiene jardín.

Pregunta N° 9

¿Cuál es el periodo de riego de los jardines?

Estadísticos

Riego del jardín

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Riego del jardín

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
dos veces al día	2	2,4	2,4	2,4
una vez al día	7	8,5	8,5	11,0
cada dos días	18	22,0	22,0	32,9
tres veces a la semana	12	14,6	14,6	47,6
una vez a la semana	10	12,2	12,2	59,8
no riega	33	40,2	40,2	100,0
Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 15

En cuanto al periodo de riego la gráfica N° 15 muestra que el 2,44% de la población riega dos veces al día, el 8.54% una vez al día, el 21,95% cada dos días, el 14,63% riega tres veces a la semana, un 12,20% riega una vez a la semana y un 40,24% no riega.

Pregunta N° 10

¿Usted lava los pisos?

Estadísticos

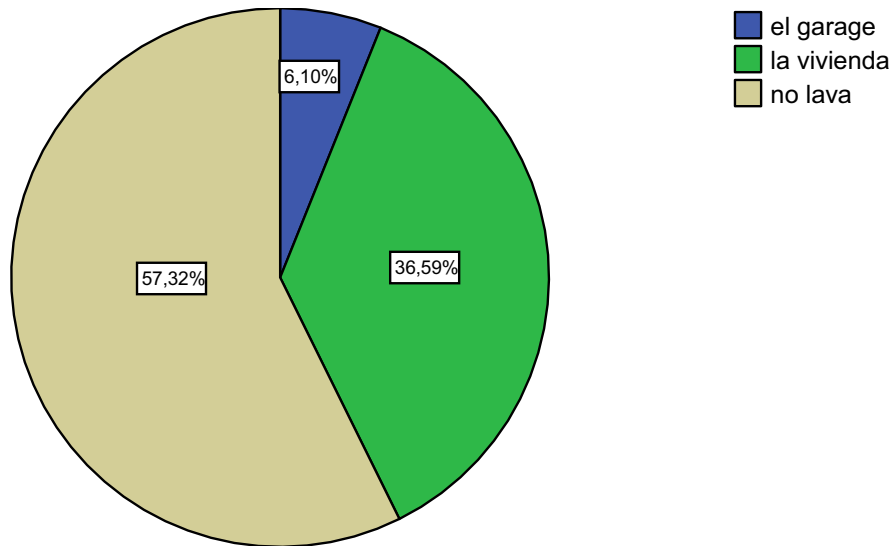
Lavado de pisos

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Lavado de pisos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos el garaje	5	6,1	6,1	6,1
la vivienda	30	36,6	36,6	42,7
no lava	47	57,3	57,3	100,0
Total	82	100,0	100,0	

lavado de pisos



Gráfica N° 16

De las viviendas encuestadas el 6,10% lava los pisos del garaje, el 36,59% lava el de la vivienda y un 57,32% no lava los pisos solo los limpian.

(Gráfica N° 16)

Pregunta N° 11

¿Con que frecuencia realiza esta actividad?

Estadísticos

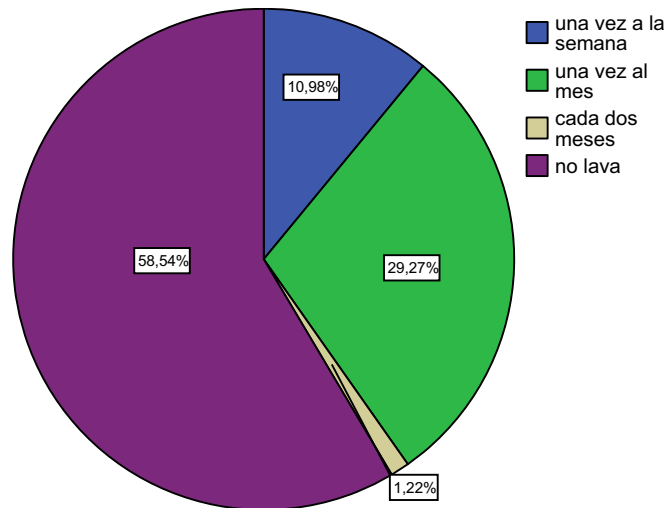
Frecuencia del lavado de pisos

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Frecuencia del lavado de pisos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos una vez a la semana	9	11,0	11,0	11,0
una vez al mes	24	29,3	29,3	40,2
cada dos meses	1	1,2	1,2	41,5
no lava	48	58,5	58,5	100,0
Total	82	100,0	100,0	

frecuencia del lavado de pisos



Gráfica N° 17

El lavado de pisos lo realizan un 10,96% una vez a la semana, 29,27% una vez al mes, un 1,22% lavan los pisos cada dos meses y un 59,76% no lavan los pisos. Ver gráfica N° 17.

Pregunta N° 12

¿Cuánto tiempo emplea usted para realizar el lavado de los pisos?

Estadísticos

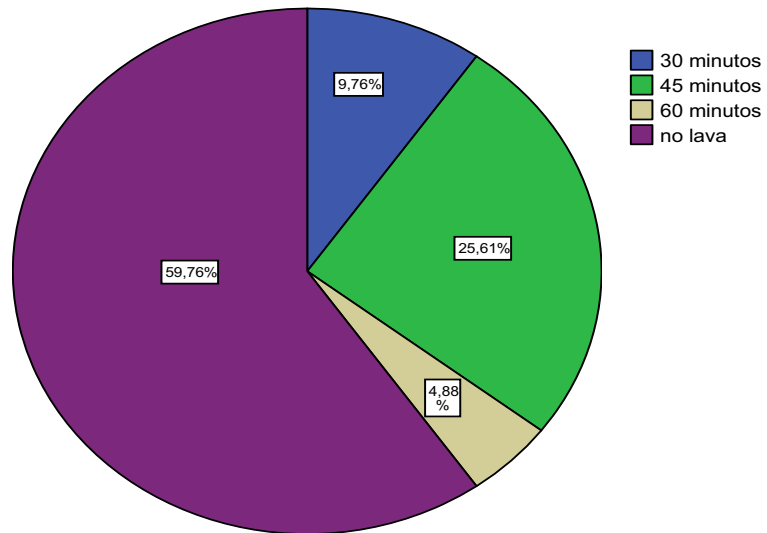
Tiempo de lavado

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Tiempo de lavado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 30 minutos	8	9,8	9,8	9,8
45 minutos	21	25,6	25,6	35,4
60 minutos	4	4,9	4,9	40,2
no lava	49	59,8	59,8	100,0
Total	82	100,0	100,0	

TIEMPO DE LAVADO DE PISOS



Gráfica N° 18

El 9,76% emplea 30 minutos para realizar el lavado de los pisos, el 25,61% emplea 45 minutos, el 4,88% utiliza 60 minutos mientras que el resto de la población no lava el piso. (Ver gráfica N° 18)

Pregunta 13

¿Qué utensilio o equipo emplea para realizar esta actividad?

Estadísticos

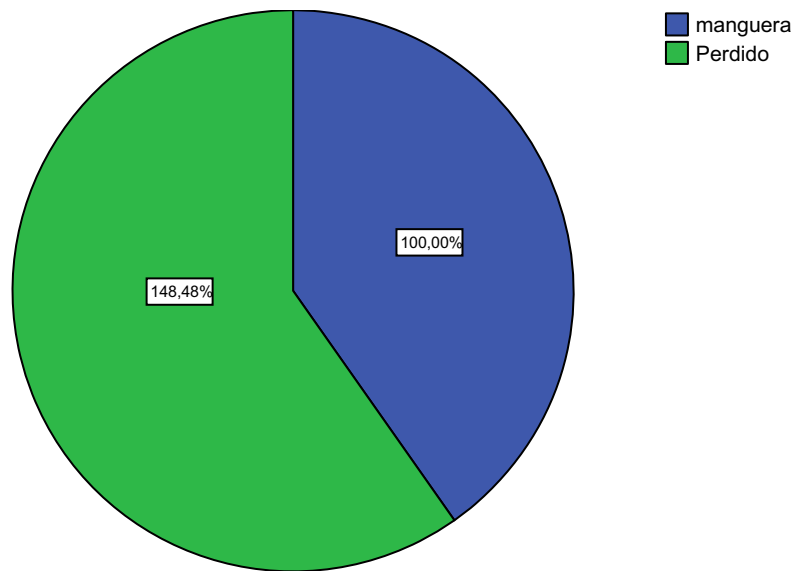
Utensilio para el lavado

N	Válidos	33
	Perdidos	49

Utensilio para el lavado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos manguera	33	40,2	100,0	100,0
Perdidos Sistema	49	59,8		
Total	82	100,0		

utensilio para el lavado



Gráfica N° 19

Como se observa en la gráfica N° 19 para el lavado de pisos la población utiliza como equipo en su totalidad manguera.

Pregunta N° 14

¿Dónde lava usted el vehículo?

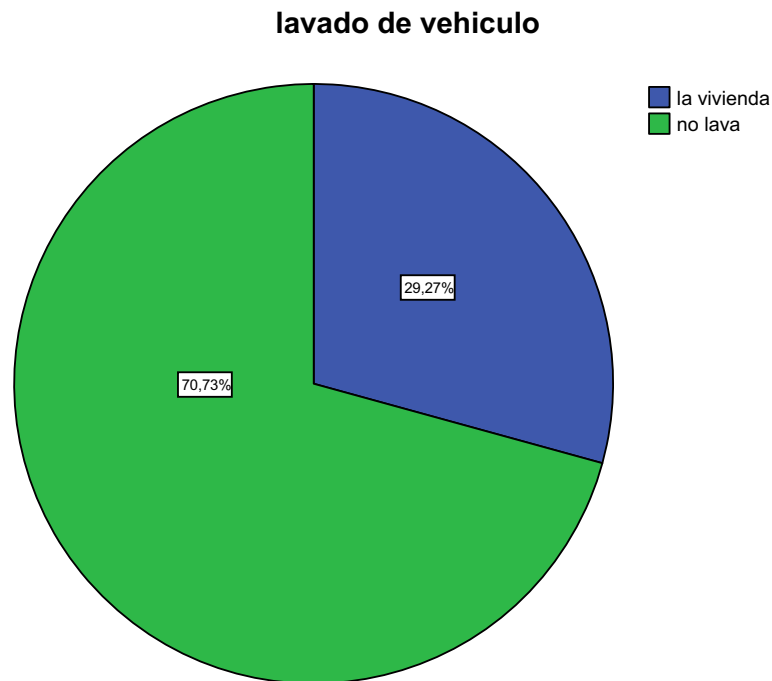
Estadísticos

Lavado de vehículo

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Lavado de vehículo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	la vivienda	24	29,3	29,3	29,3
	no lava	58	70,7	70,7	100,0
	Total	82	100,0	100,0	



Gráfica N° 20

Con relación al lavado de los vehículos la gráfica N° 20 demuestra que el 29,27% de la población lava su vehículo en la vivienda mientras que el 70,73% no lava vehículos.

Pregunta N° 15

¿Con que frecuencia lava el vehículo?

Estadísticos

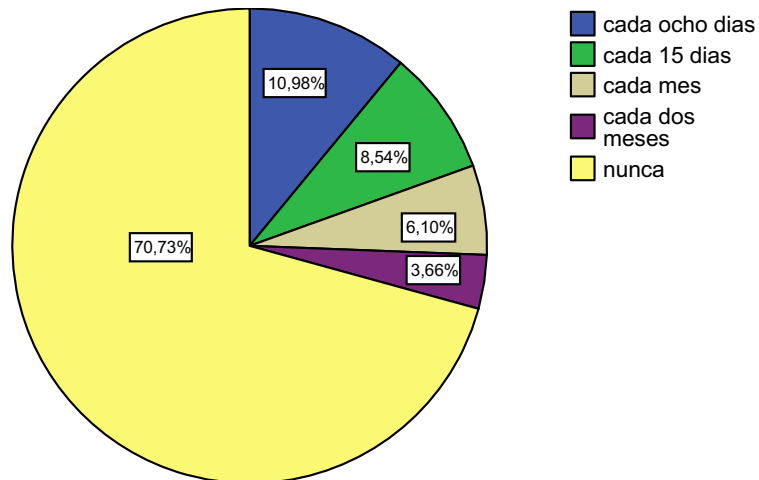
Frecuencia del lavado de vehículo

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Frecuencia del lavado de vehículo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
cada ocho días	9	11,0	11,0	11,0
cada 15 días	7	8,5	8,5	19,5
cada mes	5	6,1	6,1	25,6
cada dos meses	3	3,7	3,7	29,3
nunca	58	70,7	70,7	100,0
Total	82	100,0	100,0	

frecuencia del lavado de vehículo



Gráfica N° 21

El lavado de vehículo lo realizan con una frecuencia de cada ocho días un 10,98% de la población, el 8,54% cada quince días, el 6,10% cada mes, 3,66% cada dos meses y el 70,73% nunca lava vehículos en su vivienda. (Gráfica N° 21)

Pregunta N° 16

¿Qué utensilio o equipo emplea para realizar esta actividad?

Estadísticos

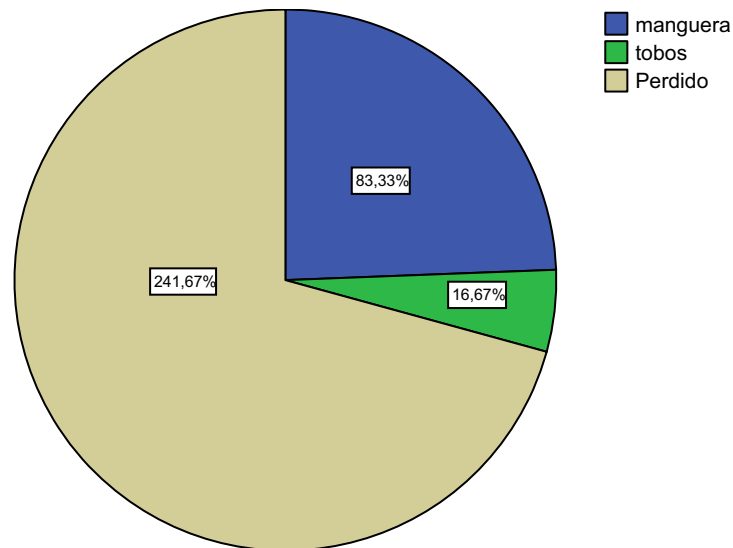
Equipo utilizado para el lavado de vehículo

N	Válidos	24
	Perdidos	58

Equipo utilizado para el lavado de vehículo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	manguera	20	24,4	83,3	83,3
	tobos	4	4,9	16,7	100,0
	Total	24	29,3	100,0	
Perdidos	Sistema	58	70,7		
Total		82	100,0		

equipo utilizado para el lavado de vehiculo



Gráfica N° 22

La gráfica N° 22 expresa que el 83,33% de la población utiliza manguera para realizar el lavado de los vehículos y solo el 16,67% usa tobos para esta actividad.

Pregunta N° 17

¿Cuánto tiempo emplea usted para realizar el lavado del vehículo?

Estadísticos

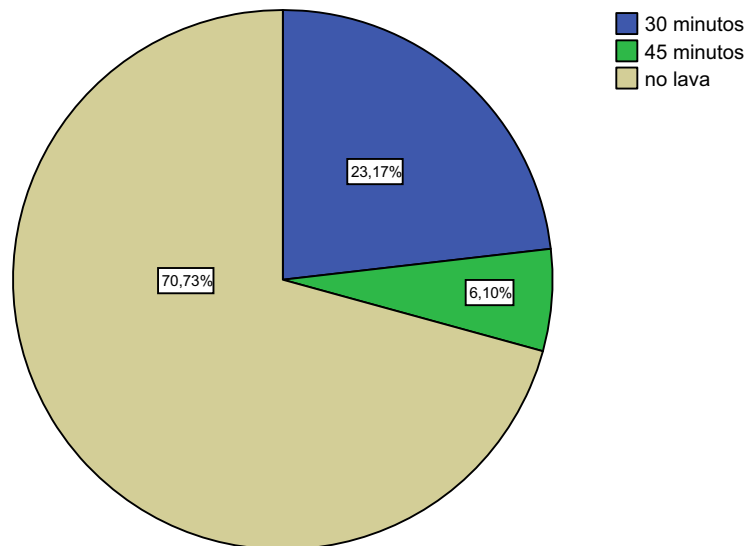
Tiempo de lavado de vehículo

N	Válidos	82
	Perdidos	0

Tiempo de lavado de vehículo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	30 minutos	19	23,2	23,2	23,2
	45 minutos	5	6,1	6,1	29,3
	no lava	58	70,7	70,7	100,0
	Total	82	100,0	100,0	

tiempo de lavado de vehiculo



Gráfica N° 23

Según la gráfica N° 23 se observa que el 23,17% realizan el lavado en un tiempo de 30 minutos, el 6,10% en 45 minutos, mientras que el 70,73% no lavan vehículos.

Los resultados correspondientes a las comparaciones de variables se presentan a continuación en gráficos de barras.

Comparación del tipo de vivienda con la existencia de fugas

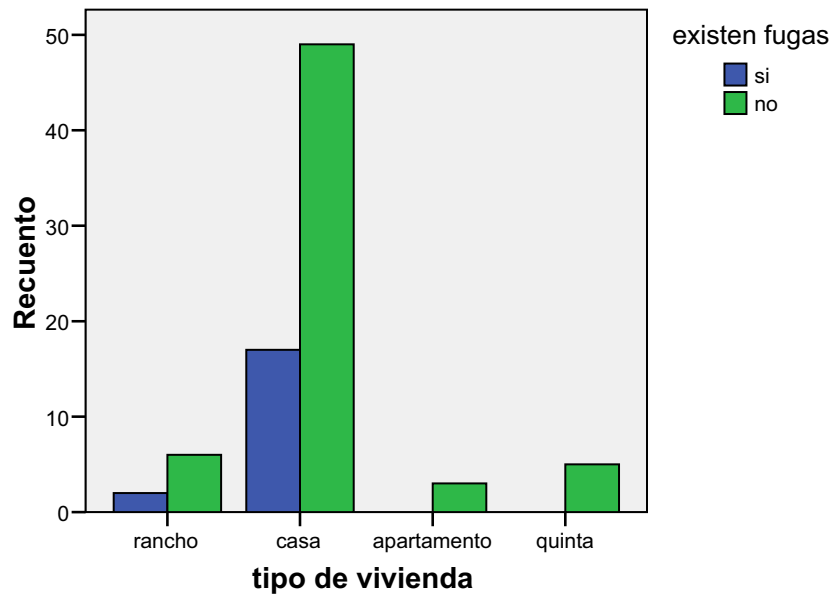
Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
tipo de vivienda * existen fugas	82	100,0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia tipo de vivienda * existen fugas
Recuento

		existen fugas		Total
		si	no	
tipo de vivienda	rancho	2	6	8
	casa	17	49	66
	apartamento	0	3	3
	quinta	0	5	5
Total		19	63	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 24

Al observar la gráfica N° 24 que la existencia de fugas es mayor en los ranchos y en las casa que en los apartamentos y quintas

Comparación del nivel de instrucción con la existencia de jardines

Resumen del procesamiento de los casos

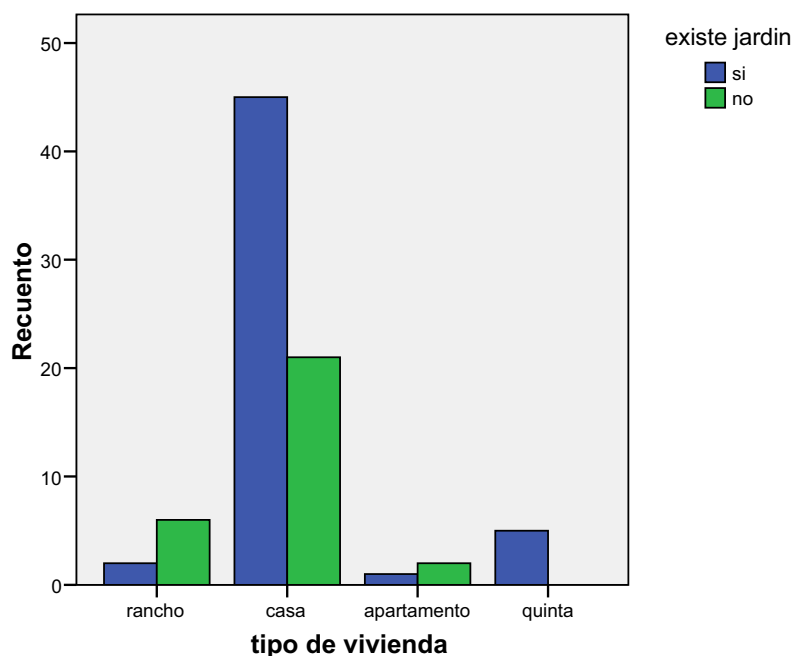
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
tipo de vivienda * existe jardín	82	100,0%	0	,0%	82	100,0%

Tabla de contingencia tipo de vivienda * existe jardín

Recuento

		existe jardín		Total
		si	no	
tipo de vivienda	rancho	2	6	8
	casa	45	21	66
	apartamento	1	2	3
	quinta	5	0	5
Total		53	29	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 25

La existencia de jardines es mayor en las quintas y casas que en el resto de los tipos de viviendas. Ver gráfica N° 25

Comparación del tipo de vivienda con el lavado de pisos.

Resumen del procesamiento de los casos

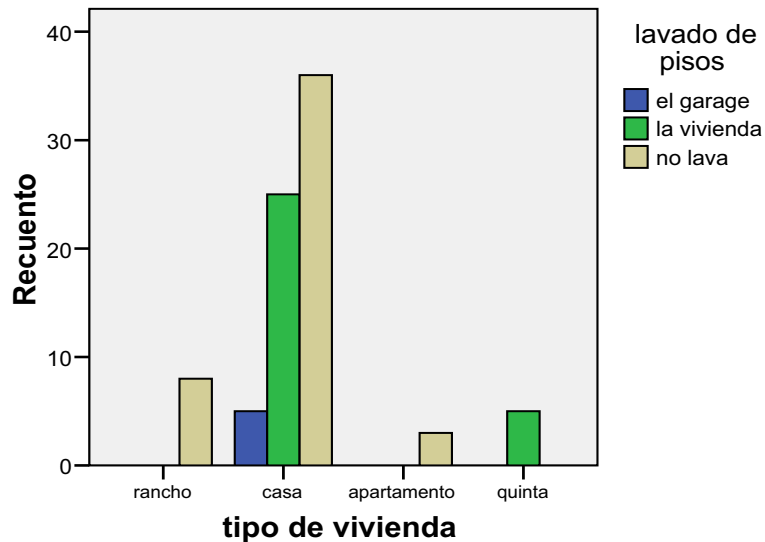
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
tipo de vivienda * lavado de pisos	82	100.0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia tipo de vivienda * lavado de pisos

Recuento

		lavado de pisos			Total
		el garaje	la vivienda	no lava	
tipo de vivienda	rancho	0	0	8	8
	casa	5	25	36	66
	apartamento	0	0	3	3
	quinta	0	5	0	5
Total		5	30	47	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 26

Según la gráfica N° 26 el lavado de los pisos se realiza en su totalidad en las viviendas tipo quintas y casas.

Comparación del tipo de vivienda con el lavado de vehículos.

Resumen del procesamiento de los casos

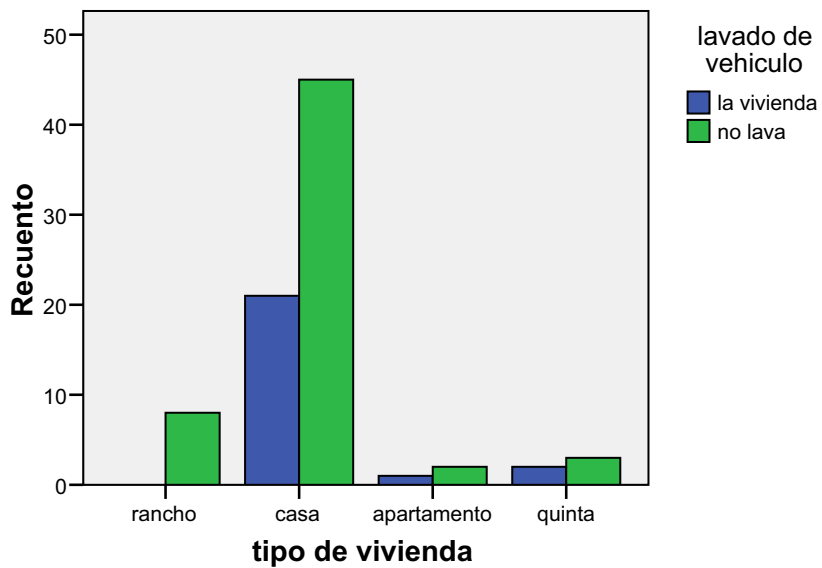
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
tipo de vivienda * lavado de vehículo	82	100.0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia tipo de vivienda * lavado de vehículo

Recuento

		lavado de vehículo		Total
		la vivienda	no lava	
tipo de vivienda	rancho	0	8	8
	casa	21	45	66
	apartamento	1	2	3
	quinta	2	3	5
Total		24	58	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 27

En cuanto al lavado de vehículos, se realiza en todos los tipos de viviendas menos en las viviendas tipo rancho. Gráfica N° 27

Comparación del nivel de instrucción con la existencia de fugas

Resumen del procesamiento de los casos

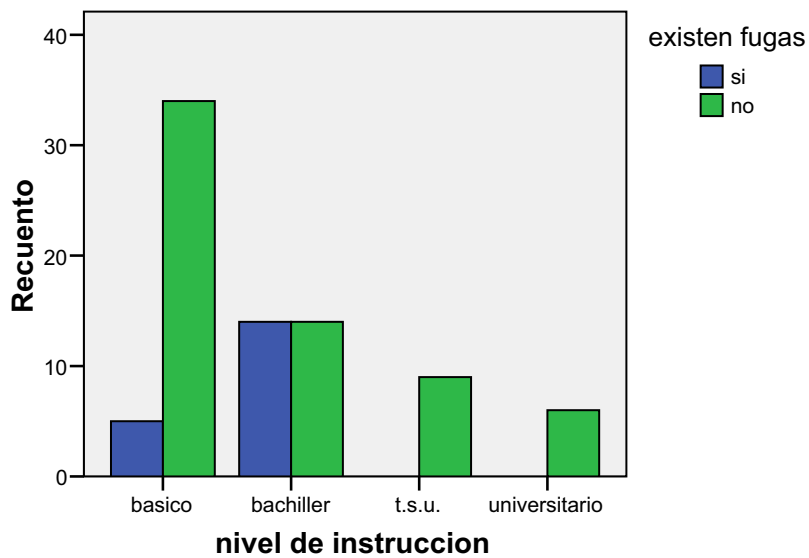
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
nivel de instrucción * existen fugas	82	100.0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia nivel de instrucción * existen fugas

Recuento

		existen fugas		Total
		si	no	si
nivel de instrucción	básico	5	34	39
	bachiller	14	14	28
	t.s.u.	0	9	9
	universitario	0	6	6
Total		19	63	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 28

Al comparar el nivel de instrucción con la existencia de fugas es mayor en la población con un nivel básico que en el resto de los niveles. Gráfica N° 28

Comparación del nivel de instrucción con el lavado pisos

Resumen del procesamiento de los casos

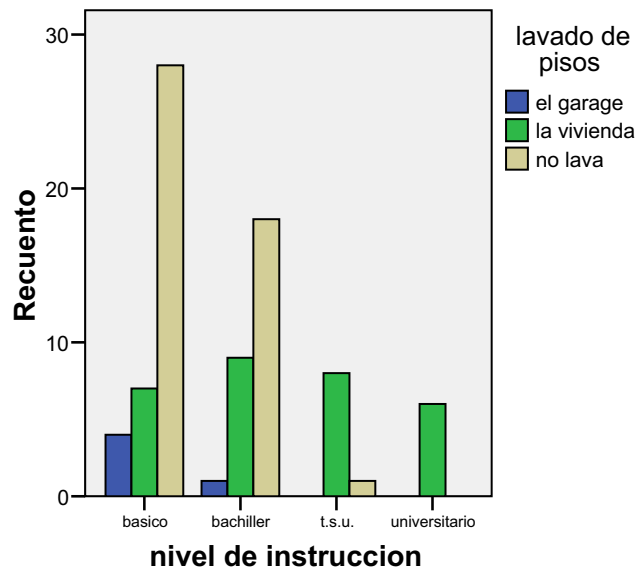
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
nivel de instrucción * lavado de pisos	82	100.0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia nivel de instrucción * lavado de pisos

Recuento

		lavado de pisos			Total
		el garaje	la vivienda	no lava	
nivel de instrucción	básico	4	7	28	39
	bachiller	1	9	18	28
	t.s.u.	0	8	1	9
	universitario	0	6	0	6
Total		5	30	47	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 29

Con relación al lavado de pisos con el nivel de instrucción, la actividad las realizan de manera similar personas de todos los niveles de instrucción, ver gráfica N° 29

Comparación del nivel de instrucción con el lavado de vehículos.

Resumen del procesamiento de los casos

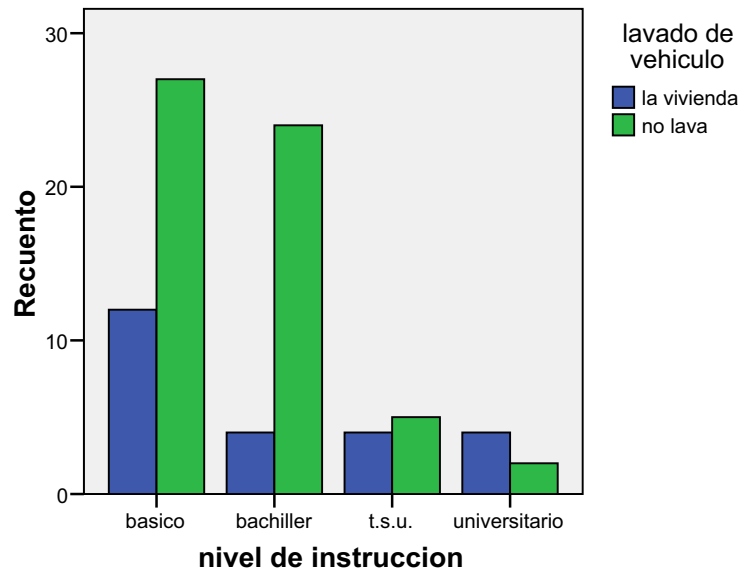
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
nivel de instrucción * lavado de vehículo	82	100.0%	0	.0%	82	100.0%

Tabla de contingencia nivel de instrucción * lavado de vehículo

Recuento

		lavado de vehículo		Total
		la vivienda	no lava	
nivel de instrucción	básico	12	27	39
	bachiller	4	24	28
	t.s.u.	4	5	9
	universitario	4	2	6
Total		24	58	82

Gráfico de barras



Gráfica N° 30

El lavado de vehículos es realizado en su mayoría por personas con un nivel de instrucción básico, luego le sigue el de bachiller, tsu y por último los universitarios. Ver gráfica N° 30

Determinación de la demanda

Para determinar la demanda total de agua se hace la sumatoria de las cantidades de agua que se destinan a los diferentes usos. Para efectos de esta evaluación, sólo se consideraron las demandas por abastecimiento doméstico con una dotación correspondiente al consumo una zona rural, el consumo por parte de las instituciones, los gastos en el riego de jardines, lavado de vehículos, lavado de pisos y fugas, sin incluir la demanda ambiental. Aunque se trata de una zona rural, los pobladores extraen el agua algunas veces a discreción y normalmente se genera despilfarro del recurso, por lo que una dotación de 250lts/p/d puede subestimar el gasto de agua.

3.9.6.10) Demanda de la población (DP)

Según Mora (2.005) presenta una tabla de consumo en función de la temperatura y el nivel de desarrollo extraída del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillado de R. López Cuello, 1.995, donde se recomienda un consumo en la zona rural entre 100-150l/p/día, se tomara lo establecido por la OMS, que es un consumo de 250l/persona/día ya que la población tiene un comportamiento urbano debido a que cuenta con todos los servicios. (Ver apéndice G)

Los datos de la población fueron tomados del censo realizado por el consejo comunal dando como resultado 1.430 personas.

$$DP=1430\text{personas}\times 250\text{l/persona/día}$$


$$DP=357.500\text{l/día}$$

La demanda de la población es de trescientos cincuenta y siete mil quinientos (357.500) litros diarios.

3.9.6.11) Demanda en instituciones (DI)

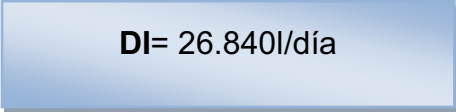
Según el artículo 110 de la norma del MSAS # 4044 del 08/09/88, la dotación en el sector educacional es de 40l/alumno/día cuando el alumnado es externo. Para Venezuela se considera uniforme como 45l/alumno/día, pero en este caso se utilizara la dotación descrita en el artículo 110 antes mencionado. En el cuadro N° 8 se presenta la matricula de las instituciones existentes en el centro poblado.

Cuadro 8: Matricula De Las Instituciones.

Liceo Bolivariano Tostos		Escuela Bolivariana Eusebio Baptista	
Varones	Hembras	Varones	Hembras
216	262	105	88
TOTAL 478		TOTAL 193	

En total la cantidad de alumnos en las dos instituciones es de 671 alumnos.

$$DI = 671 \text{ alumnos} * 40 \text{ l/alumnos/día}$$


$$DI = 26.840 \text{ l/día}$$

La demanda de las instituciones es de 26.840 litros diarios.

3.9.6.12) Consumo en riego de jardines (CJ)

Para establecer el consumo en el riego de los jardines se utilizo el resultado de la pregunta N° 8 de la encuesta antes presentada.

Para las áreas menores a 5 m²

El resultado de la encuesta fue de un 29.27%

286 viviendas * 29,27% = 83.71 ≈ 84 viviendas

Tomando un área de 5 m²

$$A1 = 84 * 5 \text{ m}^2 = 420 \text{ m}^2$$

Para áreas entre 5 – 10 m²

$$286 * 20,73\% = 59,29 \approx 59$$

Tomando un área de $7,5 \text{ m}^2$

$$A2 = 59 \cdot 7,5 \text{ m}^2 = 442,5 \text{ m}^2$$

Para áreas entre $10 - 20 \text{ m}^2$

$$286 \cdot 3,66\% = 10,47 \approx 11$$

Tomando un área de 15 m^2

$$A3 = 11 \cdot 15 \text{ m}^2 = 165 \text{ m}^2$$

Para áreas mayores de 20 m^2

$$286 \cdot 12,20\% = 34,89 \approx 35$$

Tomando un área de 20 m^2

$$A4 = 35 \cdot 20 \text{ m}^2 = 700 \text{ m}^2$$

Al realizar la sumatoria de todas las áreas se obtiene el área total de jardines.

$$AT = A1 + A2 + A3 + A4$$

$$AT = 420 \text{ m}^2 + 442,5 \text{ m}^2 + 165 \text{ m}^2 + 700 \text{ m}^2$$

$$AT = 1.727,5 \text{ m}^2$$

Mora 2005, guía de demanda, dice que para un jardín de 7 m^2 ubicado en el municipio Boconó requiere de $0,5 \text{ l/m}^2/\text{día}$

$$7 \text{ m}^2 \longrightarrow 0,5 \text{ l/m}^2/\text{día}$$

$$1.727,5 \text{ m}^2 \longrightarrow X$$

$$X = 123,393 \text{ l/día}$$

$$\mathbf{CJ = 123,393 \text{ l/día}}$$

El consumo para el riego de los jardines es de 123,393 litros diarios.

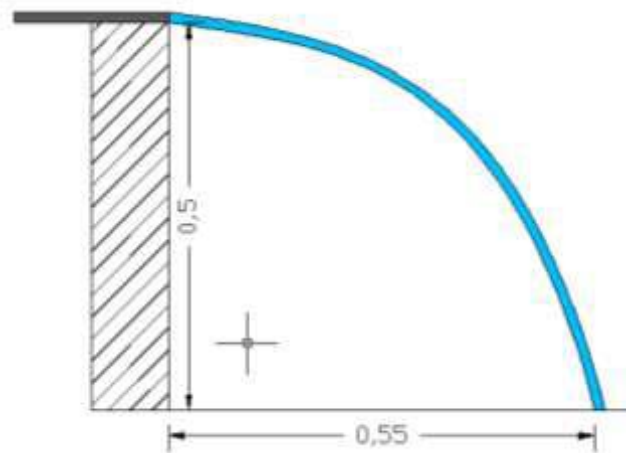
3.9.6.13) Consumo en el lavado de pisos (CP).

En el cálculo del consumo para el lavado de pisos se utilizaron los resultados de la pregunta 10 y 11 realizada en la encuesta

a) Cálculo del caudal según el método de trayectoria

Para este cálculo se utilizó la trayectoria que realiza el agua al salir de una manguera de 1/2" en una vivienda localizada a la altura media. (Ver fotos 34 y 35 en el apéndice H)

Figura 7: Método De La Trayectoria.



Fuente: Sarmiento, 2010

$$X = 0,55\text{m}$$

$$Y = 0,50\text{m}$$

$$g = 9,81\text{m}^2/\text{s}$$

$$V = \frac{0,55\text{m}}{\sqrt{\frac{2(0,50\text{m})}{9,81\text{m}^2/\text{s}}}} = \frac{0,55\text{m}}{0,3193\text{s}} = 1,7227\text{ m/s}$$

Caudal

$$Q = AxV$$

$$Q_1 = 1,1268 \times 10^{-4} \text{m}^2 \times 1,7227 \text{m/s} = 2,18232 \times 10^{-3} = 0,2182 \text{l/s}$$

b) Cálculo del caudal según el método de volumétrico.

Para este cálculo se utilizó un recipiente de volumen = 1l y se cronometró el tiempo de llenado. Los cálculos se realizaron en la misma vivienda donde se realizó el método anterior.

$$Q_2 = \frac{1l}{4,83s} = 0,207l/s$$

Caudal promedio

$$QT = (Q_1 + Q_2)/2 = (0,2182l/s + 0,207l/s)/2 = 0,2126l/s$$

Para determinar la demanda en el lavado de los pisos se multiplica el caudal calculado por el periodo de tiempo empleado para realizar esa actividad. Este periodo de tiempo es obtenido de los resultados de la pregunta N° 12 de la encuesta, la cual arrojó los siguientes resultados: el 9,76% emplea 30 minutos para realizar el lavado de los pisos, el 25,61% emplea 45 minutos, el 4,88% utiliza 60 minutos mientras que el resto de la población no lava el piso.

Se utilizará el periodo con mayor porcentaje; es decir, 45 minutos (2.700s).

c) Consumo de agua por vivienda para el lavado

$$CP = 0.2126 \text{ l/s} * 2700s = 574,02 \text{ litros/vivienda}$$

El lavado de pisos lo realizan un 10,96% una vez a la semana, 29,27% una vez al mes, un 1,22% lavan los pisos cada dos meses y un 59,76% no lavan los pisos solo los limpian.

Tabla 10: Resumen de Datos para la demanda en el lavado de pisos

Número de días (N)	Frecuencia(F) (1/N)	Porcentaje (%)	Número de viviendas + garaje NVG
7	0,143	11	32
30	0,033	29,3	84
60	0,017	1,2	3

Fuente: Sarmiento, 2010

Para el cálculo de las demandas en el lavado de pisos se utilizara la siguiente fórmula:

$$D = CP * NVG * F$$

Donde:

CP= consumo por vivienda.

NVG= número de viviendas y garajes.

F= frecuencia de lavado.

Para una frecuencia de 7 días D_7

$$D_7 = 574,02 * 0,143 * 32 = 2626,72 \text{ l/día}$$

De manera análoga se aplica para el resto de las frecuencias presentadas en la tabla anterior

$$D_{30} = 1591,18 \text{ l/día}$$

$$D_{60} = 29,275 \text{ l/día}$$

Tabla 11: Resumen De Las Demandas En El Lavado De Pisos según la frecuencia.

Número de días	Demanda (l/día)
7	2.626,72
30	1.591,18
60	29,275
Total = 4247,175	

Fuente: Sarmiento, 2010

La demanda diaria en el lavado de pisos es de 4247,175 l/día

CP= 4.247,175 l/día

3.9.6.14) Consumo en el lavado de vehículos (CV)

El lavado vehículos se tomo como una fuga de agua debido a que no es un consumo de primera necesidad, la pregunta N° 14 demuestra que el 29,27% de la población lava su vehículo en la vivienda mientras que el 70,73% no lava vehículos.

Total de la población que lava vehículos en sus viviendas

$$286 * 29,27\% = 83,71 \approx 84$$

El caudal calculado anteriormente se multiplica por un promedio de tiempo utilizado para el lavado de vehículos, el cual se tomara 30 minutos (1800s), ya que es el periodo con mayor porcentaje de los resultados de pregunta N° 17

$$CPV = 0.2126 \text{ l/s} * 1800\text{s} = 382,68 \text{ litros/vehículo}$$

Luego el valor resultante se multiplica por la frecuencia de lavado.

El lavado de vehículo lo realizan con una frecuencia de cada ocho días un 10.98% de la población, el 8.54% cada quince días, el 6.10% cada mes, 3.66% cada dos meses y el 70.73% nunca lava vehículos en su vivienda

Tabla 12: Resumen datos utilizados para la demanda en el lavado de vehículos

Número de días (N)	Frecuencia (F) (1/N)	Porcentaje (%)	Número de vehículos (NV)
7	0,143	11	32
15	0,067	8.5	23
30	0,033	6.1	18
60	0,017	3.7	11

Fuente: Sarmiento, 2010

Para el cálculo de las demandas en el lavado de vehículos se utilizara la siguiente fórmula:

$$D = CPV * NV * F$$

Donde:

CPV: consumo por vehículo.

NV: número de vehículos.

F: frecuencia de lavado.

Para una frecuencia de 7 días D_7

$$D_7 = 382,68 \cdot 0,143 \cdot 32 = 1751,144 \text{ l/día}$$

De esta manera se aplica para las siguientes frecuencias

$$D_{15} = 589,71 \text{ l/día}$$

$$D_{30} = 227,32 \text{ l/día}$$

$$D_{60} = 71,56 \text{ l/día}$$

Tabla 13: Resumen De Las Demandas En El Lavado Vehículos.

Número de días	Demanda (l/día)
7	1751,144
15	589,71
30	227,32
60	71,56
Total = 2639,734	

Fuente: Sarmiento, 2010

La demanda diaria en el lavado de vehículos es de 2639,734 l/día

$$CV = 2639,734 \text{ l/día}$$

Al obtener todas las demandas se procede a calcular la demanda total, ya que es la sumatoria de todas ellas.

3.9.6.15) La demanda total DT

Finalmente que se obtienen los resultados de la demanda por parte de la población, de las instituciones, el consumo en el riego de jardines, lavado de pisos y en el lavado de vehículos se hace una sumatoria de todas ellas para conseguir la demanda total del centro poblado.

$$DT = DP + DI + CJ + CP + CV$$

$$DT = (357.500 + 26.840 + 123.393 + 4.247,175 + 2.639,734) \text{ l/día}$$

$$DT=391.350,302 \text{ l/día}$$

$$DT= 391.350,302\text{l/día}$$

Como ya se tiene la demanda total diaria, es preciso transformarla en litros por segundos para comparar el caudal requerido con el caudal disponible y de esta manera comprobar si la demanda se puede cubrir o no.

$$Q_r = 391.350,302\text{l/día} * \frac{1\text{día}}{24\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3.600\text{s}} = 4,53\text{l/s}$$

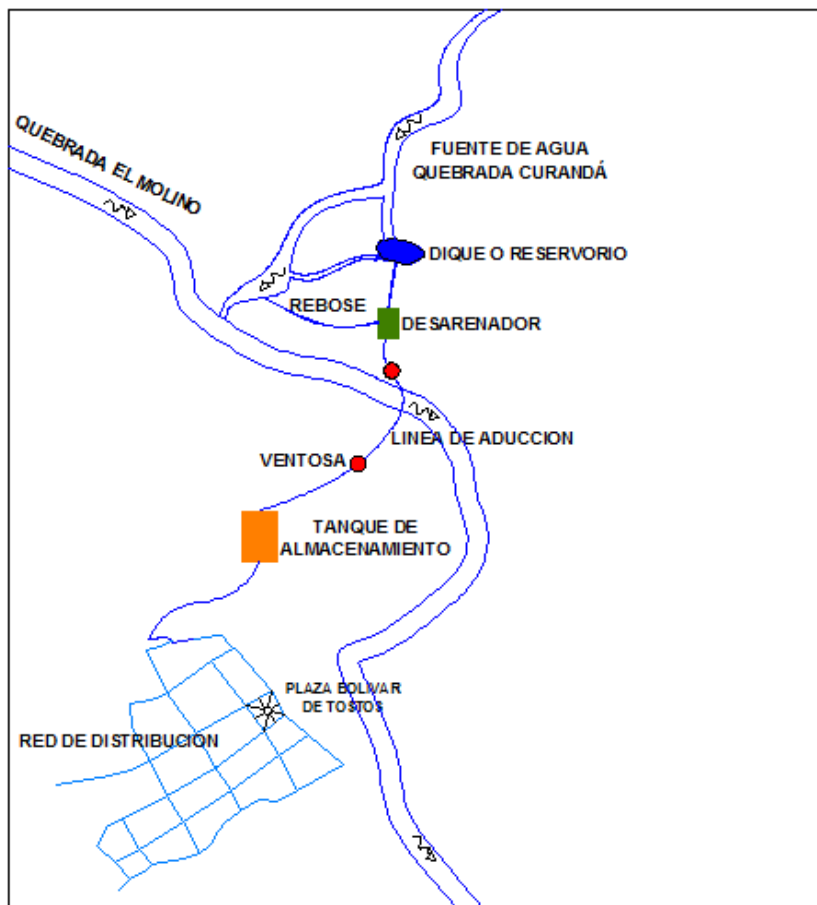
*Caudal requerido **Q_r =4,53l/s***

3.9.7) Capacidad de las instalaciones.

Para conocer la capacidad de instalación que tiene el sistema, fue necesario aplicar cálculos hidráulicos para determinar el caudal teórico de la línea de aducción principal, en cuanto a la red de distribución fue preciso el uso de un programa de ordenador que realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad de agua en redes de distribución a presión denominado Epanet.

En el centro poblado Tostos el sistema se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Figura 8: Sistema De Abastecimiento De Agua Del Centro Poblado Tostos



Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.7.1) Características de los componentes del sistema

3.9.7.1a) Dique:

Es una barrera artificial que tiene como función el remanso hasta ciertos límites de las aguas, controlar los sedimentos, además puede conservar un volumen de remanso adicional para el caso de regular los flujos de crecidas.

En este sistema la barrera está constituida por un muro de concreto que remansa el agua hasta cierto límite, controlado por un rebose donde se encuentra colocada una rejilla metálica para impedir que cuerpos en suspensión como hojas, entren a la tubería, también posee un tapón de limpieza y una manguera de tres pulgadas que se usa para auxiliar la tubería de hierro galvanizado del mismo diámetro que va hasta el desarenador. Foto 6 y 7



Foto 6 y 7: Dique existente

3.9.7.1b) Caja o desarenador:

Esta caja de agua también cumple la función de desarenador, cuenta con un volumen de $0,9 \text{ m}^3$, tiene cuatro tuberías, dos entradas de tres pulgadas

que vienen del dique, dos salidas del mismo diámetro, una para el rebose que descarga a la fuente y otra para la línea de aducción principal.

La construcción de este otro desarenador se debe a que las fuentes superficiales permiten el paso de material de cierto tamaño, sobre todo en las épocas de lluvias, la cual arruinaría el sistema o provocaría desajustes por obstrucción. Foto 8 y 9



Foto 8 Y 9: Caja O Desarenador Existente

3.9.7.1c) Línea de aducción

Esta se encuentra conformada por una tubería de hierro galvanizado de tres pulgadas, colocada sobre la superficie del terreno. En algunos tramos se encuentra sobre soportes fijos de concreto y en otros suspendida en puentes de guaya para superar desniveles.

El hierro galvanizado posee una serie de ventajas:

Según Arocha (1980), es también llamado acero galvanizado, pues su fabricación se hace mediante el proceso de templado de acero, sistema que permite obtener una tubería de hierro de gran resistencia a los impactos y a gran ductibilidad. En razón de que su contenido de carbón es menor que el del hierro fundido, su resistencia a la oxidación y a la corrosión es menor. Mediante el proceso de galvanizado se da un recubrimiento de zinc tanto interior como exteriormente, para darle protección contra la corrosión.

En base a las características, esta tubería es recomendable para instalarse superficialmente, ya que presenta una resistencia a los impactos mucho mayor que cualquier otra, pero no resulta conveniente su instalación enterrada en zanja debido a la acción agresiva de suelos ácidos y el establecimiento de corrientes iónicas por la presencia de dos metales, Fe y Zn.

Su utilización está indicada principalmente en líneas de aducción con terrenos accidentados o rocosos donde los costos de excavación pueden hacer prevalecer la utilización de tuberías colocadas sobre la superficie (soportes), como es el caso de estudio. Foto 10 y 11



Foto10: Tubería de 3", en buenas condiciones, sobre soportes de concreto.



Foto11: Tubería de 3", en buenas condiciones, suspendida en puente de guaya.

3.9.7.1d) Ventosas

La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en la tubería previene la acumulación de aire en los puntos altos provocando una reducción del área de flujo de agua, y como consecuencia se produce el aumento de las pérdidas y una disminución del gasto, esta acumulación de aire puede ser a veces desplazada a lo largo de la tubería y ocasionar golpes repentinos e intermitentes similares a los golpes de arietes. Las válvulas constituyen un factor de seguridad que garantiza la sección útil para la circulación del gasto deseado.

Las ventosas existentes en la línea de aducción están bien ubicadas, pero están en malas condiciones y otras fueron desinstaladas para colocar de manera ilícita tomas de ½". Esta es una de las razones por las cuales el caudal a disminuido considerablemente. Foto 12 y 13



Foto12: Ventosas en malas condiciones



Foto13: Toma ilícita donde se encontraba la ventosa

3.9.7.1e) Válvulas de limpieza:

En líneas de aducción con topografía accidentada, existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de los tramos de tubería. Arocha 1980.

En la línea de aducción existente no se encuentran válvulas de limpieza, lo que coadyuva la acumulación sedimentos y disminuye el caudal que traslada esta línea. Figura 9



Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.7.1f) *Tanque de almacenamiento*

Este es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionalidad depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad.

Esta comunidad posee con un tanque de almacenamiento de concreto, muy cercano al centro poblado, con un volumen de 125,16 m³, el rebose se almacena en otro tanque de menor dimensión. Foto 14 y 15



Foto14: Tanque de almacenamiento



Foto15: Tanque para el rebose.

3.9.7.1g) *Red de distribución*

La distribución del agua almacenada en el tanque hasta el centro poblado, se realiza a través de una tubería de hierro fundido de tres pulgadas, luego existe una red de tuberías de dos pulgadas y del mismo material dispuestas por las diferentes calles de manera paralela.

En esta parte del sistema se encuentran los problemas de fugas causadas por las altas presiones internas ocasionadas por la falta de válvulas reguladoras de presión. Estas fugas a su vez han venido afectando la vialidad, generando problemas como derrumbes. Foto 16 y 17



Foto16: distribución de la tubería



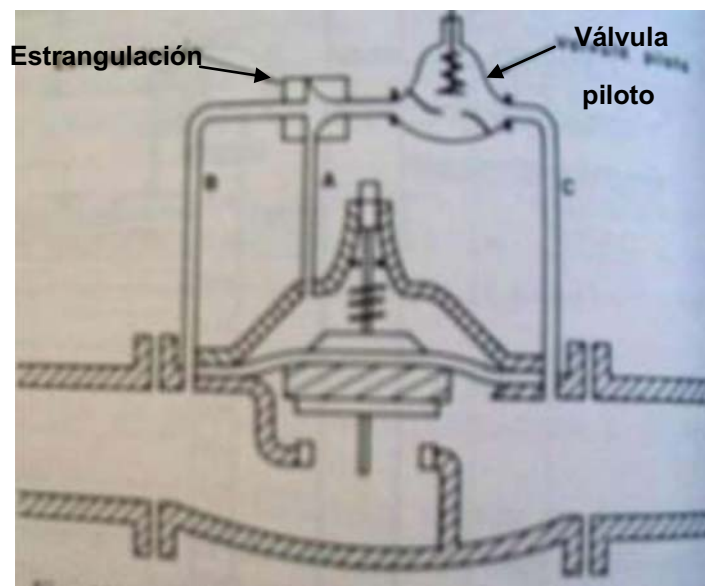
Foto17: derrumbe ocasionado por las fugas

3.9.7.1h) Válvulas reguladoras de presión:

Estas válvulas se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varié el flujo o la presión.

En la red de distribución no se encuentran válvulas reguladoras de presión lo que impide mantener una presión constante en la descarga, ocasionando problemas en las tuberías. Figura 10

Figura 10: Esquema Del Funcionamiento De Una Válvula Reguladora



Fuente: Arocha, 1980

3.9.7.2) Capacidad Instalada De La Línea De Aducción Principal.

Para los cálculos hidráulicos, se utilizó el método de Darcy – Weisbachs. El mismo consiste en el cálculo de la velocidad del fluido que circula por la tubería. Se calcula mediante los siguientes pasos.

Paso 1: Se halla la velocidad por medio de esta fórmula $V = \sqrt{\frac{2gDh_f}{Lf}}$, con un

valor de f que será un valor medio elegido.

Donde:

D= diámetro interno de la tubería

L= longitud del tramo

H_f= pérdidas de energía por fricción

g= fuerza de gravedad

f= coeficiente de fricción.

Paso 2: Con la Velocidad encontrada se halla el n° de Reynolds $Re = VD/\gamma$

Donde:

V= velocidad calculada

D= diámetro interno de la tubería

γ = viscosidad cinemática del agua a 18°C

Paso 3: Se calcula la rugosidad relativa $Rr = \epsilon/D$

Donde:

ϵ = Tamaño de las asperezas.

D= Diámetro interno de la tubería.

Vamos al ábaco de Moody con Re y Rr para hallar f.

Paso 4: Si el f de la tabla no coincide con el supuesto, repetimos los tres pasos utilizando el nuevo valor de f, hasta que el valor de Q_n no varíe de Q_{n-1} en más de 0,001 unidades.

En el recorrido realizado para el levantamiento de la línea de aducción se observo que la tubería existente es de hierro galvanizado con 20 años de uso aproximadamente, presenta un diámetro (D= 3"=0.0762m). Las coordenadas fueron tomadas con GPS, lo que permitió obtener la altura en que se encuentra el dique-toma (2209m), y la del tanque de almacenamiento (1499m), la longitud (L) de la línea de aducción es de 4200m. (Ver apéndice C)

Paso 1

Suponiendo un $f=0,025$

$F= 0,025$

$D= 0,0762m$

$hf= 710 m$

$g =9,81m/s^2$.

$L=4200+5\%$ de perdidas por conexiones y accesorios =4410m

Velocidad

$$V = \sqrt{\frac{2 * 9.81m/s^2 * 0,0762m * 710m}{4410m * 0,025}}$$

$$V= 3,103 \frac{m}{s}$$

Paso 2

Número de Reynolds

$$Re = \frac{V.D}{\gamma} = \frac{3,103m/s .0,0762m}{1,0618 \times 10^{-6}m^2/s} = 2,227 \times 10^5$$

Donde

Re = numero de Reynolds

V = velocidad interna

D= diámetro

γ = viscosidad cinemática del agua. (1,0618centistokes= $1,0618 \times 10^{-6}m^2/s$ para el agua a 18°C.)

Paso 3

Rugosidad relativa

$$Rr = \frac{\varepsilon}{D}$$

Donde

Rr = rugosidad relativa

ε = tamaño de las asperezas (0,15mm para el hierro galvanizado.)

D= diámetro. (3pulg.=0,0762m)

$$Rr = \frac{0,15}{76,2} = 0,00197 \approx 0,002$$

Caudal

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,134 \text{ m/s} \times 0,00456 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,01415 \text{ m}^3/\text{s} = 14,15 \text{ l/s}$$

Al entrar al ábaco de Moddy se encuentra un $f = 0,0245 \neq 0,025$ por lo tanto se repiten los pasos con este nuevo valor. (Ver apéndice I)

Para un $f = 0,0245$

Velocidad

$$V = 3,134 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Número de Reynolds

$$Re = 2,25 \times 10^5$$

Caudal

$$Q = 0,01429 \text{ m}^3/\text{s} = 14,29 \text{ l/s}$$

Al buscar en el diagrama con los nuevos datos se encuentra un coeficiente de fricción igual a $0,0246 \neq 0,0245$ por lo tanto se repiten los pasos con este nuevo valor.

Para un $f = 0,0246$

Velocidad

$$V = 3,128 \frac{m}{s}$$

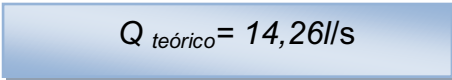
Numero de Reynolds

$$Re = 2.245 \times 10^5$$

Caudal

$$Q = 0,01426 \frac{m^3}{s} = 14,26 l/s$$

Al entrar en el diagrama con estos datos el coeficiente de fricción $f = 0,0246 = 0,0246$, lo que indica que el coeficiente es definitivo. El caudal teórico de la línea de aducción principal es $0,01426 \frac{m^3}{s} = 14,26 l/s$.


$$Q_{\text{teórico}} = 14,26 l/s$$

3.9.7.3) Comportamiento Hidráulico De La Red De Distribución.

Para simular el modelo de la red, son necesarios los siguientes datos:

- 1) *Trazado en escala de la red.* Este trazado corresponde al plano de la red de distribución digitalizado en Autocad (ver apéndice J), el mismo se encuentra escalado y georeferenciado, el plano se exporta como un mapa de bits, luego se carga en Epanet y se georeferencia con Georef, programa creado por L. Mora para referenciar imágenes en Epanet.
- 2) *Diámetro en milímetros de las tuberías.*
- 3) *Longitud de las tuberías.*
- 4) *Cota o altura de cada Nodo.*
- 5) *Coeficiente de fricción del material de la tubería.*
- 6) *Demanda de agua en cada nodo.*
- 7) *Coeficiente de emisores según el diámetro.* Este coeficiente se determina mediante la siguiente formula.

$$C = \sqrt{2 * g * A * Cd * 1000}$$

Donde:

C = Coeficiente del emisor

g = Gravedad

A = Área del emisor, $\frac{\pi * D^2}{4}$; D = diámetro interno de la tubería en metros.

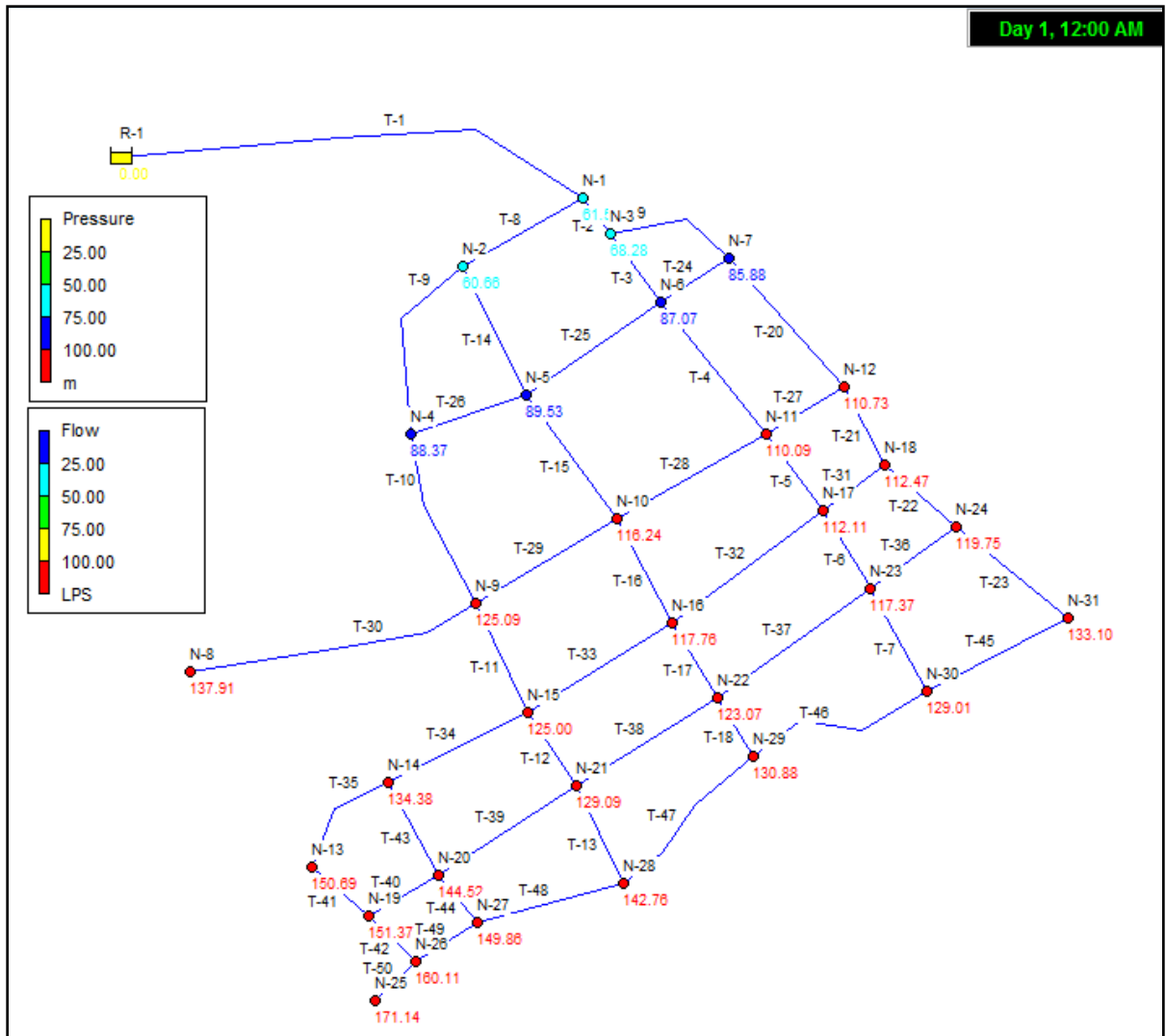
C_d = Coeficiente de gasto, este coeficiente depende de la geometría del emisor dada por la relación h/w. Para este caso se determino que el C_d es 0,9.

3.9.7.3a) Modelo de red sin demandas para encontrar las presiones máximas en los nodos.

Esta modelación se realiza sin demandas en los nodos, para simular un comportamiento de la red cuando no hay consumo, es decir, que todas las llaves se encuentran cerradas y las presiones internas se incrementan al máximo.

Las presiones en los nodos vienen expresadas en metros de columna de agua y se puede observar en el Modelo N° 1 (presiones máximas) que a partir del nodo N° 8 las presiones son superiores a 100m de columna de agua. (Ver reporte en el apéndice K)

MODELO N° 1. PRESIONES MÁXIMAS EN NODOS



Fuente: Sarmiento, 2010

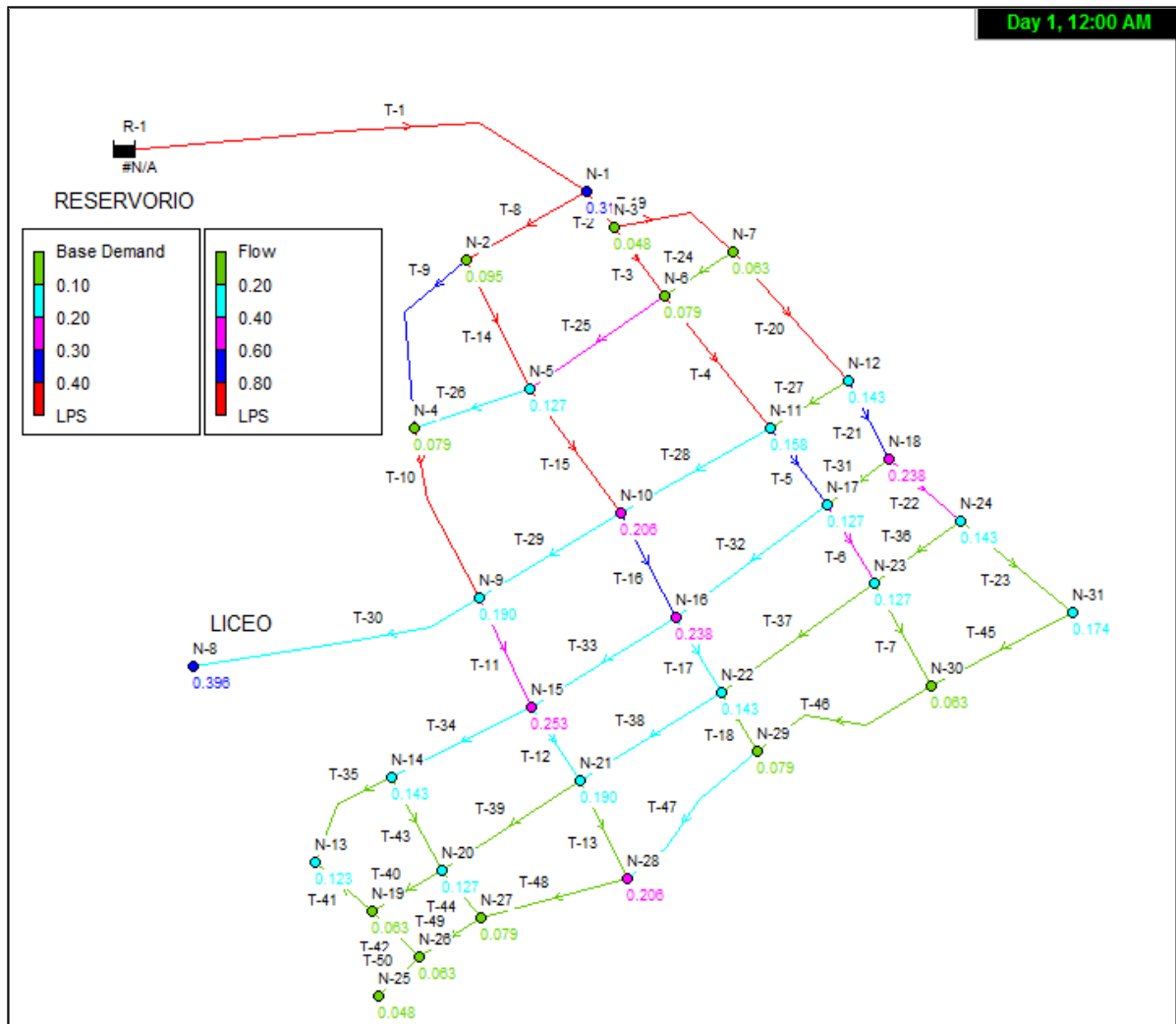
3.9.7.3b) Modelo de red con demandas en los nodos.

Este modelo representa el consumo en l/s en cada uno de los nodos. Para esto fue necesario calcular el consumo por vivienda y encontrar el número de viviendas ubicadas entre nodos. Se determina la demanda multiplicando el consumo por vivienda por el número de ellas. Por último se reparte este consumo de igual manera para los nodos que se encuentran en los extremos de cada calle, determinándose así la demanda base para cada uno de los nodos, procedimiento que se realiza para toda la red. (Ver reporte en el apéndice K)

Las demandas se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA 14: DEMANDAS EN NODOS			
NODO	N° DE VIVIENDAS POR NODO	CONSUMO POR VIVIENDA (L/S)	DEMANDA BASE EN NODO (L/S)
N-1	20	0,0158	0,317
N-2	6	0,0158	0,095
N-3	3	0,0158	0,048
N-4	5	0,0158	0,079
N-5	8	0,0158	0,127
N-6	5	0,0158	0,079
N-7	4	0,0158	0,063
N-8	25	0,0158	0,396
N-9	12	0,0158	0,190
N-10	13	0,0158	0,206
N-11	10	0,0158	0,158
N-12	9	0,0158	0,143
N-13	8	0,0158	0,127
N-14	9	0,0158	0,143
N-15	16	0,0158	0,253
N-16	15	0,0158	0,238
N-17	8	0,0158	0,127
N-18	15	0,0158	0,238
N-19	4	0,0158	0,063
N-20	8	0,0158	0,127
N-21	12	0,0158	0,190
N-22	9	0,0158	0,143
N-23	8	0,0158	0,127
N-24	9	0,0158	0,143
N-25	3	0,0158	0,048
N-26	4	0,0158	0,063
N-27	5	0,0158	0,079
N-28	13	0,0158	0,206
N-29	5	0,0158	0,079
N-30	4	0,0158	0,063
N-31	11	0,0158	0,174
TOTAL	286	0,4910	4,530

MODELO N°2 DEMANDAS EN NODOS

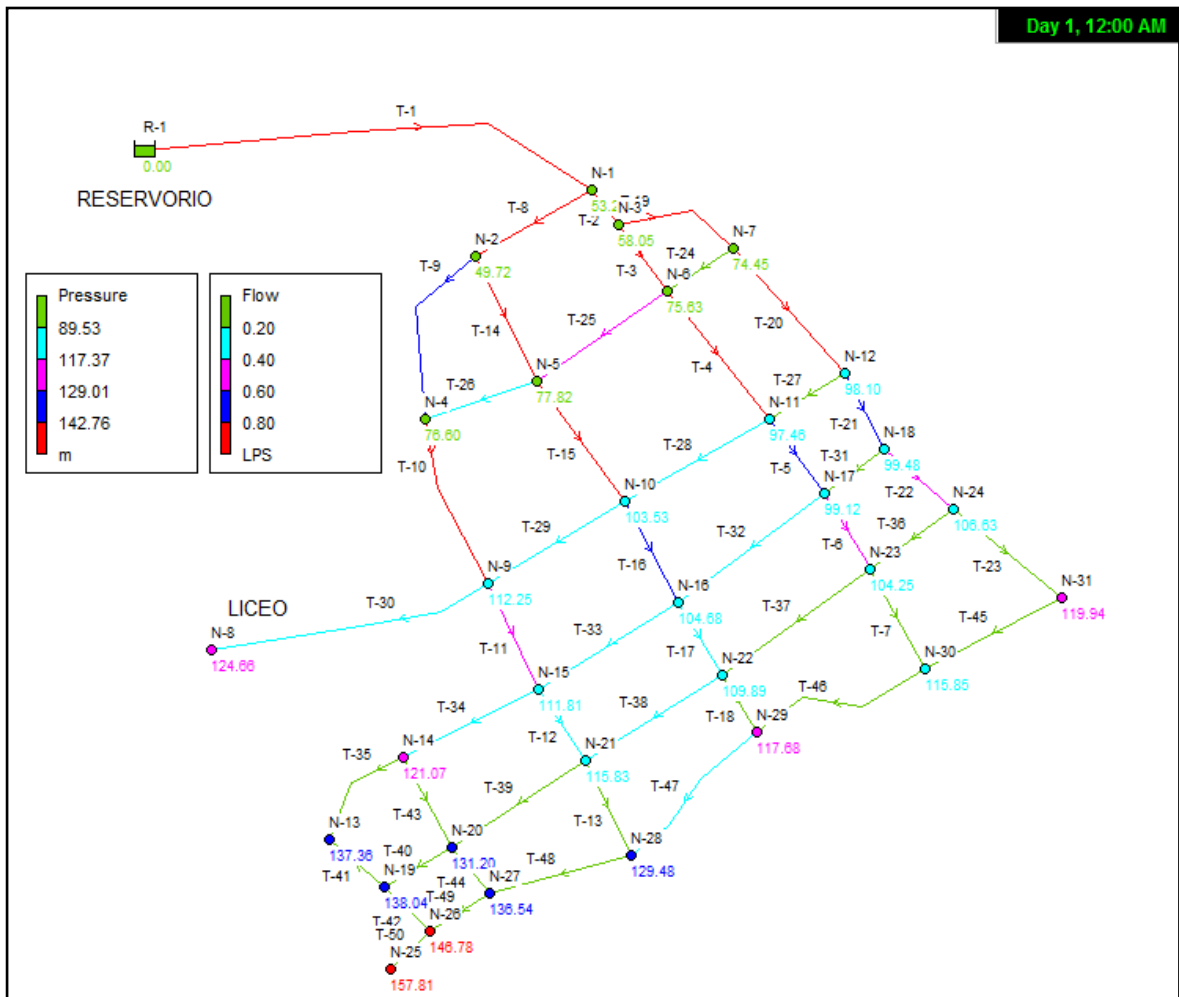


Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.7.3c) Modelo de presiones en la red con demanda.

Este modelo representa las presiones mínimas en la tubería cuando la demanda es máxima. Como se puede observar en el Modelo N°3, las presiones siguen siendo mayores a 100mca en los nodos 25 y 26. (Ver reporte en el apéndice K)

MODELO N°3 PRESIONES EN NODOS CON DEMANDA



Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.7.3d) *Modelo de red con un emisor de ½ pulgada ubicada en la altura media de la red de distribución.*

La simulación representa el consumo que genera una fuga de ½ pulgada ubicada en la altura media de la red cuando no existe consumo en la misma. Para ello es necesario encontrar el coeficiente del emisor de ½ pulgada mediante la siguiente fórmula:

$$C = \sqrt{2 * g * A * Cd * 1000}$$

Donde:

C = Coeficiente del emisor

g = Gravedad = 9,81m/s²

A = Área del emisor, $\frac{\pi * D^2}{4}$; D = 0,0127m; A = 0,000127m².

C_d = 0,9.

$$C = 0,511/s$$

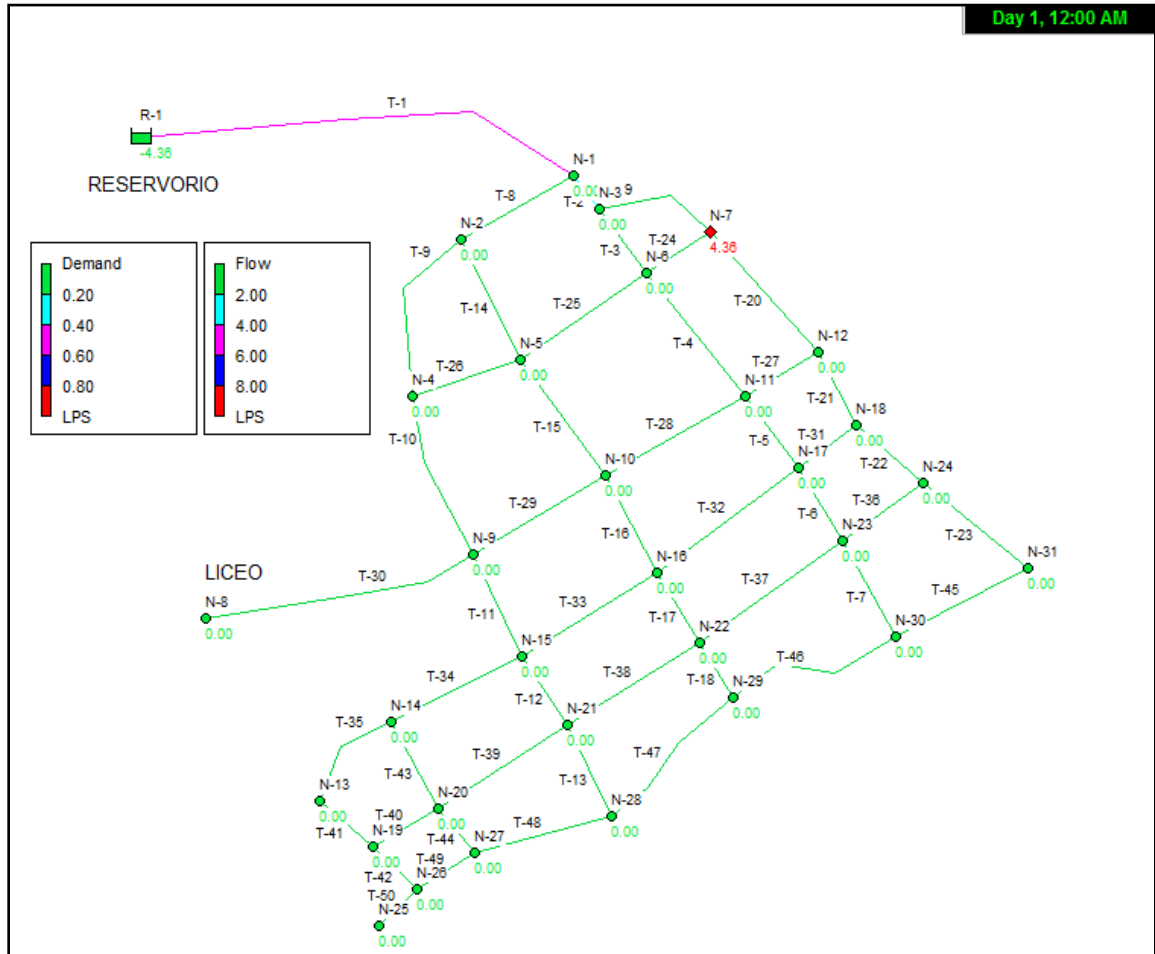
Ubicación del emisor, altura media= (altura máxima + altura mínima)/2

= (1.491,94m+1320,80m)/2 = 1.406,37m.

El emisor se ubica sobre el nodo N° 7 que tiene elevación de 1.406,06m.

Como se puede observar en el modelo N°4, una fuga de media pulgada genera un consumo de 4,36l/s. (Ver reporte en el apéndice K)

MODELO N° 4 EMISOR DE ½ PULGADA UBICADO EN LA ALTURA MEDIA DE LA RED.



Fuente: Sarmiento, 2010

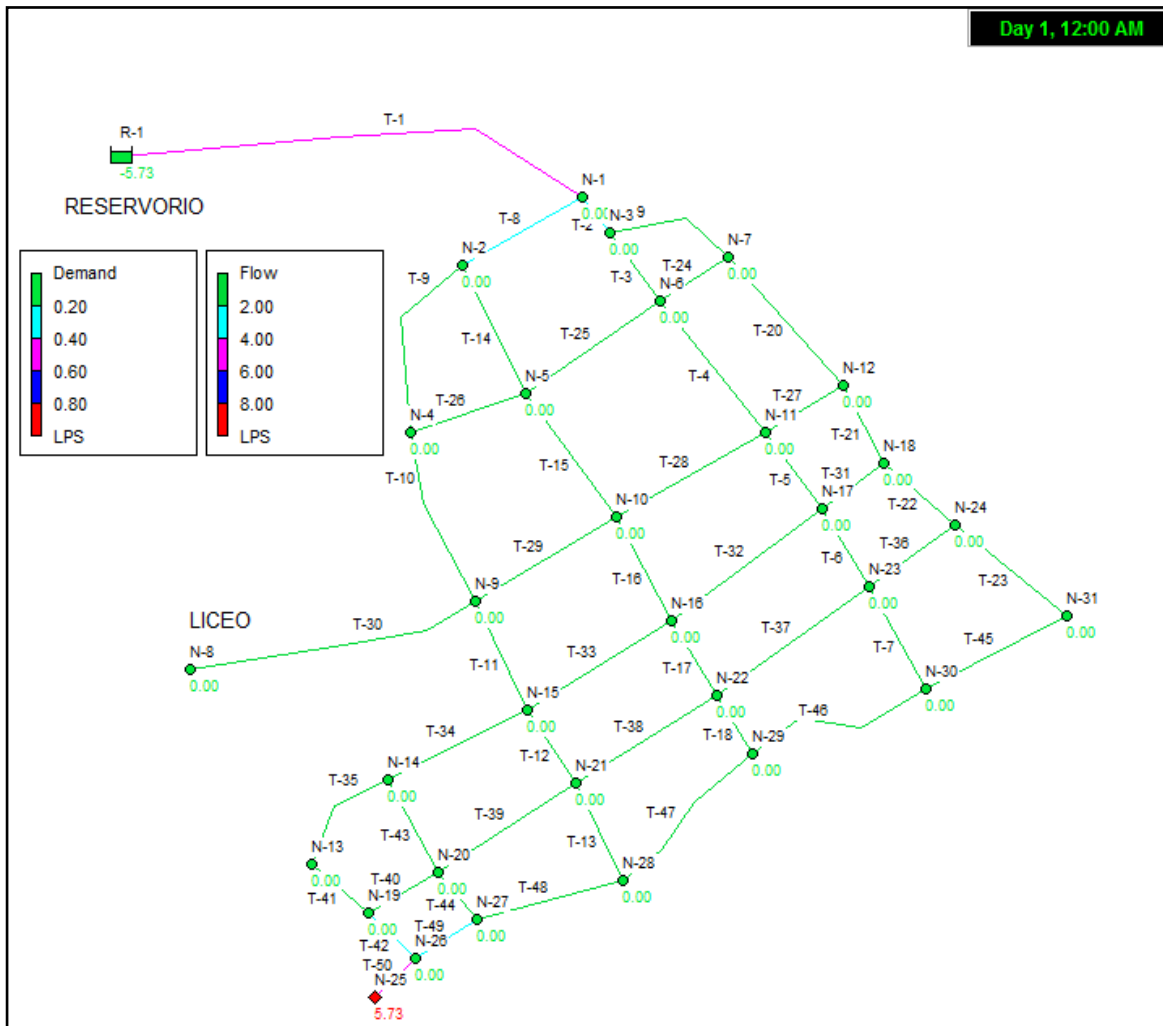
3.9.7.3e) Modelo de red con un emisor de ½ pulgada ubicada en la parte baja de la red de distribución.

La simulación representa el consumo que genera una fuga de ½ pulgada ubicada en la parte baja de la red cuando no existe consumo en la misma.

El emisor se ubica sobre el nodo N° 25 que tiene elevación de 1.320,80m.

Como se puede observar en el modelo N°5, una fuga de media pulgada genera un consumo de 5,73l/s. (Ver reporte en el apéndice K)

MODELO N° 5 EMISOR DE ½ PULGADA UBICADO EN LA PARTE



Fuente: Sarmiento, 2010

3.9.8) Análisis físico, químico y bacteriológico del agua.

Para el análisis físico –químico se recolectaron dos muestras una en el dique toma y la otra en el tanque de almacenamiento. En la recolección se utilizaron envases plásticos esterilizados de 1500ml, en el momento de la recolección se tomo nota de la hora y la temperatura del agua luego se llevaron hasta el laboratorio de química ambiental (LAQUIAM) de la universidad de Los Andes para su respectivo análisis.

Para el análisis bacteriológico se tomaron tres muestras, una en la entrada del tanque, otra en el tanque y una tercera a la salida del tanque, se utilizaron botellas de vidrio previamente esterilizadas de color verde y ámbar para impedir la actividad fotosintética de algunas bacterias, se tomo nota de la temperatura y hora en que fue recolectada la muestra, finalmente fueron colocadas en una cava con hielo para evitar la proliferación de bacterias y se trasladaron el mismo día, hasta el Instituto experimental “ José Witremundo Torrealba” división de investigación ubicado en el núcleo Rafael Rangel sede Carmona para ser analizadas. Los resultados se muestran en el apéndice A.

3.9.9) Visitas a organismos e instituciones.

En el desarrollo de este trabajo se realizaron visitas a instituciones como al Ministerio del Popular para el Ambiente (MPPA), donde facilitaron información de la zona, el instituto Nacional de estadística (INE), el centro de ecología de Boconó, entre otras.

Para la evaluación de esta red de distribución fue necesaria la asesoría de técnicos especializados en la materia, por esta razón se solicito ayuda en el CIDIAT-ULA Mérida, donde se obtuvo información sobre el cálculo de la demanda, la capacidad del sistema y en la elaboración del modelo de la red de distribución en el programa Epanet.

Capítulo V

Análisis de resultados.

En cuanto al análisis físico-químico y bacteriológico del agua, que se realizó en los laboratorios de química ambiental y en el grupo de investigación Witremundo Torrealba pertenecientes a la Universidad de Los Andes núcleo universitario Rafael Rangel; se determinó que los parámetros están dentro de los valores máximos encontrados en la gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 37563 de fecha 5 de noviembre. Extraordinaria, en el decreto N° 2014 de calidad de agua, artículo 11. Clase II, de 26 de septiembre de 2002; lo que quiere decir que son aptas para cualquier uso ya sea riego o consumo humano.

Para el cálculo de la capacidad instalada en la línea de aducción, se tomó en cuenta condiciones ideales, las condiciones que presentaba la tubería al momento de su construcción, el caudal teórico que se obtuvo de esos cálculos fue de 14,264 l/s. Al comparar este caudal teórico con el caudal promedio de 4,0467 l/s, resultante del aforo realizado en la tubería que se encuentra a la entrada del tanque de almacenamiento, proveniente de la quebrada Curandá, permite deducir que hay una disminución de caudal superior a 10 l/s, esto se debe a los problemas que presenta la línea de aducción como son: Falta de ventosas y válvulas de limpieza, golpes en la tubería que reducen abruptamente la sección de flujo, codos mal ubicados, tubería de hierro galvanizado de 3" de diámetro interno unidas con mangueras de 3" de diámetro externo que ocasionan fugas considerables, cuarenta y ocho (48) tomas ilícitas y pérdidas por fricción incrementadas por la corrosión que presenta la tubería con el pasar de los años.

Por otra parte la demanda que presenta la población se calculó a partir de la información adquirida en la encuesta, aplicada a la población para conocer el uso que le dan los 1.430 habitantes del sector al preciado líquido, esta

demanda es de 391.350,302 l/día, equivalente a 4,53l/s; es decir que existe un consumo de 273,67l/h/día, donde lo estimado por Cualla R (1995), citado por Mora L (2005) en Demandas de agua potable, son de 100 a 150l/h/día para zonas rurales, de 200 a 250 en zonas con temperatura mayor a 20°C y poco desarrollo industrial y comercial y de 250 a 300 en zonas con desarrollo comercial e industrial importante, poniendo en evidencia el alto consumo de esta población rural.

Adicionalmente se tiene que el tanque principal almacena 125.000 litros durante la noche y es consumido en cinco (5) horas, ya que a las once (11) de la mañana el tanque queda vacío, esto representa un caudal de 6,94 l/s, teniendo en cuenta que al mismo le llega con todas las pérdidas mencionadas anteriormente, un caudal de 4,0467 l/s de la quebrada Curandá y 5,81 l/s proveniente de la quebrada Tamatús que sumados da un total de 16,797 l/s, excediendo en un 370,79% el caudal de 4,53l/s que demandaría la población en condiciones regulares. Aquí se demuestra que existen pérdidas y desperdicios importantes, las mismas vienen dadas por fugas en tuberías, en herrajes y en viviendas de la parte baja del sector, que no cierran sus llaves con la excusa de que si lo hacen le colapsan las tuberías.

Estas pérdidas se obtienen al restar la demanda de la oferta.

$$\text{Pérdidas} = \text{oferta} - \text{demanda} = 9,877\text{l/s} - 4,53\text{l/s} = 5,547\text{l/s}$$

Las pérdidas son superiores a la demanda y puede ser generada por una llave de 1/2" ubicada en la altura media del sector (1.406,06m) y que se mantenga abierta cuando no exista consumo en el sistema. Esto quedo demostrado en el modelo de simulación de la red de distribución cuando se coloco un emisor de 1/2" en el Nodo N° 7, generando una demanda en el sistema de 4,36l/s. Si se coloca el mismo emisor en la parte baja del sistema sobre el Nodo N° 25, crea una demanda de 5,73l/s.

Con este análisis queda demostrado que una llave de 1/2" abierta puede consumir un caudal superior al que demanda la población y que la oferta del sistema es más que suficiente, para cubrir esta demanda. De tal manera que el problema de desabastecimiento se debe al uso irracional del recurso hídrico, originado por el patrón cultural del centro poblado y no al sistema de distribución.

Capítulo VI

Conclusiones

El centro poblado Tostos cuenta con todos los atributos que el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas declara, “Se otorga el derecho a todos al agua suficiente, segura, aceptable, físicamente accesible y asequible para uso personal y doméstico”, aunque en los últimos años han venido presentando inconvenientes por el desabastecimiento del recurso, viéndose la necesidad de evaluar el sistema para localizar el origen del problema.

Según el análisis físico químico y bacteriológico del agua, se pudo confirmar que la misma es de buena calidad y apta para su consumo.

Con el inventario de la línea de aducción principal se localizaron fallas en algunos componentes del sistema y luego al realizar los cálculos de la oferta, demanda y capacidad de las instalaciones, se obtuvo un caudal de 9, 877l/s, suficiente para cubrir la demanda de 4,53l/s, de manera satisfactoria. Sin embargo la población carece del servicio la mayor parte del día, debido al alto consumo.

Mediante el programa Epanet se realizaron simulaciones del comportamiento hidráulico de la red, en uno de los modelos se utilizó un emisor de ½ pulgada para suponer una fuga en la parte media y baja del centro poblado, quedando en evidencia que la ocurrencia de este evento genera un gasto de 4,36l/s y 5,73l/s respectivamente, demostrándose así que la causa del desabastecimiento son las fugas que se presentan en llaves y herrajes de algunas viviendas del centro poblado.

La red de distribución no cuenta con válvulas reguladoras de presión lo que ocasiona problemas en las tuberías por las altas presiones.

Los resultados de esta evaluación preliminar, indican que la causa del problema no es el sistema de abastecimiento, sino el uso irracional que se le está dando al recurso por parte de la población.

INVENTARIO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN																					
ACUEDUCTO: TOSTOS			QUEBRADA: EL MOLINO										MATRIZ N° 1								
PROGRESIVA	TUBERÍA			ACCESORIOS						OBRAS DE CAPTACIÓN ALMACENAMIENTO				TANQUILL A ROMPE CARGA		VENTOSA		SOPORTE		TORRE	
	DIAMETRO	MATERIAL	CONDICIÓN	CODO			ANILLO			TIPO	MATERIAL	CONDICIÓN	VOLUMEN	CONDICION	funcionamiento	CONDICIÓN	funcionamiento	CONDICIÓN	TIPO	CONDICIÓN	RIEGO
				cond	#	redu	cond	#	redu												
0+000										1	1	1									
0+028,30	3	2	1							2	1	1	0,9								
0+072,99	3	3	1					1	8	1								1	1		
0+174,54	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1							1	1	1	3
0+447,24	3	3	1	1	2	1	1	1	8	1								1	2		
0+537,68	3	3	1	1	2	1	1	1	15	1								1	2		
0+558,94																	3	3			
0+615,36	3	2-3	3																		
0+636,39	3	2-3	3	1	3	1	1	1	4	1											
0+716,71	3	3	1																		
0+740,03	3	3	1	1	4	2	1	1	4	1								1	2	1	2
0+800	3	3	1				1	1	9	1								1	2		
	Pulg	1)pad 2)man 3)hg	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)mal	1)bue 2)mal	1)diq 2)caj 3)lan	1)con 2)alu 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	m ³	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal.	1)bue 2)reg 3)mal	1)filjo 2)ool	1)bue 2)reg 3)mal	1)alto 2)me d. 3)baj o	

Fuente: Sarmiento, 2010

INVENTARIO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN																					
ACUEDUCTO: TOSTOS			QUEBRADA: EL MOLINO										MATRIZ N° 2								
PROGRESIVA	TUBERÍA			ACCESORIOS						OBRAS DE CAPTACIÓN ALMACENAMIENTO				TANQUILL A ROMPE CARGA		VENTOSA		SOPORTE		TORRE	
	DIAMETRO	MATERIAL	CONDICIÓN	CODO			ANILLO			TIP0	MATERIAL	CONDICIÓN	VOLUMEN	CONDICION	funcionamiento	CONDICIÓN	funcionamiento	CONDICIÓN	TIPO	CONDICIÓN	RIESGO
				cond	#	redu	cond	#	redu												
0+903,79															3						
0+924,38	3	3	1	1	1	1	1	3	1									1	1		
1+262,93	3	3	1				1	11	1									1	2		
1+274,33	3	3	1				1	2	1									1	2		
1+293,43	3	3	1	1	2	1	1	2	1									1	2		
1+322,07	3	3	3				1	5	1									1	1		
1+368,24	3	3	1				1	8	1									1	2		
1+419,2															2						
1+654,15	3	3	2				2	9	1												
1+705,89	3	3	1																		
	puig	1)pad 2)man 3)hg	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)mal	1)diq 2)caj 3)tan	1)con 2)alu	1)bue 2)reg 3)mal	m ³	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	1)filo 2)colg	1)bue 2)reg 3)mal	1)alto 2)med. 3)bajo		

Fuente: Sarmiento, 2010

INVENTARIO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN																									
ACUEDUCTO: TOSTOS						QUEBRADA: EL MOLINO												MATRIZ N° 3							
PROGRESIVA	TUBERÍA			ACCESORIOS						OBRAS DE CAPTACIÓN ALMACENAMIENTO				TANQUILLA ROMPE CARGA		VENTOSA		SOPORTE		TORRE					
	DIAMETRO	MATERIAL	CONDICIÓN	CODO		ANILLO				TIPO	MATERIAL	CONDICIÓN	VOLUMEN	CONDICION	funcionamiento	CONDICIÓN	funcionamiento	CONDICIÓN	1)bue 2)reg 3)mal	1)bue 2)reg 3)mal	TIPO	CONDICIÓN	1)bue 2)reg 3)mal	1)alto 2)med 3)bajo	
				cond	#	redu	cond	#	redu																
1+916,16	3	3	1			1	19	1										3	2						
1+927,16	3	3	1			1	2	1										3	2						
1+948,16																		3							
1+982,21	3	3	1																						
2+073,55	3	3	1																						
2+189,67																									
2+672,98																									
2+882,34	3	3	1			1	14	1																	
2+898,62	2	3	1																						
3+158,71	2	3	1																						
4+199,24																									
	pulg	1)pad 2)man 3)hg	1)bue 2)reg 3)mal			1)bue 2)reg 3)mal					1)bue 2)mal 2)mal							1)bue 2)reg 3)mal				1)bue 2)reg 3)mal	1)ffjo 2)colg	1)bue 2)reg 3)mal	1)alto 2)med 3)bajo

Fuente: Sarmiento, 2010

Recomendaciones

Según las observaciones, estudios y cálculos realizados para la evaluación del sistema, se encontraron problemas puntuales que causan la disminución de caudal en la tubería principal y que se pueden mejorar, siguiendo las recomendaciones que se resumen en el siguiente cuadro:

- ❖ Colocar ventosas para evitar una reducción del área, debido a la acumulación de aire en las progresivas 0+558,94; 1+419,2; 1+948,16 y realizarle mantenimiento periódicamente para mejorar su funcionabilidad.
- ❖ Colocar de válvulas de limpieza para impedir la acumulación de sedimentos en los puntos más bajos.
- ❖ Se recomienda instalar tubería de hierro galvanizado de 3" donde se presenta la unión de manguera con tubería de hierro galvanizado, originando una fuga de considerable volumen.
- ❖ En la progresiva 1+322,07, la tubería está en condiciones regulares por presentar un golpe produciendo una reducción de área. Se recomienda arreglar la tubería en este punto para aumentar el paso de agua.
- ❖ Desde la progresiva 1+916,16 hasta la 1+927,16, Este tramo de tubería, se encuentra colocado en soporte colgante en malas condiciones. Se recomienda la colocación de guaya en el tramo para evitar rupturas en la tubería.

- ❖ En la red de distribución se recomienda colocar una cortina de válvulas reductoras de presión (VRP), en las tuberías T-10, T-15, T-4 y T-20 ó solo en las tuberías T-15 y T-4, pero interrumpiendo el flujo de las tuberías T-10 y T-20 en los nodos N-4 y N-7, para evitar que en ellas se genere una presión interna superior a 100mca cuando no exista demanda en el sistema.

- ❖ En cuanto al uso irracional del recurso por los habitantes del sector, se recomienda implementar un plan de educación ambiental (PEA) que integre las instituciones con el Consejo Comunal del sector y que este dirigido a la comunidad en general para incentivar el uso racional del agua.

- ❖ Avanzar el presente estudio a la fase de pre-factibilidad a fin de posibilitar su ejecución, en función de los recursos financieros y/o económicos, disponibles en la alcaldía, gobernación o estado.

BIBLIOGRAFÍA

- AMISIAL R. (1982)*. Disponibilidad de agua superficial. CIDIAT. Mérida
- ANDREW L. SIMON (1983)*. Hidráulica básica. Editorial LIMUSA. México.
- ARIAS F. (2006)*. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 5^{ta} edición. Editorial Episteme. Caracas Venezuela.
- AROCHA, S (1980)*. Abastecimiento de agua, Ediciones Vega, Caracas. VE.
- AZEVEDO J. M. (1976)*. Manual de hidráulica. Editorial Harla. México.
- BALESTRINI A. M. (2002)*. Como se elabora el proyecto de investigación. 6ta Edición. BL Consultores Asociados. Caracas
- BARAZARTE C, DIAZ J (2007)*. Plan estratégico para la comercialización de la caña de azúcar en el estado Trujillo. Universidad de Los Andes, Núcleo universitario Rafael Rangel
- BIOCENTRO Y MPPA (2002)*. Plan operativo para el manejo integral de los desechos sólidos.
- CARRASCO JL. (1997)* El método estadístico en la investigación médica. 5^a ed. Madrid. Editorial ciencia.
- CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (1999)*.
Artículo 117 del Capítulo IV del Poder Público Municipal.
Artículo 178 del Capítulo VII De los Derechos Económicos. Caracas. VE.
Artículo 304 del Capítulo I del régimen socio económico y de la función del estado en la economía.

GARCÍA, O. (1982). Enciclopedia de la construcción. Instalaciones sanitarias en viviendas, Ediciones CEAC/ Perú 164/ Barcelona 20 / España. ES

GORDON MASKEW. (1987). Ingeniería sanitaria y aguas residuales. Editorial Limusa. México

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (1998). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. Segunda Edición. México.

<http://www.mecon.gov.ar/hidrico/calidad/>. Guías para la calidad del agua. Organización mundial de la salud. Ginebra

<http://derecho.itam.mx/cursos/materiales/cursos/CURSO%20DE%20ESPECIALIZACION/matcurso/modulo%202/segundaparte/Anexo%204%20Anexo%20C%20del%20Contrato%20de%20Concesion.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS INOS (1985). Aprovechamiento de los recursos hidráulicos actualización del plan nacional. Abastecimiento de agua al estado Trujillo, serie agua en el medio urbano, informes técnicos DGSPOA/IT/238. Caracas. VE.

LEÓN A Y QUINTANA G. (2008). Propuesta de aprovechamiento sustentable del recurso hídrico, municipio Juan Antonio Sotillo, estado Anzoátegui. Universidad Central de Venezuela. Caracas VE.

LEY DE AGUAS (2007). Gaceta extraordinaria N° 38595. Caracas VE.

LEY ORGÁNICA POR PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (2001).

Artículo 1, 5, 6, 11, 35, 36, 41 y 75. Caracas VE

LINARES ELIANA (2007). Diseño y construcción de equipo para aforos de tuberías del laboratorio de hidráulica del núcleo universitario Rafael Rangel de la universidad de Los Andes. Universidad de Los Andes, Núcleo universitario Rafael Rangel

MIRA JJ. GOMEZ (1997) auditoria de historias clínicas. ¿Cuál es el tamaño adecuado de la muestra? Todo hospital.

MORA, L. (2005). Demandas de agua potable, CIDIAT. Mérida. Venezuela.

PONCE D. CARMEN. (2008). Evaluar la disponibilidad del agua como base para la planificación de su uso en la población de Mendoza, subcuenca del río Momboy, municipio Valera del estado Trujillo, Universidad de Los Andes, Núcleo universitario Rafael Rangel, Centro de Investigaciones Para El Desarrollo Integral Sustentable. Maestría en Desarrollo Regional.

RIVAS, G. (1987). Abastecimiento de agua y alcantarillados (acueductos y cloacas), Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de de Venezuela, Ediciones VEGA Caracas. VE.

RODRÍGUEZ M. Y RUIZ J. (2008). Estimación preliminar de la oferta de agua en las microcuencas Quebrada “El Cacho” y “Mucumbas” como fuente de suministro a la población de Timotes, estado Mérida. Trujillo, Universidad de Los Andes núcleo universitario Rafael Rangel.

STREETER VÍCTOR (2000). Mecánica de fluidos. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá – Colombia.

Glosario de términos

Aforo: Medición de la cantidad de agua que lleva la tubería en una unidad de tiempo.

Capacidad: es la cantidad de agua que cada uno de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento, para una fecha determinada, pueden extraer y conducir.

Caudal teórico: es el caudal obtenido de mediante un cálculo hidráulico utilizando condiciones ideales.

Caudal promedio: es el caudal obtenido de la media de dos caudales provenientes de la misma fuente, pero calculado por dos métodos.

Inventario: Tomar nota de los componentes, condiciones y problemas que se presentan en el sistema.

Perdidas: palabra comúnmente usada para expresar la disipación o la fuga de energía.

Rugosidad relativa: Es el espesor de las asperezas que se presenta en el área de una tubería.