

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA ABASTECER AL EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL "LOS RUICES", UBICADO EN SANTA ELENA DE UAIRÉN, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES MARCANO ROSA Y RUIZ JULIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2021**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, titulado: **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA ABASTECER AL EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL “LOS RUICES”, UBICADO EN SANTA ELENA DE UAIRÉN, ESTADO BOLÍVAR”** Presentado por los bachilleres: **MARCANO AVILA ROSA BELINDA y RUIZ ESTUPIÑAN JULIO CESAR**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la universidad de oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y apellido del profesor:

Firma:

\_\_\_\_\_

(Asesor)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Jurado)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Jurado)

\_\_\_\_\_

Profesora: Beatriz Echeverría  
Jefe del Departamento de Ingeniería  
Civil

Profesor: Francisco Monteverde  
Director de la Escuela de  
Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, 2021.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por ser mi soporte en tiempos de debilidad, por guiarme y ser mi columna de fuego, un gran apoyo y darme la capacidad y sabiduría para continuar y cumplir esta meta.

Gracias a mis padres por nunca dejar de creer en mí, por ayudarme y apoyarme a cumplir mis sueños, por confiar e incentivar me a ser un mejor ser humano y ayudarme a culminar mi carrera universitaria.

Gracias a mis hermanos, que han sido un apoyo incondicional en los días grises, gracias por ser mis pilares, por ser perennes en mis momentos de necesidad y ser esa ayuda fundamental para lograr esta meta.

A la Universidad de Oriente, por haberme brindado tantas oportunidades, enriquecerme en conocimiento y otorgarme la experiencia de conocer excelentes profesionales.

Gracias a mis amigos que han estado en cada etapa de este proceso, que me han tendido la mano y ayudado a crecer, gracias por hacer este camino más llevadero.

Finalmente quiero darle las gracias a mi tutor de tesis el Ing. Carlos Pérez, por su paciencia, consejos, por guiarme y orientarme en el desarrollo de este trabajo.

**Marcano Rosa**

## AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a todas aquellas personas que fueron mi soporte en el transcurso de este largo y arduo camino que tuve que recorrer, a todos aquellos que tuvieron conocimiento de los momentos difíciles que tuve que superar en estos últimos años y aun así estuvieron siempre para ayudarme a cumplir esta meta que saben cuánto tiempo soñé con lograr.

A mi madre, por ser mi apoyo incondicional y la mejor amiga en más de una ocasión cuando estuve a punto de desfallecer; Gracias por ser todo aun cuando por orgullo no lo quería admitir. A mi padre que, a su manera, siempre estuvo presente y siempre me apoyo en el camino. Quien me enseñó lo que es resiliencia y hoy en día me sigo levantando de mis tropiezos, cada vez con más fuerza que antes, gracias a él.

A mis hermanos, quienes me enseñaron que el apoyo incondicional es una de las motivaciones más grandes del planeta. Mis cuñadas que siempre me ayudaron y me dieron palabras de apoyo que solo ellas me podían dar.

A mi casa de estudio, la Universidad de Oriente, por brindarme tanto a través de los años. A mi profesor y tutor de tesis, el Ing. Carlos Pérez. Por ser ese profesor que me enseñó tanto y que me la puso tan difícil, que me dio la fuerza para querer superarme y lograr culminar esta carrera contra todo.

Mención especial a mi amiga y colega, Stephany Guevara. Me ayudaste desde un principio y estaré siempre agradecido por fijarte en mí y ayudarme siempre. A Dios siempre le agradeceré por haberte puesto en mi camino y por creer tanto en mí, este logro es tuyo también.

Agradezco también a Eduardo Mijares y Edwin Rincón, compañeros de toda la vida y ahora colegas ingenieros por estar siempre acompañándome.

Por ultimo y no menos importante, a Dios. Mi confidente y el único ser que sabe todo lo que lleva detrás este logro. Aquel que me acompañó en los momentos más difíciles y siempre estuvo para superarlo todo. Solo tú lo sabes: “Los últimos seremos los primeros”.

**Ruiz Julio**

## DEDICATORIA

Este logro se lo dedico primeramente a Dios, por ser mi luz en los días oscuros, mi guía cuando me perdía en este proceso, por obsequiarme fuerza, paciencia y sabiduría para llegar hasta aquí.

A mi pollito Emma Ávila y a mi papá Luis Marcano, quienes son mi motor y vida entera, gracias por nunca dejar de creer en mí a pesar del largo tiempo que me tomó llegar hasta aquí.

A mi soul mate Belinda Marcano, por estar conmigo desde el día uno, por ser mi refugio, mi alarma cuando el sueño me vencía, por estar en cada derrota y llenar mis días de risas.

A mi mami Dilia, por ser mi pilar, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera y ayudarme a llegar estoy donde estoy hoy en día.

A mi papi Luis Marcano, gracias por ser el mejor hermano y pese a la distancia alentarme a continuar y no desistir, por tus consejos y paciencia.

Agradezco de todo corazón a mi compañero, amigo y colega Julio Ruiz, por atravesar esta aventura conmigo, por su confianza y paciencia. Tuvimos días difíciles, pero aprendimos a superar cada obstáculo, no puedo estar más feliz y agradecida por tenerte como compañero.

A mi prometido Hyeralbert Mudie por impulsarme a redactar estas palabras, por ser mi colaborador cuando el ánimo me abandonaba y alentarme siempre.

Este logro también se lo dedico a mis amigos, especialmente a María Beatriz Caña, Juliandris Cermeño, María Camila Martínez, Stephany Guevara y a sus familias, gracias por formar parte de mi vida, por sus consejos, abrazos, por estar

cuando más las necesité, por nunca permitir que me rindiera o faltara nada, gracias por ser mi familia. Sin ustedes nada de esto fuera posible.

**Marcano A. Rosa B.**

## **DEDICATORIA**

Esta meta va dedicada al cielo, a Dios y a la virgen, pero, sobre todo a mi abuelita hermosa. Me lo pediste en vida y trate de cumplirte, te me fuiste antes de lo planeado, pero sé que desde allá arriba estarás viéndome y estarás orgullosa de todo lo que me motivaste a lograr. Se todo lo que creías en mí y estaré eternamente agradecido por darme ese apoyo incondicional.

A mi madre Doris Estupiñán, por ser la principal razón de salir adelante en la vida, por ser mi motor, mi vida y la que siempre me entiende. A mi padre, Julio Ruiz por siempre estar apoyándome, por siempre pensar lo mejor de mí y por saber desde un principio todo lo que podía lograr.

A mi hermano mayor Andrés Ruiz, por ser mi mayor ejemplo. Por quererme tanto a pesar de todo y por cuidarme siempre. A mis hermanos menores Gustavo y Jully Ruiz, por ser una fuerza motivacional siempre. A mis cuñadas Fabiana Azaf y Paola Martínez, seres de luz que llegaron a mi vida para quedarse y siempre estar a mi lado con sus palabras y apoyo incondicional.

A mi compañera, amiga y colega Rosa Marcano, por ayudarme a culminar esta meta cuando ya estaba sin ánimos. Todo esto que estamos logrando apoyándonos mutuamente es un ejemplo de todo lo que podremos lograr en un futuro. Agradezco a Dios por poner en mi camino a tan bella persona.

**Ruiz E. Julio C.**



## RESUMEN

Analizando el abastecimiento más que deficiente de las tuberías en las zonas rurales del país y tomando en cuenta la imperancia de un sistema que garantice el correcto abastecimiento de agua en el día a día de las zonas tanto residenciales como comerciales, se plantea una “Evaluación de Alternativas de Sistemas de Alimentación de Agua Potable para Abastecer al Edificio Residencial y Comercial “LOS RUICES”, Ubicado en Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar” en la cual se desplegó una metodología de tipo descriptiva, además de una investigación proyectiva; esta investigación se caracterizó por tener un diseño de tipo documental y de campo, utilizando técnicas de recolección de información como la revisión literaria, las encuestas y la observación directa. Con propósitos de centrar la investigación, se delimitó el área de estudio solo al edificio residencial y comercial “LOS RUICES”. Mediante la investigación realizada ante los entes competentes y por las entrevistas realizadas ante la propia comunidad, se identificaron las fuentes de abastecimiento que posee dicho espacio y la eficiencia que poseen. A partir de los antecedentes de la investigación, la información suministrada por los entes públicos y las encuestas realizadas en la comunidad, fue posible identificar los sistemas que abastecen del vital líquido a la ciudad, como lo son el Dique-Toma Wará-Wará y la Unidad Potabilizadora de Agua “La Cuarentenaria”, además de una decena de camiones cisterna en mal estado y de 3 pozos profundos cercanos a la zona de estudio, ubicados uno en el edificio comercial “RR”, en la esquina entre el cruce de la calle Rosio con la troncal 10. Otro ubicado sobre la calle Ikabarú, entre las calles Raúl Leoni y Zea, en el “Hotel Gran Pemón Express”. El último se encuentra ubicado en el Hotel “Uairén 2020”, en la esquina entre la calle Rosio y la calle Zea. Con la finalidad de conocer las características del acuífero presente en el área, se estudió el agua del pozo situado en el edificio comercial “RR”, demostrando que ésta no requiere tratamiento alguno y es apta para el consumo humano. Con la información obtenida se proyectó una red de distribución, almacenamiento y captación de agua por medio de un pozo profundo, que se ubicaría en un traspatio ubicado en el área de estudio, desarrollándose así un sistema

que satisfaga la demanda del área para un periodo de diseño de 10 años, tiempo que especifica la respectiva norma para el uso de fuentes subterráneas.

## INDICE

<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	4
<b>DEDICATORIA</b> .....	6
<b>DEDICATORIA</b> .....	8
<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
<b>SITUACION A INVESTIGAR</b> .....	5
1.1 Planteamiento del problema .....	5
1.2 Objetivos de la investigación.....	8
1.2.1 Objetivo general .....	8
1.2.2 Objetivos específicos: .....	8
1.3 Justificación de la investigación .....	9
1.4 Alcance de la investigación .....	10
<b>CAPÍTULO II</b> .....	9
<b>GENERALIDADES</b> .....	9
2.1 Ubicación geográfica.....	9
2.2 Características generales del área de estudio .....	10
2.2.1 Topografía .....	10
2.2.2 Geomorfología .....	10
2.2.3 Geología .....	11
2.2.4 Acceso al área de estudio .....	11
<b>CAPÍTULO III</b> .....	13
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	13
3.1 Antecedentes de la investigación .....	13
3.2 Bases teóricas.....	14
3.2.1 Agua.....	14
3.2.2 Calidad Del Agua .....	14
3.2.3 Agua Cruda .....	14
3.2.4 Agua Potable .....	14
3.2.5 Red De Abastecimiento De Agua Potable .....	14
3.2.6 Nivel freático.....	17
3.2.7 Tuberías.....	17
3.2.8 Materiales de las tuberías .....	18
3.2.9 Pozos profundos .....	18
3.2.10 Diseño de pozos profundos .....	19
3.2.11 Criterios para el diseño de líneas de conducción por impulsión... ..	27

3.2.12 Capacidad del tanque de almacenamiento .....	32
3.2.13 Sistemas de bombeo .....	36
3.3 Definición de términos básicos .....	38
3.3.1 Unidad Potabilizadora de Agua.....	38
3.3.2 Caudal .....	38
3.3.3 Dique Toma.....	38
3.3.4 Acuitardo.....	39
3.3.5 Acueducto .....	39
3.3.6 Líneas de aducción .....	39
3.3.7 Consumo .....	39
3.3.8 Demanda .....	39
3.3.9 Dotación.....	40
3.4 Bases legales .....	40
3.4.1 Capítulo I. Disposiciones preliminares.....	41
3.4.2 Capítulo III. De los aspectos organolépticos, físicos y químicos	41
3.4.3 Capítulo V. De la perforación, acondicionamiento, protección y	
limpieza de los pozos perforados destinados al abastecimiento de agua	
potable	42
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>46</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>46</b>
4.1 Tipo de investigación .....	46
4.2 Diseño de la investigación.....	46
4.3 Población y Muestra.....	47
4.3.1 Población.....	47
4.3.2 Muestra .....	48
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección .....	48
4.5 Técnicas de recolección de información .....	48
4.5.1 Revisión literaria .....	49
4.5.2 Observación directa .....	49
4.5.3 Instrumentos para la recolección de datos .....	49
4.6 Flujograma.....	51
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>52</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
5.1 Definición de las características de la zona donde se encuentra ubicado el	
edificio comercial y residenciales “LOS RUCES” .....	52
5.1.1 Sistemas de abastecimiento de Santa Elena de Uairén.....	53
5.2 Análisis comparativo de los posibles sistemas de abastecimiento para el	
edificio comercial y residencial “LOS RUCES” .....	53
5.3 Cálculo del caudal de agua necesario para el edificio comercial y residencial	
“LOS RUCES”.....	57
5.3.1 Dotación de agua para el edificio. ....	57
5.3.2 Cálculo del caudal. ....	59
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>60</b>

<b>PROPUESTA .....</b>	<b>60</b>
6.1 Implementar un sistema de abastecimiento de agua potable a través de un pozo profundo, mediante un sistema de distribución por equipo de bombeo hidroneumático.....	60
6.2 Cálculo del pozo profundo.....	60
6.2.1 Diámetro del pozo .....	60
6.2.2 Profundidad del pozo .....	61
6.2.3 Cálculo del equipo de bombeo requerido .....	61
6.3 Cálculo del sistema de distribución con equipo hidroneumático.....	64
6.3.1 Implementación de los ramales .....	64
6.3.2 Cálculo de presiones disponibles en puntos críticos. ....	68
6.3.3 Dotación.....	69
6.3.4 Dimensiones del estanque.....	70
6.3.5 Capacidad y/o gasto de las bombas .....	70
6.3.6 Diámetro de la tubería de succión y descarga de la bomba .....	71
6.3.7 Pérdida por fricción (hfs) en la tubería de succión y descarga de la bomba 71	
6.3.8 Carga de la bomba (H) en metros (altura dinámica total).....	72
6.3.9 Factor de seguridad.....	73
6.3.10 Potencia de la bomba .....	73
6.3.11 Potencia del motor .....	74
6.3.12 Equipo recomendado .....	74
6.3.13 Capacidad del tanque a presión .....	77
6.3.14 Dimensiones del tanque de presión .....	80
6.3.15 Capacidad del compresor .....	81
6.4 Justificación de la propuesta. ....	82
6.5 Alcance de la propuesta.....	83
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
Conclusiones.....	84
Recomendaciones. ....	86
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS .....</b>	<b>87</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>90</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Coordenadas Geográficas .....	9
Tabla 2.2: Coordenadas UTM .....	9
Tabla 3.1: Diámetros y Condiciones de cada material.....	18
Tabla 3.2: Tiempo de vida de cada y Coeficiente de rugosidad del tipo de material.....	18
Tabla 3.3: Diámetros de la bomba y el tubo de revestimiento.....	19
Tabla 3.4: Tipos de rejillas.....	20
Tabla 3.5: Coeficientes de rugosidad.....	23
Tabla 3.6: Criterio de velocidad económica.....	24
Tabla 3.7: Factor Kc .....	29
Tabla 3.8: Clases de tubería en función de la presión. Normas ISO .....	31
Tabla 3.9: Clases de tubería en función de la presión. Normas AWWA...	32
Tabla 3.10: Gastos de Incendio .....	34
Tabla 3.11: Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable.....	41
Tabla 3.12: Componentes inorgánicos.....	42
Tabla 3.13: Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares en función al número de dormitorios .....	44
Tabla 5.1: Cuadro comparativo de los posibles sistemas de abastecimiento.....	56
Tabla 5.2: Dotaciones de agua para viviendas multifamiliares.....	57
Tabla 5.3 Dotación total del área comercial.....	58
Tabla 6.1 Diámetro externo nominal de la bomba y diámetro nominal del .....	61
Tabla 6.2 Pérdidas por fricción en las tuberías.....	63
Tabla 6.3 Piezas de salida en la descarga de un pozo.....	63
Tabla 6.4: Clasificación del tipo de agua.....	67
Tabla 6.5: Unidades de gasto, diámetro, velocidad y pérdida.....	67
Tabla 6.6: Cálculo de tuberías de distribución de agua para edificios, piezas de tanque, coeficiente de rugosidad 140.....	67
Tabla 6.7: Cálculo de distribución de tuberías con equipo hidroneumático.....	68
Tabla 6.8: Determinación de las presiones y/o cargas disponibles en los tramos y piezas más alejadas o desfavorables.....	69

Tabla 6.9: Succión de la bomba.....	71
Tabla 6.10: Descarga de la bomba.....	72
Tabla 6.11: Carga de la bomba (H).....	73
Tabla 6.9: Dimensiones aproximadas del tanque de presión. ....	81
Tabla 6.10: Dimensiones aproximadas del tanque de presión y capacidad del compresor. ....	82

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1, Zona de estudio.....	10
Figura 2.2 Acceso al área de estudio .....	12
Figura 3.1 Sistema de bombeo tanque a tanque.....	36
Figura 3.2 Sistema de bombeo hidroneumáticos.....	37
Figura 4.1 Flujograma de la investigación.....	51
Figura 5.1 Dotaciones de agua.....	58
Figura 6.1: Plano de planta baja con identificación de ruta crítica.....	65
Figura 6.2: Plano con vista lateral.....	66
Figura 6.3: Plano de apartamentos con identificación de ruta crítica.....	66
Figura 6.3 Curvas características de bombas centrífugas para edificios.....	75
Figura 6.4 Curva característica de bombas centrífugas para viviendas.....	76
Figura 6.5 Volúmenes en el tanque.....	78
Figura 6.6: % de Volumen.....	80





## INTRODUCCIÓN

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequías, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, y deben recurrir a instituciones para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua. Es por esto que cada comunidad debe contar con un abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y de buena calidad.

El abastecimiento de agua potable constituye un peldaño importante en el desarrollo de las regiones o países y de las poblaciones que habitan en los mismos, al ser correctamente diseñados conlleva consecuencias positivas en la calidad de vida de las personas que tienen acceso a este servicio, en especial en el área de la salud, previniendo enfermedades. Este sistema de agua potable debe contar con todos los elementos necesarios para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir de una manera eficiente el agua hasta los distintos sectores en la que ésta va a ser servida.

Se tiene conocimiento que muchas de las pequeñas comunidades no cuentan con sistemas de agua potable o cuentan con sistemas que necesitan de urgente rehabilitación. Así es el caso de la comunidad de Santa Elena de Uairén, la cual no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable capaz de surtir este vital líquido a toda la población. Los únicos sistemas con los que cuenta la comunidad son un Dique-Toma y la unidad potabilizadora la Cuarentenaria, que ahora de acuerdo a las exigencias de la población creciente necesita de mejoras y diseños técnicos.

En este sentido y atendiendo una problemática real, se plantea un estudio que tiene como objetivo general la evaluación de alternativas de sistemas de

alimentación de agua potable para abastecer al edificio residencial y comercial “Los Ruices”, ubicado en Santa Elena de Uairén, estado Bolívar.

Esta investigación se divide en los siguientes capítulos:

**Capítulo I.** Situación a investigar: en él se desarrolla el planteamiento del problema, se define el objetivo general y los objetivos específicos, alcance y justificación de la investigación.

**Capítulo II.** Generalidades: está enfocado a las características pertenecientes a la población de Santa Elena de Uairén; algunas de ellas son ubicación, geomorfología y acceso al área.

**Capítulo III.** Marco teórico: en este capítulo se desarrolla toda la información relacionada con el tema de estudio: sistemas de abastecimiento, pozos profundos, redes de distribución.

**Capítulo IV.** Metodología de la investigación: en esta parte se toma en cuenta las consideraciones generales, el nivel del diseño de la investigación, las técnicas de recolección de datos y el flujograma con los pasos que se seguirán para el desarrollo de la investigación.

**Capítulo V.** Análisis e interpretación de los resultados: en él se indican la condición actual de los sistemas de abastecimiento de agua y la selección de alternativas.

**Capítulo VI:** donde se presenta la propuesta de acuerdo a los resultados obtenidos; orientada a solventar la problemática principal de la investigación.

Por último, las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada, referencias consultadas y apéndices correspondientes al estudio.

# CAPÍTULO I

## SITUACION A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

El agua potable es un recurso de primera necesidad para los seres vivos, tanto para mantener una buena calidad de vida como para subsistir en su entorno. A través del tiempo, el ser humano siempre ha buscado la manera de extraer, procesar y almacenar agua de la forma más eficaz, encontrando diferentes formas de lograrlo. Históricamente, se tienen registros de que los precursores del uso de redes de extracción de agua fueron los romanos, usando un método rudimentario de extracción subterránea y canalización de ríos hacia pozos de almacenamiento.

Se estima que alrededor de 1.100 millones de personas carecen de acceso a este recurso, tal es el caso de América Central donde la mayor problemática son las canalizaciones deficientes, en los cuales países como El Salvador presentan una oferta hídrica que supera el promedio mundial, pero las condiciones de acceso son bastantes críticas, mientras que en Nicaragua el 54% de sus habitantes no disponen de un suministro de abastecimiento de agua.

En ciertos lugares de Latinoamérica, principalmente en áreas rurales donde existen pocas infraestructuras y los servicios para el abastecimiento y saneamiento de las aguas son deficientes, se pueden observar diversas comunidades que cavan pozos y realizan perforaciones para conducir el agua hacia una parte central de la comunidad.

En Venezuela se ha tratado de abastecer la mayoría de los centros poblados más importantes, mediante embalses de agua que se alimentan de la afluencia de ríos, precipitación de lluvias y/o de fuentes subterráneas. Las poblaciones

secundarias, se abastecen generalmente por una estación de rebombeo, que extrae una parte del abastecimiento de las redes principales y las desvía hacia dichas poblaciones; en el caso de las poblaciones terciarias o más remotas, se trata de construir Unidades Potabilizadoras Autónomas (UPA), que se encarguen de distribuir la suficiente agua hacia las comunidades, sin embargo, los servicios de abastecimiento de agua potable tienen poca cobertura y un bajo nivel de calidad.

Existen regiones donde la disponibilidad de agua es abundante en comparación con las demandas previsibles, pero debido al crecimiento sostenido de los centros poblados y la desatención competente al abastecimiento de agua, el desarrollo de las redes de distribución, como consecuencia, se ha visto enfocado hacia las zonas más pobladas del país, dejando las zonas más remotas con un deficiente suministro de agua, donde los habitantes se ven forzados a utilizar fuentes alternativas de abastecimiento.

El estado Bolívar, cuenta con varias de las fuentes de agua más grandes del país, como lo son el embalse de Guri, Caruachi y Macagua, considerando la gran extensión del estado, surge la problemática de proveer a los municipios más remotos, agua que les sea surtida desde alguno de estos grandes embalses, sin embargo es una idea muy complicada, tanto a nivel económico y social, debido a la envergadura de las obras civiles y la dificultad que presentan dichas obras, reflejando un déficit de abastecimiento que no es capaz de cubrir la demanda de la población en algunos sectores.

La solución propuesta por los entes gubernamentales a estos municipios, se centra en la construcción de UPAs, que extraigan el agua de lagos o lagunas pequeñas, pero lo suficientemente caudalosas para la población a abastecer. También, en los municipios donde no se es factible la construcción de dichas unidades potabilizadoras, se presentan casos donde es mejor la construcción de pozos profundos o depender de otras alternativas, como camiones cisternas o un sistema de extracción de aguas subterráneas para alimentar una zona.

La población de Santa Elena de Uairén, se encuentra abastecida por el acueducto Wará, que consiste en un Dique-Toma ubicado a las afueras del poblado, muy cerca de la población llamada Wará Wará, en una laguna que lleva el mismo nombre, este sistema tiene una capacidad máxima de producción de 40lts/seg. Aunado a este acueducto, se agregó la unidad potabilizadora autónoma la Cuarentenaria, ubicada entre la planta de tratamiento de Santa Elena de Uairén y el Dique-Toma, la cual aumenta la capacidad del acueducto en 11lts/seg adicionales, dando un total de 51lts/seg de abastecimiento de agua.

De acuerdo a los últimos censos realizados en la población de Santa Elena de Uairén (año 2.006), la población de dicha zona estaba alrededor de los 29.795 habitantes y de acuerdo a un crecimiento anual sostenido, basado en su situación de ciudad fronteriza y la atracción económica que esto conlleva, se prevé que su población haya llegado al menos a los 45.000 habitantes en los últimos años. Debido a que no se trataron de manera adecuada los problemas que presentaba la zona por el abastecimiento del agua, en estos momentos dicho poblado se encuentra sufriendo de escasez del vital líquido en casi todas sus latitudes, lo que ha llevado a buscar una alternativa para el correcto suministro de agua.

Esta situación se presenta en el edificio “LOS RUICES” ubicado en la calle Ikabaru, en el casco central de Santa Elena de Uairén, estado Bolívar, el cual consta de 3 pisos; el primero es una zona comercial de 5 locales; el segundo y el tercer piso están dispuestos para 8 apartamentos c/u. Cabe destacar que el terreno donde se ubica el edificio “LOS RUICES”, anteriormente estaba conformado por una vivienda, que era abastecida por una tubería secundaria, capaz de suministrar el agua a dicha vivienda, sin embargo, la presión es deficiente, siendo en este caso nula a la hora de cubrir la demanda de agua del edificio, por lo que es imprescindible buscar alternativas que faciliten la extracción de agua para abastecer al edificio.

Debido a todo lo anteriormente expuesto, llegamos a las siguientes interrogantes para el desarrollo del trabajo de investigación a llevarse a cabo:

- ¿Cuál es la profundidad conocida de la veta de agua en la zona y el tipo de terreno del sector?
- ¿Qué sistemas de abastecimiento posee el sector a estudiar?
- ¿Qué tan factible es la construcción del pozo acuífero con respecto a la necesidad de agua demandada por el edificio?
- ¿Cuál es la necesidad actual de agua potable del edificio “LOS RUICES”?
- ¿Qué especificaciones contiene la normativa venezolana para implementar un sistema de abastecimiento de agua?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA ABASTECER AL EDIFICIO RESIDENCIAL Y COMERCIAL “LOS RUICES”, UBICADO EN SANTA ELENA DE UAIRÉN, ESTADO BOLÍVAR.

### **1.2.2 Objetivos específicos:**

1. Definir las características de la zona donde está ubicado el edificio residencial y comercial “LOS RUICES”.

2. Describir los sistemas de abastecimiento que posee Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar.

3. Realizar un análisis comparativo de los posibles sistemas de abastecimiento que podrían aplicarse en el edificio comercial y residencial “LOS RUICES”.

4. Calcular el caudal de agua necesario para el edificio “LOS RUICES” ubicado en la calle Ikabarú, en el casco central de Santa Elena de Uairén, estado Bolívar

5. Implementar un sistema de abastecimiento de agua potable a través de un pozo profundo.

### **1.3 Justificación de la investigación**

El agua es de los recursos más importantes y vitales para los seres vivos en el planeta. Los seres humanos no solo dependen de su disponibilidad para uso doméstico, sino también para el funcionamiento de actividades comerciales e industriales, es por ello que el desajuste entre las necesidades y el recurso hídrico, se considera un desafío que el hombre debe solventar, poniendo en práctica las técnicas apropiadas.

La principal tarea de este proyecto es plantear alternativas que representen todas las posibles soluciones para suministrar agua potable a la comunidad de Santa Elena de Uairén, específicamente al edificio residencial y comercial “LOS RUICES”, reduciendo las variables que puedan presentarse en la selección del sistema de abastecimiento de agua. La planeación y previsión urbanística es un tema de vital importancia para mantener un periodo de diseño elevado y que mantenga a la construcción civil dentro de los estándares esperados. Esta investigación ayudará a los pobladores de dicho edificio a obtener un mejor suministro del vital líquido, reducir costos y, lo más importante, mantendrá el nivel deseado de abastecimiento que se espera de este establecimiento.



Como solución, se plantea analizar la factibilidad de cada posible sistema de abastecimiento, comparándolas entre sí y contraponiéndolas con las facilidades y dificultades de la zona. Luego de esto, seleccionar la que resulte más efectiva y proponer una solución al problema que se viene presentando en las instalaciones del edificio residencial y comercial “LOS RUICES”, con esto se pretende tratar de ayudar a unas 36 personas que residen en las instalaciones del edificio, además de otras 36 personas más que trabajan a diario en la parte comercial del mismo, , brindando a sus pobladores y visitantes, el disfrute de un correcto servicio de agua potable, que supla sus necesidades y esté libre de interrupciones, además de garantizar una fuente de agua fiable para el mantenimiento y saneamiento de las instalaciones, y de esta forma evitar gastos extras por soluciones parciales y que, a la larga, provoquen mayores problemas.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

En la siguiente investigación, se tiene como propósito encontrar una solución significativa al problema del abastecimiento de agua presente en las instalaciones del edificio residencial y comercial “LOS RUICES”, comparando y eligiendo entre las diferentes alternativas propuestas, la más efectiva y de esta forma proponer un diseño de la misma, dando solución a la problemática, logrando abastecer al edificio y proporcionando a los residentes y trabajadores un acceso continuo y suficiente de agua.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada al sur del país, en el Estado Bolívar, en el poblado de Santa Elena de Uairén. Geográficamente hablando y de manera más específica, al Norte y al Sur tiene propiedades privadas colindantes; al Oeste, tiene la Calle Ikabarú, su entrada principal. Y por el Este, posee conexión con la Troncal 10. En la tabla 2.1 se muestran las Coordenadas Geográficas de dicha área de estudio, mientras que en la tabla 2.2 se muestra su ubicación equivalente en coordenadas UTM.

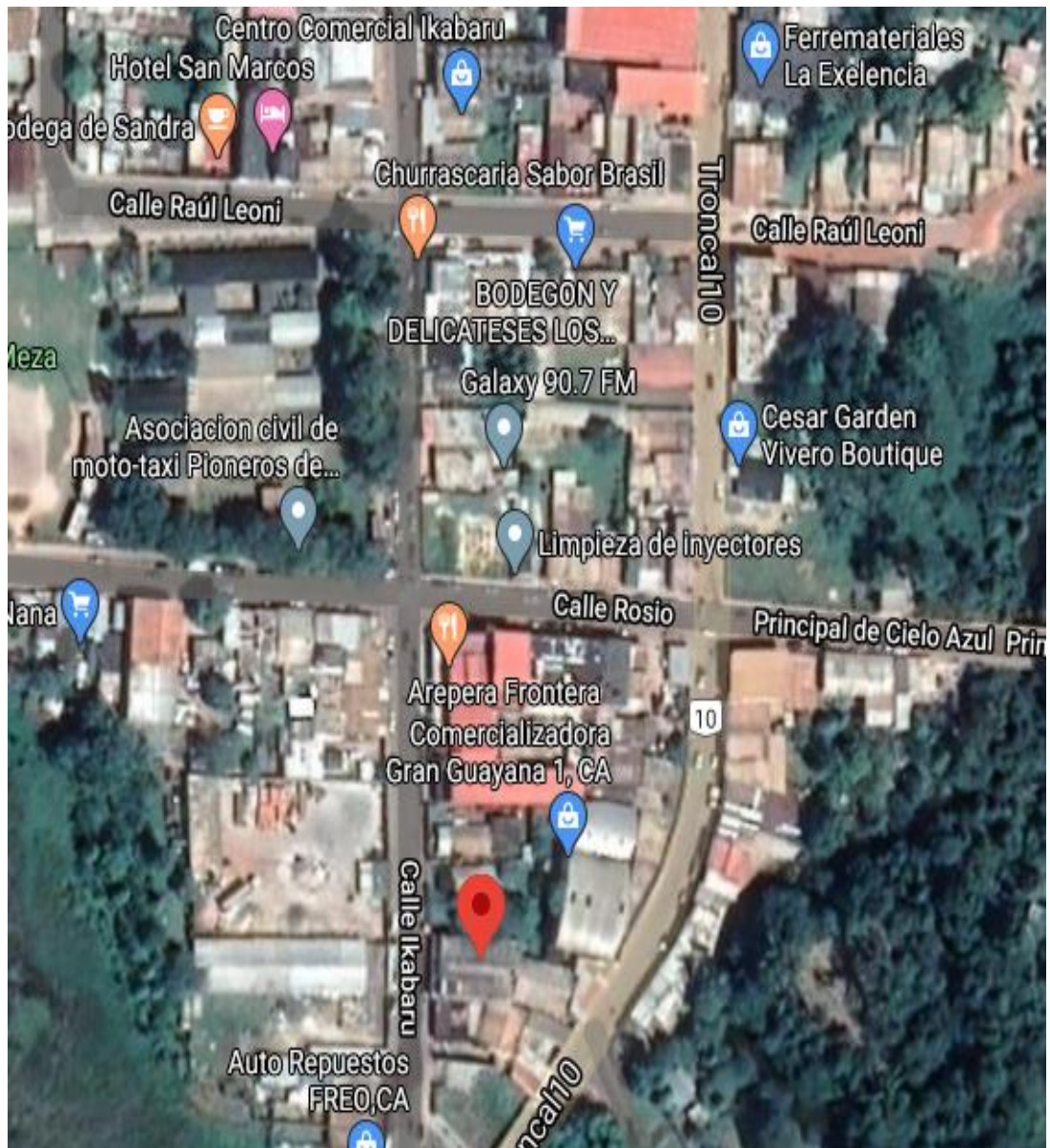
PUNTO	COORDENADAS	
	LONGITUD NORTE (m)	LATITUD OESTE (m)
Edificio Residencial y Comercial "LOS RUICES"	4°35'59.6"N	61°06'29.9"W

*Tabla 2.1 Coordenadas Geográficas*

PUNTO	COORDENADAS	
	NORTE (m)	OESTE (m)
Edificio Residencial y Comercial "LOS RUICES"	4.599894	-61.108318

*Tabla 2.2 Coordenadas UTM*

A continuación, se muestra en la Figura 2.1, la zona de estudio.



*Figura 2.1, Zona de estudio.*

## **2.2 Características generales del área de estudio**

### **2.2.1 Topografía**

La zona de estudio se localiza en la capital del Estado Bolívar, la cual tiene una cota aproximada de 900 msnm; se ubica en una sabana rodeada de mesetas, denominadas “Tepuyes”.

### **2.2.2 Geomorfología**

El poblado de estudio, Santa Elena de Uairén, se encuentra ubicado en la plenitud del complejo denominado “El Macizo Guayanés”, también llamado “El Escudo Guayanés”, el cual, cabe destacar, es el complejo geológico más antiguo de la tierra.

Se entiende que la aunque la zona de estudio es denominada como una sabana, es importante aclarar que no es debido a sus estados climáticos, que por su tendencia a ser lluviosos podrían contener un ambiente selvático, sino que se denomina sabana porque en su mayoría, sus terrenos son bastante rocosos y areniscos; sin embargo, aunque en menor medida, se pueden observar en algunas depresiones formaciones selváticas y, en su mayoría, selvas de galería debido a la cantidad de ríos que rodean la zona.

El terreno entonces, es en su mayoría una planicie con diferencias de alturas considerables en muchos de sus terrenos, teniendo que pueden encontrarse montañas muy altas (tepuyes), inmediatamente rodeadas de largas zonas planas. La zona está constituida por un basamento ígneo metamórfico con edad aproximada de 2.000 millones de años y una capa de rocas sedimentarias, areniscas de la formación Roraima, depositadas hace unos 1.700 millones de años.

Dichas areniscas sedimentaron en un ambiente lacustre o marino, alcanzando espesores de varios kilómetros. Originalmente estaban unidas en una o varias placas con cierta linealidad, pero fueron fracturándose y erosionándose durante cientos de millones de años. Durante dichas eras se alternaron climas húmedos y climas cálidos.

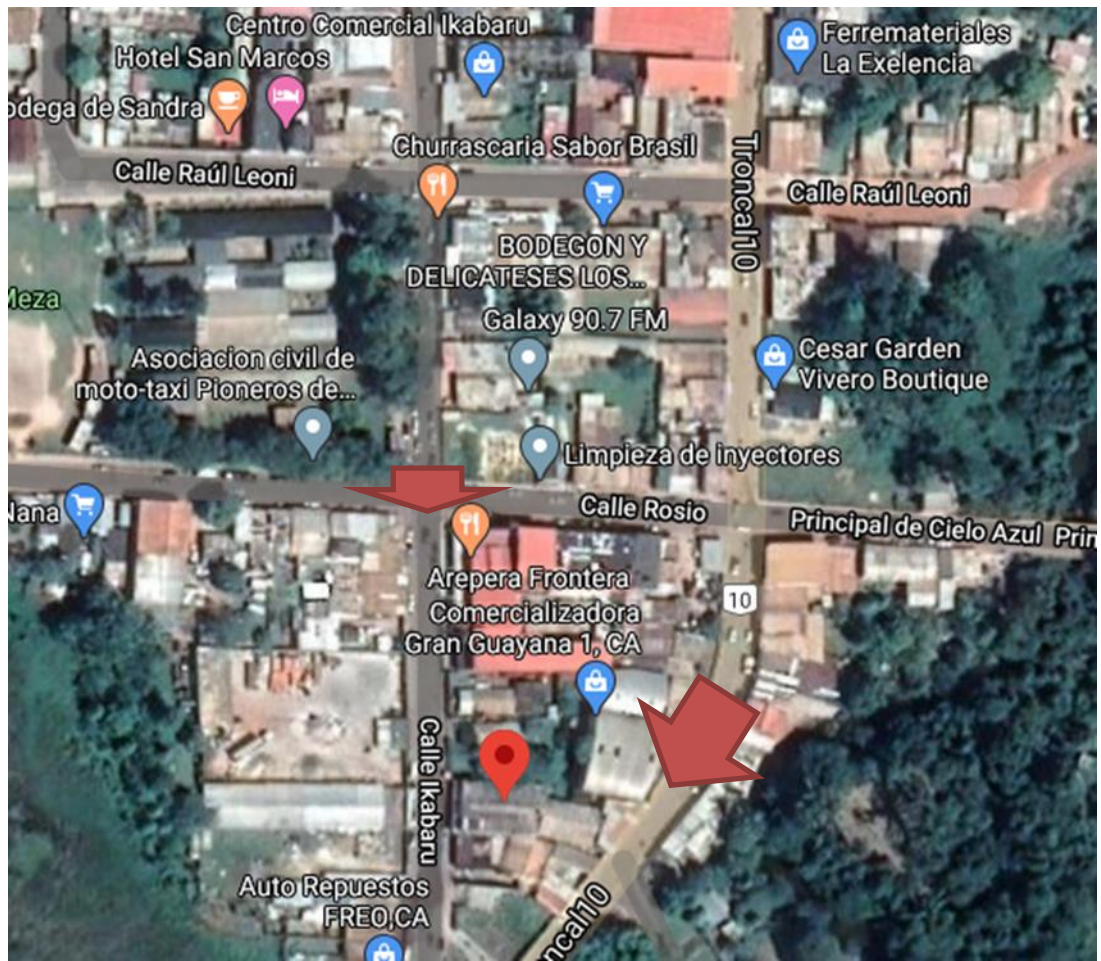
### **2.2.3 Geología**

A nivel regional, las rocas más representativas son las graníticas, también pueden encontrarse rocas meta volcánicas y metas sedimentarias.

La hoja geológica de Ciudad Bolívar presenta una gran estabilidad tectónica, por estar ubicada sobre las rocas ígneas del Escudo de Guayanés, que corresponde al precámbrico, el cual a su vez es compartido con Brasil, las Guyanas y una pequeña porción con Colombia, estas formaciones geológicas son las más antiguas y estables de nuestro planeta.

### **2.2.4 Acceso al área de estudio**

El edificio a estudiar, se encuentra en la zona central del poblado de Santa Elena de Uairén. Tiene su acceso principal por la calle Ikabarú, calle que tiene un muy gran auge económico debido a que conecta al poblado con la troncal 10, vía que se dirige hacia la frontera con Brasil. También, posee un acceso trasero que conecta con la troncal 10. Estas rutas tienen buena concurrencia, debido a que son dos de las calles principales de la ciudad. Pueden ser apreciadas en la figura 2.2.



*Figura 2.2 Acceso al área de estudio*

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

El correcto y eficiente abastecimiento de agua es de los aspectos más importantes a tomar en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de obra, ya sea en una ciudad entera, un urbanismo o simplemente una edificación, sin embargo, esto no siempre se puede lograr a causa de varios motivos, por tanto, se ha tenido que recurrir a distintas alternativas que puedan satisfacer esta problemática. Debido a esto es de gran importancia la consideración del crecimiento de las poblaciones en el desarrollo de sistemas de alimentación de agua potable. Existen muchos trabajos referentes a este tema como, por ejemplo:

**Serrano (2007)**, expresa en su trabajo que “para conseguir este cambio de conducta respecto al agua en la población donde se pondrá en marcha el sistema de abastecimiento de agua potable, será necesario desarrollar técnicas para la participación ciudadana, concientizar a la comunidad de respetar las instalaciones y mantener las leyes, lo que va a requerir un duro y largo trabajo durante la implementación del sistema y posteriormente” lo cual infiere que los habitantes poseen formas de auto sustentarse del vital líquido, siempre de acuerdo a la ley y teniendo conciencia del uso de estos sistemas.

**López, R., (2009)**, diseñó un “**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SANTA FE Y CAPACHAL, EDO. ANZOÁTEGUI**”. Para tal diseño López realizó cálculos de hidráulica, estableciéndose como parámetro fijo el número de habitantes a los cuales se les prestaría el servicio, determinándose el caudal aproximado que requieren esas comunidades, y así, poder satisfacer las necesidades domésticas de

esas poblaciones. López recomendó revisar cada 3 meses el estado de las tuberías a lo largo de la red y verificar que no existan fugas ni tomas clandestina.

**Coraspe, A., Maite, O., Osorio, R., y Trujillo, A., (2017),** realizaron una investigación como trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE UN POZO PROFUNDO UBICADO EN LA SABANITA, SECTOR UDO, CIUDAD BOLÍVAR EDO. BOLÍVAR”** cuyo objetivo era conocer las condiciones y calidad del agua del pozo profundo ubicado en la Calle Sotillo casa n°12, obteniendo de esta forma el correcto conocimiento del cuidado del agua y del cumplimiento de las normas sanitarias requeridas para su uso.

Estas investigaciones proporcionan información sobre el diseño de redes de abastecimiento y sobre el acuífero presente en la zona de estudio, sus características físicas, químicas y bacteriológicas. Los parámetros utilizados ofrecen una visión clara sobre el diseño de estos sistemas y permiten direccionar con mayor asertividad las futuras investigaciones que se desarrollen.

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Agua**

Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno.

### **3.2.2 Calidad Del Agua**

Es la expresión química, física y microbiológica de todos los valores y componentes que existen en una determinada muestra de agua.



### **3.2.3 Agua Cruda**

Es el agua directamente extraída de la fuente natural, que no ha pasado por ningún tipo de proceso potabilizador ni por ningún tratamiento químico para que sea aceptada como agua consumible.

### **3.2.4 Agua Potable**

"Estado del agua en que ningún elemento se encuentra presente en concentraciones suficientes que impidan su uso para el consumo humano".  
(Decreto N.º 36.298, pág. 2).

### **3.2.5 Red De Abastecimiento De Agua Potable**

Una red de abastecimiento es un sistema de obras de ingeniería concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable.

#### **3.2.5.1 Componentes de una red de abastecimiento de agua potable**

Según **Nereida López (2000)**: En general, los componentes de un sistema de agua potable están representados por:

- a. Fuente
- b. Obras de captación
- c. Sistema de potabilización
- d. Línea de aducción
- e. Estanque de almacenamiento
- f. Redes de distribución

##### **3.2.5.1.1 Fuente**

Las fuentes de abastecimiento de agua constituyen la parte primordial de una red de suministro de la misma. Para la selección de la fuente de abastecimiento se deben considerar los requerimientos de la población, la disponibilidad y la calidad

de agua durante todo el año, así como todos los costos involucrados en el sistema, tanto de inversión, operación y mantenimiento.

#### **3.2.5.1.2 Fuentes subterráneas**

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

#### **3.2.5.1.3 Fuentes superficiales**

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

#### **3.2.5.1.4 Obras de captación**

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

Las obras de captación pueden clasificarse en tres tipos principales:

- Verticales: pozos y sondeos.
- Horizontales: zanjas, drenes y galerías.
- Mixtos: pozos con drenes radiales, galerías con pozos.

### **3.2.5.1.5 Sistema de potabilización**

La potabilización es un proceso diseñado por el hombre para asegurar que el consumo del agua no cause enfermedades. Es necesario filtrar y desinfectar el agua para destruir bacterias, virus, hongos, lombrices y protozoos (como la amoeba, que causa amebiasis). Hay virus y bacterias tan pequeñas que pueden pasar a través de los filtros. Se puede desinfectar el agua en casa utilizando métodos como cloración, ebullición o exposición solar.

### **3.2.5.1.6 Líneas de aducción**

La Línea de Aducción es la tubería, accesorios, dispositivos y válvulas que conducen el agua desde la obra de captación hasta el Estanque de Almacenamiento, pasando antes por la Planta de Tratamiento.

Se dice que el agua conducida entre la captación y la Planta de Tratamiento es Agua Cruda y luego de pasar por la Planta de Tratamiento es Agua Tratada.

Las líneas de aducción se pueden dividir en dos tipos:

- **Por Gravedad.**
- **Por Bombeo.**

Al tener un pozo subterráneo, es necesario seleccionar una línea de aducción por bombeo para extraer el agua de manera idónea.

### **3.2.5.1.7 Estanque de almacenamiento**

Los estanques sirven de almacenamiento parcial y de tanquilla de bombeo o de rebombeo a otras redes más altas, simultáneamente a su condición de servicio para una red baja. La ubicación estará determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. Existen muchas clasificaciones para los tanques de almacenamiento de aguas, de acuerdo al material con se construyen (metálicos, de concreto, plásticos, etc.), de

acuerdo a su capacidad de almacenamiento (pequeños, medianos, grandes, industriales, etc.), de acuerdo a su ubicación (elevados, subterráneos, etc.)

#### **3.2.5.1.8 Redes de distribución**

Una Red de Distribución de Agua Potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas las diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo. En las redes de distribución están contemplados todos los elementos que cumplen una función relevante en el correcto funcionamiento de la red.

#### **3.2.6 Nivel freático**

Es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico).

#### **3.2.7 Tuberías**

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.

Debe distinguirse entre el término tubería, que en general designa las conducciones de sección circular y los conductos que pueden tener otras secciones y que no son propiamente tuberías.

A menudo, cuando se trata de tuberías de una instalación de suministro de agua con tubería de acero galvanizado, se llaman cañerías. Se debe a que hubo antiguas instalaciones que se hicieron con cañas y de ahí que quedase ese término para las tuberías fabricadas más antiguas: las de acero, y su conjunto recibió el nombre de cañería.

### 3.2.8 Materiales de las tuberías

Las tuberías, poseen características específicas de acuerdo a su material, entre las más importantes, encontramos coeficientes de rugosidad, diámetros existentes, consideraciones, tiempos de duración estipulados, expresados en las siguientes tablas:

Materiales	Diámetro existente	Consideración
Hierro Fundido (H.F)	4"-24"	Enterrada o Superficial
Acero Galvanizado (HG)	4"-108"	Enterrada o Superficial
Asbesto Cemento	4"-24"	Frágil. Enterrada.
Plástico PVC	4"-24"	Enterrada.
Concreto	24"-108"	-

*Tabla 3.1: Diámetros y Condiciones de cada material.*

*Fuente: Simón Arocha (1997)*

Material.	Coefficiente de rugosidad	10 años de uso	30 años uso
HF	100	90	80
HG	100-110	100	90
Asbesto (Cemento a presión).	120	110	100
PVC	140	130	120

*Tabla 3.2: Tiempo de vida de cada y Coeficiente de rugosidad del tipo de material.*

*Fuente: Simón Arocha (1997).*

### 3.2.9 Pozos profundos

Un pozo de agua o una perforación es una obra de captación vertical que permite la explotación del agua freática contenida en los intersticios o las fisuras de una roca del subsuelo, en lo que se denomina acuífero. El agua puede llevarse hasta

el nivel del suelo de manera sencilla con ayuda de un recipiente o más fácilmente con una bomba, manual o motorizada.

### 3.2.10 Diseño de pozos profundos

El diseño de los pozos profundos está sustentado en el conocimiento de las características del acuífero sobre el cual se construirá. Entre los parámetros a considerar para la proyección están:

#### 3.2.10.1 Diámetro del pozo

Depende de dos requisitos:

- El ademe o tubo ciego del pozo debe ser lo suficientemente amplio para que permita acomodar la bomba con tolerancia adecuada para su instalación y eficiente funcionamiento.
- El diámetro del intervalo de captación del pozo debe ser tal que garantice una buena eficiencia hidráulica del mismo.

<b>Caudal Previsto (l/s) Mínimo-Máximo</b>	<b>Diámetro externo nominal del cuerpo de tazones de la Bomba (mm)</b>	<b>Diámetro nominal del tubo de revestimiento (mm)</b>
3 – 7	100 (4’')	150 (6’')
4- 15	150 (4’')	200 (8’')
10 - 40	200 (8’')	250 (10’')
30 - 70	250 (10’')	300 (12’')
50 - 120	300 (12’')	350 D (14’')
100 – 200	350 (14’')	400 D (16’')

Fuente: Covenin 589-79

**Tabla 3.3: Diámetros de la bomba y el tubo de revestimiento.**

**Nota:** La letra D, significa que hasta 12” se entiende como diámetro nominal (el interior), de 14” en adelante es exterior.

### 3.2.10.2 Profundidad

Se puede determinar por medio de información de pozos vecinos ya construidos o con estudios geológicos. La perforación se hace generalmente hasta el fondo del acuífero, con el fin de utilizar el mayor espesor del acuífero para colocar las rejillas; esto mejora la capacidad específica y obtiene mayor abatimiento disponible, permitiendo aumentar el caudal.

### 3.2.10.3 Rejilla

La rejilla es un elemento de importancia en el diseño de un pozo, sus características guardan una estrecha relación con los parámetros hidráulicos del acuífero. A continuación, se mencionan varios tipos de rejillas:

Tipo de rejilla	Ventajas	Desventajas
Ranura continua	Debido al diseño de su abertura el material fino no la puede obstruir. Brinda más área de captación por metro, que otros tipos.	Se fabrican en secciones de 3 metros de largo. Pueden romperse al momento de su instalación.
Tipo persiana	Se fabrican hasta 12 metros de largo.	Porcentaje de área abierta reducido. No se puede usar en pozos con filtro de grava.
Ranuras fresadas	Posee mayor resistencia al colapso.	Sada en pozos petroleros. Presenta mayor obstrucción en las ranuras debido al espesor de sus paredes.
Tubo ranurado	Se usa como sustituto improvisado de rejillas.	El porcentaje de área abierta es bajo. Las aberturas son inexactas y varían de tamaño. No se recomienda para materiales finos. No es resistente a la corrosión.

*Tabla 3.4: Tipos de rejillas.*

*Fuente: El agua subterránea y los pozos, E.E Johnson (1966)*

Según **Estaba A. (2016)**: El registro eléctrico vertical, suministra al ingeniero inspector y al geólogo de una aproximación bien cercana al diseño final del entubado del pozo, es cotejada con las muestras del perfil litológico y se toman decisiones de las profundidades de colocación de ranurados y ciegos, así como también las profundidades de explotación o colocación del equipo de bombeo. El diseño del entubado determinará las características de la tubería a colocar. Esta tubería siempre será diseñada con una punta cónica al final de la profundidad.

Concluidas las perforaciones y ampliaciones hasta el diámetro final, se procederá a la colocación del forro con su respectivo grabado o, construcción del forro del pozo. Su diseño es exclusivo y obedece a la litología de estratos captados. Se recomiendan, como elementos de verticalidad y uniformidad de espesor de la pared de filtros de grava, la colocación de centralizadores. Se recalca que, previamente se seleccionara un tipo de grava, acorde con la granulometría que determine las muestras, evitando así el arrastre de finos hacia el pozo.

#### **3.2.10.4 Bomba.**

Para el diseño del equipo de bombeo a instalar en un pozo profundo se indica a continuación un procedimiento de cálculo simplificado, según los siguientes pasos:

Consideramos ya, tanto el caudal (Q) l/s. y las cotas de bombeo, la bomba debe ser seleccionada a partir de lo siguiente:

$$P_{hidráulica} = \frac{\gamma * Q * H_{dinámica}}{\eta h} \text{ (Ecuación N° 7)}$$

**Siendo:**

$P_{hidráulica}$  = Potencia hidráulica.

$\gamma$  = peso específico del agua del pozo. Aproximadamente 998 Kg/m<sup>3</sup>.



$Q$  = Caudal de producción en  $m^3 / seg.$

$H_{dinámica}$  = Carga dinámica total

$\eta_h$  = Eficiencia hidráulica. En Venezuela, por acuerdos internacionales ambientales, en ningún caso, la eficiencia de las bombas actuantes en pozos debe ser menor al 65%.

$$H_{dinámica} = CE + CD + Pr \quad (\text{Ecuación N}^\circ 8)$$

Dónde:

$$CE = Nb + Z (\text{Ecuación N}^\circ 9)$$

$$CD = hf (\text{tuberías} + \text{accesorios}) (\text{Ecuación N}^\circ 10)$$

**Siendo:**

$CE$  = Carga Estática

$NB$  = Nivel de Bombeo, en metros

$Z$  = Diferencia de Cotas, entre la fuente y el punto más elevado, en metros

$CD$  = Carga dinámica

$Pr$  = Presión Residual

$hf$  (Tuberías) = Pérdidas por fricción en las tuberías, en metros

$hf$  (Accesorios) = Pérdidas por fricción en los accesorios, en metros

Se acostumbra usar entre un 20% más de altura de la dinámica. En localidades donde existan presiones generadas por suministros alternos, como, por ejemplo, las inducidas por el sistema regional del centro, deberán estimarse en metros de columna de agua (m.c.a) y, adicionarlas como presión residual ( $Pr$ ).

En cuanto al cálculo de las pérdidas por fricción se realiza mediante el método de **Hazen Williams (1905)**, este es válido solamente para el agua que fluye en temperaturas ordinarias ( $5^\circ C - 25^\circ C$ ). La fórmula es sencilla y su cálculo es

simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es en función de la velocidad ni el diámetro de la tubería.

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L \text{ (Ecuación N° 11)}$$

**Donde:**

h: Pérdida de carga o de energía (m)

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: coeficiente interno de la tubería (m)

D: diámetro interno de la tubería (m)

L: longitud equivalente de la tubería (m).

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro Galvanizado	120-120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE,PVC)	140-150
Hierro fundido (10 años de edad)	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido (20 años de edad)	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido (30 años de edad)	75-90	Acero	130
Hierro fundido (40 años de edad)	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro Dúctil	120	Hormigón	120-140

Fuente: <http://www.miliarium.com>

**Tabla 3.5: Coeficientes de rugosidad.**

Con el desarrollo concluido, se procederá a la prueba de bombeo, seleccionando una bomba con un caudal superior al estimado en el desarrollo con

compresor. La prueba deberá ser registrada en una gráfica caudal vs tiempo, mostrando el nivel de bombeo para cada intervalo de tiempo y, en especial, el nivel de abatimiento máximo, este representará el caudal máximo de explotación.

Siempre se deberá explotar la fuente subterránea, con un caudal del 10% menor al caudal máximo, a objeto de preservar el acuífero. Siempre se procurará explotar como máximo, cualquier pozo, con valores de producción que cubran la demanda mínima sanitaria (DMS) definida como:

$$DMS \left( \frac{l}{seg} \right) = \frac{N^{\circ}dehabitantes * \frac{250 \frac{litros}{dia}}{hab}}{86400 \left( \frac{seg}{dia} \right)} \text{ (Ecuación N}^{\circ} \text{ 12)}$$

Esto contribuirá a preservar el acuífero y controlar el abatimiento de las mesas de agua y, por tanto, su duración en el tiempo.

Teniendo la bomba seleccionada, se escogerán tuberías de producción o llamadas columnas, con el criterio de velocidad económica, atendiendo a las pérdidas por fricción y el diámetro de la tubería, una tubería de menor diámetro será más barata sin embargo las pérdidas por fricción serán mayores y mayor la potencia de bombeo requerida. Se establecieron criterios sobre velocidades económicas por dentro de tubería de modo que puede calcularse un diámetro económico.

Tipo de tubería	U/M	Velocidad Económica
De conducción		0.91 a 1.22 (3 a 4)
De descarga	m/s, (pies/s)	1.25 a 2.5 (4.1 a 8.2)

Fuente: Cruz. O. 2007

**Tabla 3.6: Criterio de velocidad económica**

Una vez decidida la velocidad dentro del rango de velocidad económica se calcula el diámetro según Herrera I. (2014) usando:

$$Dt = \sqrt{\frac{4Qt}{\pi * V}} \text{ (Ecuación N}^{\circ} \text{ 13)}$$

**Donde:**

Dt: Diámetro de la tubería en m

Qt: Flujo por la tubería en m<sup>3</sup>/s

V: Velocidad económica en m/s

Luego de calculado el diámetro debe ser normalizado y recalculada la velocidad para dicho diámetro. La velocidad con el diámetro normalizado se calcula despejando de la ecuación anterior.

Las columnas se sugieren de acero al carbono, pero también son permitidas las de PVC, siempre y cuando se coloquen con un elemento sujetador, tal como una guaya de acero inoxidable, capaz de soportar un desprendimiento, a los fines de prever de uno eventual, permitiendo de este modo el rescate del equipo de bombeo. Se exige la colocación de por lo menos una válvula Check antes de la colocación del equipo de bombeo, tendrá como finalidad, preservar el motor en lo que respecta su cojinete de carga axial, de la acción de golpes de ariete o paradas bruscas del motor, cuestión fundamental en su vida útil.

De igual modo, el motor accionante deberá cumplir con la potencia requerida por la bomba, estimando en lo posible, un desempeño no incluido en los consumos de amperajes dentro del factor de servicio. Esto redundará en la duración del mismo. (**Estaba A. 2016**).

**3.2.10.5 Protección sanitaria.**

El desarrollo y el mantenimiento de pozos coinciden en presentar las mismas técnicas de procedimiento, con la diferencia de que el desarrollo se lleva a cabo justo cuando se ha completado la construcción del pozo y se hace para limpiarlo y dejarlo listo para comenzar a usar. El objetivo principal del desarrollo es eliminar todo el lodo de perforación que pudo quedar adherido a las paredes del pozo

impidiendo la entrada del flujo de agua, y para preservar la vida útil del pozo, es necesario aplicar un mantenimiento preventivo.

Dicho mantenimiento asegura:

- Restituir la porosidad y permeabilidad de la formación natural en los alrededores del pozo.
- Estabilizar la formación granular en torno a la rejilla, de manera que el pozo descargue agua libre de arena.
- Eliminar incrustaciones y precipitaciones de hierro en las inmediaciones de la rejilla 9 Extraer las acumulaciones de sólidos dentro del pozo.
- Remover formaciones orgánicas. Existen métodos mecánicos para remover incrustaciones superficiales, y métodos químicos en los que se utilizan sustancias que permiten eliminar incrustaciones fuertes y material de los estratos, además de remover materia orgánica que se haya formado, cabe destacar que la aplicación de las sustancias químicas se realiza mediante la ayuda de los métodos mecánicos, ayudando así a una limpieza profunda.

Durante la limpieza de los pozos se realiza la remoción de incrustaciones que se forman en los conductos de agua que impiden el paso de esta hacia el pozo, las diferentes formas de incrustación incluyen las siguientes:

- Por precipitación de carbonato y sulfatos de calcio y magnesio (Incrustación Tipo A).
- Por precipitación de compuestos de hierro y manganeso (Incrustación Tipo B).
- Por gelatina producida por bacterias ferrosas (Incrustación Tipo C).
- Deposición de materiales como limo y arcillas (Incrustación Tipo D).
- Se debe recalcar que las dos primeras incrustaciones (Tipo A y B) sólo dependen de calidad del agua del acuífero, y las dos últimas (Tipo C y D) por falta o mal mantenimiento preventivo de los mismos.

Los métodos de limpieza más comunes son: agitación con aire, agitación con agua, Sonar-Jet, baqueteo y pistoneo.

### **3.2.11 Criterios para el diseño de líneas de conducción por impulsión**

#### **3.2.11.1 Población futura**

Todo proyecto debe estar orientado a satisfacer a corto, mediano o largo plazo las necesidades de la comunidad a la cual se orienta. Para esto se ha desarrollado una fórmula que permita estimar el incremento poblacional que tendrá una comunidad. Para esto tenemos que;

$$Pf = Pa(1 + i)^t \quad (3.1)$$

**Dónde:**

Pf: Población futura

Pa: Población actual

i: Taza de crecimiento geográfico.

t: Tiempo al cual se proyecta la obra.

#### **3.2.11.2 Consumo medio diario promedio anual**

Se define como el consumo medio diario de una población, obtenido en un año de registros expresado en (Lts/ Seg). Se determina con base en la población del proyecto y dotación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Qm = Pf \times Dotacion(D) \quad (3.2)$$

**Dónde:**

Qm: Consumo medio diario promedio anual (Lts/Seg).

Pf: Población futura (hab.).

D: Dotación (Lts/hab./seg).

### 3.2.11.3 Caudal máximo horario

Es el máximo consumo que se espera que realice la población en un día y se calcula con un factor de ampliación  $k_2$ , que, en el caso del presente proyecto, será de 2,75. Expresándose de la siguiente manera:

$$Qm_{h_{tramo}} = k_2 * Qm \quad (3.3)$$

### 3.2.11.4 Caudal de diseño

El caudal para el cual se diseña cada tramo está definido por los consumos máximos horarios de los tramos que le preceden.

### 3.2.11.5 Diámetros

Los diámetros se determinarán en función de las pérdidas en las tuberías. Es recomendable que los diámetros sean seleccionados dentro de un rango económico, considerando a aquellos que sean comerciales.

Una forma efectiva de seleccionar diámetros es por medio de un Abaco de selección de diámetros, desarrollado por Simón Arocha (1997).

Para ingresar al Abaco debemos obtener:

$$Q_{abaco} = \frac{Qd}{Kc} \left( \frac{Lts}{seg} \right) \quad (3.4)$$

Donde  $K_c$ , viene dado por el coeficiente de rugosidad del material de la tubería, expresados en la tabla 3.3.

C	$K_c$
100	1
110	1,003
120	1,184
130	1,274
140	1,365

**Tabla 3.7: Factor  $K_c$**   
**Fuente: Simón Arocha (1997)**

### 3.2.11.6 Pérdidas de carga

Es la pérdida de energía que experimentan los líquidos que fluyen en tuberías. Esto ocurre debido a los cambios de presión que se experimentan, lo cual es ocasionado a la vez, por las variaciones de nivel y por el rozamiento con las paredes de la tubería. Las pérdidas en el sistema vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$J = \alpha \times L \times Qd^{1,85} \tag{3.5}$$

**Dónde:**

J: Pérdidas de energía en tuberías (m).

L: Longitud de la tubería (m).

Qd: Caudal de diseño (LPS)

$\alpha$ : Coeficiente del Dr. Ernesto León.

**Simón Arocha (1997)**, Para el cálculo de las pérdidas de carga, el uso de las tablas desarrolladas por el Dr. Ernesto León, las fijan una relación entre el diámetro



de la tubería y el coeficiente del material escogido, determinando así el valor del coeficiente “ $\alpha$ ”.

### **3.2.11.7 Altura manométrica**

Es la altura a la que la bomba debe elevar el caudal para poder vencer la altura geométrica y las pérdidas causadas por fricción en las tuberías. Ésta es determinada por la siguiente ecuación:

$$Hm = Hg + J \tag{3.6}$$

**Dónde:**

Hm: Altura manométrica

Hg: Altura geométrica

J: Pérdida de energía

### **3.2.11.8 Criterio de selección de la bomba**

El criterio para la selección viene dado entonces por el estudio minucioso de la relación eficiencia-costo. Durante el estudio es necesario el cálculo de los caballos de fuerza que requiere la bomba para cubrir la demanda del sistema; esto se realiza por la siguiente fórmula:

$$Hp = \frac{Qd \times Hm}{45} \tag{3.7}$$

**Dónde:**

Hm: Altura manométrica

Qd: Caudal de diseño (LPS)

### 3.2.11.9 Clase

**Simón Arocha (1997)**, detalla que: “Siendo la tubería un elemento sujeto a soportar presiones internas, resulta muy conveniente conocer y clasificar las distintas clases de tuberías en función de la presión de trabajo”. Esta presión resistente debe ser mayor a la presión actuante en el tramo objeto de estudio.

Se han establecido diferentes denominaciones para las clases de tuberías en función de su presión de trabajo. Es así como Simón Arocha (1997), especifica el uso de las tablas para las clases de tubería en función de la presión de la **AWWA** (American Water Works Association) y la **ISO** (International Organization for Standardization), para el estudio de este criterio. Por lo que se tienen las siguientes tablas:

Clase	Metros de Agua	Presión en Lbs/pulg <sup>2</sup>	Atmosfera
5	50	71,5	5
10	100	143,0	10
15	150	214,5	15
20	200	286,0	20
25	250	357,5	25

**Tabla 3.8: Clases de tubería en función de la presión. Normas ISO**

**Fuente: Simón Arocha (1997)**

Clase	Presión de Trabajo (Lbs/pulg)	Equivalencia en metros de columna de agua.
100	100	70
150	150	105

200	200	140
250	250	175
300	300	210
350	350	245

**Tabla 3.9: Clases de tubería en función de la presión. Normas AWWA.**  
**Fuente: Simón Arrocha (1997)**

#### **3.2.11.10 Durabilidad o vida útil establecida**

La duración de la obra civil dependerá expresamente de la manera en que se hayan condicionado las instalaciones, considerando los distintos problemas que puedan presentarse en la obra y del material a utilizar, tomando en cuenta su resistencia física y desgaste; también hay que tomar previsiones contra los posibles efectos en el ambiente donde se van a trabajar estas instalaciones, como la corrosión, la erosión, o la fragilidad externa, aunado a el nivel de cuidado y prevención que se haya tomado para extender su vida útil; todos estos son diferentes factores que se deben tener en cuenta a la hora de la construcción de la obra civil, prevenirse de la mejor manera y adecuarse a la relación eficiencia-costo.

#### **3.2.12 Capacidad del tanque de almacenamiento**

La capacidad del almacenamiento de un tanque es función principalmente, del volumen de regulación y todos aquellos atiendan a las condiciones de variaciones del consumo de la población. A continuación, se presentan las reservas a considerar para la capacidad del tanque:

##### **3.2.12.1 Volumen requerido o volumen de regulación**

Debido a que se carece de la información necesaria para establecer las curvas de consumo en el área de estudio, el método a convenir para estimar el volumen que requiere el tanque, es del método empírico, el cual establece que para sistemas por bombeo el volumen de regulación deberá estar entre el 20 a 25% del caudal promedio diario en toda la red, dependiendo del número de horas de bombeo, así como de los horarios en los que se realicen dichos bombeos.

$$Vr = C * Qm \quad (3.8)$$

**Dónde:**

Vr: volumen de regulación, expresado en m<sup>3</sup>/seg.

C: rango 20% - 25%

Qm: Caudal medio diario, en m<sup>3</sup>/seg.

### 3.2.12.2 Volumen de incendio

En la red de distribución se asignaron gastos de incendios de: 10, 16 o 32 Lts/seg. De acuerdo a la importancia y densidad de la zona. Dicho gasto se supone puede ser requerido en cualquier instante y, por lo tanto, debe existir en el estanque de almacenamiento para atender contingencias de incendios durante un determinado lapso. Las normas INOS (6) establecen para capacidad por incendio estimando 2 y 4 horas de duración. Para poblaciones menores de 2000 habitantes no se considera necesario haber provisiones para combatir incendios. Teniendo que;

$$Vol. \text{ incendio} = I \times 4hr \times \left(\frac{3600}{1}\right) \times \left(\frac{1}{1000}\right) \quad (3.9)$$

**Dónde:**

Vol. Incendio: se expresa en m<sup>3</sup>/seg.

I: gasto de incendio

Población	Duración	I (L/Seg.)
5 a 20 mil	4hrs	10
20 a 50mil	4hrs	16
Mayor a 50 mil	4hrs	23

**Tabla 3.10: Gastos de Incendio**  
**Fuente: Simón Arrocha (1997)**

### 3.2.12.3 Volumen de compensación del consumo

Entre las reservas que se consideran en la capacidad del estanque, está esta compensación de consumo, expresada como:

$$\text{Vol. de comp. del consumo} = 40\% \times Q_m \quad (3.10)$$

**Dónde:**

Q<sub>m</sub>: Caudal medio diario, expresado en m<sup>3</sup>/seg.

### 3.2.12.4 Volumen de bombeo

Para compensación del gasto de bombeo, si se bombea de un estanque de almacenamiento, esto equivale al 25 por 100 del gasto diario medio anual bombeado, expresado de la siguiente manera:

$$\text{Vol. bombeo} = 25\% \times Q_m \quad (3.11)$$

**Dónde:**

Q<sub>m</sub>: Caudal medio diario, expresado en m<sup>3</sup>/seg.

### 3.2.12.5 Volumen de emergencia

Ante la eventualidad de que en la línea de aducción puedan ocurrir daños que mantendrían una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hacen las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad a restablecer la conducción de agua hasta el estanque. En tal caso, puede estimarse un periodo de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para la determinación de esa capacidad. Cuando el suministro pueda considerarse eficiente y seguro puede prescindirse de este volumen. Siendo así:

$$Vol. emergencia = Qm \times 4 hr \times \frac{3.600}{1hr} \quad (3.12)$$

**Dónde:**

Qm: cauda medio diario, expresado en L/Seg.

### 3.2.12.6 Diámetro y altura del tanque

El diámetro requerido del estanque se considera como:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4Vt}{3\pi}} \quad (3.13)$$

**Dónde:**

Vt: es el volumen total del tanque, expresado en metros.

La altura que requiere el tanque se considera como 3 veces el diámetro calculado, expresándose de la siguiente manera:

$$H = 3D$$

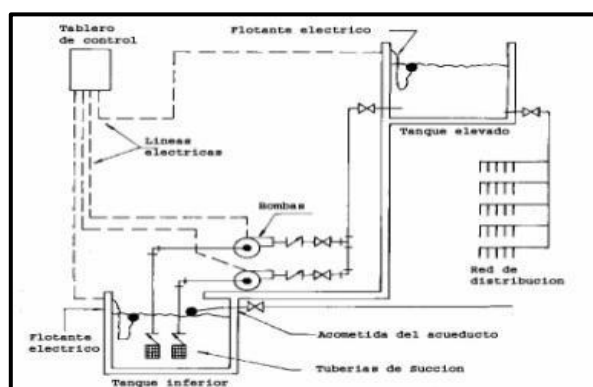
(3.14)

*Nota:* Existen diferentes fórmulas para calcular las dimensiones de un tanque de almacenamiento de agua. La fórmula propuesta es una fórmula de diseño general.

### 3.2.13 Sistemas de bombeo

#### 3.2.13.1 Sistema de bombeo de tanque a tanque

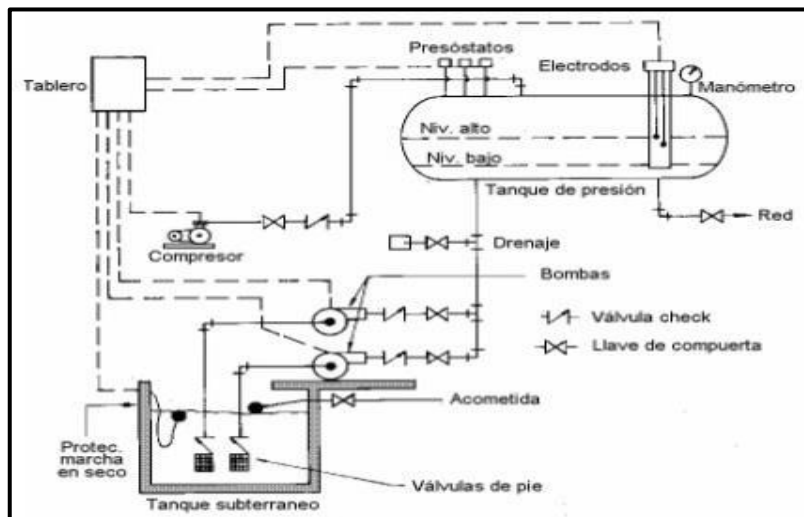
Este sistema consiste en un tanque elevado con una altura que permita la presión de agua establecida según las normas sobre la pieza más desfavorable. Este sistema requiere del estudio de las presiones de cada piso, asegurándose de que no sobrepasen los valores adecuados. En la parte inferior de la edificación existe un tanque, el cual puede ser superficial, semisubterráneo o subterráneo y en el que se almacenará el agua que llega del abastecimiento público. Desde este tanque un número de bombas establecido, conectadas en paralelo impulsarán el agua al tanque elevado. A continuación, se presenta la figura 3.1.



*Figura 3.1 Sistema de bombeo tanque a tanque.*

#### 3.2.13.2 Sistemas hidroneumáticos

En éste el agua es retenida en un tanque de almacenamiento, de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión, y que contiene volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, al comprimirse el aire aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente. A continuación, se presenta la figura 3.2.



**Figura 3.2 Sistema de bombeo hidroneumáticos.**

### 3.2.13.3 Sistemas de presión constante

Son aquellos sistemas de bombeo en donde se suministra agua a una red de consumo, mediante unidades de bombeo que trabajan directamente contra una red cerrada.

### 3.2.13.4 Sistema de bombeo tankless

En estos sistemas el funcionamiento aditivo de las unidades de bombeo se acciona por señales recibidas de sensores de presión colocados en la red servida que encienden y apagan las bombas.



### **3.2.13.5 Sistemas combinados con tanque compensador.**

Es la combinación de un sistema hidroneumático y un sistema de bombeo de velocidad fija contra la red cerrada (tankless o pac o monitor) de tres o más bombas funcionando en paralelo.

## **3.3 Definición de términos básicos**

### **3.3.1 Unidad Potabilizadora de Agua**

Es una planta transportable que incluye todos los procesos tradicionales de una usina potabilizadora como: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Son usinas efectivas y confiables para el tratamiento de agua que trabaja con una amplia variedad de calidades de agua bruta.

### **3.3.2 Caudal**

Caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc.) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

### **3.3.3 Dique Toma**

Es una obra de ingeniería civil que consiste en un dique de reprocesamiento construido transversalmente al cauce del río, donde el área de captación se ubica sobre la cresta del vertedero central y está protegido mediante rejas que permiten el paso del agua.

### **3.3.4 Acuitardo**

Es una formación geológica semipermeable, que conteniendo apreciables cantidades de agua la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas, sin embargo, bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos.

### **3.3.5 Acueducto**

Es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza hasta un punto de consumo distante, generalmente una ciudad o poblado. En ingeniería moderna, el término acueducto se usa para cualquier sistema de tuberías, zanjas, canales, túneles y otras estructuras utilizadas para este propósito.

### **3.3.6 Líneas de aducción**

Se considera como el tramo de tubería que sale del sitio de reserva hacia las viviendas y que conduce la cantidad de agua que se consume en ese momento. La línea de aducción o también llamada impulsión es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento.

### **3.3.7 Consumo**

Es la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo urbano para una fecha determinada y puede ser expresada en litros (l) o metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

### **3.3.8 Demanda**

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 para una misma fecha.

### **3.3.9 Dotación**

Cantidad de agua que se requiere suministrar en un periodo de tiempo a cada usuario del acueducto (casa, edificio, industria, parque, etc.) para satisfacer adecuadamente sus correspondientes necesidades.

## **3.4 Bases legales**

Para desarrollar esta investigación, es necesario regirse por las leyes que se exponen en la constitución de la República Bolivariana de Venezuela, además de las normas ISO (International Organization for Standardization) y también otros estándares de construcción utilizados a nivel mundial que ayudaran a normatizar y al correcto funcionamiento de nuestra obra civil. Hay que tener en cuenta también, normativas ambientales y de seguridad que apelaran por mejorar de cualquier manera el funcionamiento de nuestra obra.

La presente investigación tiene su basamento legal en La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860, de fecha 30 de diciembre de 1.999.

*Artículo 304.* Que todas las aguas son bienes de 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 ordenación del territorio.

Según las Normas sanitarias de calidad del agua potable. Gaceta oficial Número 36.395, del 13/02/1998

### 3.4.1 Capítulo I. Disposiciones preliminares

**Artículo 5:** Cuando el agua que se designe al suministro como potable no cumpla con los requisitos establecidos en las presentes Normas, el responsable del sistema de abastecimiento respectivo deberá aplicar el tratamiento que la haga apta para dicho uso.

### 3.4.2 Capítulo III. De los aspectos organolépticos, físicos y químicos

**Artículo 14:** El agua potable deberá cumplir con los requisitos organolépticos, físicos y químicos establecidos en los cuadros N° 1 y 2 que se presentan a continuación:

Componente o característica	Unidad	Valor Deseable menor a	Valor Máximo Aceptable (a)
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbiedad	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o sabor	--	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
Sólidos disueltos totales	mg/L	600	1000
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	500
PH	--	6.5 - 8.5	9.0
Aluminio	mg/L	0.1	0.2
Cloruro	mg/L	250	300
Cobre	mg/L	1.0	(2.0)
Hierro total	mg/L	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso total	mg/L	0.1	0.5
Sodio	mg/L	200	200
Sulfato	mg/L	250	500
Cinc	mg/L	3.0	5.0

**Tabla 3.11: Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable**

**Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998)**

a) Los valores entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.

b) UCV: Unidades de color verdadero.

c) UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

COMPONENTES	Valor Máximo Aceptable (mg/L)
Arsénico	0.01
Bario	0.7
Boro	0.3
Cobre	20
Cadmio	0.003
Cianuro	0.07
Cromo Total	0.05
Fluoruros	(c)
Mercurio Total	0.001
Niquel	0.02
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45.0
(N)	10
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0.03
(N)	0.01
Molibdeno	0.07
Plomo	0.01
Selenio	0.01
Plata	0.05
Cloro Residual	1.0 (3.0) (a)

**Tabla 3.12: Componentes inorgánicos**  
**Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998)**

a) El valor entre paréntesis es aceptado provisionalmente en casos extremadamente excepcionales, plenamente justificado ante la Autoridad Sanitaria Competente.

b) La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad.

De acuerdo a la Gaceta Oficial Número 36.298. Del Ministerio De Sanidad y Asistencia Social, del 24/09/1997.

### **3.4.3 Capítulo V. De la perforación, acondicionamiento, protección y limpieza de los pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable**

**Artículo 43:** Para evitar la entrada de aguas superficiales a los pozos deberán tomarse las siguientes precauciones:

a) Construir una placa de concreto alrededor del pozo, de dimensiones adecuadas, que permita la instalación de los equipos con que dotar al pozo de ochenta por ochenta (80 x 80) centímetros como mínimo. Esta placa tendrá un espesor mínimo de cuarenta (40) centímetros, de los cuales veinte (20) centímetros sobresaldrán de la superficie natural del terreno y veinte centímetros penetrarán por debajo del mismo nivel. La superficie de la placa tendrá pendiente del 2% hacia la periferia de la misma. Los equipos deben protegerse de la intemperie y del acceso de personas y animales de acuerdo a lo establecido en el Artículo 23 de estas Normas. Las juntas entre la placa y las tuberías de revestimiento, la de alimentación de grava y otras, deberán sellarse herméticamente.

Según las Normas sanitarias vigentes, según gaceta oficial de Venezuela N°.- 4.044 extraordinaria, del 28/09/1988.

**Artículo 109:** Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares o multifamiliares, se determinarán de acuerdo con lo que se establece a continuación:

Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares, se determinarán en función del número de dormitorios de que consta cada unidad de vivienda, de acuerdo con la siguiente tabla:

NÚMERO DE DORMITORIOS DE CADA UNIDAD DE VIVIENDA	DOTACIÓN DE AGUA CORRESPONDIENTE POR UNIDAD DE VIVIENDA, EN LITROS POR DÍA
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500
Más de 5	1500 lts/día más 150 lts/día por cada dormitorio en exceso de cinco

**Tabla 3.13: Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares en función al número de dormitorios**  
**Fuente: (Gaceta Oficial de la República de Venezuela 1988)**

Cuando en un proyecto de desarrollo urbanístico no se tengan definidas las características de las edificaciones, las dotaciones podrán calcularse multiplicando el área total de la parcela por un factor K (lts/día/m<sup>2</sup>), equivalente al porcentaje del área bruta de construcción expresado en porcentaje, dividido por 10.

*Nota: las dotaciones de agua antes señaladas corresponden a consumos para usos domésticos exclusivamente. Las dotaciones de aguas necesarias para satisfacer los consumos correspondientes a: riego de jardines y áreas verdes, para instalaciones y servicios anexos a la edificación, restaurantes, bares, lavanderías, estacionamientos cubiertos, piscinas, oficinas, comercios, lavado (de carros y otros, se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado para cada caso en el presente capítulo de estas normas.*

**Artículo III:** Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a comercios, se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación:

- A- Oficinas en general 6 litros/día/m<sup>2</sup> de local destinado a oficinas.
- B- Centros comerciales 10 litros/día/m<sup>2</sup> de área bruta de construcción destinada a comercio.
- C- Estacionamientos cubiertos para vehículos de motor 2 litros/día/m<sup>2</sup> de estacionamiento cubierto.

*Nota: Las dotaciones de agua señaladas no incluyen consumos de agua para riego de áreas verdes no jardines, así como tampoco consumos de agua de servicio, instalaciones o construcciones anexas, o complementarias de las edificaciones destinadas a comercio. De existir estas, las dotaciones deberán calcularse adicionalmente, en un todo de acuerdo con lo establecido en el presente capítulo de estas normas.*

**Artículo 115:** La dotación de agua riego de jardines y áreas verdes se calculará a razón de dos (2) litros por día y por metro cuadrado de área verde o de jardín a regar. No se requerirá incluir en el cálculo de esta dotación, las áreas pavimentadas, engrazonadas u otras áreas no sembradas.



## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Esta investigación se basa en la de tipo descriptiva. Según Tamayo y Tamayo (2006). “El tipo de investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa, funciona en el presente; la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta”. Cabe destacar que si se conocen algunas características del objeto a estudiar entonces la investigación se centrará en profundizar, para poder dar con hipótesis descriptivas y poder llegar a hipótesis de relación causa y efecto entre las variables.

Esta investigación también es de tipo proyectiva. Ya que “intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta.” (Hurtado, 2007, p.117). Con referencia a lo citado anteriormente, el proyecto toma un tipo de investigación proyectiva, debido a que se pretende crear la propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable a través de un pozo profundo para el Edificio Residencial y Comercial “LOS RUICES”.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El tipo de diseño de investigación que adopta este proyecto es el diseño de investigación de campo.

El diseño de investigación de campo también llamada directa, se lleva a cabo en el lugar y en el tiempo en que se producen los fenómenos que son objeto de estudio. Según **Tamayo y Tamayo (2006)**, “los tipos de diseño, de acuerdo con los datos recogidos para llevar a cabo una investigación, se categorizan en diseños de campo cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.

De igual forma también se presenta como un diseño de investigación de tipo documental, este tipo de investigación se refiere a la consulta de documentos a saber: libros, revistas, folletos, periódicos, anuarios, registros, etc. Consiste en el estudio del problema con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente en fuentes bibliográficas y documentales.

## **4.3 Población y Muestra**

### **4.3.1 Población**

Toda investigación requiere el establecimiento de parámetros para los cuales se desarrollará el estudio, por lo tanto, desde el punto de vista metodológico, es necesario determinar el espacio donde se llevará a cabo la misma y, los sectores e individuos a los que se va a dirigir el esfuerzo. Por ende, es necesario precisar un concepto referente, según **Hurtado (2002)**, la población o universo “Una vez definido el evento o eventos a estudiar es necesario determinar en qué o en quien se va a investigar ese evento; es decir, en cual ser o seres se manifiesta la situación a estudiar; estos seres son las unidades de estudio; el conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar conforman la población”.

Para el desarrollo de esta investigación y el logro de los objetivos, la población está representada por el conjunto de sistemas de alimentación de las edificaciones en Santa Elena de Uairén.

#### **4.3.2 Muestra**

La muestra es un “subconjunto representativo de un universo o población.” (Morles, 1994, p. 54).

La muestra está representada por el sistema de alimentación a través de un pozo profundo, para abastecer el edificio comercial y residencial “LOS RUICES”.

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección**

Las técnicas e instrumentos de recolección son los procedimientos de medición mediante los cuales es posible recopilar datos, es decir, que sean válidos y fiables para que puedan ser de utilidad científica sobre el objeto de estudio, con el fin de dar respuesta a las interrogantes planteadas en la investigación. Según Arias (2006) define a las técnicas de recolección de datos “como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación (Pág. 376)”.

De acuerdo a esto se logra concluir que la palabra técnica, es el conjunto de procedimientos que emplea una ciencia, mientras que, los instrumentos de recolección son el recurso utilizado por el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información que necesita para lograr cada uno de los objetivos de la investigación.

#### **4.5 Técnicas de recolección de información**

#### **4.5.1 Revisión literaria**

La revisión literaria, permitirá extraer las bases teóricas y los antecedentes del problema de investigación, sirviendo como herramientas documentales que sustenten el trabajo propuesto; “la revisión literaria es el fundamento de la parte teórica de la investigación y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado”. **Tamayo, M., (2006)** (pág. 325).

Se recurrirá a la recuperación de datos, a través de la consulta de textos, tesis, por medio del servicio electrónico de internet, y también se realizarán consultas para tener información actual con respecto al tema investigado.

#### **4.5.2 Observación directa**

Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad. **Arias, F., (2006)**.

En ese orden de ideas se considera que las inspecciones y mediciones de carácter topográfico e hidráulico efectuadas en campo forman parte de lo que se conoce como observación directa.

#### **4.5.3 Instrumentos para la recolección de datos**

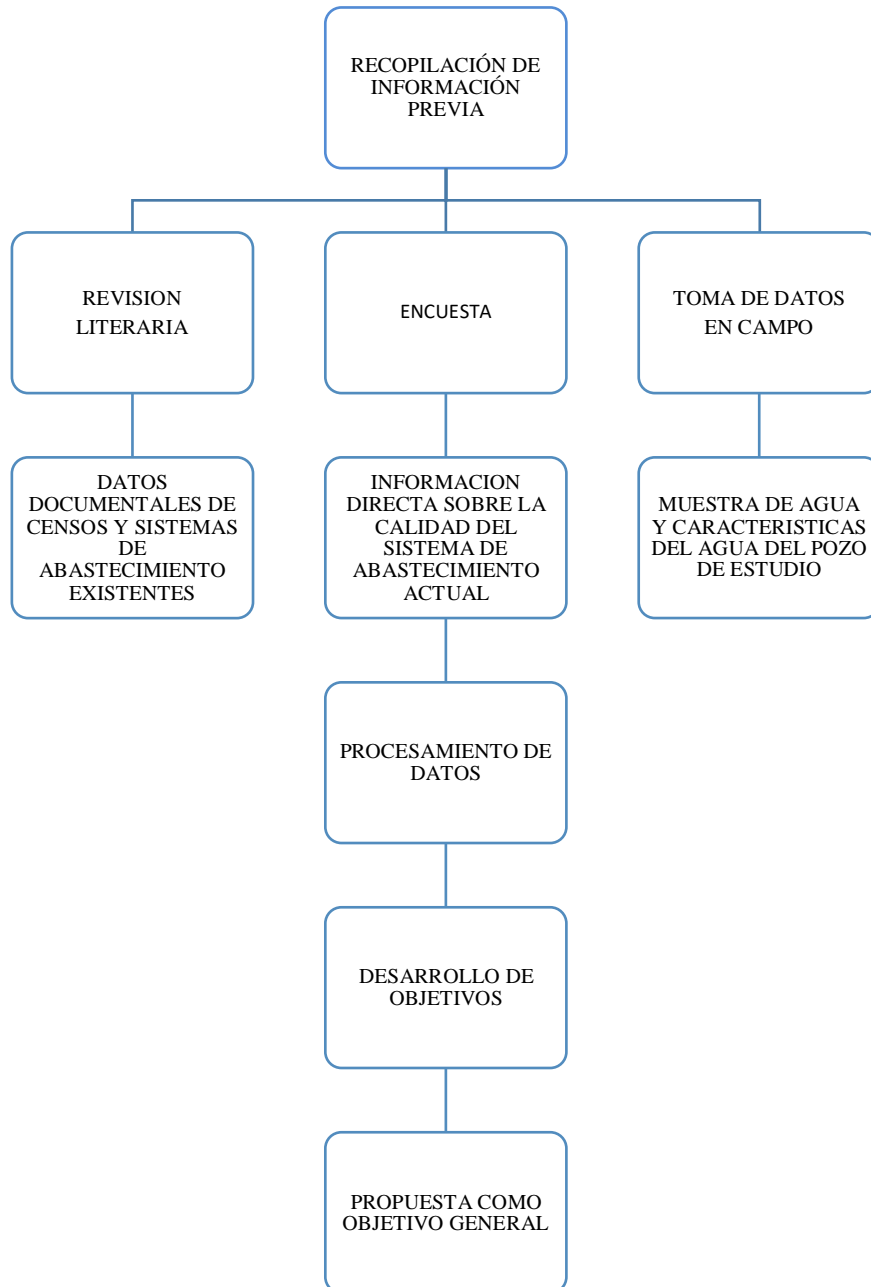
**Pérez, A., (2004)**, Los instrumentos permiten al investigador obtener y recabar datos acerca de las variables de estudio (el cuestionario, las fichas, el cuaderno de campo, grabadoras, cámaras fotográficas, filmadoras, etc.) (pág. 67).

**Arias, F., (2006)**, Enfatiza que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar (p. 69).

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en esta investigación son:

1. Cámara fotográfica digital
2. Papel y lápiz
3. Equipo de computación: computadora portátil, impresora y escáner.

## 4.6 Flujograma



*Figura 4.1 Flujograma de la investigación.*

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### **5.1 Definición de las características de la zona donde se encuentra ubicado el edificio comercial y residenciales “LOS RUICES”**

Constituido por un área de 424,5714 m<sup>2</sup> y un perímetro es de 85,48 m, el área de estudio se conforma por 6 locales comerciales en planta baja y 2 pisos de 8 apartamentos multifamiliares en cada piso. Delimitando por el Norte con la parcela catastral No 01-19-04, por el Sur con la parcela catastral No 01-19-02, por el Este con la parcela catastral No 01-19-10 y por el Oeste limita con la calle Ikabarú.

Este predio se caracteriza por poseer rocas meta volcánicas del tipo Ignibritas Riolíticas, pórfido de Riolitas, Granofiros pórfido, tobas devitrificadas y riodecitas. Es de topografía plana, debido a un trabajo de planificación realizado en él. Posee zonas de vegetación reducidas, estacionamientos y un alto tráfico vehicular.

La precipitación media anual es de 1.700m.m, con picos máximos entre julio y noviembre. Una temperatura media anual de 21,4°C y con una oscilación térmica diaria importante, ya que se tienen mínimos de 13,1°C, con máximos hasta de 36°C.

La hidrografía del terreno se constituye con la laguna Karara, que alimenta la quebrada Marumpa, que a su vez es tributaria del Río Uairén, que luego se une a los ríos Kukenan y Aponwao, que son afluentes del Río Caroní.

Posee suelos sedimentarios característicos del grupo Roraima, de suelos franco arcillosos con materiales lutíticos o limolíticos, dominando la fracción

arcillosa. El material arcilloso es de gran plasticidad, con valores del 55 al 80%, siendo más plástico a medida que se profundiza el terreno. El nivel freático de estos suelos es de 2.00mts, siendo aún recomendado para implantar construcciones sin problemas de hundimiento de suelos.

### **5.1.1 Sistemas de abastecimiento de Santa Elena de Uairén.**

La población de Santa Elena de Uairén, se encuentra abastecida por el acueducto Wará, que consiste en un Dique-Toma ubicado a las afueras del poblado, muy cerca de la población llamada Wará Wará, en una laguna que lleva el mismo nombre, este sistema tiene una capacidad máxima de producción de 40 lts/seg. Aunado a este acueducto, se agregó la unidad potabilizadora autónoma la Cuarentenaria, ubicada entre la planta de tratamiento de Santa Elena de Uairén y el Dique-Toma, la cual aumenta la capacidad del acueducto en 11 lts/seg adicionales, dando un total de 51 lts/seg de abastecimiento de agua.

También cuenta con 7 carro-tanques de agua, con rutas específicas alrededor de todo el poblado para surtir a la comunidad ante la carencia del vital líquido. Generalmente, estos se abastecen en la zona de “Cielo Azul”, en un tanque creado a partir del caudal que maneja la quebrada Piedra Canaima.

La opción que la mayoría de los pobladores de la zona han optado por tomar, es la de la construcción de pozos profundos para abastecerse de agua, de una manera constante y segura. Sin embargo, esta es una alternativa que maneja un costo de inversión, por lo que se debe estudiar si es viable su aplicación.

### **5.2 Análisis comparativo de los posibles sistemas de abastecimiento para el edificio comercial y residencial “LOS RUICES”**

Teniendo las posibles alternativas para el abastecimiento de agua del edificio, se procedió a realizar una comparativa evaluando las posibles ventajas y desventajas de cada una, para así seleccionar la alternativa más viable entre ellas:



<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR TUBERÍAS, PROVENIENTE DEL DIQUE-TOMA “WARÁ-WARÁ”</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
	Maneja de manera adecuada los sedimentos.	Se encuentra muy alejado del edificio en cuestión.
	Es proporcionada por el estado, por tanto, se evitan costos de mantenimiento.	El estado no le da mantenimiento desde hace mucho tiempo.
	En el mejor de los casos, podría proporcionar un constante caudal de agua.	Es un sistema que ya sobrepasó su periodo de diseño.
	Podría trabajar en conjunto con los otros sistemas.	Es un sistema que no logra abastecer a todo el poblado.
		Depende del caudal de un río (el cual es variable).
		No es un sistema propio del edificio

<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR MEDIO DE CAMIONES CISTERNA</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
	Puede llegar al edificio sin necesidad de tuberías.	Genera un mayor costo, por concepto de fletes, llenado, etc.
Puede ser una solución momentánea.	Necesita de gran cantidad de viajes.	

		Está sujeto a la funcionalidad y disposición de los vehículos.
		Necesita la existencia de un tanque de agua.
		Es necesaria una bomba de agua.
		El lugar de abastecimiento de agua de los camiones se encuentra muy alejado del edificio.
		Los camiones deben tener un buen mantenimiento, de otro modo el agua podría contaminarse.

<b>SISTEMA DE</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>ABASTECIMIENTO POR MEDIO DE UN POZO PROFUNDO</b>	Significa un constante suministro de agua.	Necesita de una inversión obligatoria en infraestructura.
	Sería un sistema de abastecimiento propio del edificio.	Es necesaria la creación de un tanque de depósito.
	Necesita de poco mantenimiento.	Se requiere de un equipo especializado para su construcción.
	Es menos susceptible a la contaminación.	

	La composición química del agua subterránea la vuelve apta para el consumo humano, por ende, no es necesario aplicarle tratamientos para potabilizarla.	
	Las aguas subterráneas prometen rendimiento de un caudal constante, debido a que no se secan tan rápido en temporadas de calor o sequía.	

***Tabla 5.1: Cuadro comparativo de los posibles sistemas de abastecimiento.***

De acuerdo a las comparaciones realizadas, se puede concluir que el sistema ideal (en este caso), vendría siendo la construcción de un pozo profundo que sirva para abastecer el caudal de agua que necesita el edificio comercial y residencial “LOS RUICES”.

Aunque pueda generar un gasto importante en la excavación del pozo, el costo del personal calificado para la excavación, los tanques de agua y equipos necesarios, como las bombas hidroneumáticas, los filtros, la instalación de tuberías, entre otras cosas; Constituye una solución viable ya que atacaría el problema directamente. Además de que significaría una reducción en costos de mantenimiento del sistema y la potabilización del agua para su consumo.

También se traduciría en un sistema seguro debido a que el pozo estaría ubicado dentro de la propiedad. En consecuencia, se seleccionó el sistema de

abastecimiento de agua por medio de la construcción de un pozo profundo como la alternativa más viable para resolver el problema de suministro de agua del edificio.

### 5.3 Cálculo del caudal de agua necesario para el edificio comercial y residencial “LOS RUICES”.

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar eficientemente agua a la comunidad en forma continua, a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort. Estas variaciones de consumos están influenciadas por diversos factores como el tipo de actividad, hábitos de la población. clima, entre otras cosas; por lo tanto, es necesario conocer el caudal de agua que necesita el sistema en estudio.

#### 5.3.1 Dotación de agua para el edificio.

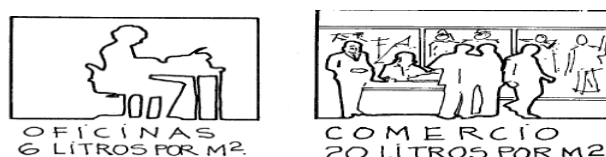
Existen diferentes dotaciones de aguas de acuerdo al tipo de vivienda o edificio; en este caso el edificio en cuestión está conformado por dos pisos, de 8 apartamentos c/u, cada apartamento consta de 2 dormitorios, para conocer la dotación necesaria, nos dirigimos a la siguiente tabla, correspondiente a viviendas multifamiliares:

VIVIENDAS MULTIFAMILIARES.				
APARTAMENTO DE UN (1) DORMITORIO	APARTAMENTO DE DOS (2) DORMITORIOS	APARTAMENTO DE TRES (3) DORMITORIOS	APARTAMENTO DE CUATRO (4) DORMITORIOS	APARTAMENTO DE CINCO (5) DORMITORIOS
500 LITROS POR DÍA.	850 LITROS POR DÍA.	1200 LITROS POR DÍA	1.350 LITROS POR DÍA.	1.500 LITROS POR DÍA.
MÁS DE (5) DORMITORIOS 150 L/DÍA POR CADA DORMITORIO EXTRA...				

**Tabla 5.2: Dotaciones de agua para viviendas multifamiliares**  
Fuente: López Luis, AGUA.

De acuerdo a la dotación correspondiente, el consumo diario de cada apartamento es de 850 lts/día, es decir que el consumo diario total de los dos pisos es de 13.600 lts, que corresponde a los 16 apartamentos del edificio.

El edificio cuenta con un área comercial, distribuido en 2 oficinas, un laboratorio y un local, los cuales se rigen por las siguientes dotaciones:



**Figura 5.1 Dotaciones de agua**

**Fuente: López Luis, AGUA.**

*Nota: los laboratorios no poseen una dotación específica, por lo tanto, se asume la dotación de un consultorio, que posee una dotación de 500 lts/día.*

Se determinó el consumo total, mediante la multiplicación de los m<sup>2</sup> de cada área por la dotación correspondiente, como se muestra a continuación:

ÁREAS DEL EDIFICIO	DOTACIÓN
LOCAL COMERCIAL DE 206.85M <sup>2</sup>	4.137 lts/día
LABORATORIO	500 lts/día
OFICINA COMERCIAL (25.95M <sup>2</sup> )	155.7 lts/día
OFICINA COMERCIAL (25.95M <sup>2</sup> )	155.7 lts/día
<b>TOTAL</b>	<b>4.948,4 lts/día</b>

**Tabla 5.3 Dotación total del área comercial.**

Por lo tanto, la dotación total del edificio, es la suma del área residencial correspondiente a los apartamentos (13.600 lts/día) y el área comercial (4.948,4 lts/día), dando como resultado 18.548,4 lts/día.

Luego de esto, se realizó el cálculo de las unidades de gasto totales proyectadas para las piezas sanitarias correspondientes al edificio en cuestión.

### **5.3.2 Cálculo del caudal.**

Con la dotación diaria necesaria del edificio, se puede calcular el caudal necesario, a través de la siguiente fórmula:

$$Q = \left( \frac{\textit{Dotación diaria} \times 10}{86.400 \textit{ seg}} \right)$$

Sustituyendo, tenemos que:

$$Q = \left( \frac{18.548,4 \textit{ lts/día} \times 10}{86.400 \textit{ seg}} \right) = 2.15 \textit{ lts/seg}$$

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Implementar un sistema de abastecimiento de agua potable a través de un pozo profundo, mediante un sistema de distribución por equipo de bombeo hidroneumático.**

Para garantizar el servicio continuo de agua del edificio, se propone un sistema de bombeo hidroneumático con un estanque subterráneo, el cual será alimentado mediante un pozo profundo, para así abastecer al edificio. El funcionamiento de un equipo hidroneumático es realmente sencillo, primero la bomba mandará agua a un tanque de presión haciendo subir el nivel hasta alcanzar su máximo, en ese momento se apagará la bomba para darle descanso; el aire comprimido que se encuentra en el tanque se expandirá, haciendo que el agua salga empujada o a presión y de esta forma alimentar al edificio.

Se recomienda su utilización cuando el abastecimiento público no garantiza presión suficiente para el funcionamiento adecuado de la distribución de agua en la edificación, como es en el caso del edificio residencial y comercial “LOS RUICES”.

#### **6.2 Cálculo del pozo profundo**

##### **6.2.1 Diámetro del pozo**

El diámetro del pozo se determinará de acuerdo a la demanda que se desea satisfacer, para dar holgura entre la bomba y el tubo de revestimiento y así evitar posibles daños.

Caudal Previsto (l/s) Mínimo-Máximo	Diámetro externo nominal del cuerpo de tazones de la Bomba (mm)	Diámetro nominal del tubo de revestimiento (mm)
3 - 7	100 (4'')	150 (6'')
4 - 15	150 (4'')	200 (8'')
10 - 40	200 (8'')	250 (10'')
30 - 70	250 (10'')	300 (12'')
50 - 120	300 (12'')	350 D (14'')
100 - 200	350 (14'')	400 D (16'')

Fuente: Covenin 589-79

**Tabla 6.1 Diámetro externo nominal de la bomba y diámetro nominal del tubo de revestimiento.**

Para un caudal de 2,15 lts/seg, se toma el caudal menor representado en la tabla, por ende, se debe implementar un diámetro de columna de agua de Ø4" que corresponde a 100mm y un diámetro de la tubería de revestimiento de Ø6" que corresponde a 150mm.

### 6.2.2 Profundidad del pozo

La profundidad del pozo será de 62 mts, basándose en datos de homologación de pozos cercanos.

### 6.2.3 Cálculo del equipo de bombeo requerido

En el diseño del sistema de bombeo, se toma en cuenta la demanda requerida por la zona que corresponde al caudal previamente calculado, además del número de horas de bombeo y la carga hidráulica.

Para calcular la potencia de la bomba se emplea la siguiente fórmula:

$$Hp = \frac{Q * H *}{76 * n} \quad (\text{Ecuación número 7})$$



Siendo:

$H_p$ = Potencia en Hp

$Q$ = Gasto ( $m^3/s$ )

$H$ = Carga dinámica total (m)

$\gamma$ = Densidad del líquido ( $Kg/m^3$ )

$n$ = Eficiencia

Para proceder a hacer el cálculo de la potencia de la bomba, debemos hallar la carga dinámica total mediante la siguiente fórmula:

$$H_{dinámica} = CE + CD + Pr \text{ (Ecuación N.º 8)}$$

Siendo:

$CE$ = Carga estática

$CD$ = Carga dinámica

$Pr$ = Presión residual

Para el cálculo de la carga estática tenemos:

$$CE = Nb + Z \text{ (Ecuación N.º 9)}$$

Siendo:

$Nb$ = Nivel de bombeo (m)

$Z$ = Diferencia de cotas, entre la fuente y el punto más elevado (m)

Según la gaceta oficial de la República de Venezuela N°36.289 Art. 43, se toma en cuenta una altura de 0.20 m para la base de concreto y una longitud de tubería de 0.25m entre la base de concreto y el primer codo de 90° de la tubería de bombeo. En el caso del pozo propuesto se asumirá un nivel de bombeo de 62m, basado en datos homologados de pozos cercanos, por lo tanto:

$$CE = 62 \text{ m} + 0.45 \text{ m}$$

$$CE = 62.45 \text{ m}$$

Para obtener la carga dinámica, usamos la siguiente fórmula:

$$CD = hf(\text{tuberías} + \text{accesorios})(\text{Ecuación N}^\circ 10)$$

Siendo:

$hf(\text{tuberías}) =$  Pérdidas por fricción en las tuberías (m)

$hf(\text{accesorios}) =$  Pérdidas por fricción en los accesorios (m)

Demanda (lts/s)	Caudal ( $m^3$ )	C	$\varnothing$ (pulg)	$\varnothing$ (mm)	Long, total tubería (m)	Pérdida en la tubería (m)
2,15	0,00215	140	2"	50	62	1,86

**Tabla 6.2 Pérdidas por fricción en las tuberías**

N.º	Descripción
1	Abrazadera de sujeción
2	Codo de 90º
3	Junta mecánica
4	Ventosa
5	Válvula check
6	Manómetro
7	Tee
8	Válvula de compuerta para descarga
9	Válvula de compuerta para aforo
10	Codo de 45º
11	Junta dresser

**Tabla 6.3 Piezas de salida en la descarga de un pozo**

*Fuente: Hidrocentro*

Accesorio	Cant.	Caudal ( $m^3$ )	C	$\varnothing$ (mm)	Long. (m)	Pérdida (m)
Codo 90º	1	0,00215	140	50	1,68	0,0504
Válvula check	1	0,00215	140	50	0,37	0,0111
Tee	1	0,00215	140	50	3,66	0,1098

Válvula de compuerta	2	0,00215	140	50	0,37	0,0111
Codo 45º	2	0,00215	140	50	0,80	0,024
$\Sigma$						<b>0,21</b>

De este modo se tiene que la carga dinámica, correspondiente a las pérdidas generadas por la tubería y los accesorios es la siguiente:

$$CD = 1,86m + 0,21m = 2,07m \text{ (Ecuación N}^\circ 10)$$

Se podría resumir a continuación que la carga hidráulica total que deberá vencer la bomba será:

$$H_{dinámica} = 62,45m + 2,07m + 20m = 84,52m \text{ (Ecuación N}^\circ 8)$$

De esta manera, la potencia de la bomba requerida para un caudal de 2,15 l/s que equivale a 0.000215 m<sup>3</sup> /s, una carga hidráulica de 84,52 m, una densidad del agua de 1000 kg/m<sup>3</sup> y una eficiencia de 65%. Por ende la potencia de la bomba es la siguiente:

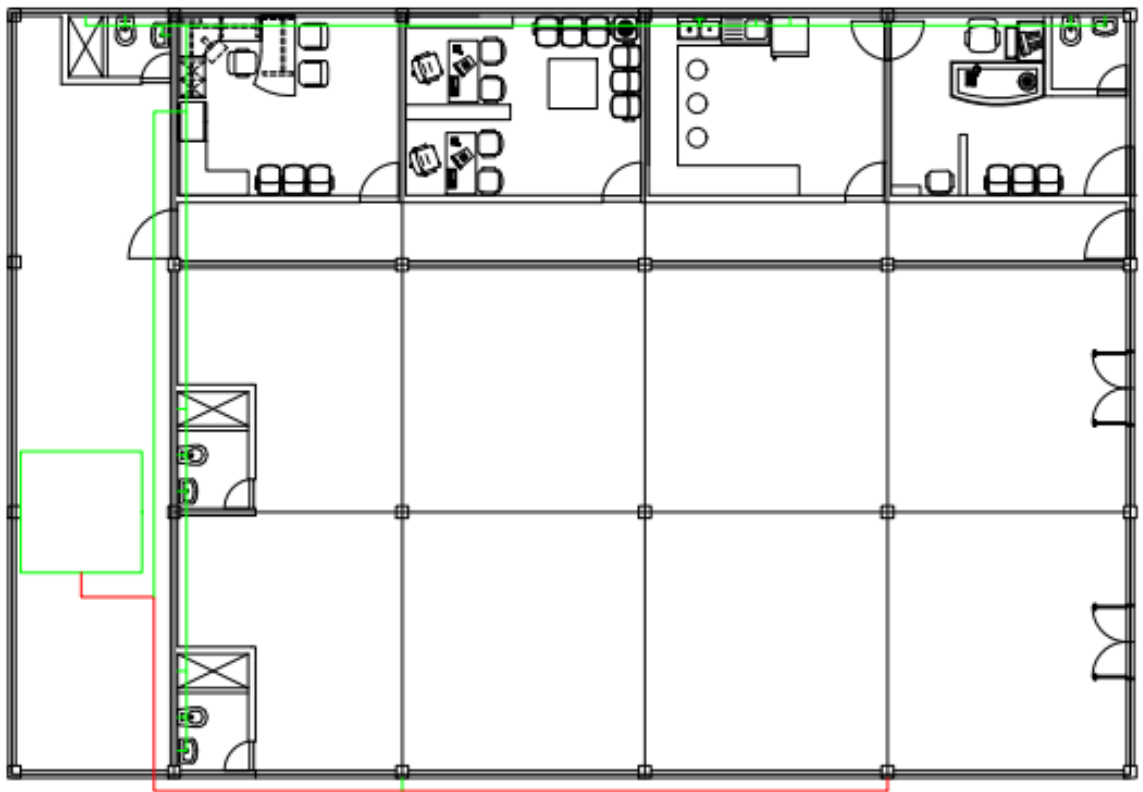
$$H_p = \frac{0,000215 \text{ m}^3/\text{s} * 84,52m * 1000kg/\text{m}^3}{76 * 0,65} = 0,37$$

### 6.3 Cálculo del sistema de distribución con equipo hidroneumático

#### 6.3.1 Implementación de los ramales

Lo primero que se debe hacer es tratar de identificar los ramales y rutas, tanto críticas como secundarias y el tipo de agua que manejan (fría y/o caliente).

Se inicia desde el tanque y se sigue la ruta más larga y desfavorable en la edificación (más distancia, cota más desfavorable, mayores curvas, reducciones de tubería, etc.). En este caso, la altura es un punto a tener en cuenta, por tanto, se busca la ruta crítica hacia el piso más alto, siguiendo la ruta del montante como lo expresa nuestro plano de planta baja, a continuación:



***Figura 6.1: Plano de planta baja con identificación de ruta crítica.***

***Nota:*** La ruta crítica se expresa en color rojo en todo momento.

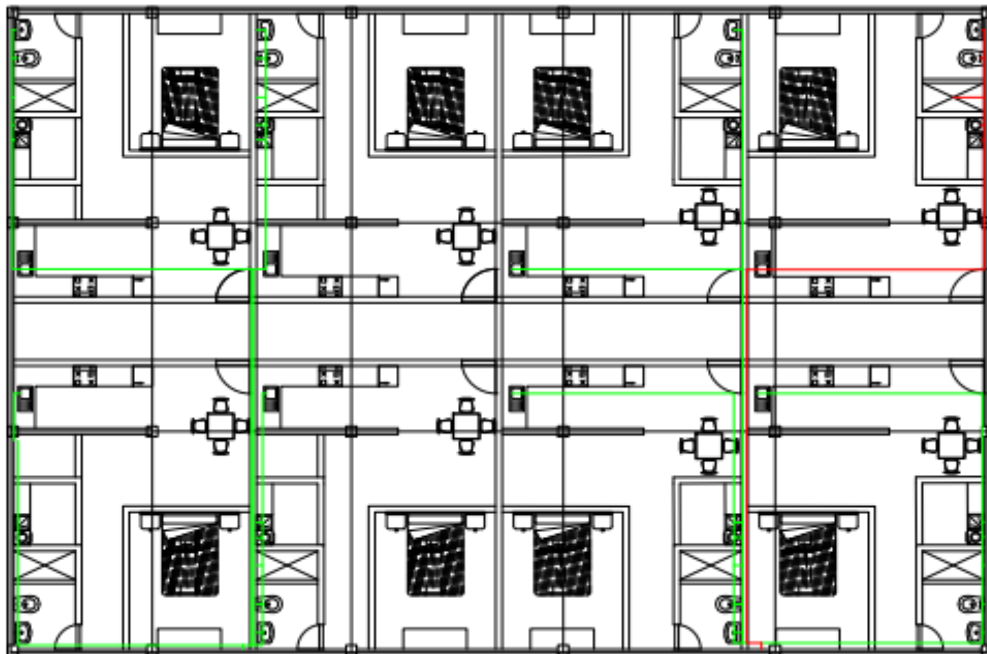
Luego de planta baja, la ruta crítica se muestra con proyección lateral, como se muestra en el siguiente plano:



**Figura 6.2: Plano con vista lateral**

*Nota: La ruta crítica se expresa de color rojo en todo momento.*

Ya en el piso que posee la cota más elevada, se ubica la pieza sanitaria que se encuentre más alejada y que posea las condiciones más desfavorables, siendo esta el lavamanos del apartamento #8, como se ve a continuación:



**Figura 6.3: Plano de apartamentos con identificación de ruta crítica**

*Nota: la ruta crítica se expresa de color rojo en todo momento.*

Luego se procedió a identificar las piezas sanitarias que existen en nuestra ruta, teniendo en cuenta si las piezas utilizadas son de tanque o de válvula, además de identificar el tipo de tubería a utilizar, debido a que cada tubería maneja un coeficiente de rugosidad diferente.

Como se muestra a continuación:

RUTA CRITICA	RAMAL 1	RAMAL 2	RAMAL 3	RAMAL 4	RAMAL 5	RAMAL 6	AF	AC
					F3-DUC		X	

**Tabla 6.4: Clasificación del tipo de agua.**

**Nota:** Todo el edificio maneja tuberías de "Polyvinyl chloride" o Policloruro de vinilo (PVC), por lo tanto, se manejó siempre un coeficiente de rugosidad de 140.

A continuación, pasamos a identificar las unidades de gasto de las piezas sanitarias, además de calcular la sumatoria de unidades de gasto por tramo, con la ayuda de las tablas del libro (AGUA, LUIS LOPEZ). En conjunto con esto, el libro también nos da los diámetros sugeridos, la velocidad del agua dependiendo del diámetro escogido y las pérdidas por tramo. Como mostramos a continuación:

RAMAL 5	UG	$\Sigma$ UG	Q	$\phi$	V	J
F3-DUC	1,5	1,5	0,2	1/2"	1,57	0,28

**Tabla 6.5: Unidades de gasto, diámetro, velocidad y pérdida.**

NUMERO DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	$\phi$	V	J	$\phi$	V	J	$\phi$	V	J
3	0.20	1/2"	0.71	0.04	1/2"	1.57	0.28	1/2"	2.05	0.46
4	0.26	3/4"	0.92	0.06						

**Tabla 6.3: Cálculo de tuberías de distribución de agua para edificios, piezas de tanque, coeficiente de rugosidad 140**

**Nota:** Como las unidades de gasto son menores a la mínima expresada en la tabla

(3), se le asignan los valores de este, con el diámetro de 1/2".

Este proceso se repite con cada pieza sanitaria y cada nodo o TEE, para calcular de manera idónea la sumatoria de gastos hasta la pieza sanitaria más alejada y/o desfavorecida, como se muestra en la siguiente tabla:

RUTA CRITICA	RAMAL 1	RAMAL 2	RAMAL 3	RAMAL 4	RAMAL 5	RAMAL 6	AF	AC	UG	ΣUG	Q	ø	V	J
TANQUE-M							X			230,75	4,5	3"	0,99	0,01
	M-G						X			196	4,15	3"	0,91	0,01
		G-PISO1.1					X			98	2,78	3"	0,61	0,01
		PISO1.1-PISO2.1					X			49	1,8	2"	0,89	0,02
			PISO2,1-APTO8				X			12,25	0,7	1"	1,38	0,1
				APTO8-V1			X			12,25	0,7	1"	1,38	0,1
					V1-FRE		X		2	2	0,2	1/2"	1,57	0,28
					V1-V2		X			10,25	0,63	1"	1,25	0,08
						V2-V2.1	X			5	0,38	1"	0,75	0,03
						V2.1-BAT	X		2	2	0,2	1/2"	1,57	0,28
						V2.1-V2.2	X			3	0,2	1/2"	1,57	0,28
						V2.2-LVD	X		3	3	0,2	1/2"	1,57	0,28
					V2-V3		X			5,25	0,42	1"	0,83	0,04
						V3-V3.1	X			4,5	0,38	1"	0,75	0,03
						V3.1-DUC	X		1,5	1,5	0,2	1/2"	1,57	0,28
						V3.1-V3.2	X			3	0,2	1/2"	1,57	0,28
						V3.2-WC	X		3	3	0,2	1/2"	1,57	0,28
					V3-V4		X			0,75	0,2	1/2"	1,57	0,28
						<b>V4-LAV<sup>1</sup></b>	<b>X</b>		<b>0,75</b>	<b>0,75</b>	<b>0,2</b>	<b>1/2"</b>	<b>1,57</b>	<b>0,28</b>

**Tabla 6.6: Cálculo de distribución de tuberías con equipo hidroneumático.**

<sup>1</sup>. Pieza más alejada y/o más desfavorecida del proyecto.

### 6.3.2 Cálculo de presiones disponibles en puntos críticos.

De acuerdo a lo establecido por las tablas anteriores, se ubicó la distancia y las piezas que se encuentran entre el tanque y la pieza sanitaria más alejada, se

realizó el cálculo de las longitudes y, por consiguiente, de las cotas y presiones disponibles en cada punto, como se expresa a continuación:

TRAMO	GASTO PROBABLE "Q"	DIÁMETRO O/	VELOCIDAD V	PERDIDA DE PRESION J	LONGITUD REAL	LONGITUD POR CONEXIÓN	LONGITUD TOTAL	JXL	H	h=H-(JXL)	COTA DEL PISO	PRESIÓN DISPONIBLE
TANQUE-M	4.5	3"	0.99	0.01	0.50	10.34	10.84	0.11	38.11	38	0.0	38.11
M-G	4.15	3"	0.91	0.01	10.20	27.17	37.37	0.38	38	37.62	0.0	37.73
G-PISO1.1	2.78	3"	0.61	0.01	13.10	6.56	19.66	0.20	37.62	37.42	3.10	34.43
PISO1.1-PISO2.1	1.8	2"	0.89	0.02	3.10	0.16	3.26	0.07	37.42	37.35	3.10	34.36
PISO2.1-APTO8	0.7	1"	1.38	0.10	23.19	28.46	51.65	5.17	33.55	28.38	6.20	22.29
$\Sigma$								5.91				

*Tabla 6.7: Determinación de las presiones y/o cargas disponibles en los tramos y piezas más alejadas o desfavorables*

### 6.3.3 Dotación

#### Vivienda multifamiliar

Dotación apartamento de 2 dormitorios: 850 lts/día.

Dotación V= 850lts/día x 8 apartamentos x 2pisos= 13.600 lts/día

#### Zona Comercial

Dotación de oficinas: 6lts por m<sup>2</sup>

Dotación Of: 6lts/día/m<sup>2</sup> x 25.95 m<sup>2</sup> x 2 oficinas= 311.4 lts/día



Dotación Local comercial: 20 lts por m<sup>2</sup>

Dotación Lc: 20 lts/día/m<sup>2</sup> x 206,85 m<sup>2</sup>= 4.137 lts/día

Dotación Laboratorio: 500 lts/día

Dotación zona comercial: 311.4 lts/día + 4.137 lts/día + 500 lts/día = 4.948,4 lts/día

**Dotación total del edificio:** 13.600lts/día + 4.948.4 lts/día = 18.548.4 lts/día

Con capacidad mínima para la dotación total diaria del edificio:

$$18.548,4 \text{ lts/día} \div 1000 = \mathbf{18,55 \text{ m}^3}$$

*Nota: Fuente obtenida de las dotaciones, Gaceta oficial de la República de Venezuela, 8 de septiembre de 1988, N°4044 extraordinaria.*

#### **6.3.4 Dimensiones del estanque**

**Netas:** Largo 2,50 m x Ancho 2,50 m x Profundidad 3 m= 18,75 m<sup>3</sup>

**Totales:** Largo 2,50 m x Ancho 2,50 m x Profundidad 3,20 m= 20 m<sup>3</sup>

#### **6.3.5 Capacidad y/o gasto de las bombas**

Tendrá una capacidad igual a la demanda máxima estimada para el sistema, puede considerarse esta de 10 a 8 veces el consumo medio por hora.

$$Q_{bomba} = \frac{\text{Dotación diaria} \times (8 \text{ a } 10)}{86.400 \text{ seg}}$$

$$Q_{bomba} = \frac{18.548,4 \text{ lts/día} \times 10}{86.400 \text{ seg}} = 2,15 \text{ lts/seg}$$

### 6.3.6 Diámetro de la tubería de succión y descarga de la bomba

En la tabla de la página 61 (**libro de AGUA de Luis López**), con  $Q_{bomba}$  obtenemos los valores de la tubería de succión y descarga para un coeficiente de rugosidad de 140.

$Q_{bomba} = 2,15$  lts/seg, no se encuentra en la tabla por ende se escoge el valor más cercano, en este caso es 2,18 lts/seg

Succión  $Q = 2,18$       Pulgadas = 2"       $V = 1,08$  m/seg       $J = 0,03$  m/m

Descarga  $Q = 2,18$       Pulgadas = 2"       $V = 1,08$  m/seg       $J = 0,03$  m/m

### 6.3.7 Pérdida por fricción (hfs) en la tubería de succión y descarga de la bomba

Material	Cantidad	Pulgadas	Longitud Equivalente (m)
Tubo	5 metros	2"	5
Válvula de retención	1	2"	4,50
Llave de compuerta	1	2"	0,37
Codo	1	2"	1,68
			$\Sigma = 11,55$

**Tabla 6.8: Succión de la bomba**

Pérdidas por succión =  $J \times L = 11,55 \times 0,03 = 0,35$

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Pulgadas</b>	<b>Longitud Equivalente (m)</b>
Tee	1	2"	3,21
Válvula de retención	1	2"	4,50
Codo	2	2"	1,68 x 2 = 3,36
Llave de compuerta	1	2"	0,37
Tubo	1 m	2"	1
			$\Sigma = 12,44$

**Tabla 6.9: Descarga de la bomba**

Pérdidas por descarga=  $J \times L = 0,03 \times 12,44 = 0,37$

**Pérdida hfs**=  $0,35 + 0,37 = 0,72$  m/m; se recomienda usar 3,00

**Nota:** las pérdidas en la bomba ya están incluidas en la eficiencia de la misma.

### 6.3.8 Carga de la bomba (H) en metros (altura dinámica total)

Altura de succión (hs) estanque bajo - bomba	2,00
Altura del edificio (h) nivel bomba – techo	9,20
Pérdida (hfs) de succión y descarga de la bomba	3,00

Sumatoria de pérdidas (hfd) desde la pieza más desfavorable al hidroneumático	5,914
Presión mínima en la pieza más desfavorecida	7,00
Presión mínima total o de arranque de la bomba	27,11
Presión diferencial entre el arranque y parada de la bomba	14,00
Presión máxima total (h), parada de la bomba	41,11

**Tabla 6.10 Carga de la bomba (H)**

### 6.3.9 Factor de seguridad

El factor de seguridad varía entre 10% y 20%

$$FS = 1,10 \text{ a } 1,20 \times H$$

Para un factor de 10%

$$FS = 1,10 \times 41,11 = 45,22 \text{ m}$$

### 6.3.10 Potencia de la bomba

$$Hp(bomba) = \frac{Q_{bomba} \times H}{45}$$

$$Hp(bomba) = \frac{2,15 \times 45,22}{45} = 2,16 \text{ Hp bomba}$$

### 6.3.11 Potencia del motor

$$Hp(motor) = 1,44 \times Hp(bomba)$$

$$Hp(motor) = 1,44 \times 2,16 = 3,11 \text{ Hp motor}$$

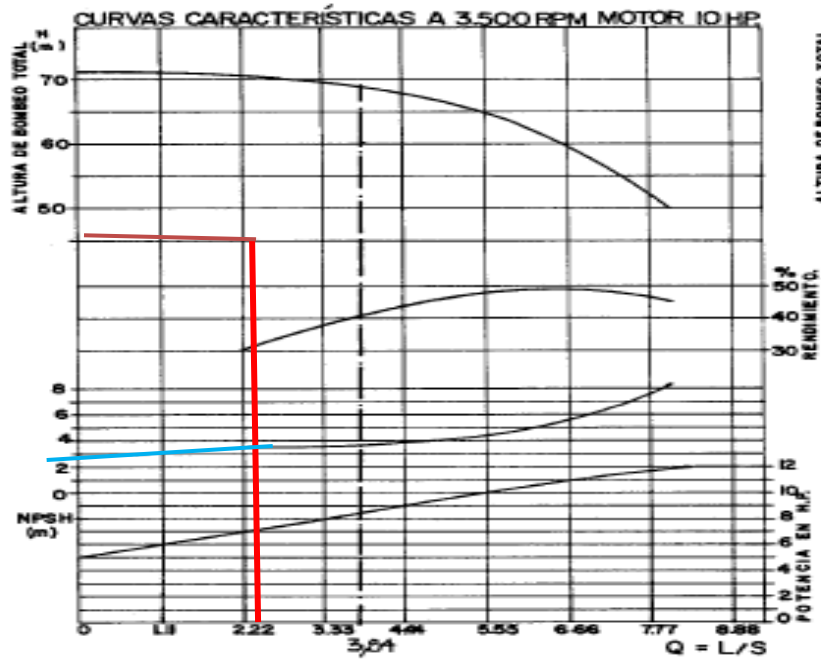
### 6.3.12 Equipo recomendado

De acuerdo a las curvas características de Hp (AGUA, Luis López, pág. 135) tenemos los valores:

$$Q= 2,15$$

$$H=45,22$$

Como consiguiente, tenemos que se encuentra una clasificación de bombas para viviendas y otra para edificios. Para un cálculo inicial, se tomó en cuenta la tabla de curvas características de bombas centrífugas para edificios, como se muestra a continuación:



*Figura 6.3 Curvas características de bombas centrífugas para edificios.*

*Fuente: AGUA, Luis López.*

Guiándonos con la curva característica de bombas centrífugas para edificios, obtenemos un NPSH (Net Positive Succión Head) de 3,00 metros de la bomba. Por lo que:

$$\text{Altura dinámica de succión} < \text{NPHS}$$

Calculamos la altura dinámica de succión mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Altura dinámica de succión} = h_s + \text{pérdida tub. Succión}$$

$$\text{Altura dinámica de succión} = 2.00 + 0,35 = 2,35 \text{ m}$$

Por lo tanto:

### Altura dinámica de succión 2,35 m < 3,00 NPHS

Se calculó la posibilidad de utilizar una bomba de **10Hp**, pero de acuerdo a los conceptos de rendimiento de la bomba, los cuales se fijan en menos de un 30%, se prevé un sobredimensionamiento por usar una bomba de tal capacidad. Por lo tanto, se recomienda utilizar como guía la tabla de curvas características de bombas centrífugas para viviendas, de la siguiente manera:

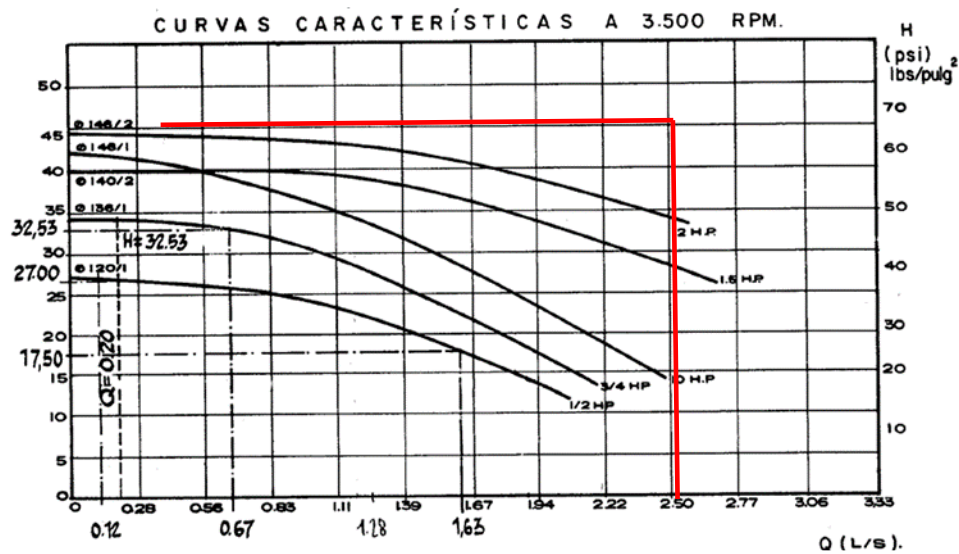


Figura 6.4 Curva característica de bombas centrífugas para viviendas.

Fuente: AGUA, Luis López.

Se obtiene de la curva característica de bombas centrífugas para viviendas, que una bomba de **2HP** cumple casi por completo con los parámetros de exigencia del edificio, aunque tendría una capacidad muy limitada. Por lo tanto, para cumplir con los parámetros totales del edificio y, de acuerdo a las exigencias de construcción de edificios, se recomienda la instalación de una bomba auxiliar y/o de respaldo de **1HP**.

### **6.3.13 Capacidad del tanque a presión**

De acuerdo a los gráficos 1 y 2 (**pág. 132, AGUA, Luis López**), se obtienen los valores del volumen de aire y agua, presentes en el tanque.

Entrando con presión máxima (H) = 45,22 m

Entrando con presión mínima (h) = 27,11 m



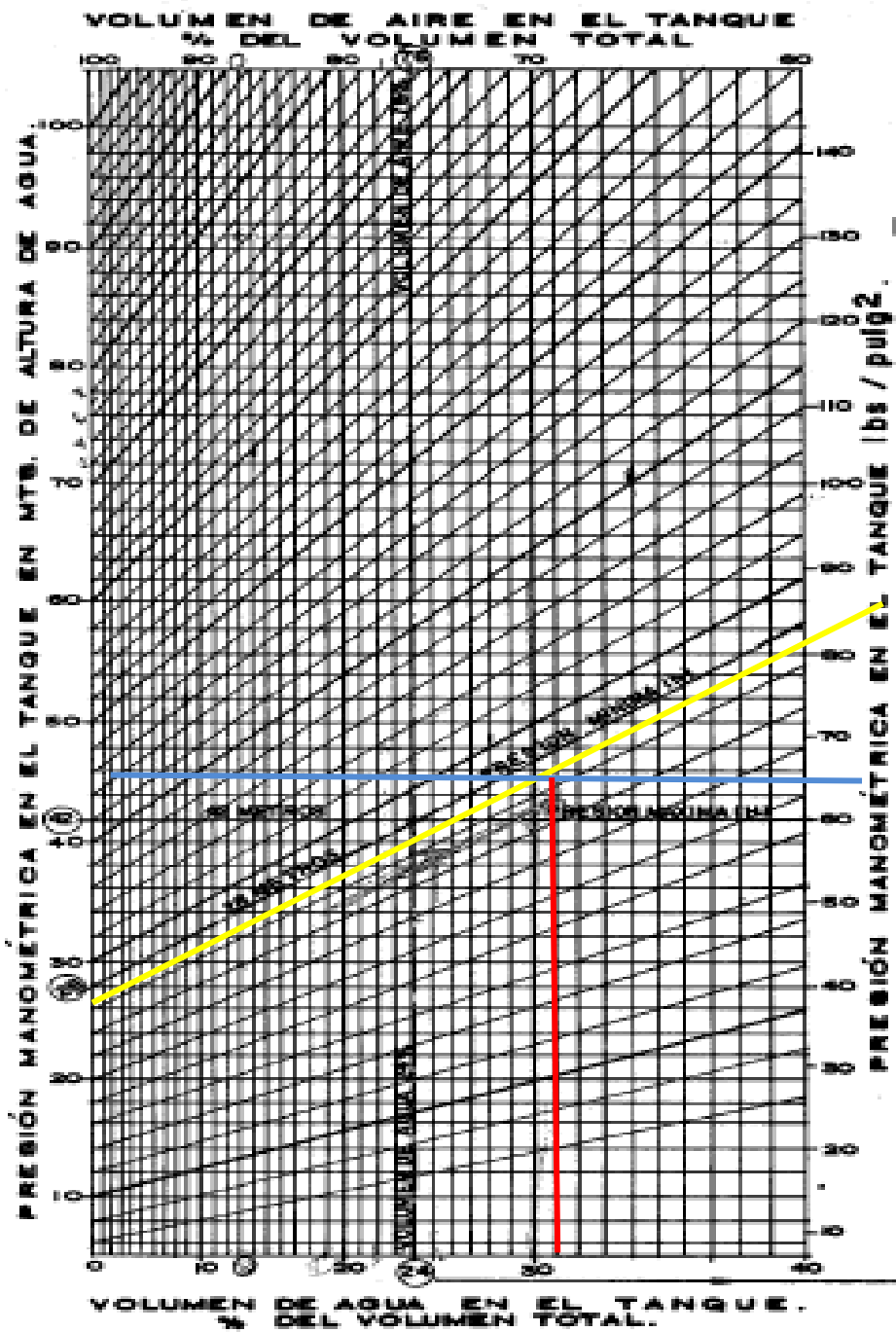


Figura 6.5 Volúmenes en el tanque.

Fuente: AGUA, Luis López.

Se obtienen los siguientes porcentajes:

**Volumen de agua en el tanque = 30 %**

**Volumen de aire en el tanque = 70%**

Calculamos el volumen útil:

***Volumen útil*** = *volumen de agua en el tanque* – *volumen mínimo (10%)*

$$\mathbf{Volumen\ útil = 30\% - 10\% = 20\%}$$

Con el volumen útil obtenido, entramos a la gráfica número 2, para hallar el factor multiplicador (***fm***)

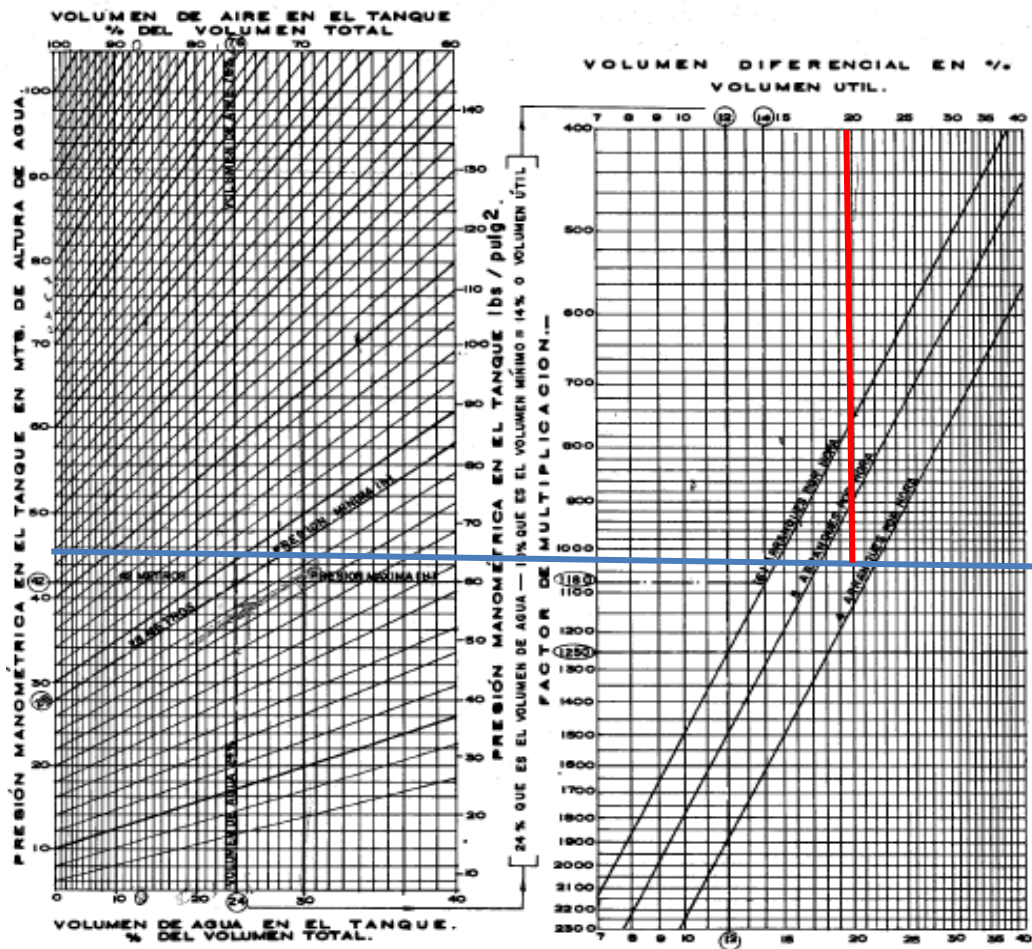


Figura 6.6: % de Volumen

Fuente: AGUA, Luis López.

Por lo tanto, con el 20% de volumen útil, se obtiene para 4 arranques por hora un factor multiplicador (fm) de 1040.

### 6.3.14 Dimensiones del tanque de presión

Calculamos el volumen del tanque con la siguiente fórmula:

$$V_t = F_m \times Q$$

$$V_t = 1040 \times 2,15 = 2.236 \text{ litros}$$

Entrando a la tabla número 1 (pág. 133, AGUA, Luis López), hallamos la capacidad y las dimensiones del tanque, correspondientes con el volumen del tanque obtenido. Debido a que el volumen del tanque se encuentra entre los valores 2.082 y 2.271, se escoge el valor mayor.

TANQUE DE PRESIÓN					
CAPACIDAD		DIMENSIONES			
LÍTROS	GALONES	METROS		PULGADAS	
		D	L	D	L
310	82	0,61	1,22	24"	48"
454	120	0,61	1,65	24"	65"
833	220	0,76	2,01	30"	79"
1136	315	0,91	1,83	36"	72"
1514	400	0,91	2,34	36"	92"
1703	450	0,91	2,62	36"	103"
1892	500	1,07	2,13	42"	84"
2082	550	1,07	2,36	42"	93"
2271	600	1,07	2,54	42"	100"
2650	700	1,07	3,00	42"	118"
3023	800	1,07	3,43	42"	135"
3420	900	1,07	3,84	42"	151"
3785	1000	1,22	3,23	48"	127"
4542	1200	1,22	3,86	48"	152"

*Tabla 6.11: Dimensiones aproximadas del tanque de presión.  
Fuente: AGUA, Luis López.*

Por lo tanto:

$$V_t = 2.271 \text{ lts} = 600 \text{ galones}$$

$$\text{Diámetro} = 1,07 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 2,54 \text{ m}$$

### 6.3.15 Capacidad del compresor

La capacidad del compresor se determina mediante la siguiente tabla, en relación al volumen total del tanque.

TANQUE DE PRESIÓN						COMPRESOR		
CAPACIDAD		DIMENSIONES				CAPACIDAD EN		
LÍTROS	GALONES	METROS		PULGADAS		L/S	MCM	PCM
		D	L	D	L			
310	82	0,61	1,22	24"	48"	—	—	—
454	120	0,61	1,65	24"	65"	—	—	—
833	220	0,76	2,01	30"	79"	0,5	0,03	1
1136	315	0,91	1,83	36"	72"	0,5	0,03	1
1514	400	0,91	2,34	36"	92"	1	0,06	2
1703	450	0,91	2,62	36"	103"	1	0,06	2
1892	500	1,07	2,13	42"	84"	1	0,06	2
2082	550	1,07	2,36	42"	93"	1	0,06	2
2271	600	1,07	2,54	42"	100"	1	0,06	2
2650	700	1,07	3,00	42"	118"	1	0,06	2
3023	800	1,07	3,43	42"	135"	1	0,06	2
3420	900	1,07	3,84	42"	151"	1,4	0,08	3
3785	1000	1,22	3,23	48"	127"	1,9	0,08	3
4542	1200	1,22	3,86	48"	152"	1,9	0,11	4

*Tabla 6.12: Dimensiones aproximadas del tanque de presión y capacidad del compresor.*

*Fuente: AGUA, Luis López.*

Se obtuvieron los siguientes valores:

L/S (litro/ segundo) = 1

MCM (metros<sup>3</sup> x segundo) = 0,06

PCM (pie<sup>3</sup>x segundo) = 2

#### 6.4 Justificación de la propuesta.

Debido a la falta de mantenimiento en la red de abastecimiento de aguas blancas en Santa Elena de Uairen, estado Bolívar, la calidad del servicio de aguas blancas ha quedado reducida a ineficiente y hasta en algunos casos inexistente, por lo tanto, se justifica para un correcto funcionamiento de un edificio con una gran demanda de agua, una solución a este problema; por lo que se propone la realización de un pozo de abastecimiento subterráneo conectado a un tanque de almacenamiento que, a su vez, estará conectado a un sistema de bombeo hidroneumático, que servirá para abastecer de manera correcta todas las necesidades del edificio.

### **6.5 Alcance de la propuesta.**

Esta propuesta recopila una serie de datos como lo son los parámetros y características necesarios para la captación de fuentes subterráneas, almacenamiento y distribución del agua, ofreciendo así una solución a la escasez que padece la población que hace vida en el Sector

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

1. La definición de las características de la zona tiene como propósito el facilitar el estudio, de manera que represente a la población en cuestión. El área delimitada aporta la información que se tomó para el estudio, proyectando las verdaderas carencias y fallas en el sector; Constituido por un área de 424,5714 m<sup>2</sup> y un perímetro es de 85,48 m, el área de estudio se conforma por 6 locales comerciales en planta baja y 2 pisos de 8 apartamentos multifamiliares en cada piso. Delimitando por el Norte con la parcela catastral No 01-19-04, por el Sur con la parcela catastral No 01-19-02, por el Este con la parcela catastral No 01-19-10 y por el Oeste limita con la calle Ikabarú.
2. El edificio residencial y comercial “LOS RUICES” se abastece por el acueducto Wará, que consiste en un Dique-Toma ubicado a las afueras del poblado que, bien sea por los fenómenos ambientales, por la falta de mantenimiento del sistema, o por el crecimiento de la población, no cubre las necesidades de abastecimiento que necesita la zona, por lo que muchos pobladores han optado por otras fuentes de abastecimiento. El uso de los camiones cisternas es una solución que ha optado por utilizar una pequeña parte del poblado de Santa Elena de Uairen; por otro lado, una parte mas significativa ha optado por la implementación de pozos de agua subterránea o pozos profundos.
3. De acuerdo a la evaluación de ventajas y desventajas de las alternativas de abastecimiento de aguas blancas en el edificio residencial y comercial “LOS RUICES”, tomando en cuenta los beneficios, ubicación, traslados, gastos, entre otras cosas; se concluyó que la mejor alternativa es la implementación de un pozo profundo, ya que es una solución a largo plazo, supone menores

gastos de mantenimiento, exige menos gastos operativos y propone una fuente directa, confiable y constante para el edificio, al contrario de las otras alternativas donde, el uso de camiones cisternas propondría un gasto excesivo de fletes y transporte, además de la dependencia de su disponibilidad. Por otro lado, la esperanza del abastecimiento por medio de la red de tuberías se ve opacada por el alto costo de rediseño de la obra de captación (Dique-Toma), lo que supondría una inversión muy alta por parte del estado, para una zona muy remota.

4. Se realizó el cálculo del caudal del edificio con el propósito de determinar la demanda de agua que este necesita, la cual depende del uso y tipo de actividad que lleve a cabo la población del mismo. Por lo tanto, se determinó la dotación total del edificio siendo esta de 18.548,4 lts/día, para así determinar la cantidad de litros por segundo, siendo el caudal 2.15 lts/seg.
  
5. La propuesta abarca la construcción de un pozo profundo, mediante un sistema de distribución por equipo de bombeo hidroneumático, para una dotación de 18.548.4 lts/día, con capacidad mínima de 18,55 m<sup>3</sup> para el estanque subterráneo. Se proyecta para el almacenamiento de agua, la construcción de un estanque con las siguientes dimensiones, con un largo de 2,50m, ancho de 2,50 m y una profundidad de 3,20 m, dando un total de 20 m<sup>3</sup> del estanque. La bomba tendrá una capacidad de bombeo de 2,15 lts/seg y una potencia de 2,16 Hp, mientras que la potencia neta del motor será de 3,11 Hp; con los datos obtenidos se determinó el volumen del tanque del hidroneumático, correspondiente a 2.236 litros, traducido a 600 galones, con un diámetro de 1,07 m y un largo de 2,54 m; y en relación con el volumen total del tanque se determinó que la capacidad correspondiente al compresor es de  $L/S = 1$ ,  $MCM = 0,06$  y  $PCM = 2$ .



## Recomendaciones.

1. Para definir las características del área es necesario que primero se defina alcance, el tiempo y circunstancias que le impondremos a nuestro estudio.
2. Es recomendable que se evalúen los tramos de tuberías de la red de distribución que presentan fallas continuas, si se debe realizar un cambio en la tubería, utilizar policloruro de vinilo (PVC), garantizando un sistema de agua por tuberías a parte de la comunidad y reducir el uso de camiones cisternas.
3. Debido a que muchas veces los organismos públicos no poseen una data actualizada, se aconseja recurrir a organismos que realicen trabajos de ingeniería civil orientados al desarrollo de redes de abastecimiento, tales como el Colegio de Ingenieros.
4. Antes de ejecutar la propuesta, se recomienda efectuar los estudios recomendados para la perforación de pozos.
5. Es recomendable esta distribución de las piezas sanitarias y cuartos de baños uno debajo del otro, ya que beneficia cuando existen uno, dos o más niveles en la vivienda a fin de generar la menor cantidad de quiebres y desviaciones que van a desfavorecer el sistema de distribución provocando pérdidas y largos recorridos.
6. Realizar jornadas de mantenimiento cada cierto tiempo para preservar el sistema de distribución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

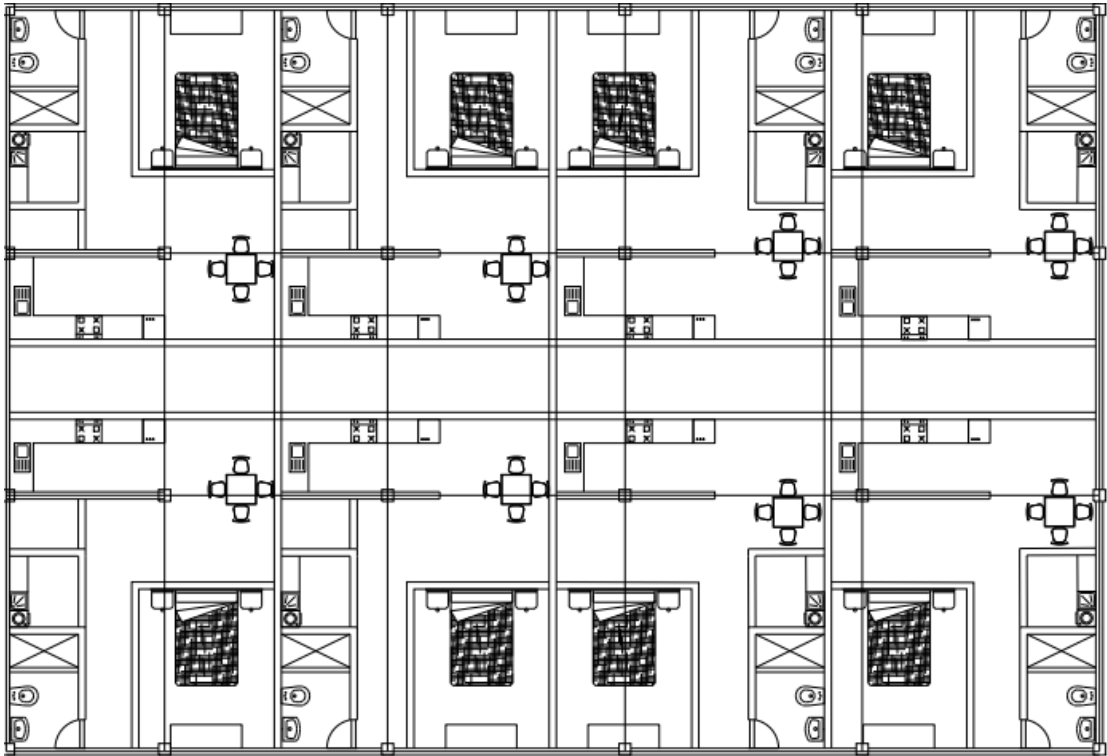
- **APHA-AWWA-AWWA CF** (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, Madrid.
- **Catalán Lafuente, J.** (1990). Química del agua. Ed. Bellisco, Madrid (Libro en línea). Disponible en: [https://www.upct.es/minaees/analisis\\_aguas](https://www.upct.es/minaees/analisis_aguas)
- **Barros B.** (2019) DISEÑAR Y CONSTRUIR POZOS DE AGUA POTABLE SUBTERRANEA Y CONTRALIZADA EN UN CLUSTER (tesis en línea). UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA, FACULTAD DE INGENIERIA, ROHACHA. Disponible en: [https://www.academia.edu/40404485/DISEÑAR\\_Y\\_CONSTRUIR\\_POZOS\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_SUBTERRANEA\\_Y](https://www.academia.edu/40404485/DISEÑAR_Y_CONSTRUIR_POZOS_DE_AGUA_POTABLE_SUBTERRANEA_Y)
- **Acciona, Busines As Unusual** (2016). [Página web en línea]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/potabilizacion/>
- Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Volumen I; II Y III). Trabajos Técnicos del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial. Disponible en: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Red_de_abastecimiento_de_agua_potable)
- **Colón K** (2016). PROPUESTA PARAMEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR LOS GUAYABITOS DEL MUNICIPIO NAGUANAGUA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN POZO PROFUNDO (Tesis en línea). Universidad de Carabobo, Valencia. Disponible en:

<http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/7104/1/Colon%20Turmero%2C%20Katherym%20Esther%20y%20Mata%20Galiano%2C%20Maria%20Fernanda.pdf>

- **Lossio, M.** (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones (Tesis en línea). Universidad de Piura. Piura, Perú. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI\\_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- **CivilGeek** (2010). Obras de captación. Disponible en: <https://www.google.co.ve/amp/s/civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-capatacion-sistema-de-agua-potable/%3famp>
- **Ingeniero de caminos.** Nivel freático del suelo (Página web en línea). Disponible en: <https://ingeniero-de-caminos.com/nivel-freatico/>
- **Steel Mart.** Tuberías. (Página web en línea). Disponible en: <https://www.steelmart.com.mx/site/?page=category&category=57>
- **Ing. Carlos Pérez.** Ingeniería sanitaria I (página web en línea). Disponible en: <https://caraugpertov.jimdofree.com/curr%C3%ADculum/>
- **Simón Arrocha.** Abastecimiento de aguas. Disponible en: <https://caraugpertov.jimdofree.com/curr%C3%ADculum/>
- **Arq. Luis López** (1990). AGUA, instalaciones sanitarias en los edificios.
- **Araujo, Mishell y Campos, Gabrielis** (2018). MANUAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE AGUAS BLANCAS PARA EDIFICACIONES.

- **Katherym, Colón y María Fernanda, Mata (2016).** PROPUESTA PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR LOS GUAYABITOS DEL MUNICIPIO NAGUANAGUA MEDIANTE LA INCORPORACION DE UN POZO PROFUNDO.

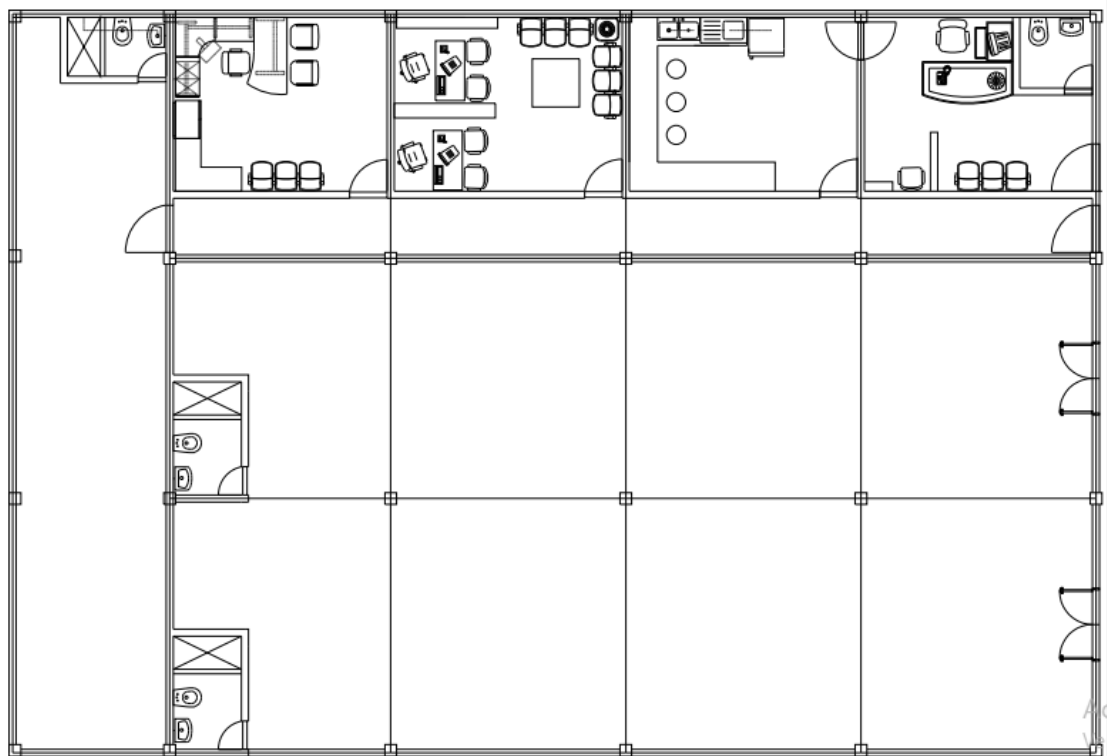
# APÉNDICES



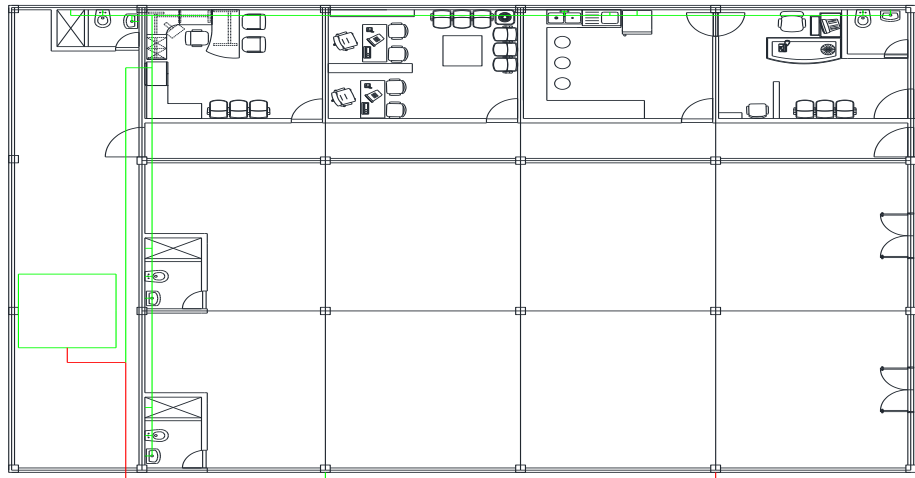


Plano de corte por el montante

Δ<sub>1</sub>



Planos de seguimiento de la ruta crítica



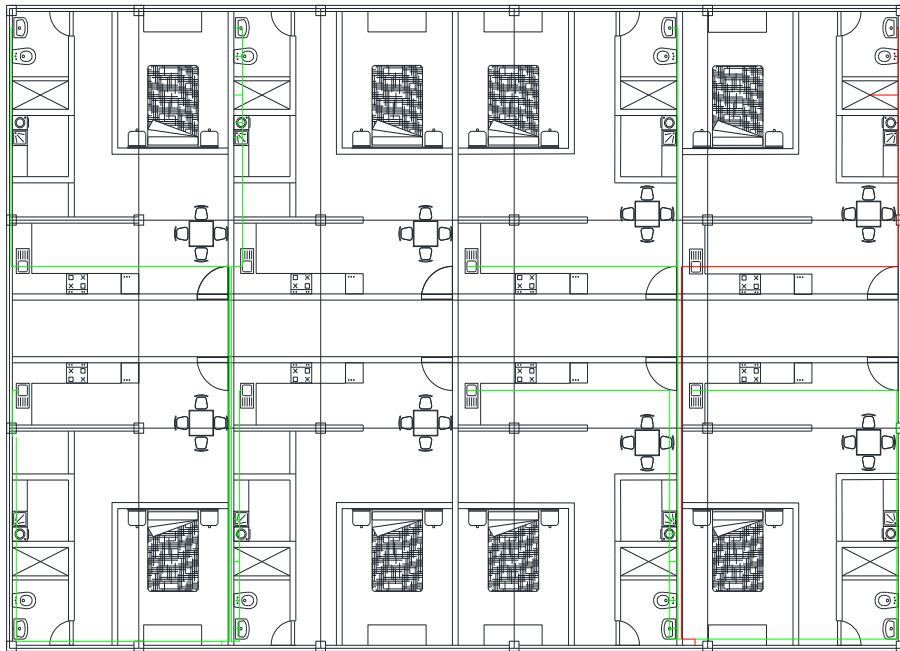
+ Ruta crítica  
+ Ramal Secundario

Plano de planta de planta baja



Plano de corte por el montante

Leyenda:  
+ Ruta Crítica  
+ Ramal Secundario



Leyenda:  
+ Ruta critica  
+ Ramal secundario

Plano de planta del segundo piso



## HOJAS DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	Evaluación de alternativas de sistemas de alimentación de agua potable para abastecer al edificio residencial y comercial "Los Ruices", ubicado en santa elena de uairén, estado Bolívar
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código ORCID / e-mail</b>	
Marcano Rosa	<b>ORCID</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
Ruiz Julio	<b>ORCID</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

agua potable
agua de pozo
consumo humano
potabilizadora de agua

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
<b>Departamento De Ingeniería Civil</b>	<b>Ingeniería Civil</b>
<b>Línea de Investigación:</b>	

Resumen (abstract):

### Resumen

Analizando el abastecimiento más que deficiente de las tuberías en las zonas rurales del país y tomando en cuenta la imperancia de un sistema que garantice el correcto abastecimiento de agua en el día a día de las zonas tanto residenciales como comerciales, se plantea una “Evaluación de Alternativas de Sistemas de Alimentación de Agua Potable para Abastecer al Edificio Residencial y Comercial “LOS RUICES”, Ubicado en Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar” en la cual se desplegó una metodología de tipo descriptiva, además de una investigación proyectiva; esta investigación se caracterizó por tener un diseño de tipo documental y de campo, utilizando técnicas de recolección de información como la revisión literaria, las encuestas y la observación directa. Con propósitos de centrar la investigación, se delimitó el área de estudio solo al edificio residencial y comercial “LOS RUICES”. Mediante la investigación realizada ante los entes competentes y por las entrevistas realizadas ante la propia comunidad, se identificaron las fuentes de abastecimiento que posee dicho espacio y la eficiencia que poseen. A partir de los antecedentes de la investigación, la información suministrada por los entes públicos y las encuestas realizadas en la comunidad, fue posible identificar los sistemas que abastecen del vital líquido a la ciudad, como lo son el Dique-Toma Wará-Wará y la Unidad Potabilizadora de Agua “La Cuarentenaria”, además de una decena de camiones cisterna en mal estado y de 3 pozos profundos cercanos a la zona de estudio, ubicados uno en el edificio comercial “RR”, en la esquina entre el cruce de la calle Rosio con la troncal 10. Otro ubicado sobre la calle Ikabarú, entre las calles Raúl Leoni y Zea, en el “Hotel Gran Pemón Express”. El último se encuentra ubicado en el Hotel “Uairén 2020”, en la esquina entre la calle Rosio y la calle Zea. Con la finalidad de conocer las características del acuífero presente en el área, se estudió el agua del pozo situado en el edificio comercial “RR”, demostrando que ésta no requiere tratamiento alguno y es apta para el consumo humano. Con la información obtenida se proyectó una red de distribución, almacenamiento y captación de agua por medio de un pozo profundo, que se ubicaría en un traspatio ubicado en el área de estudio, desarrollándose así un sistema

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail										
	ROL	CA		AS		X		TU		JU	
	ORCID										
	e-mail										
	e-mail										
	ROL	CA		AS				TU		JU	
	ORCID										
	e-mail										
	e-mail										
	ROL	CA		AS				TU		JU	
	ORCID										
	e-mail										
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2021	07	17

Lenguaje: Spanish

## **Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6**

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>
<b>NBOTTG_R0J02021</b>

Alcance:

Espacial: “Los Ruices”, ubicado en santa elena de uairén, estado Bolívar

Temporal: 6 Meses

**Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Civil**

**Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado**

**Área de Estudio: Ingeniería Civil**

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad De Oriente**

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLANOS CUMPELO**  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

---

**AUTOR**

---

**TUTOR**