

DISEÑO DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO, SECTOR BAJO ÁREA
RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES, SANTANDER

MARCELA LISBETH BALLEEN VILLARREAL



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA

2017

DISEÑO DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO, SECTOR BAJO. ÁREA
RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES, SANTANDER

PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

MARCELA LISBETH BALLEEN VILLARREAL
CÓDIGO: 1.098.762.858

DIRECTOR
M.SC. MANUEL ANTONIO CONTRERAS M.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA

2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado

Firma del jurado

Pamplona, Diciembre 4 de 2017

Dedicatoria

A mis padres Nilson Ballen Ortega y Ana Villarreal Guerrero, a quienes les debo todo lo que soy, aquellos que con tanto amor y carácter forjaron mi personalidad, no alcanzarían las palabras para agradecer su incansable y desinteresada entrega.

A ti padre mío por dar todo de ti con el único objetivo de ver a tus hijos triunfantes.

A ti madre santa por cada palabra de aliento y esperanza que me motivaron a no desfallecer en los momentos donde las adversidades le ganaban a mi fe.

A mis hermanos Arley Ballen Villarreal, Jeniffer Jaimes Villareal por brindarme oportunamente momentos de calidad y amor que hacen parte de mí.

A ti hermana y amiga, Catherine Ballen Villarreal por ir de mi mano cada día, por saber sobre llevar cada uno de mis fracasos y equivocaciones, por enseñarme el verdadero significado de la hermandad y lo más importante por convertirte en el complemento de mi alma.

A ti abuela Georgia Rodríguez por darme tanto amor de esa manera tan particular que lo sabes hacer.

A mis viejos que el cielo están, Leandro Villarreal, José Ballen, mi viejita linda Laura Guerrero que desde el allí me recuerda cada día el valor de la bondad.

A la familia Villarreal, por mantener la unión y amor que dejaron mis viejitos, son base fundamental de vida.

A mis amigos que estuvieron en cada día gris y en cada festejo, por llenarme de estupendos recuerdos y enseñanzas.

Gracias totales

Agradecimientos

La autora del presente proyecto desea expresar sus más sinceros agradecimientos a:

La Universidad de Pamplona por darme la oportunidad de ser parte de ella, a cada uno de mis docentes por formarme como la gran persona íntegra y profesional que ahora soy.

A la facultad de Facultad de Ingenierías y Arquitectura y a todos sus profesores, por contribuir y compartir todo el conocimiento durante la formación profesional.

Al ingeniero Manuel Antonio Contreras Martínez, por dirigirme y exigirme para que todo saliera bien, por el tiempo dedicado para compartir sus conocimientos y aconsejarme de la mejor manera para desarrollar un gran proyecto.

Al Arquitecto Oscar Enrique Cárdenas Angulo, Secretario de Planeación Alcaldía de Sabana de Torres Santander, por su dirección y guía durante la realización de mi proyecto.

¡Sencillamente gracias a toda la comunidad Unipamplona!

Tabla de contenido

Introducción	20
1. Planteamiento del Problema.....	21
1.1 Formulación del Problema	22
2. Justificación.....	23
3. Objetivos	25
3.1 Objetivo General	25
3.2 Objetivos Específicos.....	25
4. Marco Referencial	26
4.1 Marco Teórico	26
4.2 Marco Conceptual	34
4.3 Marco Legal	39
4.4 Localización Geográfica de Sabana de Torres.....	47
4.5 Localización Geográfica de Payoa Cinco	49
4.6 Población de Sabana de Torres	49
4.7 Reseña Histórica de Sabana de Torres	50
4.8 Periodo de Diseño	51
5. Metodología.....	53
5.1 Diseño de la Investigación	53
5.2 Objeto del Estudio.....	54
5.3 Instrumentos	54
5.4 Variables	55

6. Resultados	56
6.1. Determinación de la Población Beneficiada por el Sistema de Acueducto	56
6.2 Identificación del Estado de la Zona de Captación del Agua para su Distribución	60
6.2.1 Reconocimiento del Terreno	60
6.2.2 Selección del Punto de Captación de Agua.....	61
6.3 Estudio geoelectrico.	61
6.3.1 Exploración Geoelectrica	61
6.3.2 Interpretación del SEV	63
6.4 Estudios topográficos	66
6.4.1 Localización del proyecto	66
6.4.2 Levantamiento del proyecto	66
6.5 Diseño de la red de distribución de agua potable.....	68
6.5.1 Definición del Nivel de Complejidad del Sistema	68
6.5.2 Periodo de Diseño	68
6.5.3 Métodos de Cálculo.....	69
6.5.4 Método aritmético.	70
6.5.5 Método geométrico.	71
6.5.6 Método exponencial.	73
6.6 Calculo de Dotación	75
6.6.1 Dotación neta mínima y máxima.	75
6.6.2 Efecto del clima.....	76
6.6.3 Calculo de Pérdidas.....	76
6.6.4 Calculo de pérdidas en la aducción (agua cruda).....	77
6.6.5 Calculo de pérdidas por conducción (agua tratada).	77

6.6.6 Perdidas técnicas en el sistema de acueducto.	77
6.6.7 Dotación Bruta	78
6.7 Calculo de la Demanda	78
6.7.1 Caudal medio diario.	78
6.7.2 Caudal máximo diario.	79
6.7.3 Caudal máximo horario.	80
6.8 Punto de Captación	81
6.8.1 Diseño de pozo profundo.	81
6.8.2 Impulsión y Aducción	82
6.8.2.1 Tubería de impulsión.....	82
6.8.2.2 Tubería de succión.	88
6.9 Redes de Distribución	90
6.9.1 Período de diseño.	90
6.9.2 Caudal de diseño.	91
6.9.3 Material para las tuberías de la red de distribución.....	91
6.9.4 Presiones en la red de distribución.....	91
6.9.5 Diámetros de las tuberías en la red de distribución.....	91
9.6 Profundidad de las tuberías.	92
6.9.7 Resultados de simulación de la red.	93
6.10 Estaciones de bombeo	99
6.10.1 Tiempo de bombeo.....	99
6.10.2 Pozo de succión.....	99
6.11 Bombas.....	101
6.12 Tanque de almacenamiento.....	105
6.12.1 Número mínimo de tanques	105

6.12.2 Caudal de diseño	105
6.12.3 Determinación del volumen para la regulación de la demanda: método de curva integral	105
6.12.4 Capacidad para demanda contra incendio	107
6.12.5 Volumen del tanque	107
6.12.6 Predimensionamiento del tanque	108
7. Especificaciones Técnicas.....	110
7.1 Documentos Informativos	110
7.2 Aseguramiento De Calidad	111
7.3 Permisos Y Licencias.....	111
7.4 Desplazamientos De Material	111
7.5 Preliminares.....	111
7.5.1 Replanteo y localización de tuberías de acueducto.....	111
7.6 Excavaciones Y Rellenos	112
7.6.1 Excavación Manual En Material Común	112
7.6.2 Relleno en material común.....	114
7.6.3 Encamado Tubería con Arena Apisonada.....	116
7.7 Pozo Perforado	117
7.7.1 Perforación Exploratoria En Diámetro 6"	117
7.7.2 Toma E Interpretación De Registro Eléctricos Y Datos De Campo	118
7.7.3 Ampliación De La Perforación A 12"	122
7.7.4 Suministro E Instalación De Tubería De Filtro Pvc Rde21 6".....	125
7.7.5 Tubería De 4" Rde 26 De Alimentación De Gravilla	127
7.7.6 Gravilla Para Filtro (Empaque).....	128
7.7.7 Concreto De 3000 Psi Para Sello Hidráulico.	129

7.7.8 Limpieza Y Lavado Del Pozo	130
7.7.9 Caja En Mampostería (Inc. Friso Y Tapa En Concreto Reforzado E=0,07 M)	131
7.7.10 Prueba De Bombeo Escalonada A Caudal Constante Tomando Niveles De Bombeo Y De Recuperación Y Definición De Caudal	132
7.7.11 Análisis Físico-Químico Del Agua	133
7.8 Caseta Para Bomba	134
7.8.1. Excavación en material común	134
7.8.2 Colado en concreto de 2000 psi 1,80 x 1,80 e= 5 cm	136
7.8.3 Placa de piso concreto 3000 psi 1,80 x 1,80 e= 20 cm	136
7.8.4 Mampostería en bloque 0.10*0.20*0.40m e= 10 cm	137
7.8.5 Friso en mortero 1:4	140
7.8.6 Pintura en koraza amarillo	141
7.8.7 Placa en concreto reforzado E= 8 cm.....	143
7.8.8 Base en concreto de 3000 psi (45x45x30 cm)	144
7.8.9 Puerta metálica 0,70 x 2,00 m.....	144
7.9 Bombeo y succión	145
7.9.1 Excavación a mano en material común.....	145
7.9.2 Relleno en material común.....	147
7.9.3 Suministro e instalación de electrobomba sumergible tipo lapicero 2hp para pozo profundo con succión de 2” y descarga 2”	148
7.9.4 Tubería pvc presión 2” rde 21 de para succión	149
7.10 Red de impulsión.....	150
7.10.1 Excavación a mano en material común.....	150
7.10.2 Relleno en material común.....	152
7.10.3 Tubería pvc 2” presión rde 21 para impulsión	153

7.11 Suministro E Instalación De Tuberías Y Accesorios Red De Distribución.....	154
7.11.1 instalación tubería pvc un acueducto 2”.....	154
7.11.2 Instalación tubería pvc un acueducto 1 1/2”	156
7.11.3 Válvula de corte pvc de 2”	157
7.11.4 válvula de corte pvc de 1 1/2”.....	157
7.11.5 cajas de concreto 0.2 x 0.2m	158
7.11.6 tee pvc de 2” x 2”	158
7.11.7 Tee pvc de 1 ½”	158
7.11.8 Tee pvc reducida de 2” x 1 ½ ”	158
7.11.9 codo de 45 y 90 grados pvc”	159
7.11.10 válvula de pie con coladera pvc 2”:	159
7.12 Tanque de distribución.....	159
7.12.1 Excavación manual en material común.....	159
7.12.2 concreto	161
7.12.3 Escalera tanque.....	162
7.12.4 cerramiento tipo 1	163
7.12.5 concreto ciclópeo para zapatas.....	163
7.13 Instalaciones eléctricas.....	164
7.13.1 suministro transporte e instalación de transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv	164
7.13.2 suministro transporte e instalación de herrajes y protecciones para transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv	165
7.13.3 suministro transporte e instalación de caja en b.t. para Smith de 2x60 a.....	166
7.13.4 suministro transporte e instalación de caja en b.t. para switch de 2x60 a.....	167
7.13.5 legalización y ante la electrificadora de Santander	168

7.13.6 replanteo red de baja tensión.....	169
7.13.7 suministro transporte e instalación de poste de 8 mts 510 kg.....	169
7.13.8 suministro transporte e instalación de errajes en poste para percha tres hilos 617/619 170	
7.13.9 suministro transporte e instalación de errajes para templete directo a tierra	171
7.13.10 suministro transporte e instalación de errajes y elementos para puesta a tierra baja tensión.....	171
7.13.11 suministro transporte e instalación de un conductor acsr no 2 awg.....	172
7.13.12 suministro transporte e instalación cruce de acometida en concéntrico 2x8+8	173
7.13.13 suministro transporte e instalación de materiales bajante contador trifilar de 15 a ..	173
7.13.14 suministro transporte e instalación de materiales para salida a 110 v.....	174
7.13.15 suministro transporte e instalación de contador trifilar de 15 a	175
7.13.16 acometida en cable concéntrico antifraude	175
7.13.17 sub-cometida en 4 # 8 ϕ 1" para motores	176
7.13.18 Tablero eléctrico para motor trifásico de arranque eléctrico.....	177
7.14 planta de tratamiento de agua potable compacta.....	177
7.14.1. Suministro e instalación de PTAP de 1 l/s	177
7.15 Estructuras complementarias	178
7.15.1 acometidas domiciliarias (incluye medidor con cheque incorporado de 1/2", caja en concreto y demás)	178
8. Presupuesto	181
9. MGA	185
Conclusiones	215
Bibliografía	217

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Periodos de diseño</i>	51
Tabla 2 <i>Identificación de variables</i>	i55
Tabla 3. <i>Censo DANE 2005 proyección de población municipal 2005-2009.</i>	56
Tabla 4 <i>Resultado del censo a la población de la vereda Payo cinco sector bajo</i>	58
Tabla 5 <i>Resultado del censo a la población de la vereda Payo cinco sector bajo</i>	59
Tabla 6 <i>Diseño del sondeo</i>	62
Tabla 7 <i>Datos obtenidos por el SEV</i>	62
Tabla 8. <i>Resultados del SEV</i>	64
Tabla 9 <i>Vértice GPS S-T -113</i>	67
Tabla 10 <i>Vértices GPS A9-SS -3</i>	67
Tabla 11 <i>Asignación del nivel de complejidad</i>	68
Tabla 12 <i>Periodos de diseño</i>	69
Tabla 13 <i>Métodos de cálculo permitidos según el nivel de Complejidad del Sistema</i>	70
Tabla 14 <i>Cálculos de proyección de población Método Aritmético</i>	71
Tabla 15 <i>Cálculos de proyección de población Método Geométrico</i>	72
Tabla 16 <i>Cálculos de proyección de población Método Exponencial</i>	74
Tabla 17 <i>Proyección de la población futura promedio</i>	74
Tabla 18 <i>Dotación neta mínima y máxima</i>	75
Tabla 19 <i>Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema</i>	76

Tabla 20 <i>Porcentaje máximo admisible de pérdidas técnicas</i>	77
Tabla 21 <i>Calculo de dotación bruta</i>	78
Tabla 22 <i>Calculo de caudal medio diario</i>	78
Tabla 23 <i>Coeficiente de consumo máximo diario k1, según el Nivel de Complejidad del Sistema</i>	79
Tabla 24 <i>Calculo máximo diario</i>	79
Tabla 25 <i>Coeficiente de consumo máximo horario k2, según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución</i>	80
Tabla 26 <i>Calculo máximo horario</i>	80
Tabla 27 <i>Periodo de diseño para las obras de captación subterránea</i>	81
Tabla 28 <i>Diámetro comercial de la tubería de impulsión</i>	83
Tabla 29 <i>Velocidad tubería de impulsión</i>	83
Tabla 30 <i>Densidad y la viscosidad del agua según la temperatura</i>	85
Tabla 31 <i>Cálculo del número de Reynolds</i>	85
Tabla 32 <i>Valores de rugosidad absoluta</i>	86
Tabla 33 <i>Coeficiente de fricción tubería de impulsión</i>	86
Tabla 34 <i>Cálculo de las pérdidas por fricción tubería de impulsión</i>	86
Tabla 35 <i>Coeficientes de pérdidas menores para accesorios comunes</i>	87
Tabla 36 <i>Cálculo de las pérdidas menores tubería de impulsión</i>	88
Tabla 37 <i>Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro</i>	89
Tabla 38 <i>Velocidad tubería de succión</i>	89
Tabla 39 <i>Cálculo del número de Reynolds</i>	89
Tabla 40 <i>Coeficiente de fricción tubería de impulsión</i>	90

Tabla 41	<i>Cálculo de las pérdidas por fricción tubería de succión</i>	90
Tabla 42	<i>Cálculo de las pérdidas menores tubería de succión</i>	90
Tabla 43	<i>Periodo de diseño según el nivel de complejidad del sistema para redes de distribución</i>	91
Tabla 44	<i>Diámetros mínimos de la red matriz</i>	92
Tabla 45	<i>Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución</i>	92
Tabla 46	<i>Resultados de nodos, simulación de la red de distribución</i>	94
Tabla 47	<i>Resultados de las tuberías, simulación de la red de distribución</i>	96
Tabla 49	<i>Potencia requerida por la bomba tipo lapicero</i>	103
Tabla 50	<i>Potencia requerida por la bomba centrifuga</i>	103
Tabla 52	<i>Caudal tanque elevado</i>	105
Tabla 53		106
Tabla 54	<i>Constante de capacidad del tanque de almacenamiento</i>	108
Tabla 55	<i>Predimensionamiento del tanque</i>	109

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Conducción de agua por gravedad. Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012).....	33
Ilustración 2. Abastecimiento de fuente en zonas bajas. Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)	34
Ilustración 3. Abastecimiento de agua subterránea Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)	34
Ilustración 4. Localización de Sabana de Torres Fuente: (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012).....	47
Ilustración 5. Localización de Payoa cinco en el esquema de ordenamiento territorial Municipio de Sabana de Torres Fuente: (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012)	49
Ilustración 6. Localización satelital detallada de la zona de captación de agua dentro del predio Fuente: (IGAC, 2017).....	60
Ilustración 7. Localización satelital de la zona de captación de agua dentro de la vereda Fuente: (Mora, 2017).	61
Ilustración 11. Esquema de las curvas de nivel obtenidas del terreno Fuente: Elaborado por la autora. Autodesk AutoCAD Civil 3D 2017	67
Ilustración 13 Modelación distribución de los nodos de la red de distribución. Fuente: EPANET 2.0	93
Ilustración 14 Modelación distribución de las tuberías de la red de distribución. Fuente: EPANET 2.0	96
Ilustración 15. Perfil de elevación Fuente: EPANET 2.0	98

Ilustración 17 Prediseño del pozo profundo para aguas subterráneas.....	100
Ilustración 18 Esquema de la estación de bombeo.....	101
Ilustración 19 Curva de rendimiento de la bomba tipo lapicero	103
Ilustración 20 Curva de rendimiento de la bomba centrífuga	104

Lista de gráficos

Gráfico 1. Censo DANE 2005, proyección de población municipal 2005-2009 Fuente: (DANE, 2010).....	57
Gráfico 2 Cálculo gráfico del volumen del tanque elevado	107

Lista de figuras

Figura 1. Componentes de un sistema de agua potable Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)	31
Figura 2. Trazabilidad del tratamiento del agua Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012).....	32

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: Diseño del acueducto de la vereda Payoa Cinco sector bajo área rural del municipio de Sabana de Torres, Santander.

AUTOR (ES): Marcela Lisbeth Vallen Villarreal

FACULTAD: Facultad de Ingenierías y Arquitectura

DIRECTOR(A): MSc. Manuel Antonio Contreras

RESUMEN

Debido a las condiciones actuales en cuanto a calidad y cantidad del agua se plante el proyecto en la construcción del acueducto de la vereda Payoa, como estudiante de ingeniería civil y como obtención del título de grado desarrollara el diseño del sistema de acueducto; es por esto que el principal objetivo del presente proyecto es realizar el diseño técnico del sistema de abastecimiento de agua potable para la vereda Payoa del municipio Sabana de Torres (Santander).

El principal problema es que en la vereda no existe un acueducto es el tiempo de servicio de los componentes, que sobre pasa el tiempo de diseño. Por lo tanto el proyecto se orientó hacia la evaluación de la capacidad hidráulica de las estructuras, la propuesta de construcción con un grado de afectación bajo.

V°B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TÍTULO: Design of the aqueduct of the “Payoa Cinco sector bajo “in the rural area of the municipality of Sabana de Torres, Santander.

AUTHOR (S): Marcela Lisbeth Vallen Villarreal

FACULTY: Faculty of Engineering and Architecture

DIRECTOR: MSc. Manuel Antonio Contreras

ABSTRACT

Due to the current conditions in terms of water quality and quantity, the project in the construction of the aqueduct of Payoa, as a student of civil engineering, and how to obtain the degree will develop the design of the aqueduct system; this is why the main objective of this project is to carry out the technical design of the potable water supply system for the Payoa village of the Sabana de Torres municipality (Santander).

The main problem is that in the path there is no aqueduct, it is the time of service of the components, that the design time is over. Therefore, the project was oriented towards the evaluation of the hydraulic capacity of the structures, the construction proposal with a low degree of affectation.

V°B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

El agua como recurso valioso y limitado, necesita de protección y manejo especial, por lo cual, se deben utilizar estrategias necesarias que garanticen el abastecimiento a la comunidad, en condiciones de calidad y cantidad óptimas.

El suministro de agua potable en la vereda Payoa del municipio Sabana de torres departamento de Santander, se viene prestando en condiciones inapropiadas tanto en calidad como en cantidad. En cuanto a calidad, actualmente no existe una planta de tratamiento que garantice las condiciones de agua para consumo y en cuanto a cantidad no se tiene la infraestructura que garantice el suministro constante para la población actual.

Por esto la alcaldía del municipio considera apropiado la realización del proyecto del diseño de un sistema de abastecimiento. Con el desarrollo de este proyecto se propone una solución técnicamente viable que genere el suministro adecuado de agua para la comunidad. Es por esto que se requiere la instalación del sistema de potabilización y de la red de conducción y distribución adecuada según la población futura y que se ajuste al sitio de estudio.

1. Planteamiento del Problema

La vereda Payoa Cinco, sector bajo se ubica al sur del municipio. Es una región que se sostiene por sus actividades petroleras y explotaciones de gas natural, así como también plantaciones de palma africana, uno de los sectores con más cultivos de esta planta en el país. Estas actividades permiten la llegada de personas que quieren mejorar sus ingresos y se instalan en la vereda aumentando más el número de viviendas y edificaciones que, asimismo, aumentan las necesidades básicas de consumo, como la de este estudio, el agua.

Actualmente, es de gran importancia para cualquier población, contar con un sistema de acueducto que logre llevar a la comunidad el servicio de agua potable con buena calidad. De ahí que el diseño de acueductos debe tener una serie de recursos técnicos que aseguren durabilidad, funcionalidad y calidad técnica, de esa manera le aportan a la población el desarrollo integral de acuerdo a la calidad de vida que necesitan.

La deficiente condición en las cuales se presenta la distribución del agua potable en la Vereda Payoa, Municipio De Sabana de Torres, Santander, conociendo los diferentes factores que influyen en este problema como son las condiciones topográficas adversas, la disminución del caudal en épocas de verano de la afluyente más cercana para esta comunidad teniendo que transportar el agua en condiciones mínimas de salubridad desde otra afluyente mucho más lejana, hacen que se presente la necesidad de la construcción de un acueducto para el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad mencionada, en una acción conjunto con el Departamento de Planeación y la Alcaldía Municipal. De esta forma se muestra como solución a este problema el diseño del acueducto que supla las necesidades básicas de dicha población.

1.1 Formulación del Problema

¿Cómo minimizar las condiciones deficientes en las cuales se presenta la distribución del agua en la vereda Payoa, Municipio De Sabana de Torres, Santander?

2. Justificación

La Alcaldía Municipal de Sabana de Torres ha desarrollado proyectos de alto impacto para la región, como por ejemplo el apoyo de máquinas pesadas para el mantenimiento de vías rurales y urbanas, la rehabilitación del paso vehicular de la vía Payoa Cinco – Caño Fieras, entre otros. Como comprende la situación actual de los habitantes del sector, por ello emprende el proyecto de la construcción de un acueducto que logre abastecer a la comunidad con agua cien por ciento potable para el consumo humano. (Alcaldía de Sabana de Torres, 2017).

Se considera que el siguiente trabajo de grado es una oportunidad para poner a prueba los conocimientos adquiridos en pregrado y llevarlos a la práctica, en donde se trabajara conjuntamente con la comunidad de la región, para así mejorar el nivel de la calidad de vida de una población que no cuenta con un recurso vital como es el suministro de agua potable.

Asimismo, este proyecto se realizará bajo la supervisión de la Secretaría de Planeación de Sabana de Torres, que dentro de sus funciones establece entre otras cosas, velar por el cumplimiento de las obras y sus respectivas ejecuciones, prestar asistencia técnica a las veredas, corregimientos y demás organizaciones municipales de beneficio social en la formulación de microproyectos, etc.

Por lo anterior, se busca contribuir en el desarrollo del proyecto a través de la puesta en práctica de los conocimientos obtenidos en la Universidad de Pamplona, desde el área del diseño del acueducto para esta vereda y la supervisión del mismo. Razón por la cual la Institución en convenio con la Alcaldía de Sabana de Torres, promueven el apoyo del programa de Ingeniería Civil hacia estos procesos de formación en calidad de práctica empresarial. Desempeñarse en un área sumamente importante para el municipio con amplia experiencia y desarrollo como es la

Oficina de Planeación de Sabana de Torres, una excelente oportunidad como escuela de aprendizaje para la ingeniera en formación, ya que allí podrá afianzar los conocimientos adquiridos durante la etapa académica, de esta manera la futura profesional podrá obtener experiencia técnica constructiva para su vida laboral.

Como pasante de Ingeniería Civil de la Universidad De Pamplona, se desarrolla un acompañamiento en este proyecto. En el transcurso del mismo, es de gran importancia unirse al grupo de profesionales y talento humano para apoyarlos en lo encomendado por la dirección. La práctica empresarial es una de las modalidades de trabajo de grado, donde los estudiantes de pregrado adquieren experiencia en el campo profesional. Es uno de los métodos más apropiados para lograr el vínculo entidad, comunidad y universidad, del cual se benefician las tres partes.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil en el proyecto de investigación enfocado en el diseño del sistema de acueducto de la vereda Payoa Cinco, sector bajo del área rural del municipio de Sabana de Torres, Santander.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la población que se beneficiara con el sistema de acueducto.
- Identificar el estado de la zona de captación del agua para su adecuada distribución.
- Realizar los estudios topográficos de la zona a intervenir.
- Diseñar la red de distribución utilizando un modelo hidráulico que cumpla con el abastecimiento, distribución y el suministro para cada vivienda de la zona de estudio.
- Calcular el presupuesto de obra con el análisis de precios unitarios para la construcción del sistema de abastecimiento con las especificaciones técnicas mínimas del diseño.
- Realizar la metodología general ajustada MGA.

4. Marco Referencial

4.1 Marco Teórico

Proveer una adecuada cantidad de agua ha sido un asunto que ha inquietado desde los principios de la civilización. Aun en las antiguas ciudades, los abastecimientos locales eran con frecuencia inadecuados y los acueductos eran construidos para transportar agua desde fuentes lejanas. Tales sistemas de abastecimiento no distribuían agua a las residencias individuales si no que las llevaban hasta unos pocos lugares centrales desde donde los ciudadanos podían llevarla hasta sus hogares.

El agua bien sea sacada de la superficie o de fuentes subterráneas, deben ser transportadas a la comunidad y distribuida a los usuarios. El transporte desde la fuente al punto de tratamiento puede ser proveído por acueductos, tuberías o canales abiertos, pero una vez ha sido tratada, el agua es distribuida mediante conductos cerrados presurizados.

Hablando específicamente de las fuentes de abastecimiento en las cuales se construyen las obras de captación del acueducto, se cuenta con diferentes clasificaciones según cada autor. Para López: “La fuente de abastecimiento puede ser superficial, como en los casos de los ríos, lagos, embalses o incluidos aguas lluvias o de aguas subterráneas superficiales o profundas”¹. Para otros autores, esta clasificación se presenta de la misma forma, pero con otra terminología, por ejemplo para Lara: “Se pueden clasificar las fuentes de la siguiente manera: atmosférica, superficial, sub- superficial y subterránea.”² De acuerdo con las características del proyecto, tales

¹ LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003. p. 22.

² LARA DE CASTILLO, Venidla. Acueductos. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 1997. p. 124.

como disponibilidad de fuentes de agua, tamaño de población, caudal requerido y recursos económicos, se puede adoptar un sistema de captación primario o principal.

Por su bajo costo, sencillez de construcción y manejo, estos sistemas son más adecuados para comunidades muy pequeñas o soluciones individuales de agua.³

En el marco de las diferentes ingenierías, la civil aplica los conocimientos de física, cálculo, geografía, química y geología a la elaboración de estructuras, obras hidráulicas, etc. Esta carrera también tiene un componente organizativo importante que logra su aplicación en la administración del ambiente urbano y, para el caso de esta investigación, rural; no únicamente en la construcción, sino también en el mantenimiento, control y operación de lo que ya está construido, así como en la planificación de la vida humana en el entorno diseñado desde ésta misma.

Para la presente investigación es relevante citar los conceptos que expone el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio, 2010), donde determinan los valores específicos y los límites que se deben tener en cuenta a la hora de elaborar el diseño, la construcción, la supervisión técnica y el mantenimiento de los sistemas de acueducto que se desarrollen por parte del Estado con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad y calidad técnica dentro de un sistema determinado. El mismo texto apunta que se debe tener en cuenta los manuales de producción de planos establecidos por una persona idónea que preste el servicio público de acueducto.

Para el diseño de las redes de distribución de agua potable y de las líneas de conducción se pueden utilizar programas de modelación hidráulica de redes, que utilicen el método del gradiente para sus cálculos, que permitan la modelación de la operación del sistema bajo

³ LÓPEZ CUALLA, Op. cit, p. 23

períodos extendidos, que realicen el diseño de las redes mediante rutinas de optimización y que permitan modelar la calidad del agua. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio, 2010)

Paralelamente, al hablar del diseño de acueductos se tiene en cuenta la teoría que expone Corcho Romero (Corcho Romero & Duque Serna, 2005), precisamente en cuanto a los criterios básicos para el diseño de este tipo de obras, el autor expresa que es importante tener en cuenta la cifra de consumo ya que ésta da lugar a un sistema de abastecimiento de agua suficiente a lo largo de su período de diseño. Asimismo, plantea que en el inicio del programa de acueducto hay que analizar las características que conforman el criterio del diseño, como por ejemplo la disponibilidad en cantidad y calidad de las fuentes, las estadísticas de consumo de agua en la localidad en estudio, el período de diseño y vida probables de las estructuras, las variaciones periódicas de los consumos e influencias sobre los componentes del sistema y finalmente, la calidad de los materiales a utilizar.

El análisis cuidadoso de estas cifras es fundamental para el logro de dimensiones adecuadas en las estructuras del sistema. En nuestro país, la precaria administración de los sistemas de acueducto en muchos de los municipios, no ha permitido hacer registros históricos de los consumos de agua; lo que dificulta los estudios posteriores en programas de optimización; proyecto o ampliación de sistemas. (Corcho Romero & Duque Serna, 2005)

Este análisis es pertinente para este anteproyecto ya que al tratarse de un diseño de acueducto para un sector pequeño de un municipio, se hace necesario tener en cuenta las cifras que se van a manejar para no caer en errores posteriormente y consolidar un trabajo efectivo en la administración de los recursos para la construcción del sistema, con ello se marca la necesidad de

hacer este análisis profundo de las condiciones político-culturales y económicas con las que cuenta la comunidad a la que se dirige el proyecto de acueducto.

En el mismo texto, el autor propone conceptos clave para la realización del proyecto propuesto en este escrito, como por ejemplo el concepto de “obras de captación” que lo define como “estructuras que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas que se han seleccionado como económicamente utilizables para surtir red de acueducto” (Corcho Romero & Duque Serna, 2005), allí pone como casos de desplazamiento continuo las vertientes o manantiales, o también, los lagos y embalses como represas con una definida extensión. El autor aclara que los tipos de captación se diferencian según se desee captar las aguas bien sea de ríos, manantiales, lagos, etc.

Este concepto hace parte de este anteproyecto ya que sirve de guía al momento de analizar la captación de agua con el cual se podrá llevar a cabo la obra, para este caso se utiliza el recurso del pozo perforado.

Por otro lado, un sistema de abastecimiento de agua según Sanabria (Sanabria, 2010) es aquel que recoge el agua desde la fuente de captación, que puede ser una naciente u ojo de agua; un pozo o un río y la lleva, a través de tuberías, a cada una de las viviendas o hacia una fuente de uso público. Las fuentes públicas tienen como propósito abastecer a aquellas personas que no tienen agua en su casa.

De acuerdo con Sanabria (Sanabria, 2010) El sistema de agua lo conforman los diferentes elementos y componentes de la obra física, así como las actividades que se realizan para el adecuado tratamiento, almacenamiento y distribución del agua. De igual forma cabe resaltar que el agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe

contener el agua para adquirir la calidad de potable. Sin embargo, una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida (Terán, 2010).

Sanabria (Sanabria, 2010) menciona los diferentes tipos de acueductos.

- **Acueducto por gravedad:** En este sistema la fuente de captación está en un nivel más alto que la comunidad. El agua baja por gravedad o sea por su propio peso, hasta el tanque de almacenamiento. El sistema solo requiere el uso de válvulas para controlar el agua y garantizar que el servicio llegue adecuadamente a todos los puntos de distribución ya sean hogares o fuentes públicas.
- **Acueducto por bombeo:** Cuando la comunidad se ubica en un nivel más alto que la fuente es necesario utilizar bombas para elevar el agua. Estas bombas impulsan el agua hacia los tanques de almacenamiento y distribución. Una vez en los tanques el agua baja por gravedad a la comunidad.

Para el Ministerio del Desarrollo económico y el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012) los componentes del sistema de agua potable son el conjunto de instalaciones, equipos personas que se requiere para el funcionamiento y operación de un acueducto.

El activo más valioso de un sistema de acueducto es el recurso humano. La siguiente figura 1, señala los componentes de un sistema de agua potable:

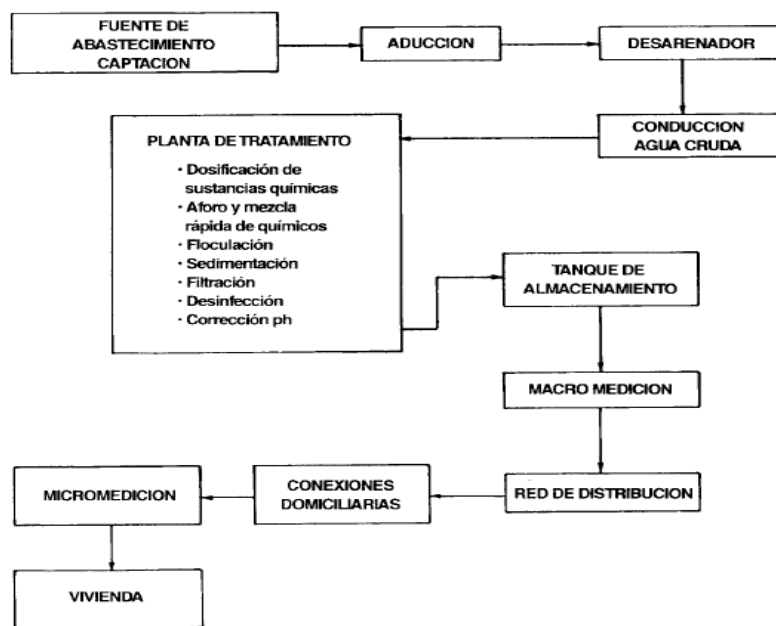


Figura 1. Componentes de un sistema de agua potable Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)

El SENA define los componentes del sistema de agua potable como (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012):

- **Captación:** Es la estructura del acueducto construida para tomar la cantidad requerida de agua cruda de la fuente natural en las mejores condiciones posibles, con un mínimo de material flotante y arenas.
- **Aducción:** Son canales o tuberías que transportan el agua cruda de la bocatoma al Desarenado.
- **Desarenado:** Es una estructura de pretratamiento que, mediante una reducción drástica de la velocidad, retira del agua arenas y material flotantes.
- **Planta de tratamiento:** El tipo de tratamiento que se adopte depende del agua de la fuente que se vaya a utilizar. Es requisito indispensable hacer ensayos de trazabilidad al agua para determinar la tecnología apropiada en cada caso. A continuación, se

muestra en la ilustración 2, el proceso del tratamiento del agua desde la fuente de captación hasta su distribución:

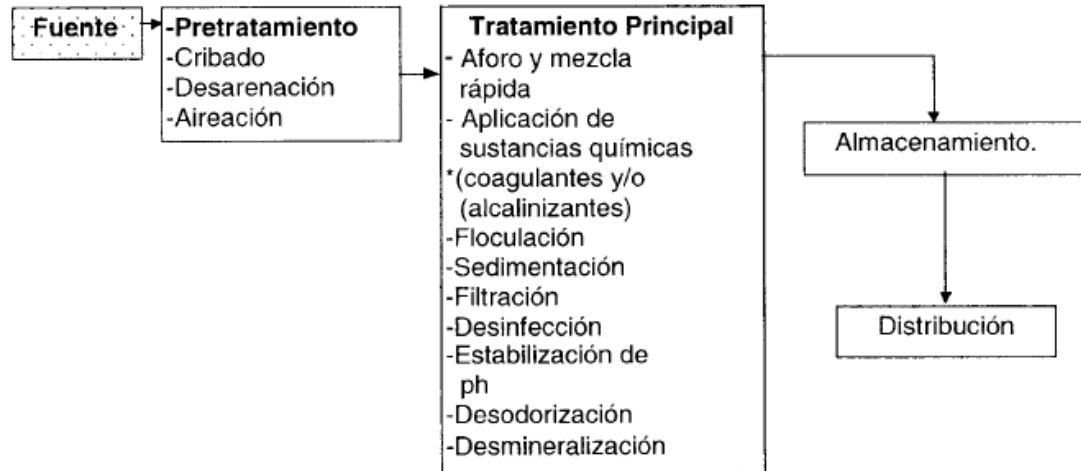


Figura 2. Trazabilidad del tratamiento del agua Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)

- **Almacenamiento:** Es el componente que permite regular la producción y suministro de agua. Con ellos es posible construir plantas de tratamiento de menor tamaño.
- **Red de acueducto:** Según las etapas del recorrido del agua, las tuberías deben soportar caudales y presiones diferentes; por esto existen distintos tipos de tuberías según la función que cumplen en la red de acueducto.

Así mismo se resaltan las clases de acueducto.

Los de la Zona Andina que, como lo muestra el gráfico siguiente, aprovecha la topografía del terreno para conducir el agua por gravedad desde la captación hasta el consumidor. En la ilustración 1, se muestra la conducción por gravedad del agua:

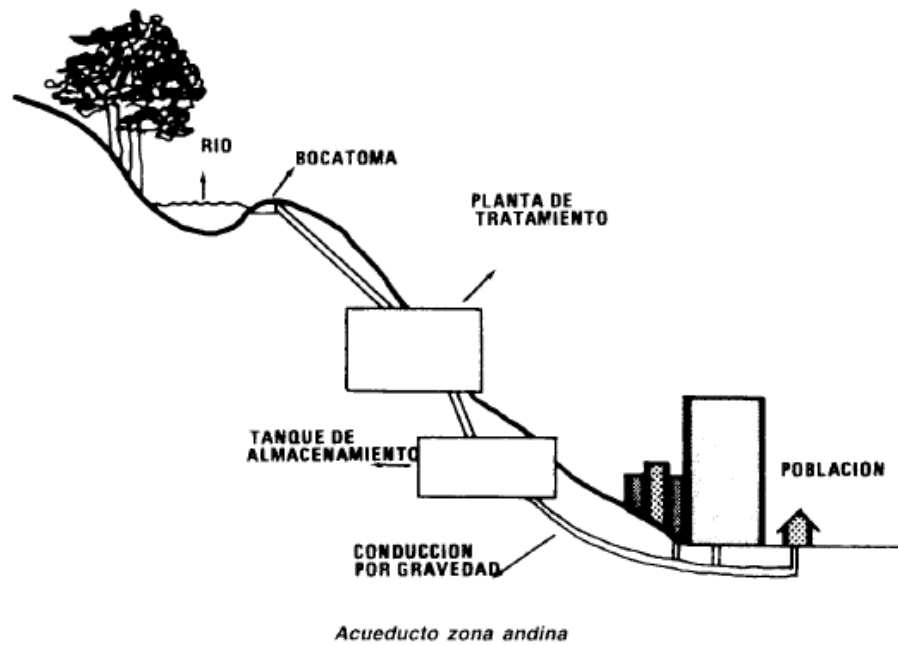


Ilustración 1. Conducción de agua por gravedad. Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)

Los acueductos de las poblaciones ubicadas en los litorales, en los valles o en las tierras planas, donde se aprovecha el agua superficial, pero es necesario bombearla de la fuente a la planta de tratamiento, como se puede evidenciar en la lustración 2:

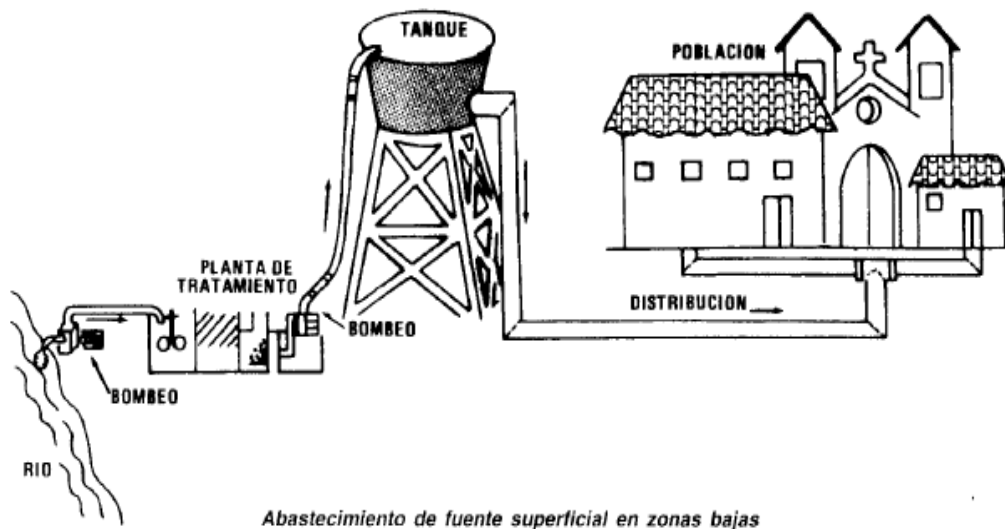


Ilustración 2. Abastecimiento de fuente en zonas bajas. Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)

Los acueductos de las poblaciones que utilizan agua subterránea, donde también es necesario bombear el agua por lo menos una vez para extraerla del acuífero, como lo muestra ilustración 3:

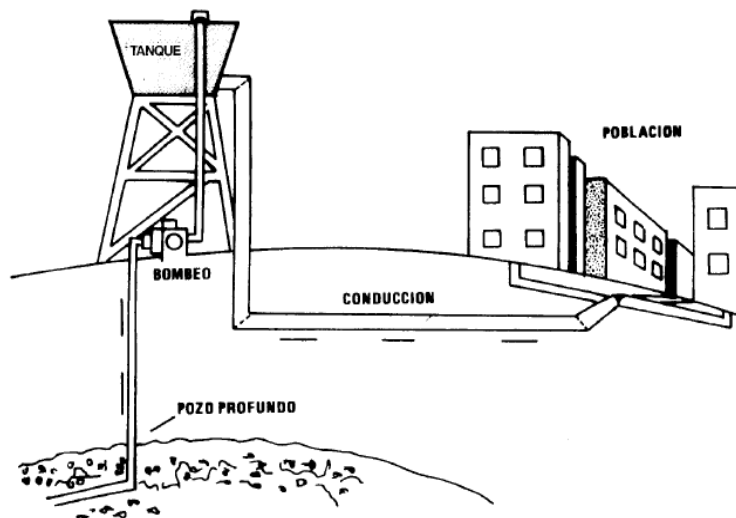


Ilustración 3. Abastecimiento de agua subterránea Fuente: (Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA, 2012)

Este documento expone una recopilación de técnicas y observaciones importantes a la hora de diseñar un sistema de tratamiento de aguas que cumpla con las necesidades de la población y que estén bajo la mirada de las organizaciones interesadas en el tema.

4.2 Marco Conceptual

Los siguientes conceptos son necesarios para el entendimiento de la presente investigación, los cuales fueron tomados de la norma “Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - resolución número 0330 de 2017” la cual fue emitida por el Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

- **Acometida de acueducto:** Derivación de la red de distribución que se conecta al registro de corte con el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.
- **Aducción:** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.
- **Agua cruda:** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.
- **Agua potable:** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.
- **Almacenamiento:** Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.
- **Bocatoma:** Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.
- **Borde libre:** Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.
- **Cámara de succión:** Depósito de almacenamiento de agua en el cual se encuentra la tubería de succión.
- **Captación:** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.
- **Caudal de diseño:** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

- **Caudal máximo diario:** Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado. RAS-2000. Sistemas de Acueducto Página B.23
- **Caudal máximo horario:** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.
- **Caudal medio diario:** Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.
- **Conducción:** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.
- **Desinfección:** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.
- **Diámetro nominal:** Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.
- **Diámetro real:** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.
- **Empaque de grava (aguas subterráneas):** Manto de grava de un pozo de extracción colocado entre las paredes del pozo y la tubería de revestimiento que contiene los filtros para evitar la entrada del material fino proveniente de un acuífero.
- **Estación de bombeo:** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.
- **Fuente de abastecimiento de agua:** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.
- **Golpe de ariete:** Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o

apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

- **Línea de energía:** Línea o elevación obtenida como la suma de la cabeza de presión, la cabeza de velocidad y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.
- **Línea piezométrico:** Línea o elevación obtenida de la suma de la cabeza de presión y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.
- **Nivel dinámico (Aguas subterráneas):** Nivel freático en el pozo de un acuífero, cuando a través de éste se extrae el agua.
- **Nivel estático (Aguas subterráneas):** Nivel freático en un acuífero cuando no hay extracción de agua.
- **Nivel freático:** Nivel del agua subterránea en un acuífero.
- **Pérdidas menores:** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.
- **Pérdidas por fricción:** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto. RAS-resolución 0330 de 2017. Sistemas de Acueducto
Página B.25
- **Período de diseño:** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.
- **Planta de potabilización:** Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

- **Población de diseño:** Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.
- **Población flotante:** Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo corto por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.
- **Pozo piezométrico (aguas subterráneas):** Pozo a través del cual es posible conocer el nivel freático en un acuífero.
- **Red de distribución:** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.
- **Red matriz:** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red primaria mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.
- **Red menor de distribución:** Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.
- **Tubería de impulsión:** Tubería de salida de un equipo de bombeo.
- **Tubería de succión:** Tubería de entrada a un equipo de bombeo.
- **Tubería:** Ducto de sección circular para el transporte de agua.
- **Usuario:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor

directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

- **Vida útil:** Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

4.3 Marco Legal

Para el diseño de un sistema de acueducto es necesario tener en cuenta El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-resolución 0330 de 2017 de las Normas empeladas para el tratamiento y distribución de agua potable el cual se puede encontrar en detalle en el anexo y demás normas que han sido establecidas por el del Gobierno nacional, las cuales se muestran a continuación:

4.3.1 Actos Legislativos

Acto legislativo 01 de 2001:

Por medio del cual se modifican algunos artículos de la Constitución Política (crea el Sistema General de Participaciones).

Acto legislativo 04 de 2007:

Por el cual se reforman los artículos 356 y 357 de la Constitución Política

4.3.2 Leyes

Ley 60 de 1993: Establece el uso de los recursos nacionales transferidos a las territoriales y la

Ley 388 de 1997 de Desarrollo Territorial que ordena elaborar planes municipales de ordenamiento territorial.

Ley 99 de 1993: Por la cual se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental —SINA— y se dictan otras disposiciones.

Ley 142 de 1994: Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios así como de actividades que realicen las personas que los presten.

Ley 286 de 1996: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994.

Ley 373 de 1997: Por la cual se establece el Programa del uso eficiente y ahorro del agua.

Ley 632 de 2000: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.

Ley 689 de 2001: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 de 1994.

Ley 715 de 2001: Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.

Ley 788 de 2002: Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. Artículo 104. Descuento tributario para empresas de servicios públicos domiciliarios que presten los servicios de acueducto y alcantarillado.

Ley 1176 de 2007: Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones.

Decreto Ley 028 de 2008: Por medio del cual se define la estrategia de monitoreo, seguimiento y control integral al gasto que se realice con recursos del Sistema General de Participaciones.

Ley 1283 de 2009: por la cual se modifican y adicionan el artículo 14 de la Ley 756 de 2002, que a su vez modifica el literal a) del artículo 15 y los artículos 30 y 45 de la Ley 141 de 1994.

4.3.3 Decretos

0475 - 2015 Por la cual se reglamenta el artículo 250 de la ley 2011 y se dictan otras disposiciones

3050 - 2013 Por el cual se establecen las condiciones para el trámite de las solicitudes de viabilidad y disponibilidad de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

2981 - 2013 Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

0920 - 2013 Por el cual se reglamenta el artículo 251 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el incentivo a los municipios donde se ubiquen rellenos sanitarios y estaciones de transferencia regionales para residuos sólidos.

0490 - 2013 Por el cual se modifican los artículos 7° y 9° del Decreto 1350 de 2012.

2667 - 2012 Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.

2246 - 2012 Por el cual se reglamenta el artículo 21 de la Ley 1450 de 2011 y se dictan otras disposiciones.

1873 - 2012 Por el cual se reglamenta el artículo 250 de la Ley 1450 de 2011, se crea el Mecanismo Departamental de Evaluación, Viabilización y Aprobación de Proyectos del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y de los programas regionales y/o departamentales que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se establecen sus requisitos y se dictan otras disposiciones.

1350 - 2012 Por el cual se reglamentan el artículo 130 de la Ley 1450 de 2011 y se dictan otras disposiciones.

2785 de 1994 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, se establecen disposiciones para la transformación y adecuación estatutaria de las entidades prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y saneamiento básico y se dictan otras disposiciones

1429 de 1995 Por el cual se reglamenta el Capítulo I del Título V de la Ley 142 de 1994, en relación con el control social de los Servicios Públicos Domiciliarios.

565 de 1996 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos del orden departamental, municipal y distrital para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

605 de 1996 Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

1538 de 1996 Por el cual se reglamenta el Título VI, Capítulo IV de la Ley 142 de 1994 y el Artículo 34 de la Ley 188 de 1995 sobre estratificación socioeconómica.

3102 de 1997 Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

475 de 1998 Por el cual se expiden normas técnicas sobre calidad del agua potable.

302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

421 de 2000 Por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 15 de la Ley 142 de 1994

1905 de 2000 Por el cual se por el cual se modifican los estatutos y el reglamento de funcionamiento de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico

398 de 2002 Por el cual se reglamenta el inciso 3° del numeral 6.4 del artículo 6 de la Ley 142 de 1994.

229 de 2002 Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000

1713 de 2002 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

912 de 2003 Por medio del cual se reglamenta el artículo 104 de la Ley 788 de 2002.

3100 de 2003 Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

155 de 2004 Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.

456 de 2004 Por medio del cual se reglamenta parcialmente el artículo 81 de la Ley 715 de 2001.

838 de 2005 Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

1013 del 2005 Por el cual se establece la metodología para la determinación del equilibrio entre los subsidios y las contribuciones para los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

057 de 2006 Por el cual se establecen unas reglas para la aplicación del factor de aporte solidario para los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo

416 de 2007 Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 141 de 1994, La Ley 756 de 2002 y la Ley 781 de 2002 y se dictan otras disposiciones

313 de 2008 Por medio del cual se reglamentan parcialmente las Leyes 715 de 2001, 1122 de 2007 y 1176 de 2007.

2911 de 2008 Por medio del cual se reglamenta parcialmente el Decreto 028 de 2008 en relación con las actividades de control integral, y se dictan otras disposiciones

3170 de 2008 Por el cual se desarrolla parcialmente el artículo 94 de la Ley 1151 de 2007

3320 de 2008 Por el cual se reglamentan los artículos 100 de la Ley 1151 de 2007 y 13 de la Ley 1176 de 2007, en relación con el procedimiento a seguir para el giro de los recursos del Sistema General de Participaciones, SGP, para agua potable y saneamiento básico, y se dictan otras disposiciones

3333 de 2008 Por el cual se regula una tasa de redescuento, con tasa compensada, de la Financiera de Desarrollo Territorial S.A. FINDETER, para el Financiamiento de las Inversiones en Agua – FIA- dentro de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento – PDA - y se modifica el Decreto 280 del 31 de enero de 2006.

4475 de 2008 Por medio del cual se reglamenta el párrafo del artículo 9° de la Ley 1176 de 2007.

168 de 2009 Por medio del cual se dictan disposiciones en relación con el ejercicio de las actividades de monitoreo y seguimiento a que se refiere el Decreto 028 de 2008, en los sectores de educación, salud y en las actividades de inversión financiadas con recursos de propósito general y asignaciones especiales del Sistema General de Participaciones: se reglamentan las condiciones generales para calificar los eventos de riesgo que ameritan la aplicación de medidas preventivas o correctivas; y se dictan otras disposiciones.

276 de 2009 Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 313 de 2008, que reglamenta parcialmente la Ley 1176 de 2007, y se dictan otras disposiciones.

1477 de 2009 Por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 4° y 5° de la Ley 1176 de 2007 en cuanto al proceso de certificación de los distritos y municipios y se dictan otras disposiciones.

2323 de 2009 Por el cual se modifica el Decreto 1477 de 2009, que reglamentó parcialmente los artículos 4° y 5° de la Ley 1176 de 2007 en cuanto al proceso de certificación de los distritos y municipios y se dictaron otras disposiciones.

2613 de 2009 Por el cual se reglamenta el numeral 13.3 del artículo 13 del Decreto 028 de 2008, referido a la medida correctiva de asunción temporal de competencia y, se dictan otras disposiciones

4192 de 2009 Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 4475 de 2008"

4193 de 2009 "Por el cual se modifica el artículo 5° del Decreto 1477 de 2009"

513 de 2010 Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 5 de la Ley 1176 de 2007 en cuanto a las actuaciones a seguir por los departamentos, los distritos y municipios en el evento en que estos últimos sean desertificados y se dictan otras disposiciones.

4.3.4 Resoluciones

0672-2015 Por la cual se adopta la Guía de que trata el artículo 2.3.3.2.4.14 del Decreto 1077 de 2015

0288 - 2015 Por la cual se establecen los lineamientos para la formulación de los Programas de Prestación del Servicio Público de Aseo

0146 - 2015 Por la cual se fijan los criterios para asignar recursos en el marco de lo dispuesto en párrafo 1 del artículo 21 de la ley 1450 de 2011

0016 - 2015 Por la cual se definen los requisitos para la evaluación, aprobación y seguimiento de proyectos de la línea de tasa compensada para el sector de agua potable y saneamiento básico

0754 - 2014 Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos

0154 - 2014 Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.

0504 - 2013 Por la cual se Deroga la Resolución 413 de 2013 y se modifica la Resolución 0379 de 2012.

0413 - 2013 Por la cual se modifica la Resolución 0379 de 2012.

0169 - 2013 Por la cual se modifica la Resolución 494 de 2012 del programa de conexiones intradomiciliarias de los servicios de acueducto y alcantarillado.

0693 - 2012 Por la cual se Adopta la Guía de que trata el artículo 14 del Decreto 1873 de 2012(Mecanismo Departamental de evaluación y viabilización de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico en el marco de los Planes Departamentales de Agua y los demás Programas regionales para el manejo de agua potable y saneamiento básico).

0494 - 2012 Por el cual se establecen los lineamientos para la implementación del programa de conexiones intradomiciliarias de los servicios de acueducto y alcantarillado.

0279 - 2012 Por la cual se modifica parcialmente la Resolución N° 653 del 25 de noviembre de 2011

4.4 Localización Geográfica de Sabana de Torres

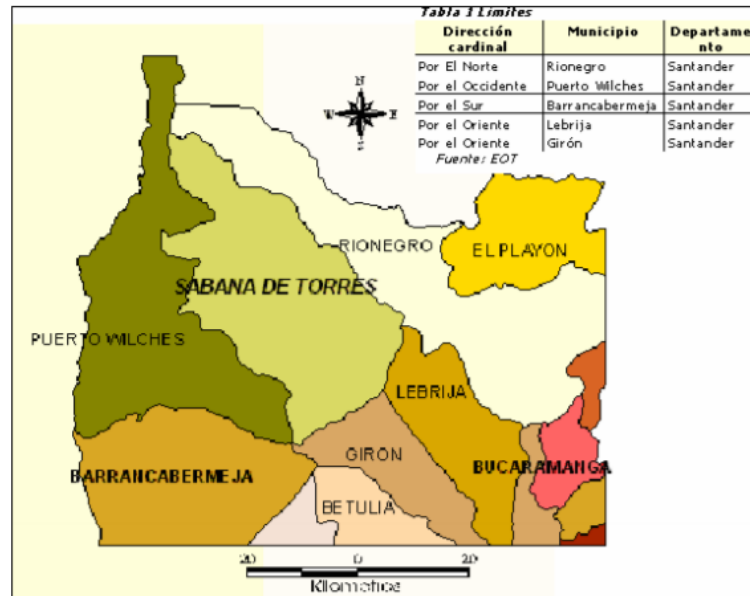


Ilustración 4. Localización de Sabana de Torres Fuente: (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012)

Sabana de Torres está ubicada en la región del Magdalena Medio Santandereano, que junto con los municipios de Barrancabermeja y Puerto Wilches configuran el triángulo de mayor desarrollo potencial dentro de la economía de mercado. Sabana de Torres es un municipio diversificado que combina de manera más racional, la minería, el petróleo, la ganadería, el cultivo de la palma de aceite y del caucho, y todo ello con la supervivencia de rezagos de la economía campesina cuyo potencial futuro debe verse como componente de la seguridad alimentaria tanto para el municipio como para la región (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012). Cobertura Geográfica de Sabana de Torres

Los límites son los siguientes (Marín Martínez & Santamaría Ayala, 2012):

Norte: Partiendo de la desembocadura de la Quebrada Doradas sobre el río Lebrija, de este río aguas abajo hasta su confluencia con el río Chocóa o Santos Gutiérrez, delimitando con el Municipio de Rionegro.

Occidente: Río Chocóa o Santos Gutiérrez, aguas arriba, hasta Puerto Escondido, de aquí en línea recta hasta Caño Peruétano en el punto donde desemboca en este Caño el Caño Negro, sigue el Caño Peruétano hasta Ciénaga de Paturia o Paredes y atraviesa la Ciénaga de la Quebrada La Gómez, sigue esta Quebrada y luego la Quebrada de La Cristalina hasta su nacimiento, de aquí en línea recta hasta el punto en donde desemboca en el río Sogamoso la Quebrada Payoa, delimitando con el Municipio de Puerto Wilches.

Sur: Río Sogamoso hasta donde desemboca en este río el Río Sucio, delimitando con los Municipios de Barrancabermeja y San Vicente de Chucurí, sigue Río Sucio aguas arriba hasta donde desemboca en este río la Quebrada Gomero, delimitando en este último trayecto con el Municipio de Girón.

Oriente: La Quebrada Gomero aguas arriba hasta su nacimiento, de aquí en línea recta hasta el nacimiento de la quebrada Doradas; de esta quebrada aguas abajo hasta su desembocadura sobre el río Lebrija, punto de partida de esta demarcación delimitando con el costado oriental con los municipios de Girón y Lebrija.

Extensión total: 1.428,3647 Km².

Altitud de la cabecera municipal: (metros sobre el nivel del mar): Altura de 110 msnm.

Temperatura media: Temperatura media: 28,5°C° C.

Distancia de referencia: Distancia desde Bucaramanga de 110 km, por la vía Barrancabermeja y la Troncal del Magdalena Medio.

4.5 Localización Geográfica de Payoa Cinco



Ilustración 5. Localización de Payoa cinco en el esquema de ordenamiento territorial Municipio de Sabana de Torres
Fuente: (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012)

4.6 Población de Sabana de Torres

Sabana de Torres es un municipio del Departamento de Santander, tiene una extensión aproximada de 1.428,36 Km², con una población de 18.652 habitantes. Se encuentra conurbado con la ciudad de Bucaramanga perteneciendo a su área metropolitana. Datos extraídos de la página institucional del Municipio de Sabana de Torres (Alcaldía de Sabana de Torres, 2016).

4.7 Reseña Histórica de Sabana de Torres

El municipio de Sabana de Torres data sus orígenes en el año 1.872 con el pasado de Don José María Torres, sitio de recogimiento, hospedaje y alimentación de los primeros obreros que construyeron la vía férrea que unía a Cúcuta con el Río Magdalena en el Puerto de Paturia cerca de Puerto Wilches, y la vía de Bucaramanga a Puerto Wilches iniciada bajo las órdenes del Presidente Soberano del Estado de Santander: General Solón Wilches, en el año 1.880, así como de las líneas telegráficas de Bucaramanga a Puerto Wilches.

En una de las visitas que hiciera el general Wilches, en vista de que las líneas del telégrafo no avanzaban en 10 Km, partiendo de Puerto Wilches ordenó que iniciando trabajos en la posada de Torres se aligerara la trocha multiplicando el número de trabajadores; de igual manera, que no se le siguiera llamando La Posada de los Torres a esta bella zona; a partir de entonces oficialmente se convirtió en Sabana de Torres, era el 10 de Diciembre de 1.882, a partir de entonces La Posada de Torres tuvo días de gran movimiento como hospedaje, donde su abundante alimentación fue aprovechada por los infatigables obreros de estas obras públicas.

A partir de 1.924 sobre la hoya del Río Lebrija en un punto llamado Llaneros La Tigra, se iniciaron los trabajos para exploración en busca de petróleo. La empresa Colombian Sydicate, fue la que tomó la iniciativa. Una de las entradas principales para llegar al sitio de la exploración era por Regaderos (Provincia), por un camino amplio que llegaba hasta Campo 7.

A este punto de La Tigra venían "gentes" de todas partes buscando una oportunidad de trabajo. Los norteamericanos que dirigían las obras al final del trabajo abandonaron la región y le donaron sus pertenencias al ferrocarril.

Buscando petróleo también hicieron exploraciones las empresas Leonard Co. y Lobitos Oil Fields Ltda., quienes se instalaron en las propiedades que habían sido de los hermanos Torres; este punto llamado La Palestina, contó con un aeropuerto propio y un pequeño ferrocarril.

Con la llegada de las compañías petroleras en el año de 1.961 hubo un interesante proceso de inmigración de personas que llegaron en busca de trabajo, especialmente de la zona costera.

Poco a poco fue creciendo hasta convertirse en un corregimiento de Puerto Wilches, aunque otros sitios que hoy la comprenden como La Gómez, El Ochenta, Provincia y Sabaneta, tenían más renombre que Sabana.

4.8 Periodo de Diseño

Se entiende por periodo de diseño, en cualquier obra de la ingeniería civil, el número de años durante los cuales una obra determinada ha de prestar con eficiencia el servicio para el que se diseñó (Cualla, 2003).

En la tabla 2 se muestra el resumen de los diferentes periodos de diseño que conforman un sistema de agua potable y saneamiento básico como lo establece la GUIA RAS 001 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico), esta información fue recopilada del TITULO B y TITULO D de la misma norma.

Tabla 1
Periodos de diseño

Nivel de complejidad del sistema	Captaciones superficiales Aducciones y conducciones	Obras de captación subterráneas	Redes matrices o primarias	Redes menores o terciarias	Tanques de almacenamiento y compensación
	Sistema de bombeo	Redes subterráneas			
Bajo	15 años	15 años	—	15 años	20 años
Medio	20 años	15 años	20 años	15 años	25 años
Medio alto	25 años	20 años	25 años	15 años	30 años

Alto	30 años	25 años	30 años	20 años	30 años
-------------	---------	---------	---------	---------	---------

Nota. Fuente: GUIA RAS 001.

5 Metodología

5.1 Diseño de la Investigación

El diseño metodológico utilizado en el presente proyecto fue Investigación Acción. Según Muñoz “ Son investigaciones en las que la recopilación de información se realiza enmarcada por el ambiente específico en el que se presenta el fenómeno de estudio” según el mismo autor “En la realización de esta tesis se utiliza un método exclusivo de investigación y se diseñan ciertas herramientas para recabar información que solo se aplican en el medio en el que actúa el fenómeno de estudio; para la tabulación y análisis de la información obtenida, se utilizan métodos y técnicas estadísticas y matemáticas que ayudan a obtener conclusiones formales, científicamente comprobadas”.⁴

Las fases en que se desarrolló el presente proyecto de investigación fueron:

FASE 1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

- Recopilación de información sobre la Vereda
- Descripción topográfica de la zona
- Descripción de los recursos hídricos
- Características socioeconómicas
- Análisis de los aspectos demográficos

FASE 2 ESTUDIO DE LA DEMANDA

Recopilación de la información para el estudio de la demanda

- Análisis de los censos de población
- Obtención de las tasas de crecimiento

⁴ MUÑOZ RAZO, Carlos. Como elaborar y asesorar una investigación de tesis. México 1998. 1 ed. p 9. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

- Proyección de la población

Obtención de los coeficientes de mayoración

- Obtención del caudal máximo diario
- Obtención del caudal máximo horario
- Coeficiente de consumo máximo diario - k1.

Obtención del caudal de diseño

FASE 3 DISEÑOS DE INGENIERÍA

Realización de los diseños de las estructuras de captación y conducción para el acueducto

- Pruebas de laboratorio
- Presupuesto
- Especificaciones técnicas
- Metodología General Ajustada
- Planteamiento de conclusiones
- Planteamiento de recomendaciones

5.2 Objeto del Estudio

El objeto del estudio de la presente investigación fue la realización del diseño de la captación y conducción primaria por gravedad para el acueducto que va a suplir las necesidades de abastecimiento de agua potable de la vereda Payoa del Municipio de Sabana de Torres, Santander.

5.3 Instrumentos

En el presente proceso investigativo, se determinó una secuencia de fases con la finalidad de realizar un estudio cuantitativo de datos recopilados, analizándolos con ayuda de los instrumentos presentados a continuación:

- Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-resolución 0330 de 2017
- Método de Crecimiento Geométrico para el Estudio de la Demanda

5.4 Variables

Tabla 2.
Identificación de Variables

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	VARIABLES	INDICADORES
Captación de agua	Caudales	Población
Conducción de agua	Caudal en el punto de toma	Topografía

6 Resultados

6.1. Determinación de la Población Beneficiada por el Sistema de Acueducto

Según la RAS-resolución 0330 de 2017 se deben recolectar los datos demográficos de la población, en especial los censos de población del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) y los censos disponibles de suscriptores de acueducto y otros servicios públicos de la localidad o localidades similares. Con base en los datos anteriores deben obtenerse los parámetros que determinen el crecimiento de la población.

Como primera medida siguiendo las especificaciones de la norma, se recolectan los datos de registro de censo del DANE, los cuales se aprecian a continuación:

Tabla 3.

Censo DANE 2005 proyección de población municipal 2005-2009.

Colombia. Proyecciones de Población Municipales por área DANE-2005-2009 Municipio de Sabana de Torres Santander					
Sabana de Torres	POBLACION TOTAL				
	2005	2006	2007	2008	2009
Población Cabecera	11,659	11,668	11,668	11,662	11,644
Población Rural	8,113	7,973	7,841	7,715	7,594
Población total	19,772	19,641	19,509	19,377	19,238

Nota. Fuente: (DANE, 2010)

En la tabla 3 se contemplan la decadencia de población en la proyección del censo del 2005 realizado en el de municipio de Sabana de Torres, Santander.

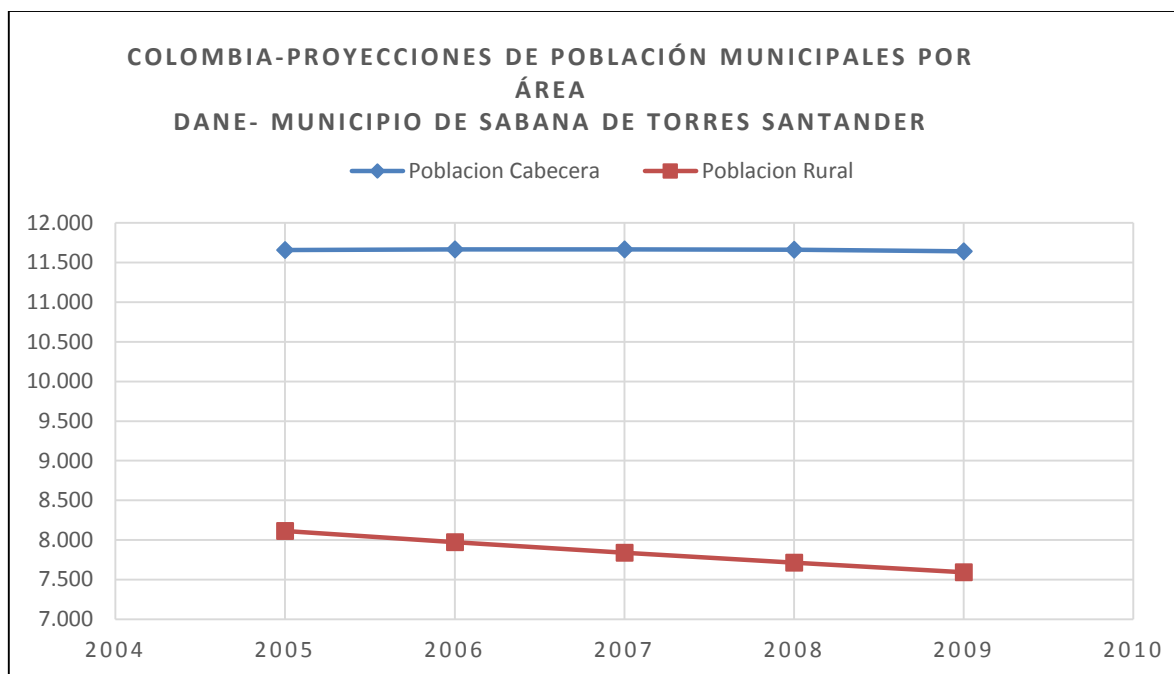


Gráfico 1. Censo DANE 2005, proyección de población municipal 2005-2009 Fuente: (DANE, 2010)

En el gráfico 1, se puede observar que en la proyección el evidente descenso de la población rural en este lapso de tiempo, la cual fue una época de violencia donde muchas personas migraban del municipio, huyendo de la pobreza de los grupos rebeldes al margen de la ley. La anterior información no pudo ser usada para realizar las proyecciones de población debido a que la tendencia no fue a crecimiento sino a descenso de la población a causa del periodo de violencia que se vivió durante los años de 2005 a 2009 por los grupos armando al margen de la ley, pero ahora la situación es muy diferente ya que según el plan de contingencia del municipio de Sabana de Torres (Oficina de Atención a Víctimas -Municipio Sabana de Torres – Santander, 2017), debido al proceso de paz implantado por el gobiernos nacional el municipio tiene un concepto de seguridad social favorable y esto hace que se presente un retorno constantes de desplazados por la violencia que se había ido del municipio por tal motivo la tasa ahora es de crecimiento y no de descenso lo cual hace esta información obsoleta para el cálculo requerido.

Como la información Brindada por el DANE no fue útil y según los requisitos de la RAS- resolución 0330 de 2017 se realizó un censo a la vereda Payoa Cinco Sector Bajo, desde la segunda semana de agosto hasta la última semana del mes del 2017. Este censo se hizo con el fin de conocer la estimación del número total de habitantes y por ende beneficiarios del proyecto a diseñar. En esta encuesta se investigaron los nombres de los propietarios de los predios involucrados en el proyecto, así como la cantidad de personas por propiedad, clasificado en hombres, mujeres, niños y adulto mayor, arrojando los datos que se muestran a continuación. A continuación, en la tabla 1 y 2, se muestran los consolidados obtenidos durante el censo:

Tabla 4

Resultado del censo a la población de la vereda Payo cinco sector bajo

	Nombre dueño del predio	Hombres	Mujeres	Niños	Adulto mayor	Total
1	Evelio Peñaranda	1				1
2	Wilber Ordoñez	1	1	2		4
3	José Tirado	1	1	1		3
4	Isnardo Díaz	1	4	3		8
5	Henry Sánchez	1	1	5		7
6	Carolina Gonzales	1	1	3		5
7	Ramiro Carrillo Galvis	3	1	1		5
8	Nancy Estela Casa		1	5		6
9	Daniel Rodríguez	1				1
10	Fermín Pico	3	2	2		7
11	Misael Hernández Murillo	2	1			3
12	Carolina Celis	4	2	2		8
13	Salón Comunal					0
14	Luis Franco	1	1	2		4
15	Jenny Paola Franco	1	1	1		3
16	Juna Carlos Franco López	1	1			2
17	Yerly Carolina Méndez	1	1	3		5
18	Luis Emilio Franco	2	1	3		6
19	Víctor Julio Ruiz	1			2	3
20	Jorge Díaz				1	1
21	Jeimy Sanchez Coronel	4	3	3		10

Nota. Fuente: Elaborado por la autora del proyecto.

Tabla 5
Resultado del censo a la población de la vereda Payo cinco sector bajo

	Nombre dueño del predio	Hombres	Mujeres	Niños	Adulto mayor	Total
22	Iván Mancipe	1	1	2		4
23	Carlos Reatiga	1				1
24	Teresa Zafra	1	1			2
25	Severo Ardila Pinto	1	1			2
26	Laurentino Mejía Bravo	2	1	3		6
27	Fermín Ortiz	1				1
28	Luis Carreño Camargo	3	3	2	1	9
29	Misael Hernández Bonza	2	1			3
30	Sonia Abellaneda	2	1	2	1	6
31	Leoncio Valero	2	1			3
32	Marco Antonio Ramírez	3	1			4
33	Tiberio Puerto Pita	2	1			3
34	Nini Johana Estupiñan	2	1	2		5
35	José Robinson Lizarazo	2	1	3		6
36	María Teresa Ardila Patiño	1	1			2
37	John Fredy Estupiñan Villabona	2	1	1	1	5
38	Elías Ortega Parada	1				1
39	Lola Villabona Piñeres	2	2	1		5
40	Gilberto Contreras Pedraza	1	1	1		3
41	Sandra Estupiñan	1	1	4		6
42	Gerardo Saavedra	2	1			3
43	Ciro Martínez Acevedo	2	2	5	1	10
44	Mario Uribe Correa	1	1	3		5
45	Gladys	2	1	2		5
46	José María Martínez Salazar	1	1	2		4
47	Néstor Serrano	1	1			2
48	Rosalía Hernández Hurtado	2	2	3		7
49	Luis Alberto Amaya	1	2	2		5
50	Alberto Vega	4	1			5
51	Moisés Sánchez Maldonado	2	1	1		4
	Total	85	56	7		219

Nota. Fuente: Elaborado por la autora del proyecto.

Como se observa en las tablas 3 y 4 se puede apreciar que hay un número total de 219 habitantes, de los cuales 81 son hombres, 56 son mujeres, 75 son niños y 7 son adultos mayores.

Estos resultados fueron confrontados con los del corte de julio del Sisben del 2017, en lo cual se puede apreciar que las cifras son congruentes, resultando satisfactorio la realización del censo.

A pesar de que se pudo saber el número total de habitantes de la vereda Payoa cinco sector bajo, no se pudo obtener estadísticas poblaciones de años anteriores al 2017, por tal motivo se recurrió a los registros del corte del primero enero del 2010 hasta el primero de julio del 2017 (Oficina de Sisben Sabana de Torres , 2017), los cuales arrojaron un resultados de 249 habitantes, con los cuales se realizó las proyecciones de crecimiento de la población para poder calcular la población futura que va a ser beneficiada respecto al periodo de diseño. Los datos registrados por el Sisben no pueden ser expuestos específicamente ya que estos documentos son privados, para uso exclusivo de la oficina del Sisben y la Alcaldía de Sabana de Torres.

6.2 Identificación del Estado de la Zona de Captación del Agua para su Distribución

6.2.1 Reconocimiento del Terreno

Se realizó la visita de campo en compañía del equipo encargado del respectivo estudio, verificando la zona disponible y escogiendo así el mejor punto para realizar la captación de agua.



Ilustración 6. Localización satelital detallada de la zona de captación de agua dentro del predio Fuente: (IGAC, 2017)

El día 15 de septiembre de 2017, se corrió un (1) sondeo eléctrico vertical (SEV-1) en los alrededores del sitio destinado para el proyecto de embalse en la vereda PAYOA 5 SECTOR BAJO, tomando información del subsuelo hasta los 175 metros.

Tabla 6
Diseño del Sondeo

SEV	AB/2 (m)	COORDENADAS PLANAS Origen Bogotá (m)	
		N	E
SEV-1	175	1293875.921	1066092.894

Los criterios de selección del sitio para la realización del sondeo fueron:

- Posición topográfica favorable
- Cercanía al centro educativo
- Disponibilidad de espacio

Tabla 7.
Datos obtenidos en el SEV

DIVISION EXPLORACION DE AGUAS SUBTERRÁNEAS						
FECHA:		15 de septiembre de 2017				
PROYECTO:		Acueducto veredal				
INTERESADO:		Alcaldía Municipal - Petrosantander				
LOCALIZACION:		Por la cañada que se proyecta represar				
Coord. origen Bogotá			ESTE	1066092.894		
			NORTE	1293875.921		
Operó: PABLO MORA G			ALTURA	229 MSNM		
Estación	MN/2	AB/2	I prom (mA)	V prom (mV)	K	Resist Ap. (Ohm. - m.)
1	0.5	1.5	0	0	6.3	
2	0.5	2.5	0	0	18.8	
3	0.5	4	80	235	49.5	17
4	0.5	6	31	246	112.3	14
5	0.5	8	11	167	200.3	13
6	0.5	10	9	210	313.4	14

7	0.5	12	5	166	451.6	14
8	0.5	15	1	61	706.1	14
9	5.0	15	11	60	62.8	11
10	5.0	20	24	237	117.8	12
11	5.0	25	11	216	188.5	10
12	5.0	30	34	441	274.9	21
13	10	30	126	431	125.7	37
14	10	40	92	354	235.6	61
15	10	50	29	303	377.0	36
16	10	60	27	369	549.8	41
17	10	75	55	272	867.9	175
18	25	75	30	274	314.2	34
19	25	100	2	141	589.1	9
20	25	125	4	376	942.5	10
21	25	150	2	313,7	1374.5	11
22	25	175	2,75	409		

6.3.2 Interpretación del SEV

Las curvas obtenidas en campo son sometidas al proceso de ajuste de los empalmes y se llevan a una hoja de cálculo, la cual es a su vez insertada en el programa de interpretación empleado para el presente estudio (Ipi2win). Para cada sondeo se ingresa un modelo hipotético, ajustando la curva hasta alcanzar un valor de máxima precisión y obtener el modelo definitivo (Ver Figura 3).

A partir de la interpretación de los resultados del sondeo se elabora la tabla con el resumen de las principales características encontradas para la zona, la cual es la base para la elaboración de un perfil litológico.

Figura 3
Curva del SEV

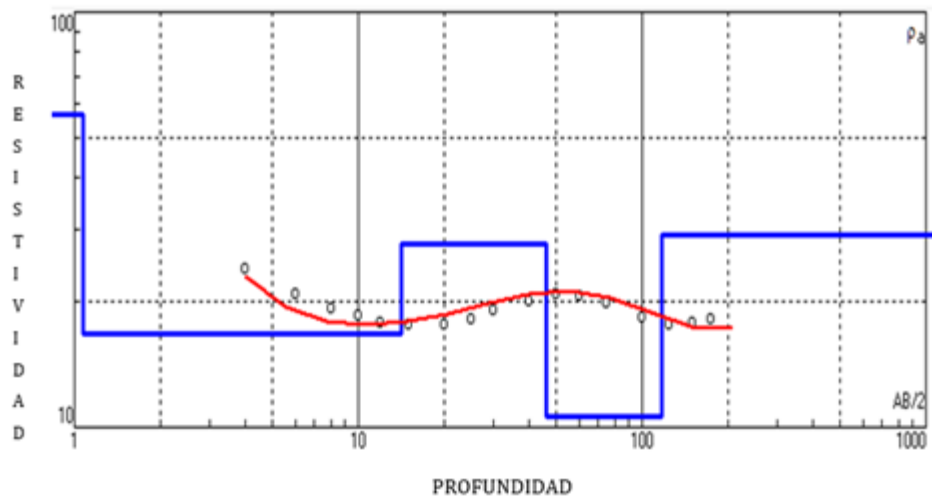


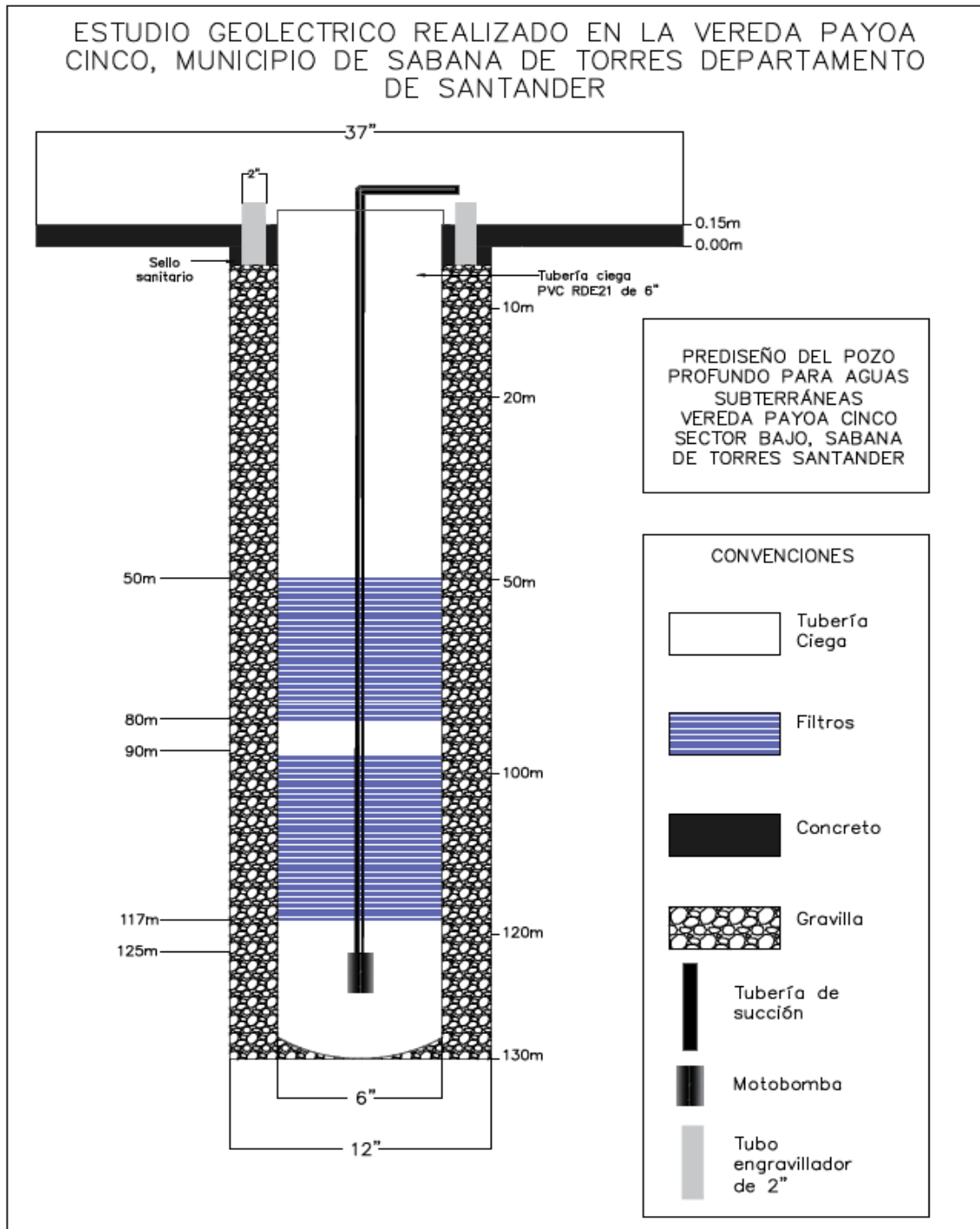
Tabla 8.
Resultados del SEV

SEV-1			
Profundidad (m)	Espesor (m)	Resistividad (ohm - m)	Interpretación
0.0 – 1.0	1.0	57	Suelo arenoarcilloso. Húmedo.
1.0 – 14.2	13.2	17	Lodolitas y lentes arenosos
14.2 – 46.0	31.8	38	Nivel areniscas y lodolitas.
46.0 – 117	71	14	Predominio de Areniscas de grano medio a grueso. Posibilidad de presencia del recurso hídrico.
117 – 175	58	29	Nivel de lodolitas arenosas y areniscas

Nota. Fuente: (Mora, 2017)

En la tabla 8 se contempla que de acuerdo con la curva de resistividad del SEV (Sondeo Eléctrico vertical), en el área de estudio se identificó en la profundidad en el rango de 46.0 – 117 metros un acuífero que permite decidir sobre la perforación de un pozo profundo.

Figura 4
 Modelo Del Prediseño Del Pozo



Una solución para el problema de abastecimiento puede ser mediante la explotación de aguas subterráneas se debe realizar una perforación hasta los 130 metros de profundidad en el sector.

6.4 Estudios topográficos

6.4.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra en el Municipio de Sabana de Torres -Santander, dentro de la Vereda la Payoa Cinco. Se ubicó el punto del Agustín Codazzi y su respectivo amarre.

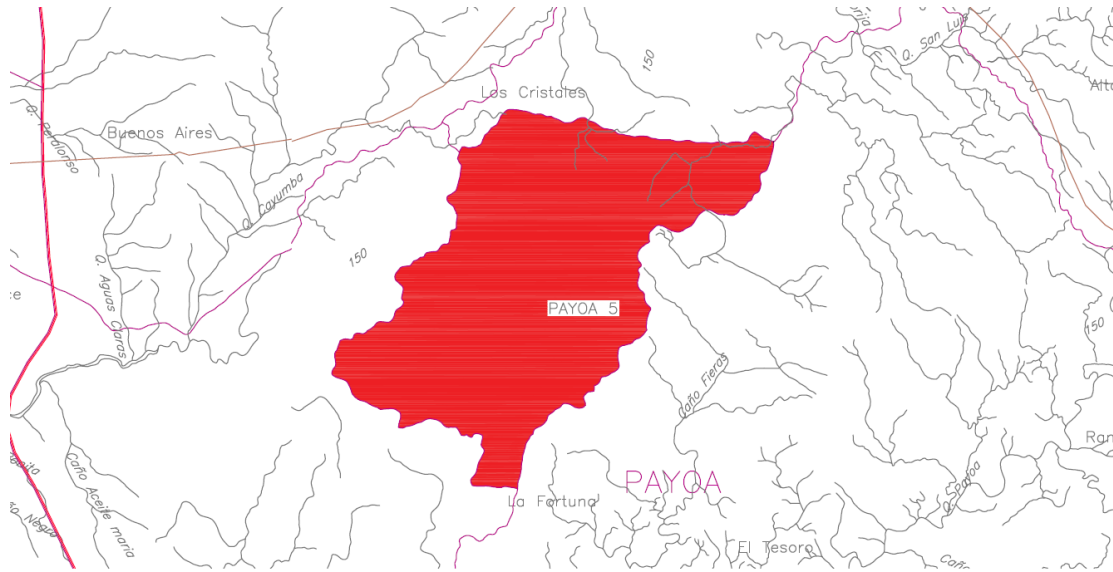


Ilustración 9. Localización vereda en distribución vereda del municipio de Sabana de Torres Fuente: (Alcaldía Municipal de Sabana de Torres, 2012)

6.4.2 Levantamiento del proyecto

Para las mediciones se establecieron sitios estratégicos para ubicar de las estaciones o deltas y de ahí se extendería las observaciones, conformando una poligonal abierta. Las mediciones se realizaron con una Estación Total. A partir de la inspección previa, se decidió tomar la mayoría de las observaciones al contorno del terreno, cuerpos de agua, vías de penetración, construcciones, arboles. Al mismo instante se procede a crear dos cuadernos de anotaciones, uno con el croquis y observaciones de los procedimientos y el segundo con los valores de las medidas ordenados por cada punto.

Para el desarrollo del trabajo se generó una poligonal abierta la cual se amarro a los mojoneros o vértices geodésicos ubicados en el aeropuerto de dicho municipio (Reyes, 2017). Ver tabla 9 y 10

Tabla 9
Vértice GPS S-T -113

VERTICE GPS S-T -113	
PLANAS DE GAUSS KRUGER	
Norte	1 308 139.944 m
Este	1 063 353.634 m

Nota. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Tabla 10
Vértices GPS A9-SS -3

VERTICE GPS A9-SS -3	
PLANAS DE GAUSS KRUGER	
Norte	1 308 460.677 m
Este	1 062 536.462 m

Nota. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

En la ilustración 11 se aprecian las curvas de nivel según las coordenadas y cotas del área de estudio.

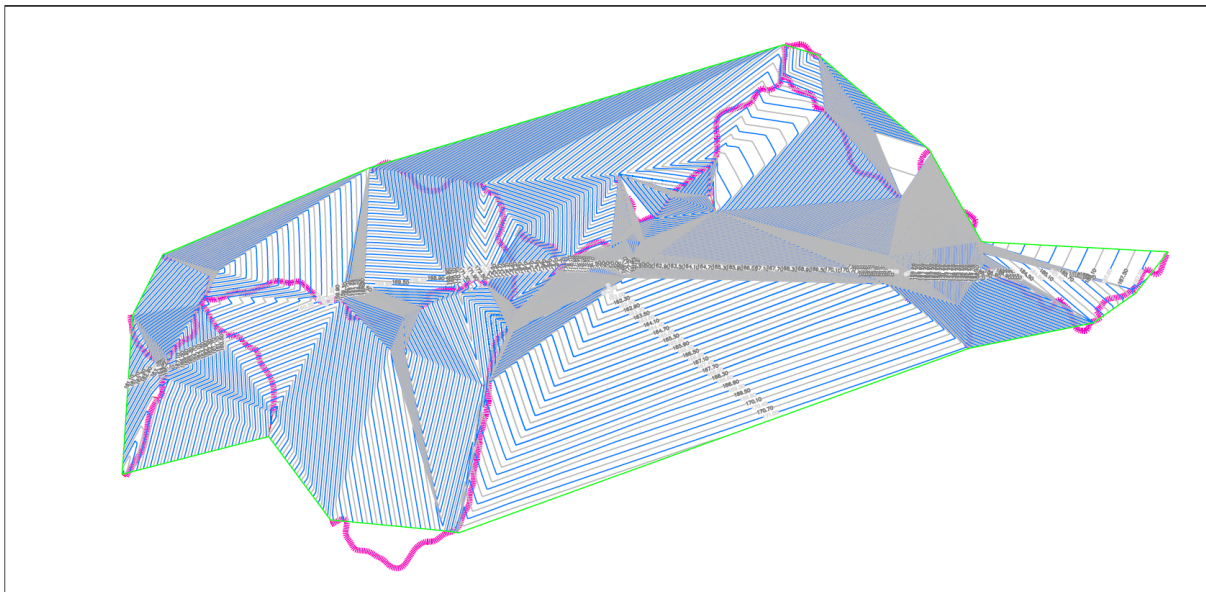


Ilustración 8. Esquema de las curvas de nivel obtenidas del terreno Fuente: Elaborado por la autora. Autodesk AutoCAD Civil 3D 2017

6.5 Diseño de la red de distribución de agua potable

6.5.1 Definición del Nivel de Complejidad del Sistema

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la RAS resolución 0330 de 2017 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico) en el título A, capítulo A.3., la tabla A.3. 1. Ver tabla 11.

Tabla 11

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Poblacion en la zona urbana (Habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Nota. Fuente: Tabla A.3.1 RAS resolución 0330 de 2017. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017)

Teniendo en cuenta estimación del número total de habitantes obtenido evidenciado en la tabla 6, el nivel de complejidad para el presente proyecto será Bajo.

6.5.2 Periodo de Diseño

Se entiende por periodo de diseño, en cualquier obra de la ingeniería civil, el número de años durante los cuales una obra determinada ha de prestar con eficiencia el servicio para el que se diseñó (Cualla, 2003).

En la tabla 9 se muestra el resumen de los diferentes periodos de diseño que conforman un sistema de agua potable y saneamiento básico como lo establece la GUIA RAS 001 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico), esta información fue recopilada del TITULO B y TITULO D de la misma norma.

Tabla 12
Periodos de diseño

Nivel de complejidad del sistema	Captaciones superficiales	Obras de captación subterráneas	Redes matrices o primarias	Redes menores o terciarias	Tanques de almacenamiento y compensación
	Aducciones y conducciones				
Bajo	Sistema de bombeo 15 años	Redes subterráneas 15 años	—	15 años	20 años
Medio	20 años	15 años	20 años	15 años	25 años
Medio alto	25 años	20 años	25 años	15 años	30 años
Alto	30 años	25 años	30 años	20 años	30 años

Nota. Fuente: GUIA RAS 001.

6.5.3 Métodos de Cálculo

Para la proyección de la población futura se deben implementaron los métodos de cálculo según la RAS 2000 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico) en el titulo B, capítulo B.2., tabla B.2.1., la cual depende del nivel de complejidad del sistema. Ver tabla 13.

Se calculará la población utilizando por lo menos los siguientes modelos matemáticos: Aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. RAS resolución 0330 de 2017 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico).

Tabla 13

Métodos de cálculo permitidos según el nivel de Complejidad del Sistema

Método por emplear	Nivel de complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico+ exponencial+ otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallada por zonas y detallar densidades			X	X

Nota. Fuente: Tabla B.2.1 RAS resolución 0330 de 2017

Así como lo recomienda la tabla 13 se implementarán los métodos aritmético, geométrico y exponencial para para la proyección de la población futura.

6.5.4 Método aritmético.

Este método sugiere que la población aumenta con una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir, que a la población actual del último censo se le adicione un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro Esto gráficamente representa una línea recta.

El crecimiento por periodo se puede obtener de los datos censales de los dos últimos censos practicados en la localidad. Este método es aplicable a pequeñas localidades, en especial rurales y ciudades grandes con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de desarrollo futuro casi nulas. Este método supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración (Corcho Romero & Duque Serna, 2005). Por medio de la ecuación (3) se determina la población final siguiendo el método aritmético.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc}) \quad \text{Ecuación (3)}$$

P_f	Población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población.
P_{uc}	Población correspondiente al último año censado con información.
P_{ci}	Población correspondiente al censo inicial con información.
T_{uc}	Es el año correspondiente al último año censado con información.
T_f	El año al cual se quiere proyectar la información.
T_{ci}	El año correspondiente al censo inicial con información

Tabla 14

Cálculos de proyección de población Método Aritmético

Año	Pci	K	2017	2022	2027	2032	2037	2042
2010	170	11.29	249.00	305.43	305.43	305.43	305.43	305.43
2011	181	11.33	249.00	305.67	305.67	305.67	305.67	305.67
2012	196	10.60	249.00	302.00	302.00	302.00	302.00	302.00
2013	205	11.00	249.00	304.00	304.00	304.00	304.00	304.00
2014	211	12.67	249.00	312.33	312.33	312.33	312.33	312.33
2015	218	15.50	249.00	326.50	326.50	326.50	326.50	326.50
2016	244	5.00	249.00	274.00	274.00	274.00	274.00	274.00
2017	249							
	Promedio	11.06	249.00	304.28	304.28	304.28	304.28	304

Nota. Fuente: Elaborado por la autora (memorias de cálculo)

Como se evidencia en la tabla 14 la proyección de población usando el Método Aritmético es de 304 habitantes, para un periodo de diseño de 25 años, correspondiente a nivel de complejidad bajo.

6.5.5 Método geométrico.

Este método se puede usar para algunas poblaciones, en especial aquellas ciudades que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido en los periodos

pasados. La representación gráfica sería la de una curva de interés compuesto. (Corcho Romero & Duque Serna, 2005). Por medio de la ecuación (1) se determina la población final siguiendo el método geométrico y con la ecuación (2) determinamos la tasa de crecimiento anual en forma decimal de la población.

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}} \text{ Ecuación (1)}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\left(\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}\right)} - 1 \text{ Ecuación (2)}$$

- P_f** Población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población.
- P_{uc}** Población correspondiente al último año censado con información.
- P_{ci}** Población correspondiente al censo inicial con información.
- T_{uc}** Es el año correspondiente al último año censado con información.
- T_{ci}** El año correspondiente al censo inicial con información
- T_f** El año al cual se quiere proyectar la información.
- r** Rata de crecimiento anual en forma decimal

Tabla 15
Cálculos de proyección de población Método Geométrico

Año	Pci	R	2017	2022	2027	2032	2037	2042
2010	170	0.06	249.00	327.03	327.03	327.03	327.03	327.03
2011	181	0.05	249.00	324.81	324.81	324.81	324.81	324.81
2012	196	0.05	249.00	316.33	316.33	316.33	316.33	316.33
2013	205	0.05	249.00	317.51	317.51	317.51	317.51	317.51
2014	211	0.06	249.00	328.14	328.14	328.14	328.14	328.14
2015	218	0.07	249.00	347.18	347.18	347.18	347.18	347.18
2016	244	0.02	249.00	275.58	275.58	275.58	275.58	275.58

2017	249							
	Promedio	0.05	249.00	319.51	319.51	319.51	319.51	320

Nota. Fuente: Elaborado por la autora (memorias de cálculo)

Como se consta en la tabla 15 la proyección de población usando el Método Geométrico es de 320 habitantes, para un periodo de diseño de 25 años, correspondiente a nivel de complejidad bajo.

6.5.6 Método exponencial.

La utilización de este método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Por medio de la ecuación (4) se determina la población final siguiendo el método exponencial.

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(T_f - T_{ci})} \quad \text{Ecuación (4)}$$

A través de la ecuación (5) se determina la tasa de crecimiento de la población (k) la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}} \quad \text{Ecuación (5)}$$

- P_{cp}** Es la población del censo posterior.
- P_{ca}** Es la población del censo anterior
- P_{ci}** Población correspondiente al censo inicial con información.
- T_{cp}** Es el año correspondiente al censo posterior

T_{ca}	Es el año correspondiente al censo anterior
T_f	El año al cual se quiere proyectar la información.
T_{ci}	El año correspondiente al censo inicial con información
L_n	Es el logaritmo natural o neperiano
k	Tasa de crecimiento de la población

Tabla 16
Cálculos de proyección de población Método Exponencial

Año	Pci	k	2017	2022	2027	2032	2037	2042
2010	170	0.05	213.78	251.79	296.56	349.30	411.41	484.57
2011	181	0.04	0	0	0	0	0	0
2012	196	0.02	0	0	0	0	0	0
2013	205	0.03	0	0	0	0	0	0
2014	211	0.04	0	0	0	0	0	0
2015	218	0.03	0	0	0	0	0	0
2016	244	0.02	0	0	0	0	0	0
2017	249		0	0	0	0	0	0
Promedio		0.03	213.78	251.79	296.56	349.30	411.41	485

Nota. Fuente: Elaborado por la autora (memorias de cálculo)

Como se contempla en la tabla 16 la proyección de población usando el Método Exponencial es de 485 habitantes, para un periodo de diseño de 25 años, correspondiente a nivel de complejidad bajo.

Tabla 17
Proyección de la población futura promedio

Método	Población futura	Promedio
Aritmético	304	
Geométrico	320	370
Exponencial	485	

Nota. Fuente: Elaborado por la autora (memorias de cálculo)

Por los anteriores métodos utilizados encontramos que la población proyectada al año 2042 para la vereda Payoa Cinco Sector Bajo es de 370 habitantes, información que se puede apreciar en la tabla 17, la cual se obtuvo con el promedio de los tres métodos usados, por lo que se trabajara con esta proyección ya que se considera la más apropiada.

6.6 Calculo de Dotación

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.6.1 Dotación neta mínima y máxima.

La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y sus valores mínimo y máximo se establecen de acuerdo con lo establecido por la norma RAS resolución 0330 de 2017 en el título B, capítulo B.2., tabla B.2.2. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 18.

Tabla 18
Dotación neta mínima y máxima

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab*día)^a	Dotación neta máxima (L/hab*día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

Nota. Fuente: Tabla B.2.2 RAS 2000
a (L/hab*día): Litros habitante por día

En la tabla 18 se puede apreciar que según el nivel de complejidad del sistema para el presente proyecto (Bajo), la dotación neta mínima es 100 L/hab*día.

6.6.2 Efecto del clima.

Teniendo en cuenta el clima predominante en el municipio, el diseñador puede variar la dotación neta establecida anteriormente de acuerdo con lo establecido por la norma RAS 2000. en el título B, capítulo B.2., tabla B.2.3 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 19

Tabla 19

Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Más de 28°C^a)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+15%	+10%	No se admiten Correcciones por clima
Medio	+15%	+10%	
Medio alto	+20%	+15%	
Alto	+20%	+15%	

Nota. Fuente: Tabla B.2.3 RAS 2000

a °C: Grados centígrados

En la tabla 19 se puede apreciar que según el nivel de complejidad del sistema para el presente proyecto (Bajo), la variación a la dotación neta para clima cálido es el 15% del valor de la dotación neta establecido inicialmente.

6.6.3 Calculo de Pérdidas

La norma RAS con resolución 0330 de 2017 establece las siguientes pérdidas que deben ser tomadas en cuenta en el diseño del sistema de acueducto. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017)

6.6.4 Calculo de pérdidas en la aducción (agua cruda).

Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%.

6.6.5 Calculo de pérdidas por conducción (agua tratada).

Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.

6.6.6 Perdidas técnicas en el sistema de acueducto.

Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del **nivel de complejidad del sistema**, de acuerdo con lo establecido por la norma RAS resolución 0330 de 2017. en el titulo B, capitulo B.2, tabla B.2.4. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017) Ver tabla 20

Tabla 20
Porcentaje máximo admisible de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentaje máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40%
Medio	30%
Medio alto	25%
Alto	20%

Nota. Fuente: Tabla B.2.4 RAS 2000

En tabla 17 se contempla que según el nivel de complejidad del sistema para el presente proyecto (Bajo), el porcentaje máximo admisible de pérdidas es de 40%.

6.6.7 Dotación Bruta

La dotación bruta debe establecerse según la RAS con resolución 0330 de 2017 usando la ecuación (6) (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 21.

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1-\%p} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Tabla 21
Calculo de dotación bruta

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$d_{bruta} = \frac{100}{1 - 0.4}$	d_{bruta}	Dotación bruta	166.67	(L/hab*día)
	d_{neta}	Demanda neta	100	(L/hab*día)
	$\%p$	Porcentaje de pérdidas técnicas	40%	%

Nota. Dotación bruta igual a 166.67 (L/hab*día). Fuente: Elaborado por la autora

6.7 Calculo de la Demanda

La norma RAS con resolución 0330 de 2017 fija los siguientes cálculos de caudal para hallar la demanda en el diseño del sistema de acueducto (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.7.1 Caudal medio diario.

El caudal medio diario, es el caudal medio calculado para la población proyectada con sus ajustes teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la ecuación (7). Ver tabla 22

$$Q_{md} = \frac{p*d_{bruta}}{86400} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Tabla 22
Calculo de caudal medio diario

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$Q_{md} = \frac{370 * 166.7}{86400}$	Q_{md}	Caudal medio diario	0.71	LPS ^a
	p	Población proyectada	370	Habitantes
	d_{bruta}	Demanda bruta	166.67	(L/hab*día)

Nota. Caudal medio diario igual a 0.71 (LPS). Fuente: Elaborado por la autora
a LPS: Litros por segundo

6.7.2 Caudal máximo diario.

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año, ver ecuación 8. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 . Ver tabla 22. En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , depende del nivel de complejidad del sistema de acuerdo con lo establecido por la norma RAS 2000. en el título B capítulo B.2 tabla B. 2.5. Ver tabla 23

Tabla 23

Coefficiente de consumo máximo diario k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad de sistema	Coefficiente de consumo máximo diario - k_1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

Nota. Fuente: Tabla B.2.5 RAS 2000

Teniendo en cuenta que el sistema que se diseño es nuevo y el que nivel de complejidad es bajo tenemos que el coeficiente de consumo máximo diario k_1 es 1.30.

$$QMD = Q_{md} * k_1 \quad \text{Ecuación (8)}$$

Tabla 24

Calculo máximo diario

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$QMD = 0.71 * 1.30$	QMD	Caudal máximo diario	0.93	LPS ^a
	k_1^b	Coefficiente de consumo máximo diario	1.30	Adimensional
	Q_{md}	Caudal medio diario	0.71	LPS

Nota. Caudal máximo diario es igual a 0.93 (LPS). Fuente: Elaborado por la autora

a LPS: Litros por segundo

b k_1 coeficiente de consumo máximo diario

6.7.3 Caudal máximo horario.

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio ver ecuación 9. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 . Ver tabla 23. En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, k_2 , es función del nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución, según se establece la norma RAS 2000. en el título B capítulo B.2 en la tabla B.2.6. Ver tabla 25

Tabla 25

Coefficiente de consumo máximo horario k_2 , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución

Nivel de complejidad de sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

Nota. Fuente: Tabla B.2.6 RAS 2017

Teniendo en cuenta que el sistema que se diseño es nuevo y el que nivel de complejidad es bajo tenemos que el coeficiente de consumo máximo horario k_2 es 1.60. Ver tabla 26

$$QMH = QMD * k_2 \quad \text{Ecuación (9)}$$

Tabla 26

Calculo máximo horario

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$QMH = 0.93 * 1.60$	QMH	Caudal máximo diario	1.48	LPS
	k_2^b	Coefficiente de consumo máximo diario	1.60	Adimensional
	QMD	Caudal medio diario	0.93	LPS

Nota. Caudal máximo horario es igual a 1.48 (LPS). Fuente: Elaborado por la autora

a LPS: Litros por segundo

b k_2 coeficiente de consumo máximo horario

6.8 Punto de Captación

6.8.1 Diseño de pozo profundo.

6.8.1.1 Periodo de diseño.

La norma RAS con resolución 0330 de 2017 (reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico) establece para las obras de captación de agua subterránea en este caso pozo profundo un período de diseño que se especifica en el título B, capítulo B.5., tabla B.5.1.

Tabla 27

Periodo de diseño para las obras de captación subterránea

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño
Bajo	15 años
Medio	15 años
Medio alto	20 años
Alto	25 años

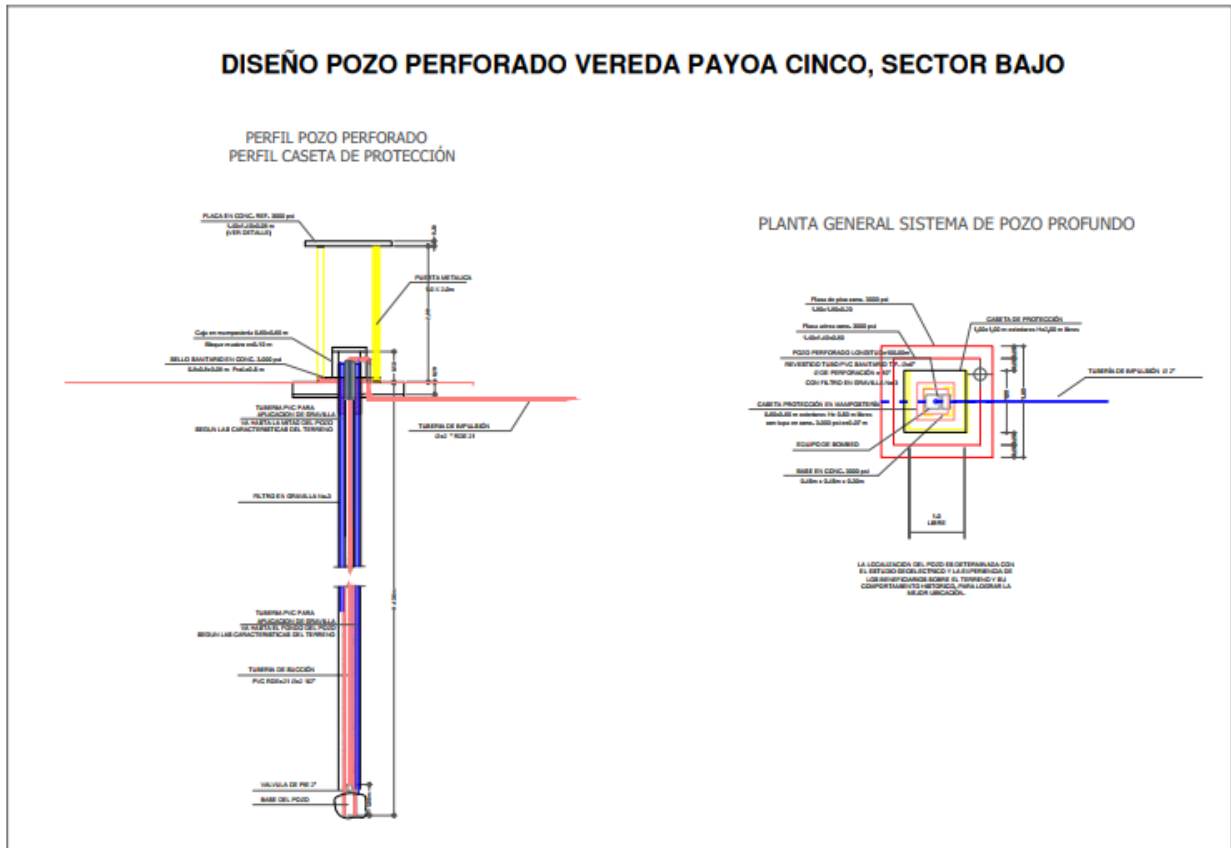
Nota. Fuente: Tabla B.5.1 RAS 2000.

En la tabla 27 se observa que según el nivel de complejidad del sistema para el presente proyecto (Bajo), el periodo de diseño para las obras de captación subterránea es de 15 años.

6.8.1.2 Número mínimo de pozos profundos.

Se construirá un único pozo con el que se abastecerá la población proyectada según el periodo de diseño de 25 años y el nivel de complejidad bajo.

Plano 1.
Diseño Pozo perforado



6.8.2 Impulsión y Aducción

6.8.2.1 Tubería de impulsión.

Diámetro tubería de impulsión.

De acuerdo con el Ing. López Cualla, en base a que la tubería de impulsión puede llegar a ser una conducción bastante larga, se debe efectuar el estudio del diámetro más económico. Uno de los criterios utilizados para esta determinación es el empleo de la fórmula de Bresse, la cual se puede resolver por medio de la ecuación 10, implementada para el caso del presente proyecto dependiendo del porcentaje de utilización de la bomba al día como se muestra en la ecuación 11

y del caudal el cual se obtiene se dividiendo el caudal de diseño, es decir el caudal máximo diario (QMD) en el porcentaje de utilización de la bombeo al día, como se puede apreciar en la ecuación 12 (Cualla, 2003): Ver tabla 25

$$D(m) = 1,3X^{1/4}\sqrt{Q(m^3/s)} \quad \text{Ecuación (10)}$$

$$X = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de bombeo por día}}{24} \quad \text{Ecuación (11)}$$

$$Q = \frac{\text{QMD}}{X} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Tabla 28
Diámetro comercial de la tubería de impulsión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$X = \frac{12}{24}$	X	Porcentaje bombeo día	50	%
	Nº h bombeo día	Nº de horas de bombeo diarias	12	horas
$Q = \frac{0.00093}{0.5}$	Q	Caudal de diseño	0.0019	m³/s
	QMD	Caudal máximo diario	0.00093	m³/s
$D = 1,3(0.5)^{1/4}\sqrt{0.0019(m^3/s)}$	D	Diámetro de la tubería	0.05	metros

Nota. Diámetro comercial de la tubería de impulsión es igual a 0.050 m o 2 pulgadas. Fuente: Elaborado por la autora

Velocidad tubería de impulsión.

Por medio de la ecuación (12) establecemos la velocidad de la tubería de impulsión, como es señalado por López Cualla (Cualla, 2003). Ver tabla 26

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q*4}{\pi*D^2[m]} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Tabla 29
Velocidad tubería de impulsión

Nota. Velocidad tubería de impulsión es igual a 0.94 m/s. Fuente: Elaborado por la autora

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0019 * 4}{\pi * 0.050^2}$	V	Velocidad tubería de impulsión	0.94	m/s
	Q	Caudal de diseño	0.0019	m ³ /s
	D	Diámetro de la tubería	0.050	m

Cálculo de las pérdidas por fricción para tubería de impulsión.

Según la norma RAS 2000 en el título B, capítulo B.5. el cálculo de las pérdidas de energía debidas a la fricción en una tubería o conducto cilíndrico largo, con un interior de diámetro continuo, debe realizarse mediante el uso de las ecuaciones de William & Hazen, en su rango de validez, o la de Darcy – Weisbach, como se muestra en la ecuación 13 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017):

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Así mismo la RAS 2000 establece que esta ecuación conforma la ecuación universal de resistencia fluida para conductos a presión para la cual deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) El coeficiente de fricción de Darcy, f , para tuberías de sección circular se obtiene utilizando la ecuación (14) y la ecuación (15):

- a) Flujo Laminar (Re menor que 2000)

$$f = \frac{64}{Re} \quad \text{Ecuación (14)}$$

- b) Flujo Turbulento (Re mayor que 4000), desde flujo hidráulicamente liso a flujo hidráulicamente rugoso

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \quad \text{Ecuación (15)}$$

2) El número de Reynolds (Re) está definido por la ecuación (15):

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} \quad \text{Ecuación (16)}$$

Para conocer el valor de las pérdidas de energía debido a la fricción primero se halló el número de Reynolds como se aprecia en la tabla 29. En el título B, capítulo B.6., tabla B. 6.28. de la norma RAS 2000 se tomaron los valores de la densidad y la viscosidad absoluta del agua como función de la temperatura media en ese caso 30° centígrados, los cuales deben utilizarse durante el diseño de las líneas de conducción (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 30

Tabla 30
Densidad y la viscosidad del agua según la temperatura

Temperatura (°C)	Densidad, ρ (kg/m ³)	Viscosidad, μ (x10 ⁻³ Pa•s)
0	999.9	1.792
5	1000.0	1.519
10	999.7	1.308
15	999.1	1.140
20	998.2	1.005
30	995.7	0.801
40	992.2	0.656
50	988.1	0.549

Nota. Fuente: Tabla B.6.28 RAS 2000.

Tabla 31
Cálculo del número de Reynolds

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$Re = \frac{995.7 * 0.71 * 0.050}{0.801 \times 10^{-3}}$	Re	Número de Reynolds	29344	adimensional
	ρ	Densidad del fluido	995.7	kg/m ³
	v	Velocidad media del fluido	0.47	m/s
	D	Diámetro de la tubería	0.050	m
	μ	Viscosidad dinámica del fluido	0.801x10 ⁻³	Pa•s

Nota. El número de Reynolds es igual a 29344. Fuente: Elaborado por la autora

El valor que se usa para hallar el número de Reynolds es la velocidad media, es decir $v/2$ o $0.97/2=0.47$

A continuación, se determinó el coeficiente de fricción dependiendo del tipo de flujo que a su vez depende del número de Reynolds el cual fue 44017, concluyendo así que es flujo turbulento, ya que Re es mayor que 4000. Ver tabla 32

Se debe tener en cuenta la rugosidad absoluta (k_s) de las tuberías que se debe evaluar tomando como guía la norma RAS con resolución 0330 de 2017 en el título B, capítulo B.6 tabla B. 6.29. Ver tabla 33

Tabla 32
Valores de rugosidad absoluta

Material	Rugosidad absoluta k_s (mm)
Acero comercial	0.45
CCP	0.12
Hierro dúctil	0.25
Hierro dúctil con revestimiento en mortero	0.10
GRP	0.029
Polietileno	0.007
PVC y PVCO	0.0015

Nota. Fuente: Tabla B.6.29 RAS 2000

Tabla 33
Coefficiente de fricción tubería de impulsión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{0.0015}{3.7 \cdot 50} + \frac{2.51}{29344 \sqrt{f}} \right)$	f	Coefficiente de fricción	0.022	Adimensional
	k_s	Rugosidad absoluta	0.0015	mm
	Re	Número de Reynolds	29344	Adimensional
	D	Diámetro de la tubería	50	mm

Nota. El coeficiente de fricción es igual a 0.022. Fuente: Elaborado por la autora

Con los datos obtenidos se calculó las pérdidas de energía debidas a la fricción como aprecia en tabla 34.

Tabla 34
Cálculo de las pérdidas por fricción tubería de impulsión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$h_f = 0.022 * \frac{190.8}{0.050} * \frac{0.47^2}{2 * 9.81}$	h_f	Pérdida de energía	0.95	m
	f	Coefficiente de fricción	0.022	Adimensional
	L	Longitud de la tubería	190.8	m

D	Diámetro de la tubería	0.050	m
v	Velocidad media del fluido	0.47	m/s
g	Aceleración de la gravedad	9.81	m/s ²

Nota. Las pérdidas por fricción son igual a 0.95m. Fuente: Elaborado por la autora

Cálculo de las pérdidas menores para tubería de impulsión

Para el cálculo de las pérdidas menores producidas en curvas, tees, válvulas y otros accesorios debe utilizarse la ecuación (17) según la norma RAS con resolución 0330 de 2017 en el título B, capítulo B.6.

$$h_m = k_m * \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación (17)}$$

Para cada accesorio existe un valor de coeficiente, estos valores fueron tomados de la tabla B.6.30 de la norma RAS 2000. Ver tabla 35

Tabla 35

Coefficientes de pérdidas menores para accesorios comunes

Accesorios	K_m
Válvula de globo, completamente abierta	10.0
Válvula de mariposa, completamente abierta	5.0
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.9
Codo de radio corto	0.8
Codo de radio medio	0.6
Codo de gran radio	0.4
Codo de 45°	0.3
Te, en sentido recto	1.8
Te, a través de la salida lateral	0.3
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.8
Ye de 45°, salida lateral	0.5
Entrada recta a tope	0.1
Entrada con boca acampanada	0.9
Entrada con tubo entrante	1.0
Salida	0.9

Nota. Fuente: Tabla B.6.30 RAS 2000

Los accesorios para esta tubería son 6 codos de gran radio, la sumatoria de estos coeficientes es igual a 2.4.

En la tabla 36 se aprecian el cálculo de las perdidas menores.

Tabla 36
Cálculo de las pérdidas menores tubería de impulsión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$h_m = k_m * \frac{v^2}{2g}$	h_m	Pérdidas menores	0.05	m
	k_m	Coefficiente de pérdidas menores	2.4	Adimensional
	v	Velocidad media del fluido	0.22	m/s
	g	Aceleración de la gravedad	9.81	m/s ²

Nota. Las pérdidas por menores son igual a 0.05 m. Fuente: Elaborado por la autora

Las pérdidas totales de la tubería de impulsión son igual 1.01 m, es decir la sumatoria de las perdidas por fricción y las perdidas menores.

6.8.2.2 Tubería de succión.

Diámetro tubería de succión.

Siguiendo la recomendación que hace López Cualla se determina tomando el mismo diámetro de la tubería de impulsión o el diámetro comercial inmediatamente superior (Cualla, 2003). Para este caso en particular se tomó el diámetro comercial superior, 63 mm o 2.5 pulgadas, debido a que usando el mismo diámetro no se garantizaba estar en el rango que cubre la velocidad máxima permitida por la norma RAS con resolución 0330 de 2017.

Velocidad tubería de succión.

La velocidad de la tubería de succión es de 0.59m/s, ver tabla 35, cumpliendo con lo establecido por la norma RAS con resolución 0330 de 2017 en el titulo B, capítulo B.8 tabla B.

8.2. Ver tabla 37

Tabla 37

Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro

Diámetro de la tubería de succión	Velocidad máxima
50 mm	0.75 m/s
75 mm	1.00 m/s
100 mm	1.30 m/s
150 mm	1.45 m/s
200 mm	1.60 m/s
250 mm	1.60 m/s
300 mm	1.70 m/s
Mayor que 400 mm	1.80 m/s

Nota. Fuente: Tabla B.8.2 RAS 2000

Tabla 38

Velocidad tubería de succión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0019 * 4}{\pi * 0.063^2}$	<i>V</i>	Velocidad tubería de impulsión	0.59	<i>m/s</i>
	<i>Q</i>	Caudal de diseño	0.0019	<i>m³/s</i>
	<i>D</i>	Diámetro de la tubería	0.063	<i>m</i>

Nota. Velocidad tubería de impulsión es igual a 0.59 m/s. Fuente: Elaborado por la autora

Cálculo de las pérdidas por fricción para tubería de succión.

Los cálculos de las pérdidas por fricción se observan en la tabla 39, así mismo el cálculo del coeficiente de fricción para flujo turbulento en la tabla 40 y el número de Reynolds en la tabla 41.

Tabla 39

Cálculo del número de Reynolds

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$Re = \frac{995.7 * 0.30 * 0.063}{0.801 \times 10^{-3}}$	<i>Re</i>	Número de Reynolds	23289	adimensional
	ρ	Densidad del fluido	995.7	kg/m ³
	<i>v</i>	Velocidad media del fluido	0.30	m/s
	<i>D</i>	Diámetro de la tubería	0.063	m
	μ	Viscosidad dinámica del fluido	0.801x10 ⁻³	Pa•s

Nota. El número de Reynolds es igual a 23289. Fuente: Elaborado por la autora

El valor que se usa para hallar el número de Reynolds es la velocidad media, es decir $v/2$ o $0.59/2=0.30$

Tabla 40

Coefficiente de fricción tubería de impulsión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{0.0015}{3.7 \cdot 63} + \frac{2.51}{23289 \cdot \sqrt{f}} \right)$	f	Coefficiente de fricción	0.024	Adimensional
	k_s	Rugosidad absoluta	0.0015	mm
	Re	Número de Reynolds	23289	Adimensional
	D	Diámetro de la tubería	63	mm

Nota. El coeficiente de fricción es igual a 0.024. Fuente: Elaborado por la autora

Tabla 41

Cálculo de las pérdidas por fricción tubería de succión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$h_f = 0.024 * \frac{142}{0.063} * \frac{0.30^2}{2 * 9.81}$	h_f	Perdida de energía	0.23	m
	f	Coefficiente de fricción	0.024	Adimensional
	L	Longitud de la tubería	135.85	m
	D	Diámetro de la tubería	0.063	m
	v	Velocidad media del fluido	0.30	m/s
	g	Aceleración de la gravedad	9.81	m/s ²

Nota. Las pérdidas por fricción son igual a 0.23 m. Fuente: Elaborado por la autora

Cálculo de las pérdidas menores para tubería de succión.

Los accesorios para esta tubería son 5 codos de gran radio y una válvula de compuerta, en la tabla 42 se observa el cálculo de perdidas menores.

Tabla 42

Cálculo de las pérdidas menores tubería de succión

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$h_m = k_m * \frac{v^2}{2g}$	h_m	Pérdidas menores	0.03	m
	k_m	Coefficiente de pérdidas menores	2.9	Adimensional
	v	Velocidad media del fluido	0.09	m/s
	g	Aceleración de la gravedad	9.81	m/s ²

Nota. Las pérdidas por menores son igual a 0.03 m. Fuente: Elaborado por la autora

Las pérdidas totales de la tubería de succión son igual 0.26 m, es decir la sumatoria de las perdidas por fricción y las perdidas menores.

6.9 Redes de Distribución

6.9.1 Período de diseño.

La norma RAS con resolución 0330 de 2017 establece un periodo de diseño para los proyectos de redes de distribución según el nivel de complejidad del sistema (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 43

Tabla 43

Periodo de diseño según el nivel de complejidad del sistema para redes de distribución

Nivel de complejidad del sistema	Periodo de diseño
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30 años

Nota. Fuente: Tabla B.7.1 RAS 2000

Según nivel de complejidad bajo el periodo de diseño es de 25 años.

6.9.2 Caudal de diseño.

El caudal de diseño para todos los niveles de complejidad del sistema será el caudal máximo horario (QMH), establece la RAS con resolución 0330 de 2017, en este caso 1.48 LPS (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.9.3 Material para las tuberías de la red de distribución.

El material implementado en las tuberías de las redes de distribución es el polivinilo de cloruro (PVC), aprobado como un material apto para este uso de acuerdo con RAS 2000.

6.9.4 Presiones en la red de distribución.

Conforme la norma RAS con resolución 0330 de 2017 para todos los niveles de complejidad del sistema, desde la etapa de diseño se deben tener en cuenta requisitos referentes a las presiones en los nodos de la red de distribución, la presión dinámica mínima, para los niveles de complejidad del sistema bajo y medio debe ser de 98.1 kPa (10 m.c.a.) (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.9.5 Diámetros de las tuberías en la red de distribución.

6.9.5.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz.

Acorde a la norma RAS con resolución 0330 de 2017 se fija un diámetro de 64 mm para el nivel de complejidad del presente proyecto en el título B, capítulo B.7 tabla B.7.3 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 44

Tabla 44

Diámetros mínimos de la red matriz

Nivel de complejidad del sistema	Diámetro mínimo
Bajo	64 mm (2.5 pulgadas)
Medio	Medio 100 mm (4 pulgadas)
Medio alto	Medio alto 150 mm (6 pulgadas)
Alto	Alto 300 mm (12 pulgadas) o más según

Nota. Fuente: Tabla B.7.5 RAS 2000

6.9.5.2 Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución.

Así mismo la norma RAS con resolución 0330 de 2017 fija un diámetro de 38.1 mm para las redes menores de distribución según el nivel de complejidad del presente proyecto en el título B, capítulo B.7 tabla B.7.3 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 45

Tabla 45

Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución

Nivel de complejidad del sistema	Diámetro mínimo
Bajo	38.1 mm (1.5 pulgadas)
Medio	Medio 50.0 mm (2.0 pulgadas)
Medio alto	Medio alto 100 mm (4 pulgadas). Zona comercial e industrial
Alto	63.5 mm (2 ½ pulgadas) Zona residencial

Nota. Fuente: Tabla B.7.6 RAS 200

6.9.6 Profundidad de las tuberías.

De acuerdo con López Cualla el cual se basa en la norma RAS con resolución 0330 de 2017, la profundidad mínima de las tuberías en la red de distribución debe ser de 1,0 m, medido desde la rasante hasta la cota externa superior de la tubería. En algunos casos puede reducirse hasta 0,6 m, teniendo en cuenta que, si hay tráfico vehicular, es necesario hacer un análisis estructural de la

tubería. La profundidad máxima es normalmente de 1,5 m hasta la cota externa superior de la tubería (Cualla, 2003).

6.9.7 Resultados de simulación de la red.

El análisis del comportamiento hidráulico de la red del sistema de distribución de agua potable, este se realizó por medio del software EPANET 2.0, el cual es un software de aguas gratuito desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) (TECPA).

Las configuraciones de las opciones hidráulicas se establecieron en unidades de caudal de LPS, ecuación de pérdidas (H-W) Hazen-Williams (150-PVC) y factor de demanda 1.0.

6.9.7.1 Distribución y resultados nodos de la red.

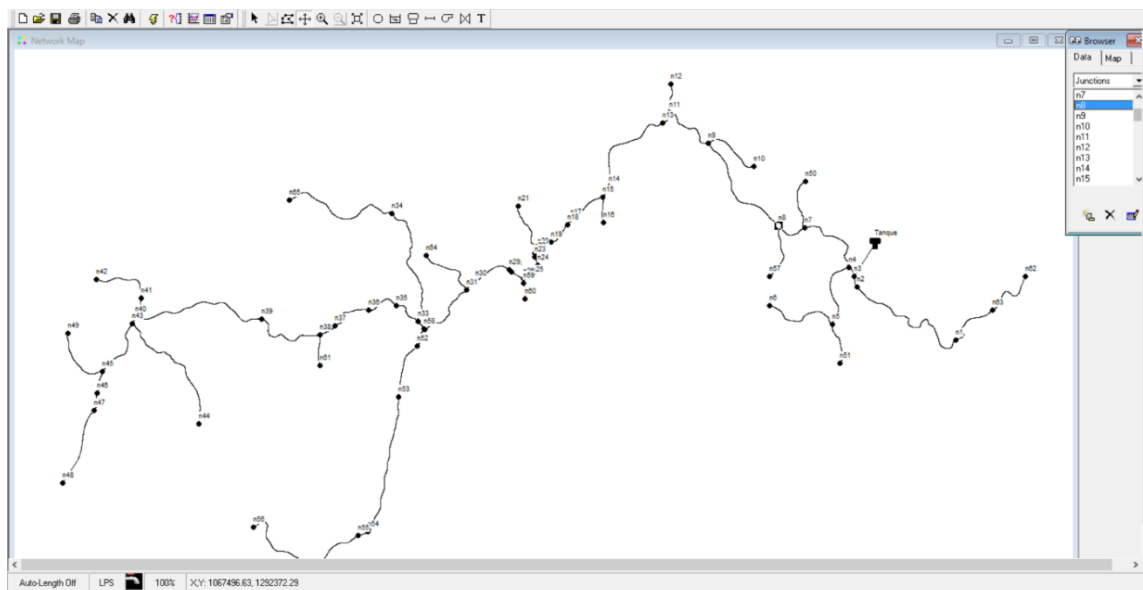


Ilustración 9 Modelación distribución de los nodos de la red de distribución. Fuente: EPANET 2.0

Tabla 46

Resultados de nodos, simulación de la red de distribución

TUBERÍAS DE LA RED							
Tubería	Nodo inicial	Nodo final	Longitud (m)	Diámetro (m)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Perdida unitaria (m/km)
Tubería 1	n1	n2	950.5	64	-0.04	0.01	0.01
Tubería 2	n2	n3	70.71	64	-0.06	0.02	0.01
Tubería 3	n3	n4	72.66	64	0.67	0.21	0.87
Tubería 4	n4	n5	468.3	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 5	n5	n6	518.4	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 6	n6	n7	498.2	64	0.64	0.2	0.8
Tubería 7	n7	n8	210.3	64	0.63	0.2	0.77
Tubería 8	n8	n9	763.2	64	0.62	0.19	0.74
Tubería 9	n9	n10	383.5	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 10	n10	n11	374.6	64	0.6	0.19	0.71
Tubería 11	n11	n12	195.2	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 12	n12	n13	88.24	64	0.59	0.18	0.68
Tubería 13	n13	n14	662.1	64	0.57	0.18	0.65
Tubería 14	n14	n15	76.08	64	0.56	0.17	0.62
Tubería 15	n15	n16	171.4	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 16	n16	n17	262.6	64	0.53	0.17	0.56
Tubería 17	n17	n18	40.72	64	0.52	0.16	0.53
Tubería 18	n18	n19	165.9	64	0.5	0.16	0.51
Tubería 19	n19	n20	98.49	64	0.49	0.15	0.48
Tubería 20	n20	n21	332.6	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 21	n20	n22	34.6	64	0.48	0.15	0.46
Tubería 22	n22	n23	23.1	64	0.46	0.14	0.43
Tubería 23	n23	n24	61.01	64	0.43	0.13	0.39
Tubería 24	n24	n25	87.59	64	0.42	0.13	0.36
Tubería 25	n25	n26	64.72	64	0.41	0.13	0.34
Tubería 26	n26	n27	86.59	64	0.38	0.12	0.3
Tubería 27	n27	n28	10.4	64	0.36	0.11	0.28
Tubería 28	n28	n29	12.63	64	0.35	0.11	0.26
Tubería 29	n29	n30	258	64	0.34	0.1	0.24
Tubería 30	n30	n31	83.51	64	0.32	0.1	0.22
Tubería 31	n31	n32	410.8	64	0.31	0.1	0.2
Tubería 32	n33	n34	833.9	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 33	n33	n35	196.5	64	0.2	0.06	0.09
Tubería 34	n36	n37	294.6	64	0.17	0.05	0.07
Tubería 35	n37	n38	120.1	64	0.15	0.05	0.06
Tubería 36	n38	n39	497	64	0.14	0.04	0.05
Tubería 37	n39	n40	914.8	64	0.11	0.03	0.03

Tubería 38	n40	n41	132.8	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 39	n41	n42	400.4	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 40	n40	n43	50.89	38.1	0.08	0.07	0.23
Tubería 41	n43	n44	883.5	64	0.03	0.01	0
Tubería 42	n43	n45	410.7	38.1	0.06	0.05	0.11
Tubería 43	n45	n46	152.9	38.1	0.04	0.04	0.06
Tubería 44	n46	n47	117.7	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 45	n47	n48	528.3	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 46	n45	n49	406.7	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 47	n7	n50	343.7	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 48	n5	n51	281.5	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 49	n32	n52	126	38.1	0.07	0.06	0.16
Tubería 50	n52	n53	372.7	38.1	0.06	0.05	0.11
Tubería 51	n53	n54	926.8	38.1	0.04	0.04	0.06
Tubería 52	n54	n56	960.6	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 53	n35	n36	226.6	64	0.18	0.06	0.08
Tubería 54	n54	n55	72.24	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 55	n8	n57	372.5	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 56	n58	n33	64.55	64	0.22	0.07	0.11
Tubería 57	n32	n58	7.588	64	0.24	0.07	0.13
Tubería 58	n26	n59	27.53	38.1	0.03	0.02	0.03
Tubería 59	n59	n60	101.4	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 60	n38	n61	203.3	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 61	n62	n63	371.6	64	-0.01	0	0
Tubería 62	n63	n1	373	64	-0.03	0.01	0
Tubería 63	n31	n64	398.4	38.1	0.01	0.01	0.01
Tubería 64	n34	n65	803.7	38.1	0.01	0.01	0.01
1	Tanque	n3	68.16	64	0.73	0.23	1

Nota. Coeficiente de rugosidad usado es de 150. Fuente: Software EPANET 2.0

En la tabla 46 se aprecian los resultados de la simulación en los nodos de la red de distribución, la cual cumple la columna mínima de agua establecida por la norma RAS con resolución 0330 de 2017

6.9.7.2 Distribución y resultados tuberías de la red.

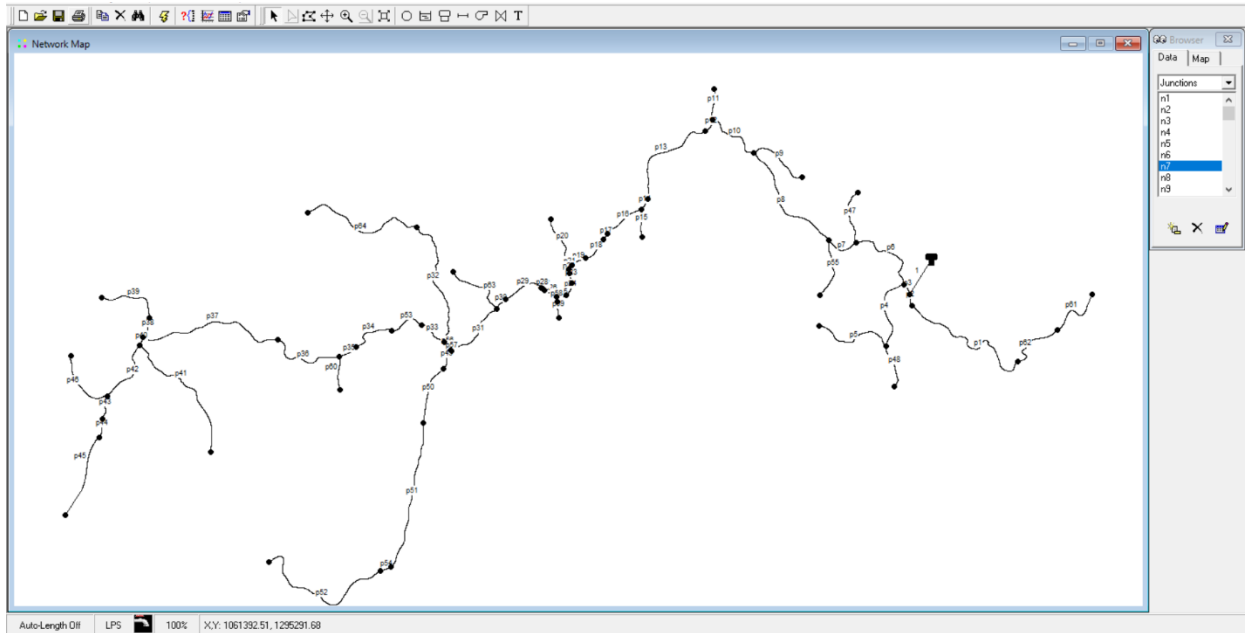


Ilustración 10 Modelación distribución de las tuberías de la red de distribución. Fuente: EPANET 2.0

Tabla 47

Resultados de las tuberías, simulación de la red de distribución

TUBERÍAS DE LA RED

Tubería	Nodo inicial	Nodo final	Longitud (m)	Diámetro (m)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Perdida unitaria (m/km)	Factor de fricción
Tubería 1	n1	n2	950.5	64	-0.09	0.03	0.02	0.034
Tubería 2	n2	n3	70.71	64	-0.12	0.04	0.03	0.032
Tubería 3	n3	n4	72.66	64	1.36	0.42	3.2	0.022
Tubería 4	n4	n5	468.3	38.1	0.06	0.05	0.12	0.033
Tubería 5	n5	n6	518.4	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 6	n6	n7	498.2	64	1.3	0.41	2.95	0.023
Tubería 7	n7	n8	210.3	64	1.27	0.4	2.83	0.023
Tubería 8	n8	n9	763.2	64	1.25	0.39	2.72	0.023
Tubería 9	n9	n10	383.5	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 10	n10	n11	374.6	64	1.22	0.38	2.6	0.023
Tubería 11	n11	n12	195.2	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 12	n12	n13	88.24	64	1.19	0.37	2.49	0.023
Tubería 13	n13	n14	662.1	64	1.16	0.36	2.38	0.023
Tubería 14	n14	n15	76.08	64	1.13	0.35	2.27	0.023
Tubería 15	n15	n16	171.4	38.1	0.06	0.05	0.12	0.033
Tubería 16	n16	n17	262.6	64	1.07	0.33	2.06	0.023
Tubería 17	n17	n18	40.72	64	1.04	0.32	1.95	0.023

Tubería 18	n18	n19	165.9	64	1.01	0.32	1.85	0.023
Tubería 19	n19	n20	98.49	64	0.98	0.31	1.76	0.024
Tubería 20	n20	n21	332.6	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 21	n20	n22	34.6	64	0.96	0.3	1.66	0.024
Tubería 22	n22	n23	23.1	64	0.93	0.29	1.57	0.024
Tubería 23	n23	n24	61.01	64	0.87	0.27	1.39	0.024
Tubería 24	n24	n25	87.59	64	0.84	0.26	1.31	0.024
Tubería 25	n25	n26	64.72	64	0.81	0.25	1.23	0.024
Tubería 26	n26	n27	86.59	64	0.75	0.23	1.07	0.025
Tubería 27	n27	n28	10.4	64	0.72	0.23	0.99	0.025
Tubería 28	n28	n29	12.63	64	0.69	0.22	0.92	0.025
Tubería 29	n29	n30	258	64	0.67	0.21	0.85	0.025
Tubería 30	n30	n31	83.51	64	0.64	0.2	0.78	0.025
Tubería 31	n31	n32	410.8	64	0.61	0.19	0.72	0.025
Tubería 32	n33	n34	833.9	38.1	0.06	0.05	0.12	0.033
Tubería 33	n33	n35	196.5	64	0.38	0.12	0.3	0.027
Tubería 34	n36	n37	294.6	64	0.32	0.1	0.22	0.028
Tubería 35	n37	n38	120.1	64	0.29	0.09	0.18	0.028
Tubería 36	n38	n39	497	64	0.26	0.08	0.15	0.029
Tubería 37	n39	n40	914.8	64	0.2	0.06	0.09	0.03
Tubería 38	n40	n41	132.8	38.1	0.06	0.05	0.12	0.034
Tubería 39	n41	n42	400.4	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 40	n40	n43	50.89	38.1	0.14	0.13	0.62	0.029
Tubería 41	n43	n44	883.5	64	0.03	0.01	0	0.04
Tubería 42	n43	n45	410.7	38.1	0.12	0.1	0.42	0.03
Tubería 43	n45	n46	152.9	38.1	0.09	0.08	0.25	0.032
Tubería 44	n46	n47	117.7	38.1	0.06	0.05	0.12	0.033
Tubería 45	n47	n48	528.3	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 46	n45	n49	406.7	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 47	n7	n50	343.7	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 48	n5	n51	281.5	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 49	n32	n52	126	38.1	0.14	0.13	0.63	0.029
Tubería 50	n52	n53	372.7	38.1	0.12	0.1	0.42	0.03
Tubería 51	n53	n54	926.8	38.1	0.09	0.08	0.25	0.032
Tubería 52	n54	n56	960.6	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 53	n35	n36	226.6	64	0.35	0.11	0.25	0.027
Tubería 54	n54	n55	72.24	38.1	0.06	0.05	0.12	0.033
Tubería 55	n8	n57	372.5	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 56	n58	n33	64.55	64	0.43	0.13	0.39	0.027
Tubería 57	n32	n58	7.588	64	0.46	0.14	0.44	0.026
Tubería 58	n26	n59	27.53	38.1	0.06	0.05	0.12	0.034
Tubería 59	n59	n60	101.4	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 60	n38	n61	203.3	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 61	n62	n63	371.6	64	-0.03	0.01	0	0.039

Tubería 62	n63	n1	373	64	-0.06	0.02	0.01	0.036
Tubería 63	n31	n64	398.4	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
Tubería 64	n34	n65	803.7	38.1	0.03	0.03	0.03	0.037
1	Tanque	n3	68.16	64	1.48	0.46	3.73	0.022

Nota. Coeficiente de rugosidad usado es de 150 Fuente: Software EPANET 2.0

En la tabla 47 se aprecia la distribución de tuberías con sus longitudes, cumpliendo las velocidades requeridas por la RAS con resolución 0330 de 2017, también se observan los caudales, vale aclarar que los caudales que presentan valores negativos no presentan ningún problema, lo que está mostrando el patrón, es que la tubería se dibujó en sentido contrario al que fluye el caudal.

6.9.7.3 Perfil de la red de distribución.

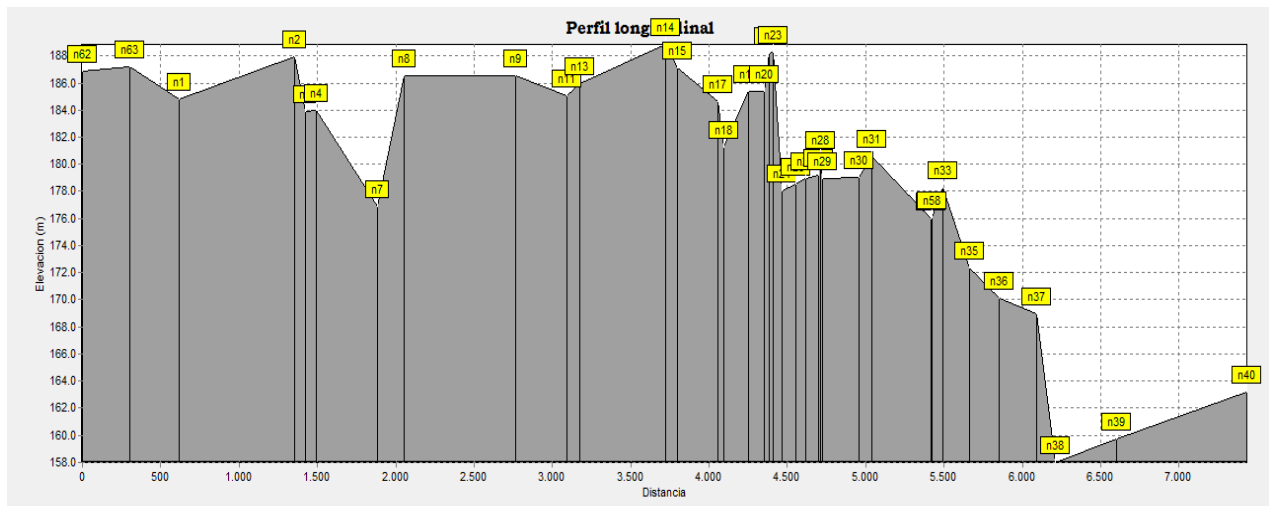
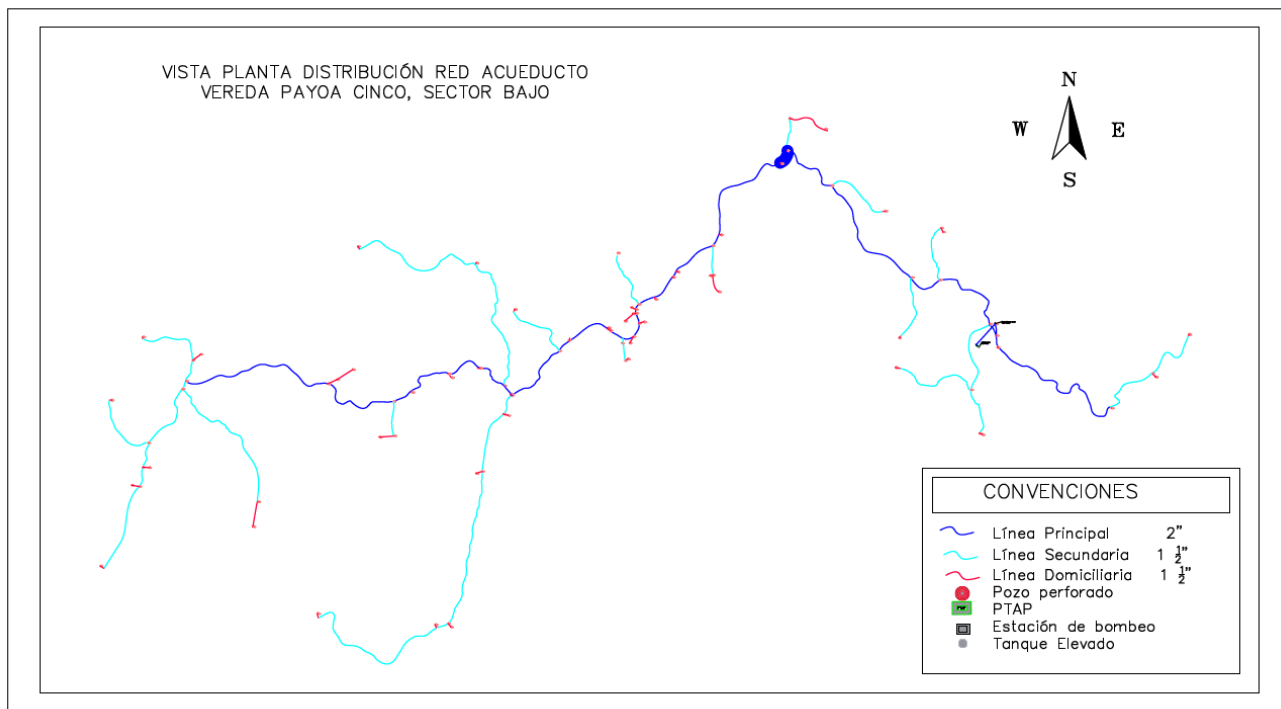


Ilustración 11. Perfil de elevación Fuente: EPANET 2.0

Plano 2

Plano de distribución de tuberías según su diámetro.



En la ilustración 16 se muestra de manera detallada la distribución de las diferentes redes de distribución del sistema así mismo la ubicación de los componentes que integran el diseño.

6.10 Estaciones de bombeo

6.10.1 Tiempo de bombeo

Conforme dicta la norma RAS con resolución 0330 de 2017, para los niveles de complejidad del sistema medio y bajo, el tiempo de bombeo recomendado para el caudal de diseño es de 12 h horas de bombeo, es decir $0.0093 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.10.2 Pozo de succión

Se presentó un predimensionamiento por parte del geólogo encargado de la realización del estudio geoelectrico mencionado anteriormente, el diseño plantea la construcción de un pozo perforado de 12" y revestido en tubería de 6". Ver ilustración 17

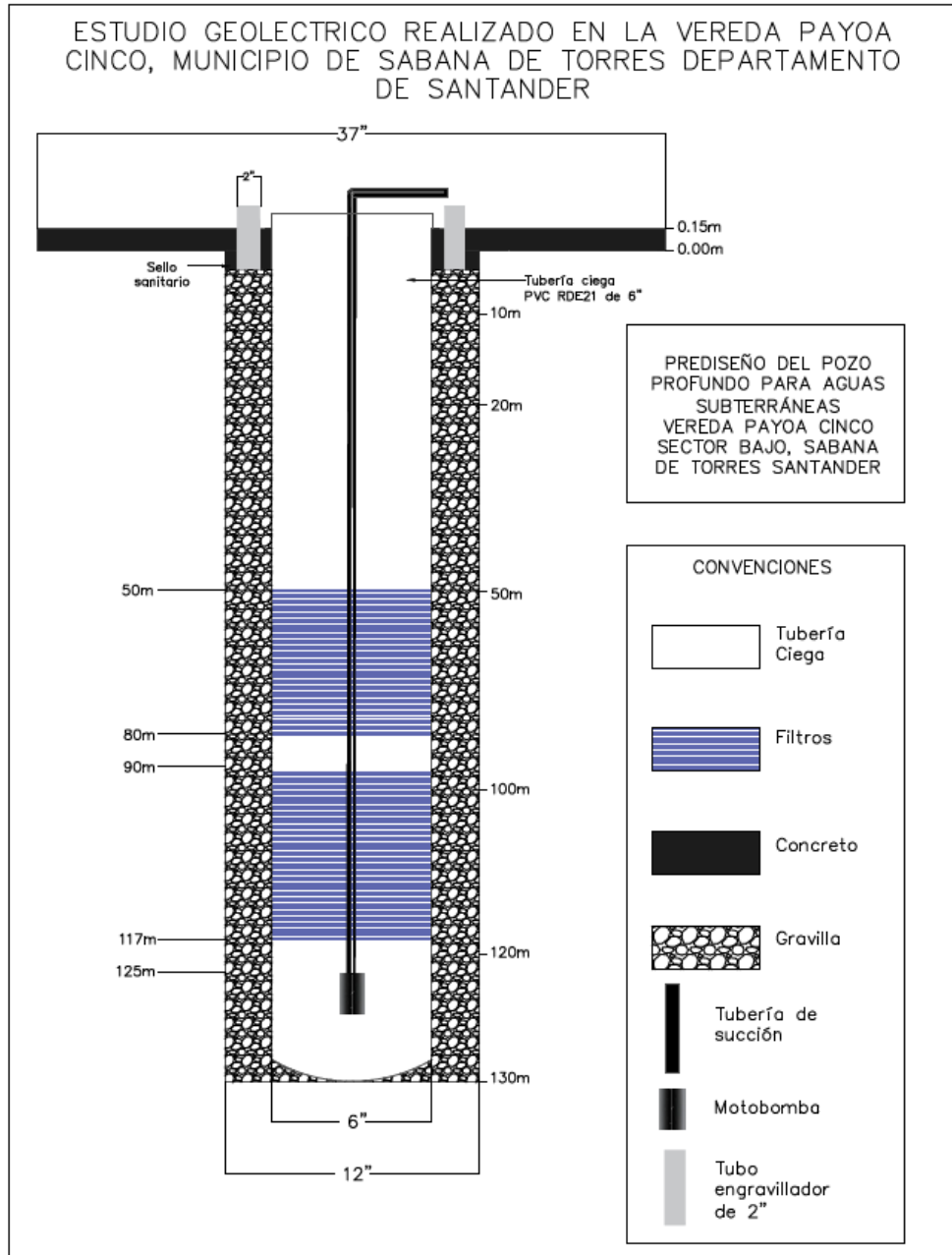


Ilustración 12 Prediseño del pozo profundo para aguas subterráneas

6.11 Bombas

6.11.1 Número de bombas

La norma RAS con resolución 0330 de 2017 en el título B capítulo B.8 insta que el número de bombas por colocar en la estación debe definirse de acuerdo con la capacidad requerida y la energía disponible, para nivel bajo de complejidad deben colocarse dos bombas, cada una con una capacidad igual a la capacidad requerida.

6.11.2 Potencia

La potencia requerida por la bomba debe ser suficiente para obtener la capacidad del sistema y se calcula en la siguiente forma:

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{\eta} \text{ Ecuación (18)}$$

Para el diseño de este sistema de acueducto fue necesario implementar dos bombas, una sumergible tipo lapicero y una centrífuga.

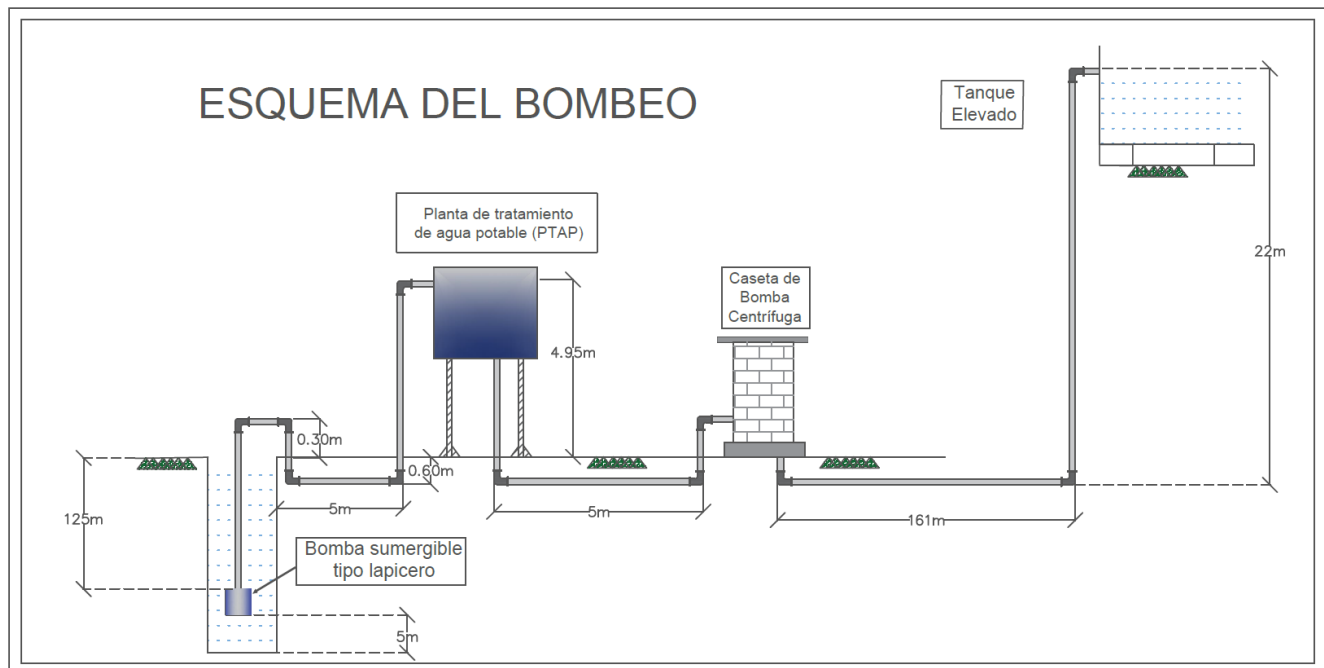


Ilustración 13 Esquema de la estación de bombeo

En la ilustración 18 se puede apreciar el esquema de la estación de bombeo, en el cual se nota detalladamente las longitudes de las tuberías de succión e impulso, así como la ubicación de cada uno de los elementos que conforman esta estación.

6.11.2.1 Potencia bombas

Con los datos obtenidos según la ilustración 18 se calcula carga estática (h estática) de las bombas, h estática bomba tipo lapicero se observa en la ecuación (19) y la de la bomba centrífuga en la ecuación (20)

$$h_{estatica} = 125m + 4.95m = 129.95m \quad \text{Ecuación (19)}$$

$$h_{estatica} = 10.43m + 22m = 32.43m \quad \text{Ecuación (20)}$$

Conocida la carga estática (h estática) y la carga dinámica (perdidas por tubería) se calcula la carga de bombeo (h bombeo) que es la suma de las cargas anteriores, h bombeo= h estática +h dinámica, el h bombeo de la bomba tipo lapicero se observa en la ecuación (21) y la de la bomba centrífuga en la ecuación (22)

$$h_{bombeo} = 129.95m + 0.26m = 130.209m \quad \text{Ecuación (21)}$$

$$h_{bombeo} = 32.43m + 1.01m = 33.438m \quad \text{Ecuación (22)}$$

Po lo tanto 130.209 m para la bomba tipo lapicero y 33.438m para la bomba centrífuga es la carga que debe vencer cada equipo de bombeo para garantizar el correcto funcionamiento.

Con base en todo lo anterior se va a revisar la potencia de las bombas. Ver tabla 49 y 50

Tabla 48

Potencia requerida por la bomba tipo lapicero

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$P = \frac{Q * \gamma * H}{\eta}$	P	Potencia requerida por la bomba	5	hp
	Q	Caudal de operación	0.0019	m/s ³
	γ	Peso específico del agua	9.81	N/m ³
	h_{bombeo}	Altura total de bombeo	130.209	m
	η	Eficiencia del bombeo	0.63	%

Nota. La potencia real de la bomba es de 5 hp. Fuente: Elaborado por la autora

Tabla 49

Potencia requerida por la bomba centrifuga

Ecuación	Variables	Descripción	Valores	Unidades
$P = \frac{Q * \gamma * H}{\eta}$	P	Potencia requerida por la bomba	2	hp
	Q	Caudal de operación	0.0019	m/s ³
	γ	Peso específico del agua	9.81	N/m ³
	h_{bombeo}	Altura total de bombeo	33.438	m
	η	Eficiencia del bombeo	0.52	%

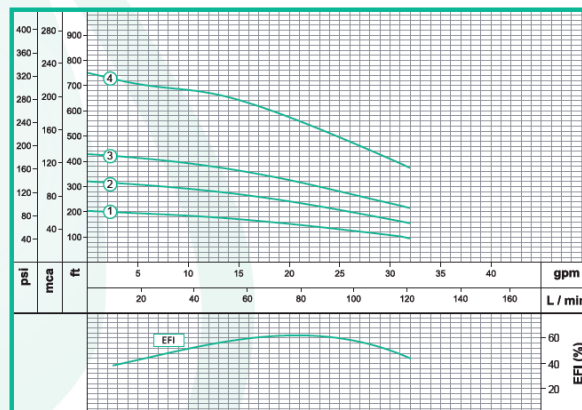
Nota. La potencia real de la bomba es de 2 hp. Fuente: Elaborado por la autora

Se revisan las curvas de las bombas escogida para revisar los criterios descritos y se corrobora los parámetros anteriores. Ver ilustración 19 y 20

Características de la bomba						Características del motor			
Tipo de bomba	Acoplamiento		Temperatura máx. líquido			Alimentación		Velocidad (rpm)	
Centrifuga	Monobloque		70°C (158°F) Continua			Eléctrica		3,600 (nominal)	
Modelo	Ref.	Ø Descarga	Etapas	H máx. (mca)*	Q máx. (gpm)**	Potencia min. requerida (hp)	Fases	Voltaje	
1 4SP 2507	E0301	1 1/2"	7	60	32	1,0	1	110	220
2 4SP 2511	E0303	1 1/2"	11	100	32	2,0	1	3	220
3 4SP 2515	E0304	1 1/2"	15	130	32	3,0	1	3	220
4 4SP 2526	E0305	1 1/2"	26	230	32	5,0	1	3	220

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
 ** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Curva de rendimiento



Aplicaciones

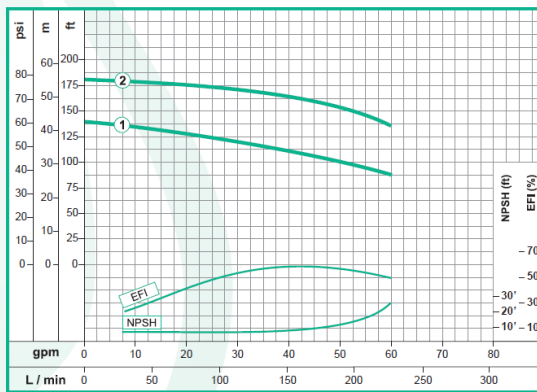
- Uso doméstico
- Sector agrícola
- Industria
- Construcción
- Institucional
- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Bombeo de aguas limpias sin cuerpos abrasivos
- Extracción de agua en pozos profundos
- Llenado de tanques elevados
- Llenado tanque bajo-tanque alto
- Recirculación de agua en piscinas
- Riego por aspersión

Ilustración 14 Curva de rendimiento de la bomba tipo lapicero

Características de la bomba								Características del motor			
Tipo de bomba	Acoplamiento			Tipo de impulsor				Alimentación	Velocidad (rpm)		
Centrífuga	Monobloque			Cerrado, balanceado dinámicamente (ISO G6.3)				Eléctrica	3.600 (nominal)		
Etapas	Cierre del eje			Temperatura máx. líquido				Cerramiento	Frecuencia (Hz)		
1	Sello mecánico 5/8" Tipo 6			70°C (158°F) Continua				ODP	60		
Modelo	Ref.	Ø Succión	Ø Descarga	Ø Impulsor	Peso (kg)	H máx. (mca)*	Q máx. (gpm)**	Potencia (hp)	Fases	Voltaje (V)	Frame
1 HE 1.5 20-1	1E0506	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	5,700"	28,0	42	60	2,0	1	110/220	NEMA 56J
2 HE 1.5 30-1 CE	1E0507	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	6,800"	28,0	55	60	3,0	1	220	NEMA 56J

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
 ** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Curva de rendimiento

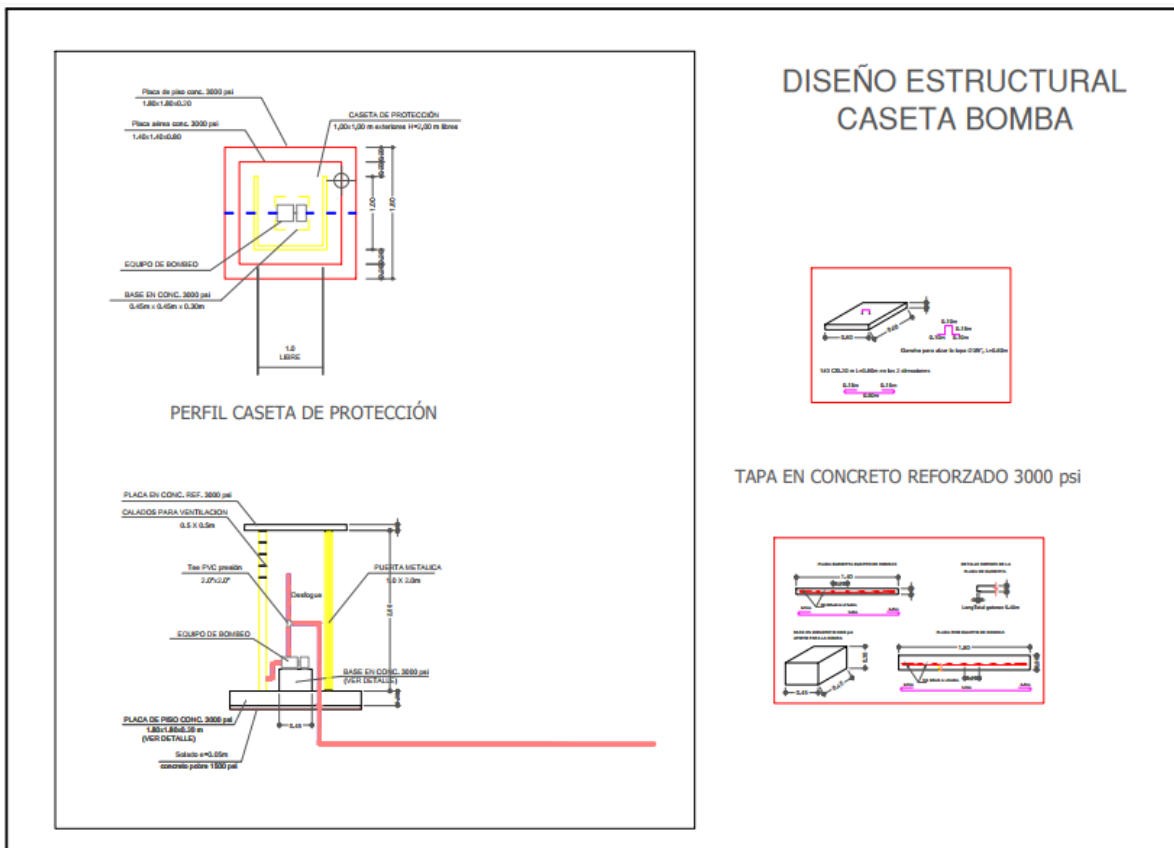


Aplicaciones

- Uso doméstico
 Sector agrícola
 Industria
 Construcción
 Institucional
- Acueductos
 - Aprovisionamiento de aguas limpias
 - Distribución de agua en unidades residenciales
 - Extracción de agua de pozos llanos
 - Industria Minera
 - Industria Petroquímica
 - Industria Química
 - Lavado a presión de maquinaria
 - Lavado de establos
 - Llenado de tanques elevados
 - Llenado tanque bajo-tanque alto
 - Recirculación de agua en torres de enfriamiento
 - Riego por aspersión
 - Sistemas contra incendio
 - Sistemas de presión
 - Sistemas de trabajo pesado y continuo

Ilustración 15 Curva de rendimiento de la bomba centrífuga

Plano 3 Diseño Estructural de la Bomba



6.12 Tanque de almacenamiento

El tipo de tanque a diseñar es un tanque elevado con una estructura base de 20 metros la cual garantiza la cabeza mínima de presión requerida por la norma RAS con resolución 0330 de 2017.

6.12.1 Número mínimo de tanques

Según nivel de complejidad Bajo es aceptable contar con un solo tanque de almacenamiento.

6.12.2 Caudal de diseño

Según indica la norma RAS con resolución 0330 de 2017 en aquellos casos en que se bombee durante períodos inferiores a las 24 horas, el caudal de entrada del tanque corresponde al caudal medio diario (Qmd) multiplicado por un factor igual que 24 horas dividido por el número de horas efectivas de bombeo ver tabla 49. El tanque debe proveer el caudal máximo horario (QMH) es decir $0.00148\text{m}^3/\text{s}$, teniendo en cuenta la variación del consumo que se entrega a la zona que se está abasteciendo (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

Tabla 50

Caudal tanque elevado

<i>Ecuación</i>	<i>Variables</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valores</i>	<i>Unidades</i>
$Q = \frac{0.0007}{0.5}$	Q Qmd	Caudal de diseño Caudal máximo diario	123.2 61.6	$\text{m}^3/\text{día}$ $\text{m}^3/\text{día}$
$X = \frac{12}{24}$	X $N^\circ h \text{ bombeo día}$	Porcentaje bombeo día N° de horas de bombeo diarias	50 12	% horas

Nota. El caudal de diseño del tanque es de $123.2 \text{ m}^3/\text{día}$. Fuente: Elaborado por la autora

6.12.3 Determinación del volumen para la regulación de la demanda: método de curva integral

Guiados por (Cualla, 2003) se hizo el análisis con base en curvas de demanda de la población para que como lo indica la RAS con resolución 0330 de 2017, el tanque tenga la capacidad de compensar las variaciones entre el caudal de entrada de las plantas de tratamiento y el caudal de consumo en cada instante (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017). Ver tabla 53

Tabla 51

Regulación de la demanda: método de curva integral

Intervalos de tiempo	Consumo horario	Curva integral de consumo	Suministro horario continuo	Curva integral de suministro	Déficit horario	Déficit acumulado	Volumen por hora de agua tanque
Hora	C(%)	$\Sigma C(\%)$	S(%)	$\Sigma S(\%)$	$\Delta(S-C)$	$\Sigma \Delta(S-C)$	V(%)
0-1	1.0	1	0.00	0.00	-1.00	-1.00	19.02
1-2	1.0	2.0	0.00	0.00	-1.00	-2.00	18.02
2-3	1.0	3.0	0.00	0.00	-1.00	-3.00	17.02
3-4	1.0	4.0	0.00	0.00	-1.00	-4.00	16.02
4-5	7.0	11.0	8.33	8.33	1.33	-2.67	17.35
5-6	7.0	18.0	8.33	16.66	1.33	-1.34	18.68
6-7	7.0	25.0	8.33	24.99	1.33	-0.01	20.01
7-8	6.0	31.0	8.33	33.32	2.33	2.32	22.34
8-9	6.0	37.0	8.33	41.65	2.33	4.65	24.67
9-10	6.0	43.0	8.33	49.98	2.33	6.98	27.00
10-11	6.0	49.0	0.00	49.98	-6.00	0.98	21.00
11-12	7.0	56.0	0.00	49.98	-7.00	-6.02	14.00
12-13	7.0	63.0	0.00	49.98	-7.00	-13.02	7.00
13-14	7.0	70.0	0.00	49.98	-7.00	-20.02	0.00
14-15	5.0	75.0	8.33	58.31	3.33	-16.69	3.33
15-16	5.0	80.0	8.33	66.64	3.33	-13.36	6.66
16-17	5.0	85.0	8.33	74.97	3.33	-10.03	9.99
17-18	3.5	88.5	8.33	83.30	4.83	-5.20	14.82
18-19	3.5	92.0	8.33	91.63	4.83	-0.37	19.65
19-20	2.0	94.0	8.37	100.00	6.37	6.00	26.02
20-21	2.0	96.0	0.00	100.00	-2.00	4.00	24.02
21-22	1.0	97.0	0.00	100.00	-1.00	3.00	23.02
22-23	1.0	98.0	0.00	100.00	-1.00	2.00	22.02
23-24	1.0	99.0	0.00	100.00	-1.00	1.00	21.02

Nota. Fuente: Elaborado por la autora

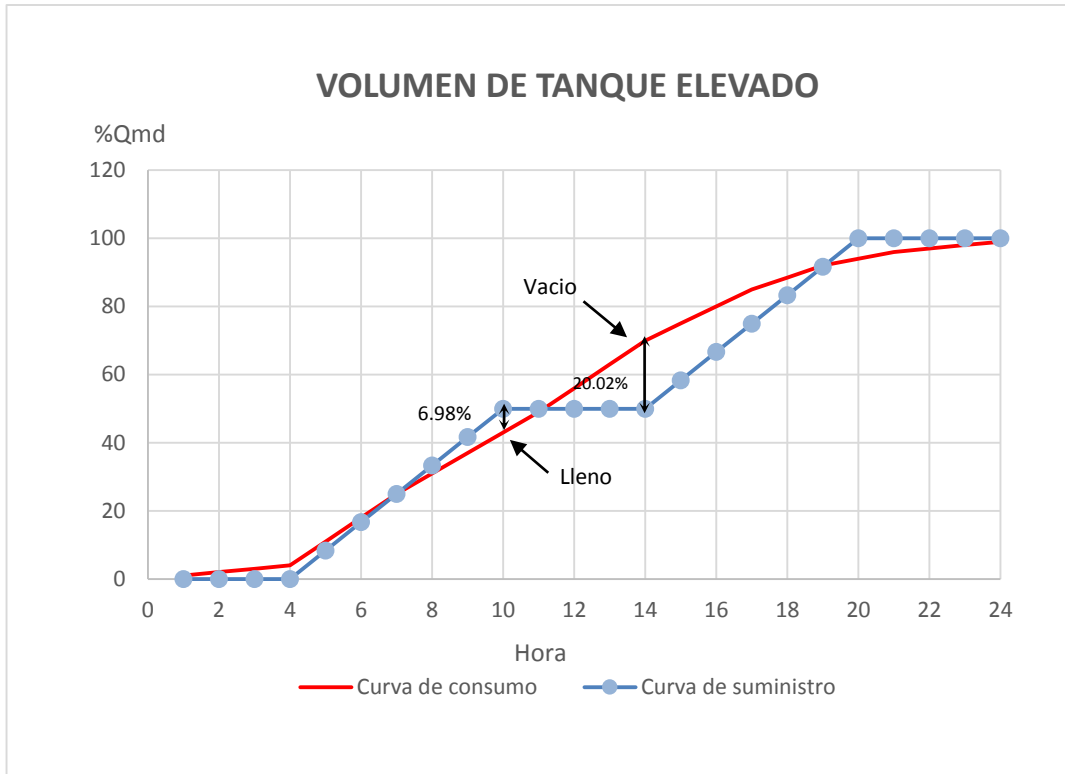


Gráfico 2 Cálculo gráfico del volumen del tanque elevado

En el gráfico 2 se observan los puntos de máximo déficit (-20.02) y máximo sobrante (6.98%), los cuales corresponden a la finalización de la primera etapa de bombeo y al inicio de la segunda etapa de bombeo. El volumen de la curva integral es la suma de estos dos valores (27%)

6.12.4 Capacidad para demanda contra incendio

En el nivel bajo de complejidad no debe tenerse en cuenta la capacidad para demanda contra incendio indica la RAS con resolución 0330 de 2017 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2017).

6.12.5 Volumen del tanque

Los cálculos se realizaron siguiendo lo recomendado por López Cualla, es decir, el volumen total del tanque será la suma de la capacidad para la regulación de la demanda (volumen de la

curva integral multiplicado por 1.2) y este resultado multiplicado por caudal de diseño en m^3 (Cualla, 2003). Ver ecuación 23

$$Volumen\ del\ tanque = 0.27 * 1.2 * 123.2m^3 = 40m^3 \quad \text{Ecuación (23)}$$

6.12.6 Predimensionamiento del tanque

Las dimensiones se calcularon según López Cualla.

$$Volumen\ del\ tanque = 40m^3 = 0.40 \times 10^2 m^3 \quad \text{Ecuación (24)}$$

Se verifica la constante de capacidad del tanque de almacenamiento sugerida en la tabla 12.2 por López, (Cualla, 2003). Ver tabla 24

Tabla 52

Constante de capacidad del tanque de almacenamiento

V(cientos de m³)	K
<3	2.0
4-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
>17	0.7

Nota. Fuente: Elaborado por la autora

La constante correspondiente al volumen del tanque es $k=2.0$.

Finalmente se usaron las ecuaciones (25) y (26) para hallar la altura, el ancho y largo del tanque (Cualla, 2003). Ver tabla 54

$$H = \frac{V}{3} + k \quad \text{Ecuación (25)}$$

$$B = L = \sqrt{\frac{V(m^3)}{H}} \quad \text{Ecuación (26)}$$

Tabla 53

Predimensionamiento del tanque

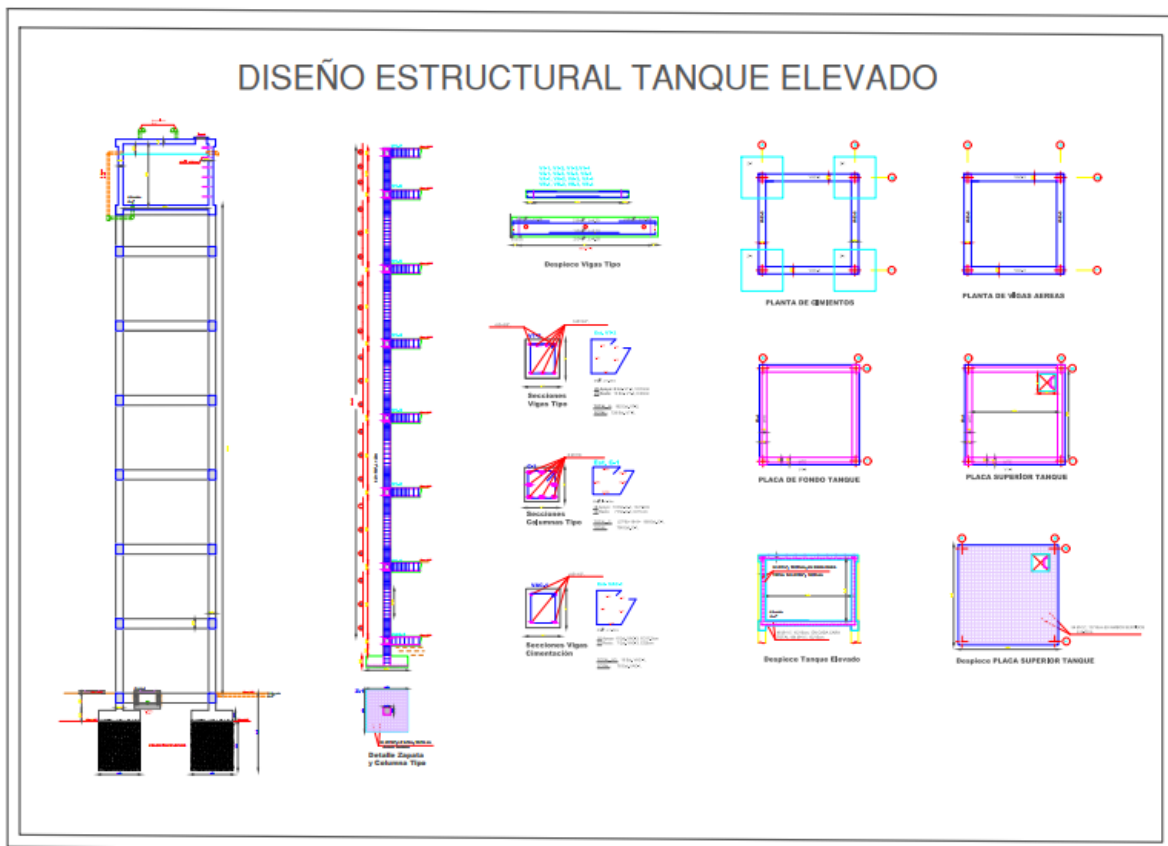
<i>Ecuación</i>	<i>Variables</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valores</i>	<i>Unidades</i>
$H = \frac{0.40}{3} + 2.0$	H	Altura de tanque	2.10	m
	V	Volumen tanque	0.40	m ³
	k	Constante de capacidad del tanque	2.0	Adimensional
$B = L = \sqrt{\frac{40}{2.13}}$	B	Ancho tanque	4.30	m
	L	Largo tanque	4.30	m

Nota. Altura= 2.10, Ancho=4.30, Largo =4.30. Fuente: Elaborado por la autora

La altura total del tanque realmente es de 2.40 m ya que se le suman 0.30 m de borde libre.

Plano 4.

Diseño Estructural Tanque Elevado



7. Especificaciones Técnicas

Para la construcción de las obras el contratista debe ceñirse a los planos de construcción y debe cumplir con las especificaciones técnicas, los códigos y normas indicadas en este documento para cada una de las partes de la obra.

Todas las operaciones, procesos, secuencias de construcción, montaje y todos los materiales y equipos empleados en la obra deben contar con la aprobación del interventor.

Todos los materiales de construcción y acabados que se empleen deben ser de primera calidad.

El interventor podrá exigir o autorizar variaciones en las obras respecto a los planos, cuando las condiciones lo hagan necesario, lo cual no conlleva a indemnización ni pagos adicionales al contratista, ni lo releva de sus responsabilidades de cumplimiento, estabilidad, etc.

7.1 Documentos Informativos

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, programación, condiciones climáticas, análisis de precios, presupuestos y, en general, el resultado de los estudios, son documentos informativos; en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Constructor debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Constructor será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

7.2 Aseguramiento De Calidad

El Constructor deberá incluir dentro de su organización administrativa el diseño e implantación de un modelo de aseguramiento de la calidad.

La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Constructor y cualquier supervisión, revisión, comprobación o inspección que realice el Municipio de Sabana de Torres - Santander, o cualquiera de sus representantes se hará para verificar su cumplimiento, y no exime al Constructor de su obligación sobre la calidad de las obras objeto del contrato.

7.3 Permisos Y Licencias

El Constructor deberá obtener todos los permisos y licencias que le correspondan y pagar todos los impuestos y derechos de los que no esté exonerado

7.4 Desplazamientos De Material

El presente proyecto contempla el desplazamiento de todos los materiales al sitio, teniendo en cuenta las rutas de acceso, la topografía y las condiciones climáticas, que deben ser tenidas dentro de la propuesta económica de cada uno de los ítems contratados.

7.5 Preliminares

7.5.1 Replanteo y localización de tuberías de acueducto.

El proyecto deberá localizarse horizontal y verticalmente dejando elementos de referencia permanente con base en los planos del proyecto. La localización y el replanteo de la obra serán ejecutados por el Contratista, utilizando personal y equipos adecuados para tal fin.

Antes de iniciar las obras, el Contratista someterá a la verificación y aprobación de la Interventoría la localización general del proyecto y sus niveles.

El trazado y marcado de los ejes de las construcciones sobre el terreno, los perímetros de la obra y de las excavaciones, será materializado sobre puentes de madera anclados firmemente en el piso; en los cuales se indicarán los ejes por medio de puntillas y los anchos de cimientos y muros por medio de hendiduras en la madera y con colores, si fuese posible.

Durante la construcción el Contratista deberá verificar periódicamente las medidas y cotas cuantas veces sea necesario, para ajustarse al proyecto.

UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro lineal (ml).

FORMA DE PAGO: se pagará por metro lineal replanteado, el costo unitario deberá incluir los costos de mano de obra, equipo y materiales, y los costos de vigilancia que se requieran para la realización de esta actividad.

7.6 Excavaciones Y Rellenos

7.6.1 Excavación Manual En Material Común

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones de los planos de detalles. El fondo de las excavaciones debe quedar totalmente limpio.

Los costados de las excavaciones deberán quedar completamente verticales o tendidas según el tipo del terreno en concepto del Interventor y su fondo nivelado horizontalmente excepto cuando en los planos constructivos se especifiquen detalladamente las pendientes.

Cuando por causa de la topografía, sea necesario escalonar la cimentación, deberá tener especial cuidado en conservar la horizontalidad de los fondos. La altura de los escalones no debe

ser superior a la altura fijada para los cimientos, con el fin de que puedan trasladarse perfectamente las diferentes secciones en una longitud no superior a la altura del cimiento especificado.

Cuando el terreno presente condiciones de resistencia que no correspondan a la cimentación de Construcciones, con el fin de que éste tome las medidas del caso, se suspenderá la ejecución de las excavaciones hasta tanto sean suministrados los nuevos diseños de cimentación.

Si en algún sitio de la excavación del piso para la fundación se afloja, el material flojo deberá removerse y reemplazarse con material seleccionado o con concreto Ciclópeo o como lo ordene el Interventor, lo cual se reconocerá en el Ítem correspondiente.

Se considerará como sobre-excavación los materiales situados por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobados explícitamente por el Interventor.

El Contratista no recibirá ningún pago por concepto de la sobre-excavación que resultare en las operaciones bien sea por las condiciones del terreno, por la acción de los agentes naturales de construcción, o por cualquier otra causa. Las excavaciones para cimientos de muros deberán ser ejecutadas en los anchos y profundidades indicados en los planos estructurales. Los costados de las excavaciones deberán ser perfectamente verticales y en el fondo nivelado horizontalmente.

En todo caso las profundidades de las excavaciones serán aconsejadas en el estudio de los suelos, realizado por un especialista en el tema. Todas estas operaciones se harán por medio manual. Las excavaciones para tanques se harán hasta la profundidad necesaria para la ejecución de los trabajos respectivos dejando margen para el concreto de solado. Las paredes deberán ser de talud con una inclinación que garantice su estabilidad.

Deberán protegerse contra el deterioro causado por las aguas lluvias cubriendo la superficie con capa de mortero pobre de cemento y arena, de 1 a 2 centímetros de espesor siguiendo las

instrucciones del Interventor. Las dimensiones de la excavación para tanques deberán permitir la ejecución de los muros con testeros libres en ambas caras.

El Contratista deberá ejecutar a sus expensas todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones la zona de construcción y todas aquellas obras que el Interventor le ordene.

Excavaciones para redes de servicio

Las zanjas y excavaciones necesarias para tuberías alcantarillas, pozos y cajas de inspección, etcétera, deberán excavarse hasta la profundidad indicada en los planos y del ancho necesario para poder realizar correctamente la instalación de los ductos o la construcción de las cajas o pozos de acuerdo con el Interventor. Los taludes deberán ser en lo posible verticales.

Siempre que fuere necesario, el Contratista deberá apuntalar debidamente las excavaciones para evitar la ocurrencia de derrumbes.

El fondo de las zanjas para tuberías deberá apisonarse adecuadamente para proporcionar el mejor apoyo al ducto, deberá conformarse el área de apoyo de acuerdo a la forma de las tuberías para que apoyen uniformemente por lo menos en su cuadrante inferior.

UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida de la excavación en material común será el metro cúbico (m³), el precio unitario deberá incluir el retiro del material.

FORMA DE PAGO: Se pagará el metro cúbico de excavación manual en material común, de acuerdo a los precios pactados en el formulario de precio unitarios suministrado por el contratista

7.6.2 Relleno en material común

Esta especificación se refiere a la colocación y compactación, por medios manuales o mecánicos de estos materiales:

- Material común obtenido generalmente de las excavaciones en el mismo sitio de la obra y aprobado por el interventor.

En esta especificación no se incluyen rellenos para filtros o drenajes que deben ser objeto de especificación particular.

No se debe colocar ningún relleno sobre terreno que no se haya descapotado.

Si la compactación es manual o con equipo liviano se hará en capas de quince centímetros como máximo. Cuando se compacte a máquina, se exigirá compactación manual o con pisón neumático en los sitios estrechos y en los rincones a donde no llegue la máquina, hasta obtener la densidad exigida.

La superficie final deberá quedar completamente nivelada y a las cotas determinadas por los planos. Las compactaciones deberán cumplir como mínimo los siguientes requisitos si no se indica nada diferente en las especificaciones particulares o en los planos:

Para los rellenos hechos con material común se exigirá un mínimo de densidad, pero la compactación será cuidadosa y aprobada por la interventoría.

Los rellenos se medirán por metros cúbicos (m³) compactados. Se calculará su volumen con base en los planos y en las variaciones hechas en los niveles y dimensiones debidamente aprobadas por la Interventoría. Las medidas se aproximarán a dos (2) decimales.

No se valorarán los rellenos no indicados en los planos, aunque sean necesarios por construcción como los sobre anchos necesarios para obtener la densidad especificada en los bordes del relleno, o los que se deban a excavaciones adicionales hechas por facilidad o por proceso constructivo.

En casos de rellenos de zanjas donde se hayan instalado tuberías enterradas, se descontará el volumen de la tubería calculado con base en su diámetro interno cuando este sea mayor de seis (6) pulgadas, en diámetros menores no se harán descuentos.

UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

FORMA DE PAGO: Se pagará el metro cúbico de material común debidamente compactado de acuerdo con la anterior especificación, de acuerdo con los precios estipulados en el formulario de precios unitarios suministrado por el contratista.

7.6.3 Encamado Tubería con Arena Apisonada

Realizada la excavación de debe nivelar el fondo de la zanja de tal forma que se garantice la pendiente de diseño, así como para que la tubería quede apoyada y correctamente en su totalidad. Deben evacuar las rocas y todo material punzante que puedan afectar la tubería. Se debe extender la arena en capas sobre el fondo de la zanja, para luego ser compactadas. Se debe repetir este proceso hasta el punto de obtener 10 centímetros de altura total El proceso se repite hasta obtener un encamado con una altura final de 10 cm, momento en el cual se coloca la tubería.

Posteriormente, se continúa la colocación y compactación de capas de arena hasta la mitad del diámetro de la tubería para proveer un adecuado soporte lateral y evitar desplazamiento lateral y vertical de la tubería.

UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

FORMA DE PAGO: Se pagará el metro cúbico de material común debidamente compactado de acuerdo con la anterior especificación, de acuerdo con los precios estipulados en el formulario de precios unitarios suministrado por el contratista.

7.7 Pozo Perforado

7.7.1 Perforación Exploratoria En Diámetro 6"

Para la perforación del pozo, la empresa de perforación debe suministrar y asegurar el equipo, herramientas, combustibles, lubricantes, materiales especiales (bentonita, aditivos para fluidos de perforación), suministro de agua, soldadura y tubería temporal de ademe.

De la misma manera deberá realizar por su cuenta todos los trabajos preliminares como Transporte del equipo, actividades previas de establecimiento de campamento, alimentación, vigilancia, seguridad ante los ciudadanos, niños, animales domésticos, etc.

Así mismo, y bajo este concepto se incluirán todos los trabajos demandados por la correcta alineación y verticalidad del pozo, que consistirán en el empleo de centralizadores o herramientas especiales, chequeos o pruebas de verticalidad y alineamiento, tanto durante el avance de la perforación como una vez revestido el pozo.

El equipo de perforación debe ser rotativo martillo a fondo o el adecuado para romper los estratos de extrema dureza en caso necesario.

Los trabajos de perforación del pozo exploratorio serán efectuados utilizando brocas para roca con diámetro de 6 pulgadas usando bentonita en la preparación del lodo de perforación. La profundidad a alcanzar se fija en 90 metros lineales, en principio, según la tabla para oferta de los precios del pozo, no obstante, dicha profundidad podrá reducirse o aumentarse con la debida autorización de la interventoría o supervisión, previo informe técnico del contratista si las posibilidades de captación de agua son seguras en calidad y cantidad. Durante la perforación del pozo se emplearán lodos bentónicos con las siguientes características: una relación entre 15 y 20 libras por barril de lodo.

La interventoría no debe aceptar pozos que sean perforados con lodos, arcilla común o la mezcla de arcilla común con bentonita.

El contratista y la interventoría deberán tomar muestras de los horizontes perforados a intervalos de 1 metro y en cada cambio de formación geológica; las muestras deberán empacarse en bolsas de plástico en donde se especifique la profundidad y la fecha de toma de la muestra.

Durante el proceso de perforación deberá evitarse la introducción dentro del agujero de materiales que contaminen y/o sellen permanentemente las formaciones acuíferas. Debe instalarse un encamisado o ademe temporal, en aquellos lugares donde se encuentren estratos inestables, que permita continuar la perforación del pozo con el diámetro indicado.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro lineal (ml) y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios

7.7.2 Toma E Interpretación De Registro Eléctricos Y Datos De Campo

Durante la perforación, el jefe de cuadrilla de perforación tomará dos muestras de las formaciones perforadas a intervalos de cinco (5) pies de profundidad, o cuando ocurra un cambio en la formación geológica. Una muestra será lavada y la otra se conservará tal como se obtenga al salir del pozo.

Las muestras se tomarán con bomba de arena con el fin de asegurar una mayor inalterabilidad. Se podrá utilizar la cuchara o bailar cuando no se requieran una alta calidad de las muestras, o si por las condiciones especiales del trabajo se considere necesario, o si las formaciones a perforar fuesen conocidas. Cada muestra tendrá un volumen aproximado de 500 cc y se guardarán en doble bolsa plástica con etiqueta de identificación a la profundidad obtenida.

Las muestras de material permeable que se encuentren debajo del nivel freático y que sean seleccionadas y aceptadas por el Ingeniero Supervisor.

La empresa es el único responsable de la buena conservación de todas las muestras, y para ello cuidará de que todos los rótulos e identificaciones de las bolsas, que se mantengan claramente legibles hasta la entrega al laboratorio.

Una vez la perforación exploratoria alcance la profundidad establecida, se deberá condicionar el hueco de perforación para tomar los correspondientes registros geofísicos del pozo: potencial espontáneo, resistividad con sonda corta (NC) y sonda larga (NL), rayos Gamma y clíper con los equipos suministrados por el contratista.

Un registro eléctrico para un pozo de agua, es la medición de las propiedades físicas de las rocas por medio de estímulos eléctricos conocidos. La medición se hace por medio de sensores instalados en una sonda al igual que los estímulos.

El registro eléctrico arroja como resultado, la medición del potencial natural, la resistividad y la respuesta natural de rayos gamma de cada una de las diferentes rocas que ha cortado la perforación de exploración.

Para que la medición sea confiable, debe haber un medio comunicante entre la sonda y la pared de pozo, que en este caso es el lodo de perforación. Así que si no hay lodo en el pozo, no se puede correr el registro.

En forma de resumen, lo que debe obtener el registro eléctrico realizado en el pozo, son las formaciones con saturación de agua (acuíferos) y el espesor de éstas, ya que por un lado se tienen muestras de canal de toda la columna litológica perforada y por el otro, con el registro eléctrico, se tienen las propiedades físicas de la misma columna.

Los registros de resistividad miden la diferencia de potencial causada por el paso de la corriente eléctrica a través de las rocas. Consiste en enviar corrientes a la formación a través de unos electrodos y medir los potenciales en otros. Entonces la resistividad de la roca puede determinarse ya que es proporcional a la diferencia de potencial.

La resistividad mostrada en las gráficas del registro son 2 curvas principalmente, llamadas normal corta y normal larga; esta resistividad se mide en ohm/m, y tienen como finalidad ver el contraste entre la resistividad de la pared del pozo que está contaminada con el fluido de perforación y la resistividad de la roca que está detrás de esa pared contaminada.

Si se considera que la resistividad de una formación pura saturada con agua es proporcional a la resistividad del agua con la que se encuentra saturada, se puede decir que a menor resistividad mayor la posibilidad de saturación de agua. Existen formaciones fracturadas y sus fracturas están rellenas de arcillas, así que darán información de saturación, pero no de agua exactamente, el registro indica que la respuesta eléctrica de esa formación es baja resistividad.

¿Pero cómo saber si es agua o arcilla?

Para resolver esta duda se analiza la respuesta a los rayos gamma natural, donde se mide el potasio y uranio que pueden tener las formaciones, que por lo general se encuentran en las arcillas, si fuera el caso que exista baja resistividad y se interprete la presencia de agua, esa interpretación deberá ser eliminada cuando haya alta respuesta de rayos gamma natural. Además de estas dos curvas (resistividad y rayos gamma), se tiene la curva de potencial natural (SP), que aunque no hay una relación directa entre la magnitud de la deflexión del SP y la permeabilidad de una formación, en general, una deflexión negativa (hacia la izquierda)

del SP, indica una zona permeable. Siempre con la consideración de que las deflexiones del SP son reducidas por la presencia de arcillas. Las deflexiones del SP son bien definidas en formaciones de baja resistividad (arenas) y son graduales en formaciones altamente resistivas.

Las gráficas del registro eléctrico, comparadas con la columna litológica que se tienen de las muestras de canal, dan una información importante para determinar si en la perforación exploratoria se han cortado rocas o formaciones capaces de ser acuíferos con permeabilidad suficiente para ser explotados. Este es el punto decisivo en la perforación de pozos para agua, precisamente aquí, el ingeniero geólogo, debe determinar si se continúa con la perforación de exploración porque no se encontraron suficientes vestigios de acuíferos o se sigue con el proyecto original y se da inicio inmediatamente a la perforación de ampliación ya que la información con la que se cuenta es suficiente para llevar la obra a un plano positivo en cuestión de alumbramiento de aguas subterráneas

El contratista elaborará la descripción litológica y realizará los análisis granulométricos ordenados por la interventoría y con la elaboración de este informe se dará el concepto necesario para proceder a realizar la ampliación de la perforación del pozo y los parámetros de diseño necesarios para llevar a feliz término el proyecto.

Para el caso de Pozos Profundos, el informe contendrá:

- Columna litológica
- Métodos de perforación
- Registros de tasa de perforación
- Registro de la viscosidad del lodo
- Diámetro y profundidad de la perforación exploratoria y de la futura perforación definitiva

- Registros eléctricos (resistividad, rayos gamma y potencial espontáneo)
- El diseño definitivo del pozo que indique tipo de revestimiento, diámetro longitud de tubería ciega y filtros
- Características del sello sanitario (materiales y profundidad)
- Empaque de grava: Diámetro, forma y composición
- Desarrollo y limpieza (descripción de métodos, equipos y sustancias químicas empleadas y sus cantidades), conclusiones y recomendaciones

MEDIDA Y PAGO: La unidad de medida de esta actividad es Global (Gbl), y su pago se realizará con un valor igual al estipulado en los formatos de precios unitarios con la presentación de la información requerida.

7.7.3 Ampliación De La Perforación A 12"

Al ser estudiados el registro eléctrico y la litología de toda la columna perforada y tomada la decisión de seguir con la obra conforme al proyecto, es necesario pasar a la fase de terminación de la obra, la cual inicia con la perforación de ampliación.

A diferencia de la etapa de exploración, al inicio de la etapa de perforación de ampliación ya se conocen todas las rocas y sus profundidades reales; se conocen los pormenores de los problemas que se presentaron en la etapa de exploración, así que elegir la herramienta adecuada no es mayor problema. La herramienta para la etapa de la perforación de ampliación se llama ampliador. De acuerdo al diámetro de ampliación, este ampliador bien puede ser una barrena tricónica del diámetro igual al que marca el proyecto o en su defecto puede ser un ampliador hecho en obra para tal fin. Para tomar la decisión que tipo de ampliador utilizar, se debe considerar que es difícil conseguir barrenas de más de 17 ½"Ø y si el material es duro, se requiere una barrena TCI, lo cual la hace aún más escasa. La ventaja que se

tiene al utilizar una barrena del diámetro de la perforación de ampliación, es que no se corren riesgos de que alguna pieza se desprenda ya que no tiene partes soldadas.

El ampliador hecho en obra, es una herramienta donde se van soldando varios roles de barrenas de 8 o 12 pulgadas de diámetro, alrededor de un tubo roscado para ser acoplado a la sarta de perforación, llevando en la punta una barrena soldada que sirve de guía, esta barrena es del mismo diámetro de la que se utilizó en la exploración y lleva el nombre de barrena piloto.

Este tipo de ampliador es mucho más barato que una barrena del mismo diámetro pero tiene varios inconvenientes:

a) Al tratarse de piezas soldadas unas a otras, es necesario tener a soldador calificado que sea quien construya la herramienta, para que la herramienta quede firme y alineada.

b) Esta herramienta se construye con base en varios roles de barrenas de menor diámetro. Estos roles son previamente cortados en forma de gajos para ser utilizados en la elaboración del ampliador, así que como el corte se hace con equipo de oxi-corte, la temperatura generada en los roles es demasiado alta, lo que provoca que el balero que forma parte del rol, se le funda la grasa que tiene, lo que a la postre provocará un desgaste prematuro del rol y en consecuencia de todo el ampliador.

c) Armar un ampliador requiere mínimo 24 horas de trabajo continuo. Para ambos tipo de ampliadores, se debe considerar el tipo de barrenas adecuadas para el material que se cortará. Este principio es el mismo utilizado para la selección de la barrena en la etapa de exploración.

Las escogencia del ampliador deben ser aprobada a juicio del supervisor o interventor para garantizar la correcta ejecución de los trabajos

- Perforación de ampliación.

La perforación de ampliación es en general un poco más lenta que la perforación exploración. Aunque ya se conocen los materiales a cortar, el hecho de abrir aún más el agujero, hace que se requiera más torque por parte de la mesa rotaria y esto va en relación a la velocidad de rotación, relación directa a la transmisión de la mesa rotaria. Se obtiene mayor torque a velocidades de rotación más bajas.

Al bajar las revoluciones por minuto de la mesa rotaria, se baja la velocidad de penetración por corte en la roca. Esto también es bueno, porque se tiene un mejor control sobre la verticalidad del pozo.

En la etapa de ampliación puede suceder que mucho del material que se corta en este proceso, no salga por medio del espacio anular hacia la superficie, sino que se vaya acumulando dentro del espacio generado por la perforación de exploración, llega un momento que se pega ese recorte dentro del pozo y dificulta el proceso de ampliación.

A esta acumulación de recorte dentro del pozo de exploración se le conoce como “tapón”. Cuando se llega al tapón, es necesario sacar toda la sarta de perforación, desacoplar el ampliador y en su lugar, instalar la barrena de exploración utilizada anteriormente. Se vuelve a insertar la sarta hasta donde se encuentra el tapón y se inicia la perforación hasta el fondo del pozo explorado.

Este proceso se debe realizar cada vez que se encuentre un tapón cuando se amplía el pozo. Una vez limpio todo el pozo, de nueva cuenta se debe sacar toda la sarta de perforación para volver a instalar el ampliador y continuar con la perforación de ampliación.

Todo el proceso de limpiar tapones, se debe realizar cuantas veces sea necesario. La experiencia dice que seguir ampliando con un tapón en el fondo, es perder mucho

tiempo y dinero, además de que se corren riesgos innecesarios. Cuando se llega con la ampliación a la profundidad igual que la perforación de exploración, se da por concluida la etapa de la ampliación pero no hay que sacar inmediatamente la sarta de perforación; es recomendable seguir bombeando lodo desde el fondo del pozo con la mesa rotaria a muy bajas revoluciones y dejar que el lodo bombeado saque todo el recorte que aún queda dentro del espacio anular. A esta operación de bombeo se le llama “limpiar el pozo” y según la profundidad del pozo, es recomendable limpiar 2 horas por cada 150 m perforados. Así que si un pozo tiene 300 m de profundidad, la limpieza debe durar por lo menos 4 horas.

Una vez terminada la limpieza del pozo, se procede a sacar toda la sarta de perforación y se inicia la preparación para la instalación de la tubería de ademe.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro lineal (ml) y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios

7.7.4 Suministro E Instalación De Tubería De Filtro Pvc Rde21 6".

La instalación de la tubería se realizará cuando la perforación del pozo haya alcanzado la profundidad del nivel dinámico de agua, autorizado por el Ingeniero supervisor.

Tubería ciega y ranurada de PVC

Las tuberías de revestimientos ciegos y ranurados serán de PVC RDE-21 y deben cumplir con las siguientes especificaciones: Materiales de tubería y accesorios según la ASTM, Dimensiones de las tuberías y accesorios, resistencia al punzonado, rigidez y aplastamiento y resistencia al impacto según la ASTM.

Disposición del revestimiento

A fin de obtener igual espesor del empaque de grava dentro del pozo, tanto la tubería ciega como ranurada, deberán ser provistas de centralizadores del mismo material que la tubería, los que se instalarán cuidadosamente y espaciados longitudinalmente a no más de 12 m. La distribución final de los tramos respectivos de tubería ciega y ranurada, será establecida por el Hidrogeólogo y/o el Ingeniero Supervisor, después de analizar las columnas litológicas y revisar los informes de perforación. En el proceso de instalación del revestimiento deberá considerarse que: en los tramos de profundidad comprendida desde el nivel del terreno hasta el nivel dinámico o de bombeo esperado se instalará tubería ciega; después se podrán intercalar secciones de tubería ranurada y tramos de tubería ciega, de acuerdo a lo dispuesto por el Hidrogeólogo, los planos de diseño y el Ingeniero Supervisor. Los tramos de tuberías ranuradas se colocarán frente a las mejores formaciones acuíferas, y de haber revisado la información hidrogeológica del pozo. Las secciones de tubería ciega se instalarán frente a las formaciones prácticamente impermeables o bien en formaciones de material fino que no pueda ser retenido por el empaque de grava ni por las aberturas del revestimiento.

Prueba de verticalidad y alineamiento

Para una satisfactoria instalación del equipo de bombeo toda la tubería ciega y ranurada deberá ser colocada en perfecta verticalidad y alineamiento.

La verticalidad y alineamiento serán probados, introduciendo hasta el fondo de la sección de pozo un tramo de tubo, o un émbolo, de por lo menos 12 m de longitud, cuyo diámetro exterior será a lo sumo ½” más pequeño que el diámetro interior del revestimiento del pozo. Si se usa un émbolo, este consistirá en un eje rígido con tres anillos de 12” de largo y diámetro igual al anterior. Los anillos deberán ser perfectamente cilíndricos, en perfecta simetría con respecto al

eje, y colocados en cada extremo y en el centro. El eje central del émbolo deberá ser rígido, completamente recto y no menor de tres pulgadas de diámetro.

El tubo, o en su defecto el émbolo ante citado, debe moverse libremente a todo lo largo de la profundidad del pozo ensayado. La separación respecto a la verticalidad del eje de la perforación, por cada tramo de 30 m de profundidad, no podrá ser mayor de $2/3$ del diámetro interior del ademe del pozo. En caso de no cumplir con lo anterior se detendrá la perforación, debiendo ser corregidos la verticalidad y/o el alineamiento del pozo por el jefe de cuadrilla de perforación quien asumirá los costos pertinentes. En ningún caso los requerimientos establecidos en este acápite, con respecto al alineamiento y verticalidad, pueden ser incumplidos, o alterados. Las pruebas de alineamiento y verticalidad se harán después de completar totalmente el revestimiento del pozo. Sin embargo, el Ingeniero podrá pedir al jefe de cuadrilla de perforación las pruebas de verticalidad que estime necesarias durante el transcurso de la perforación.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro lineal (ml) y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios.

7.7.5 Tubería De 4" Rde 26 De Alimentación De Gravilla

La grava deberá ser introducida por medio de un tubo 4" pvc RDE-26 y un embudo en su extremo superior. Este tubo tendrá cuatro pulgadas de diámetro y deberá penetrar desde la superficie hasta no menos de 40 pies debajo del nivel estático, a medida que el empaque de grava se va colocando la tubería debe ser retirada gradualmente. La longitud de tubería para engrave a instalar como definitiva en el pozo será de 35 pies mínimo, debiendo coincidir el tubo con la parte inferior del sello sanitario. El tubo de 4" en su parte superior será sellado con un tapón hembra roscado de 4 pulgada.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro lineal (ml) y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios.

7.7.6 Gravilla Para Filtro (Empaque)

La empresa suministrará, transportará y colocará el material de empaque, que comprende todas las actividades necesarias, personal y herramientas que se requieran para la buena colocación, aprobada por el Ing. Supervisor. El empaque de grava estará constituido por grava de río, silíceo, redondeada, lavada, limpia de arcilla o limo y que no contenga más de 5% de material calcáreo. Esta se desinfectará inmediatamente antes de colocarse, con una concentración de cloro no menor de 60 ppm. La grava de río (canto rodado), que será utilizada para el empaque deberá ser de 3/8 a 1/2 pulgada el tamaño efectivo y el coeficiente de uniformidad del empaque de grava, serán determinados por el Ingeniero Supervisor. La grava deberá ser introducida por medio de un tubo 4" pvc rde-26 y un embudo en su extremo superior. Este tubo tendrá dos pulgadas de diámetro y deberá penetrar desde la superficie hasta no menos de 40 pies debajo del nivel estático, a medida que el empaque de grava se va colocando la tubería debe ser retirada gradualmente. La longitud de tubería para engrave a instalar como definitiva en el pozo será de 35 pies, debiendo coincidir el tubo con la parte inferior del sello sanitario. El jefe de cuadrilla de perforación deberá llevar el registro correspondiente de la cantidad de grava utilizada para rellenar el espacio anular, El Ingeniero Supervisor debe constatar la cantidad y calidad de la grava colocada. El Ingeniero Supervisor determinará el nivel superior que debe tener el empaque de grava después de finalizada su colocación. Si este nivel desciende por efecto del desarrollo o de la prueba de bombeo, el contratista deberá agregar el volumen adicional de grava, hasta recuperar el nivel indicado por el Ingeniero.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro cubico (M3) de material suministrado e instalado y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios.

7.7.7 Concreto De 3000 Psi Para Sello Hidráulico.

Con el fin de evitar la contaminación del acuífero, se colocará, dentro del espacio anular comprendido entre la cara exterior del revestimiento y las paredes del pozo, un sello sanitario de 30 pies de longitud o según lo indicado en planos de diseño, medidos desde la superficie del terreno, o según lo indique el Ingeniero Supervisor. Este sello sanitario se construirá de una mezcla de cemento tipo GU y arena limpia en proporciones de 1:1, con una cantidad de agua no mayor de 5 galones por pie cúbico de cemento. A la mezcla se le agregara hasta un 8% en peso de polvo de aluminio o bentonita para evitar la contracción. El sello sanitario se colocará utilizando tubería cuyo diámetro no sea menor de 2” y cuya longitud deberá ser tal que logre alcanzar hasta el fondo del sello. La operación de llenado deberá hacerse en forma continua desde el inicio hasta el fin del llenado, sin interrupciones. No se permitirá ninguna operación u otro trabajo dentro de las 72 horas después de haber concluido el sellado, a menos que se use un acelerante de fraguado aprobado por el Ingeniero, en cuyo caso el periodo anterior podrá ser reducido a 24 horas. La tubería de 2” solo será utilizada para la colocación del sello sanitario. Al final de la actividad deberá retirarla por completo.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será el metro cubico (m3) de concreto suministrado e instalado y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios.

7.7.8 Limpieza Y Lavado Del Pozo

Con el filtro de grava instalado y la tubería de perforación franca instalada en fondo del pozo, se inicia el lavado del pozo con agua limpia.

Se le inyecta desde el fondo del pozo, la cantidad de agua necesaria hasta que el lodo de perforación pierda toda su viscosidad. No necesariamente va a cambiar o perder el color que la bentonita le otorgó, pero deberá tener la misma viscosidad que el agua limpia.

Una vez disminuida a cero la viscosidad del fluido de perforación, se inicia la inyección del dispersor de arcillas, mientras se va sacando la tubería de perforación.

El dispersor de arcillas, es un compuesto químico biodegradable que actúa en el ablandamiento de la bentonita que se queda en las paredes del pozo así como dentro del área filtrante de la grava y en las ranuras de la tubería ranurada.

La cantidad de dispersor de arcillas usada comúnmente, es de 2 l.p.s. por metro de tubería ranurada. Y se inyecta mientras se va sacando la tubería de perforación. Es innecesario inyectar dispersor de arcillas dentro de la tubería lisa.

Una vez inyectado el dispersor de arcillas y desacoplada la tubería de perforación en la superficie, se deja sin operaciones el equipo durante 72 hrs para que el dispersor actúe contra la bentonita.

Durante este tiempo de receso, se prepara el pistón que ayudará a remover toda la arena y arcillas que se encuentran tanto en la pared del pozo como en la grava y en las ranuras de la tubería.

El pistón, es una herramienta ciega que se hace de anillos de hule centrados que tienen un diámetro igual a una pulgada menos que el diámetro del ademe.

Esta herramienta se acopla a la tubería de perforación y después de las 72 hrs de espera, se introduce despacio hasta el fondo del pozo. Una vez llegado a esa profundidad, se inicia la maniobra de pistoneo, la cual consiste en subir y bajar rápidamente a lo largo de todo el Kelly, la tubería de perforación, provocando en el recorrido una succión al subir y una compresión al bajar en la tubería ranurada, ayudando este proceso a que toda la arcilla y arena que se encuentra en las paredes de la tubería de ademe, en las paredes del pozo y en la grava, sean removidas y se introduzcan al pozo.

Este proceso se hace en toda la parte correspondiente a la tubería ranurada y se deben de realizar no menos de 20 recorridos por cada tramo de kelly. No tiene objeto realizar el pistoneo dentro de la tubería lisa.

Al término del pistoneo del pozo, se desacopla el pistón y se introduce de nueva cuenta hasta el fondo del pozo la tubería de perforación franca. Una vez en el fondo, se bombea agua limpia a alta velocidad, con el fin de remover toda la arcilla y arena que fue introducida al pozo por medio del pistoneo.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será por actividad global (glb) e incluye todas las herramientas, equipos y personal necesario para la realización de la actividad y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios.

7.7.9 Caja En Mampostería (Inc. Friso Y Tapa En Concreto Reforzado E=0,07 M)

Se ubicara una caja de en mampostería, con friso exterior. La tapa de la misma deberá ser fundida en concreto 3000psi reforzado cuyo espesor será de 7cm según lo especificado en los planos de diseño, cuyo fin es proteger la parte superior del pozo perforado.

UNIDAD DE MEDIDA Y FORMA DE PAGO: La medida y el pago será el número de unidades (und) recibidas a entera satisfacción por el interventor.

7.7.10 Prueba De Bombeo Escalonada A Caudal Constante Tomando Niveles De Bombeo Y De Recuperación Y Definición De Caudal

La prueba de caudal variable o escalonado, consiste en bombear el pozo con diferentes caudales fijos durante períodos definidos, controlando los niveles de agua y el tiempo. Las Bases Técnicas de los Concursos a la Ley 18 450 establecen observaciones de niveles en función del tiempo conforme a la siguiente escala: 0 – 5 – 10 – 15 – 30 – 45 y 60 minutos, y después cada 30 min hasta que el nivel deprimido se estabilice, no excediendo de 12 horas por etapa.

Estas mediciones incluyen en consecuencia, el nivel estático (antes de empezar el proceso de bombeo), el caudal de agua que se extrae, simultáneamente con el nivel dinámico correspondiente, lo que se realiza con una frecuencia determinada .

Los resultados de esta prueba permiten definir la curva de “agotamiento” del pozo y con ella diseñar las condiciones de explotación de la captación, proyectando en el tiempo la tendencia de los niveles para los diversos caudales. Con ayuda de un gráfico semilogarítmico se logra tener una estimación del comportamiento del pozo a futuro.

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será por actividad global (gbl) e incluye todas las herramientas, equipos y personal necesario para la realización de la actividad y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios con la entrega del informe que permita conocer las características de caudal y las condiciones de explotación del mismo previo visto bueno del supervisor.

7.7.11 Análisis Físico-Químico Del Agua

Las muestras tomadas durante el proceso de perforación y durante las pruebas de bombeo deben ser enviadas a un laboratorio de calidad del agua reconocido, de previo autorizado por el Ingeniero Supervisor, para que se les sean practicado análisis físico, químico y bacteriológico. La empresa deberá entregar las muestras a la mayor brevedad posible al laboratorio.

Examen Físico-químico Cada muestra deberá ser captada, preservada y transportada según los estándares que rigen la práctica profesional para cada una de los parámetros a ser medidos los cuales son:

Color Verdadero Calcio

Turbiedad Magnesio

Temperatura Sólidos Totales Disueltos

PH Nitratos

Cloruros Nitritos

Conductividad Hierro

Dureza Total (como CaCO₃) Fluoruro

Sulfatos Cianuro

Amoníaco Arsénico

Cloro residual

FORMA DE PAGO Y UNIDAD DE MEDIDA: La unidad de medida será por actividad global (gbl) e incluye todas las herramientas, equipos y personal necesario para la realización de la actividad y su pago será el estipulado en los formularios de precios unitarios con la entrega del informe que permita conocer las características del agua captada dentro del pozo perforado.

7.8 Caseta Para Bomba

Se refiere a la construcción de una caseta en mampostería H-10, de dimensiones de 1.0m de largo x 1.0m de ancho y de 2.20m de altura, cimentada sobre una placa de concreto reforzado de 3.000 P.S.I. de 1.80m x 1.80m x 0.20m y con cubierta en placa de concreto reforzado de 1.40m x 1.40m x 0.10m; la caseta servirá de albergue a la motobomba. La caseta se entrega frisada interior y exteriormente y con su respectiva puerta metálica en lamina call rolled calibre 20, debidamente pintada con anticorrosivo y pintura de aceite. La unidad de medida y pago se da por la medición de los ítems que la componen de acuerdo al cuadro de presupuesto.

7.8.1. Excavación en material común

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones de los planos de detalles. el fondo de las excavaciones debe quedar totalmente limpio.

Los costados de las excavaciones deberán quedar completamente verticales o tendidas según el tipo del terreno en concepto del interventor y su fondo nivelado horizontalmente excepto cuando en los planos constructivos se especifiquen detalladamente las pendientes.

Cuando por causa de la topografía, sea necesario escalonar la cimentación, deberá tener especial cuidado en conservar la horizontalidad de los fondos. la altura de los escalones no debe ser superior a la altura fijada para los cimientos, con el fin de que puedan trasladarse perfectamente las diferentes secciones en una longitud no superior a la altura del cimiento especificado.

Cuando el terreno presente condiciones de resistencia que no correspondan a la cimentación de construcciones, con el fin de que éste tome las medidas del caso, se suspenderá la ejecución de las excavaciones hasta tanto sean suministrados los nuevos diseños de cimentación.

Si en algún sitio de la excavación del piso para la fundación se afloja, el material flojo deberá removerse y reemplazarse con material seleccionado o con concreto ciclópeo o como lo ordene el interventor, lo cual se reconocerá en el ítem correspondiente.

Se considerará como sobre-excavación los materiales situados por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobados explícitamente por el interventor.

El contratista no recibirá ningún pago por concepto de la sobre-excavación que resultare en las operaciones bien sea por las condiciones del terreno, por la acción de los agentes naturales de construcción, o por cualquier otra causa. Las excavaciones para cimientos de muros deberán ser ejecutadas en los anchos y profundidades indicados en los planos estructurales. Los costados de las excavaciones deberán ser perfectamente verticales y en el fondo nivelado horizontalmente.

En todo caso las profundidades de las excavaciones serán aconsejadas en el estudio de los suelos, realizado por un especialista en el tema. Todas estas operaciones se harán por medio manual. Las excavaciones para tanques se harán hasta la profundidad necesaria para la ejecución de los trabajos respectivos dejando margen para el concreto de solado. Las paredes deberán ser de talud con una inclinación que garantice su estabilidad.

Deberán protegerse contra el deterioro causado por las aguas lluvias cubriendo la superficie con capa de mortero pobre de cemento y arena, de 1 a 2 centímetros de espesor siguiendo las instrucciones del interventor. las dimensiones de la excavación para tanques deberán permitir la ejecución de los muros con testeros libres en ambas caras.

El contratista deberá ejecutar a sus expensas todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones la zona de construcción y todas aquellas obras que el interventor le ordene.

Unidad de medida: la unidad de medida de la excavación en material común será el metro cúbico (m³), el precio unitario deberá incluir el retiro del material.

Forma de pago: se pagará el metro cúbico de excavación manual en material común, de acuerdo a los precios pactados en el formulario de precio unitarios suministrado por el contratista

7.8.2 Colado en concreto de 2000 psi 1,80 x 1,80 e= 5 cm

Consiste en la realización de un concreto pobre de 1, 80 x 1,80 y 5 cms de espesor. el concreto simple, será de la resistencia mostrada en los planos o la que fije la interventoría, y se usará principalmente en los sitios mostrados en los planos o donde lo ordene el interventor todos los materiales cumplirán los requisitos especificados.

Unidad de medida: la unidad de medida será el metro cuadrado (m²)

Forma de pago: se pagará el metro cuadrado debidamente aprobada por la interventoría.

7.8.3 Placa de piso concreto 3000 psi 1,80 x 1,80 e= 20 cm

Esta especificación contiene los requisitos mínimos para los materiales y la ejecución de placas de concreto para pisos sobre terreno.

En los planos se indicará el espesor, el tipo de concreto será de 3000 psi, tipo de refuerzo, juntas de construcción, cotas de nivel, pendientes y acabado superficial de la placa.

El concreto utilizado debe cumplir los requisitos de resistencia que no pueden ser menores en quinientas libras por pulgada cuadrada (500 psi), a la resistencia especificada.

Las placas se fundirán sobre un relleno cuyo espesor, material y ejecución se indican en los planos particulares. solo se podrá admitir el relleno si así lo indican los planos y especificaciones particulares, la resistencia del terreno lo permite y la interventoría lo acepta, previa comprobación del punto anterior.

Las placas para pisos interiores deben ser impermeabilizadas con el material indicado en los pliegos particulares y según la respectiva especificación para impermeabilizaciones. solo se podrá prescindir de la impermeabilización en las placas para pisos interiores si así lo indican explícitamente los planos y especificaciones particulares.

Si la placa va a recibir un acabado adicional pegado con mortero, su superficie debe quedar suficientemente rústica de manera que garantice la adherencia de los dos materiales. las placas deben recibir un curado húmedo no inferior a siete (7) días y protegerse convenientemente durante el resto de la obra.

Unidad de medida: las placas se medirán por metro cuadrado (m²).

Forma de pago: se pagará el metro cuadrado de placa de piso debidamente aprobada por la interventoría y en su precio unitario se deben incluir dilataciones.

7.8.4 Mampostería en bloque 0.10*0.20*0.40m e= 10 cm

Comprende la construcción de todos los muros de 10 cm. de espesor, de acuerdo a las dimensiones que aparecen en los planos. el ladrillo debe ser de primera calidad, de forma y dimensiones regulares, textura compacta, exentos de terrones, resquebrajaduras, fisuras, grietas, rajaduras, hendiduras y otros defectos que afecten su aspecto, resistencia y durabilidad.

Las estrías de los ladrillos huecos deberán ser nítidas y uniformes.

En caso de que el ladrillo tenga otras dimensiones de las indicadas en el proyecto, el contratista deberá hacer los ajustes en las cotas de los planos que fueren necesarios. Estos ajustes deberán ser aprobados por el interventor.

La colocación del ladrillo debe adelantarse por hiladas horizontales, completas, haciendo posteriormente las trabas que fueren necesarias.

Materiales. bloque de cemento h-10, unidades de cemento de 10 cms de espesor con perforación horizontal o vertical, mortero de pega 1:4.

La cara más importante en todo muro será aquella por la cual se coloquen, aplomen, hilen o nivelen las piezas utilizando pegas de mortero horizontales y verticales uniformes, de un espesor máximo aproximado a 1.5 centímetros.

La traba indicada en los planos es requisito indispensable para su aceptación o disposición ornamental.

Las regatas para las instalaciones eléctricas, sanitarias u otras, sólo podrán ejecutarse tres (3) días después de terminados los muros.

Mortero de pega

El mortero de pega es una mezcla de cemento y arena. ocasionalmente pueden emplearse aditivos para mejorar la adherencia, trabajabilidad, impermeabilidad o para controlar la retracción por pérdida de humedad.

Se recomienda en general la siguiente dosificación 1:4, una parte de cemento por cuatro partes de arena de río pareja.

La arena para el mortero de pega debe ser de buena calidad, especialmente en cuanto al bajo contenido de materia orgánica, la cual debe controlarse mediante ensayo de laboratorio. la

presencia de ésta puede manchar el ladrillo al absorber el agua por capilaridad, y luego salir al exterior en forma de manchas.

La mezcla debe tener las siguientes características:

Excelente adherencia, durabilidad, resistencia a la compresión, bajo encogimiento, uniformidad de color, trabajabilidad.

Preferiblemente utilizar mezcladora mecánica.

Adicionar el agua al momento de su utilización y en la cantidad necesaria para hacerla trabajable.

No deben utilizarse mezclas después de 2.5 horas de haberseles adicionado el agua.

El espesor de la pega debe ser mínimo de 15 mm.

Los ladrillos no deben presentar grietas, manchas, sobre tamaños ni desbordes.

La pega del ladrillo debe hacerse con mucha limpieza para evitar la caída del mortero sobre el mismo; en caso de que suceda, debe limpiarse inmediatamente.

En previsión de la aparición de manchas en el ladrillo, debe prehumedecerse suficientemente para evitar que absorba el agua del mortero y así mismo para evitar que disminuya la resistencia de éste.

Unidad de medida: la unidad de medida será el metro cuadrado (m²)

Forma de pago: se pagará el metro cuadrado de mampostería debidamente aprobada por la interventoría con aproximación a un decimal, se descontarán los vanos de puertas y ventanas. no se medirá por aparte de mortero de pega, cuyo costo estará incluido en el precio unitario establecido para el ítem.

El precio unitario debe incluir: los costos de mano de obra, materiales, mortero, andamios, herramientas y equipos, acarreo externo e interno, horizontal y vertical y demás que sean necesarios para su correcto funcionamiento y aceptación por parte de la interventoría.

7.8.5 Friso en mortero 1:4

Esta especificación se refiere a la ejecución de pañetes lisos, lavados o rústicos colocados en los lugares señalados en los planos o los que indique el interventor, los cuales se ejecutarán con mortero 1:4

Previo a su ejecución, debe haberse hecho la totalidad de las regatas para instalaciones, debidamente aprobadas por la interventoría, de acuerdo con las especificaciones de cada una de ellas. las superficies planas deberán quedar perfectamente arregladas y aplomadas. los pañetes (mortero 1:4) incluyen filos y dilataciones. los filos deberán ejecutarse en forma precisa y quedara rigurosamente recto; las dilataciones del pañete serán rectas y uniformes de 1 cm. de ancho y se harán en donde hayan cambios de materiales como en muros con estructura de concreto y mampostería con elementos de madera y metálicos como marcos, puertas y ventanas, etcétera, además con acabados de pisos y cielo rasos en todos los sitios indicados en planos y donde a juicio del interventor sean necesarias.

Con el objeto de obtener una perfecta adherencia entre el pañete y las superficies, se eliminará el polvo y demás materiales sueltos, se limpiarán muy bien las áreas a pañetar, removiendo completamente todos los residuos dejados durante la construcción de las superficies a pañetar.

Los pañetes se aplicarán en una capa hasta obtener un espesor total de 15 mm.

Los materiales en la proporción 1:4, deben mezclarse en seco. esta premezcla tiene una vida aproximada de 5 horas. la mezcla debe hacerse sobre una superficie limpia, dura, para evitar su contaminación y garantizar su uniformidad.

A la mezcla se le adiciona agua y el mezclado se hace con palustre. se procede al “champeado” sobre el muro previamente humedecido, pero no saturado. una vez que afine se recorre con regla; se hace el atezado y acabado final con llana de madera o metálica.

No se debe utilizar mortero que haya estado humedecido por más de una hora, o mezclado en seco por más de 5 horas.

Para el curado debe humedecerse la superficie con agua, durante tres días, dos veces al día.

Hasta cuando el secado no se haya obtenido totalmente, no se autorizará la aplicación del estuco o de la pintura o cualquier otro acabado.

Para la aplicación de los pañetes exteriores, el contratista deberá ejecutar varias muestras cuya selección será aprobada por el interventor. en remates de cubierta, donde se requieran goteras, éstas se conformarán con el pañete dejándolas uniformes y rectas.

Unidad de medida: la unidad de medida será el metro cuadrado (m²)

Forma de pago: se pagará el metro cuadrado de friso 1:4 debidamente aprobado y recibido por la interventoría cuya área será la que resulte de medir la superficie descontando los vanos de puertas y ventanas. el precio unitario deberá incluir los filos y las dilataciones.

7.8.6 Pintura en koraza amarillo

El trabajo cubierto por la siguiente especificación comprende la preparación y aplicación de pintura en superficies que la requieran, de conformidad con los lugares y áreas señaladas en los proyectos, de común acuerdo con el interventor.

Generalidades: en todas las superficies a pintar, se aplicarán cuantas manos de pintura e imprimantes sean necesarias, hasta que el trabajo sea recibido por la interventoría, las pinturas se aplicarán con personal experto en esta clase de labores, las superficies quedarán con una apariencia uniforme en el tono, desprovista de rugosidades, rayas, manchas, goteras, chorreaduras y marcas de brocha, observando siempre las instrucciones del fabricante para la preparación de las superficies, tipo, mezclado y aplicación de pinturas, así como las recomendaciones del interventor.

Ejecución: teniendo en cuenta las clases de superficie a pintar, en su ejecución se observarán, además de lo indicado las siguientes normas:

El contratista suministrará al interventor un catálogo de los colores comerciales de la marca escogida, para que este seleccione los tonos que se emplearán, teniendo en cuenta todos los factores y recomendaciones al particular. a continuación se ejecutará la pintura de algunas muestras de prueba suficientemente representativas, antes de seleccionar los colores definitivos.

Los materiales recibidos en la obra deben conservarse bien almacenados y en sus envases originales. la interventoría rechazará los envases cuyo contenido haya sido alterado.

Todo material o elemento rechazado por el interventor se retirará de la obra inmediatamente.

Vinilo para interiores: pintura al agua tipo emulsión con resina de polivinilo acetato modificada con acrílica, que cumpla con los requisitos exigidos por la norma ntc 1335, para el tipo 1 entre otros: viscosidad a 25 grados centígrados de 75 a 95 u krebs; finura de dispersión 4 u herman mínimo; resistencia a la abrasión húmeda 700 ciclos mínimo.

La película de pintura solo podrá aplicarse cuando hayan recibido previamente tapa poros, ejecutado de conformidad con estas especificaciones para friso liso.

Antes de aplicar la primera mano de pintura, se eliminarán las partes flojas, se limpiará las manchas de grasa y se corregirán todas las imperfecciones, luego se lijará y se limpiará totalmente el polvo. sobre las superficies así preparadas se aplicarán las manos necesarias de imprimante y pintura de excelente calidad con alto poder cubridor, base de vinilo, acrílico o temple a base de agua según el caso, la cual podrá ser aplicada con brocha, rodillo o pistola.

Acrílica para exteriores: deben seguirse estrictamente las recomendaciones del fabricante, en cuanto a la preparación del acabado del revoque y a la aplicación de la pintura. la pintura a usarse deberá ser 100% acrílica, se aplicará 2 manos de pintura para exteriores

Unidad de medida y forma de pago: se medirá y pagará el metro cuadrado debidamente pintado y recibido a satisfacción por la interventoría, de acuerdo a lo estipulado en el formulario de cantidades y precios unitarios.

7.8.7 Placa en concreto reforzado E= 8 cm

Se refiere esta especificación al concreto para las placas de concreto reforzado con una parrilla de 20x20 en varillas de 3/8" de 60.000 psi (420 mpa) y de 8 cms de espesor según los planos adjuntos, que se utilizan para soporte de tanque elevado. el contratista deberá verificar los niveles de las placas terminadas para concluir con esta recomendación. se deberán tener en cuenta todas las especificaciones generales sobre concreto y formaletas indicadas en este capítulo.

Se empleará concreto 3000 psi con la resistencia exigida en los cálculos estructurales, con refuerzo longitudinal y el transversal de acuerdo a los planos estructurales.

Unidad de medida y forma de pago: la medida será la cantidad de metros cuadrados (m²) de placa construida de acuerdo a los resultantes de las medidas obtenidas en los planos estructurales y en la obra. el pago se hará a los precios establecidos en el presupuesto, valor que incluye:

costos de mano de obra, concreto de 3000 psi, acero de refuerzo, equipos y herramientas, transporte interno y externo, retiro de sobrantes y todos los costos que sean necesarios para la ejecución de la actividad.

7.8.8 Base en concreto de 3000 psi (45x45x30 cm)

Se refiere a la construcción de la estructura en concreto de un pedestal, que soportara la motobomba en el interior de la caseta. se realizará de acuerdo con las dimensiones consignadas en el diseño y con lo indicado por el interventor.

Materiales

Se empleará concreto 3000 psi con la resistencia exigida en los cálculos estructurales, con refuerzo longitudinal y el transversal de acuerdo a los planos estructurales.

Unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor.

7.8.9 Puerta metálica 0,70 x 2,00 m

Las hojas de doble mina de acero, laminadas en frío calibre no. 20, de la mejor calidad que se consigan en el mercado. los empates debidamente soldados y esmerilados. deberá tener refuerzos interiores, hechos en lámina doblada, por lo menos de 30 cm. empleando lámina calibre 20, los bordes con calibre 20, con refuerzos en los sitios en donde van instaladas las bisagras y las cerraduras.

El acabado de las hojas deberá ajustarse a las indicaciones de la interventoría

Las hojas deberán quedar aplomadas en todo sentido.

Las puertas llevarán tres bisagras de cobre y con perno de 3 1/2"

Materiales. lámina cold rolled calibre no. 20, y marco metálico en lámina calibre 18, diseño de acuerdo a los planos correspondientes.

Unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por metro cuadrado (m²), colocada perfectamente y recibidas a satisfacción por el interventor de obra. el pago se hará al precio establecido en el contrato e incluye el marco correspondiente y la pintura en anticorrosivo y dos manos de esmalte. las hojas tendrán una tolerancia de 1.5 mm, contra los marcos verticales y el peinazo superior en cuanto a la luz contra el piso se considera de 1 cm.

7.9 Bombeo y succión

7.9.1 Excavación a mano en material común

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones de los planos de detalles. el fondo de las excavaciones debe quedar totalmente limpio.

Los costados de las excavaciones deberán quedar completamente verticales o tendidas según el tipo del terreno en concepto del interventor y su fondo nivelado horizontalmente excepto cuando en los planos constructivos se especifiquen detalladamente las pendientes.

Cuando por causa de la topografía, sea necesario escalonar la cimentación, deberá tener especial cuidado en conservar la horizontalidad de los fondos. la altura de los escalones no debe ser superior a la altura fijada para los cimientos, con el fin de que puedan trasladarse perfectamente las diferentes secciones en una longitud no superior a la altura del cimiento especificado.

Cuando el terreno presente condiciones de resistencia que no correspondan a la cimentación de construcciones, con el fin de que éste tome las medidas del caso, se suspenderá la ejecución de las excavaciones hasta tanto sean suministrados los nuevos diseños de cimentación.

Si en algún sitio de la excavación del piso para la fundación se afloja, el material flojo deberá removerse y reemplazarse con material seleccionado o con concreto ciclópeo o como lo ordene el interventor, lo cual se reconocerá en el ítem correspondiente.

Se considerará como sobre-excavación los materiales situados por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobados explícitamente por el interventor.

El contratista no recibirá ningún pago por concepto de la sobre-excavación que resultare en las operaciones bien sea por las condiciones del terreno, por la acción de los agentes naturales de construcción, o por cualquier otra causa. las excavaciones para cimientos de muros deberán ser ejecutadas en los anchos y profundidades indicados en los planos estructurales. los costados de las excavaciones deberán ser perfectamente verticales y en el fondo nivelado horizontalmente.

En todo caso las profundidades de las excavaciones serán aconsejadas en el estudio de los suelos, realizado por un especialista en el tema. todas estas operaciones se harán por medio manual. las excavaciones para tanques se harán hasta la profundidad necesaria para la ejecución de los trabajos respectivos dejando margen para el concreto de solado. las paredes deberán ser de talud con una inclinación que garantice su estabilidad.

Deberán protegerse contra el deterioro causado por las aguas lluvias cubriendo la superficie con capa de mortero pobre de cemento y arena, de 1 a 2 centímetros de espesor siguiendo las instrucciones del interventor. las dimensiones de la excavación para tanques deberán permitir la ejecución de los muros con testeros libres en ambas caras.

El contratista deberá ejecutar a sus expensas todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones la zona de construcción y todas aquellas obras que el interventor le ordene.

Unidad de medida: la unidad de medida de la excavación en material común será el metro cúbico (m³), el precio unitario deberá incluir el retiro del material.

Forma de pago: se pagará el metro cúbico de excavación manual en material común, de acuerdo a los precios pactados en el formulario de precio unitarios suministrado por el contratista

7.9.2 Relleno en material común

Esta especificación se refiere a la colocación y compactación, por medios manuales o mecánicos de estos materiales:

- Material común obtenido generalmente de las excavaciones en el mismo sitio de la obra y aprobado por el interventor.

En esta especificación no se incluyen rellenos para filtros o drenajes que deben ser objeto de especificación particular.

No se debe colocar ningún relleno sobre terreno que no se haya descapotado.

Si la compactación es manual o con equipo liviano se hará en capas de quince centímetros como máximo. cuando se compacte a máquina, se exigirá compactación manual o con pisón neumático en los sitios estrechos y en los rincones a donde no llegue la máquina, hasta obtener la densidad exigida.

La superficie final deberá quedar completamente nivelada y a las cotas determinadas por los planos. las compactaciones deberán cumplir como mínimo los siguientes requisitos si no se indica nada diferente en las especificaciones particulares o en los planos:

Para los rellenos hechos con material común se exigirá un mínimo de densidad, pero la compactación será cuidadosa y aprobada por la interventoría.

Los rellenos se medirán por metros cúbicos (m³) compactados. se calculará su volumen con base en los planos y en las variaciones hechas en los niveles y dimensiones debidamente aprobadas por la interventoría. las medidas se aproximarán a dos (2) decimales.

No se valoraran los rellenos no indicados en los planos aunque sean necesarios por construcción como los sobre anchos necesarios para obtener la densidad especificada en los bordes del relleno, o los que se deban a excavaciones adicionales hechas por facilidad o por proceso constructivo.

En casos de rellenos de zanjas donde se hayan instalado tuberías enterradas, se descontará el volumen de la tubería calculado con base en su diámetro interno cuando este sea mayor de seis (6) pulgadas, en diámetros menores no se harán descuentos.

Unidad de medida: la unidad de medida será el metro cúbico (m³).

Forma de pago: se pagará el metro cúbico de material común debidamente compactado de acuerdo con la anterior especificación, de acuerdo con los precios estipulados en el formulario de precios unitarios suministrado por el contratista.

7.9.3 Suministro e instalación de electrobomba sumergible tipo lapicero 2hp para pozo profundo con succión de 2” y descarga 2”

Corresponde al suministro e instalación de electrobomba tipo lapicero motor 2 hp trifásico, caudal max.50gpm, altura max.120m, descarga 2”. incluye tablero control, taco totalizador, guarda motor, monitor de fase, control de nivel, piloto de señalización, muletilla tres posiciones, flotador eléctrico, cofre metálico, cable encauchetado 3x10, 100 metros marca sentelsa y guaya galvanizada de 100 metros.

Forma de pago y unidad de medida: se pagara por unidad (und) instalada de electrobomba a satisfacción del interventor.

7.9.4 Tubería pvc presión 2” rde 21 de para succión

En la utilización de estos elementos en redes se deben tener en cuenta las normas y especificaciones de la casa fabricante, previa aceptación o autorización escrita del interventor, sin que por tal motivo se disminuya o anule la responsabilidad del contratista. como mínimo se deben cumplir los siguientes requisitos:

Norma Icontec

La tubería debe cumplir la norma Icontec 382 excepto en lo relativo al color; se puede usar tubería de un color diferente al gris.

Relación diámetro-espesor

Salvo indicación contraria de los planos de detalle o por aceptación escrita del interventor, la tubería colocada tendrá una relación diámetro-espesor de 51 como máximo.

Material

El material del tubo debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

Las superficies internas y externas de los tubos deberán ser lisas y libres de imperfectos a simple vista tales como: grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

Los extremos del tubo deben tener un corte normal al eje, aunque sean biselados.

Limpiador y pegante

El limpiador y el pegante utilizado para la unión de tubos y accesorios de pvc deben cumplir la norma Icontec n° 576.

Pruebas

En caso de que se efectúen pruebas sobre la tubería se deben seguir las instrucciones sobre ensayos y aceptabilidad del producto dado por las diferentes normas Icontec.

Unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago será el número de metros lineales (ml) de tubería según los planos y las especificaciones, incluyendo los respectivos accesorios necesarios para su instalación recibida a satisfacción por la interventoría.

7.10 Red de impulsión

7.10.1 Excavación a mano en material común

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones de los planos de detalles. el fondo de las excavaciones debe quedar totalmente limpio.

Los costados de las excavaciones deberán quedar completamente verticales o tendidas según el tipo del terreno en concepto del interventor y su fondo nivelado horizontalmente excepto cuando en los planos constructivos se especifiquen detalladamente las pendientes.

Cuando por causa de la topografía, sea necesario escalonar la cimentación, deberá tener especial cuidado en conservar la horizontalidad de los fondos. la altura de los escalones no debe ser superior a la altura fijada para los cimientos, con el fin de que puedan trasladarse perfectamente las diferentes secciones en una longitud no superior a la altura del cimiento especificado.

Cuando el terreno presente condiciones de resistencia que no correspondan a la cimentación de construcciones, con el fin de que éste tome las medidas del caso, se suspenderá la ejecución de las excavaciones hasta tanto sean suministrados los nuevos diseños de cimentación.

Si en algún sitio de la excavación del piso para la fundación se afloja, el material flojo deberá removerse y reemplazarse con material seleccionado o con concreto ciclópeo o como lo ordene el interventor, lo cual se reconocerá en el ítem correspondiente.

Se considerará como sobre-excavación los materiales situados por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobados explícitamente por el interventor.

El contratista no recibirá ningún pago por concepto de la sobre-excavación que resultare en las operaciones bien sea por las condiciones del terreno, por la acción de los agentes naturales de construcción, o por cualquier otra causa. las excavaciones para cimientos de muros deberán ser ejecutadas en los anchos y profundidades indicados en los planos estructurales. los costados de las excavaciones deberán ser perfectamente verticales y en el fondo nivelado horizontalmente.

En todo caso las profundidades de las excavaciones serán aconsejadas en el estudio de los suelos, realizado por un especialista en el tema. todas estas operaciones se harán por medio manual. las excavaciones para tanques se harán hasta la profundidad necesaria para la ejecución de los trabajos respectivos dejando margen para el concreto de solado. las paredes deberán ser de talud con una inclinación que garantice su estabilidad.

Deberán protegerse contra el deterioro causado por las aguas lluvias cubriendo la superficie con capa de mortero pobre de cemento y arena, de 1 a 2 centímetros de espesor siguiendo las instrucciones del interventor. las dimensiones de la excavación para tanques deberán permitir la ejecución de los muros con testeros libres en ambas caras.

El contratista deberá ejecutar a sus expensas todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones la zona de construcción y todas aquellas obras que el interventor le ordene.

Unidad de medida: la unidad de medida de la excavación en material común será el metro cúbico (m³), el precio unitario deberá incluir el retiro del material.

Forma de pago: se pagará el metro cúbico de excavación manual en material común, de acuerdo a los precios pactados en el formulario de precio unitarios suministrado por el contratista

7.10.2 Relleno en material común

Esta especificación se refiere a la colocación y compactación, por medios manuales o mecánicos de estos materiales:

Material común obtenido generalmente de las excavaciones en el mismo sitio de la obra y aprobado por el interventor.

En esta especificación no se incluyen rellenos para filtros o drenajes que deben ser objeto de especificación particular.

No se debe colocar ningún relleno sobre terreno que no se haya descapotado.

Si la compactación es manual o con equipo liviano se hará en capas de quince centímetros como máximo. cuando se compacte a máquina, se exigirá compactación manual o con pisón neumático en los sitios estrechos y en los rincones a donde no llegue la máquina, hasta obtener la densidad exigida.

La superficie final deberá quedar completamente nivelada y a las cotas determinadas por los planos. las compactaciones deberán cumplir como mínimo los siguientes requisitos si no se indica nada diferente en las especificaciones particulares o en los planos:

Para los rellenos hechos con material común se exigirá un mínimo de densidad, pero la compactación será cuidadosa y aprobada por la interventoría.

Los rellenos se medirán por metros cúbicos (m³) compactados. se calculará su volumen con base en los planos y en las variaciones hechas en los niveles y dimensiones debidamente aprobadas por la interventoría. las medidas se aproximarán a dos (2) decimales.

No se valoraran los rellenos no indicados en los planos aunque sean necesarios por construcción como los sobre anchos necesarios para obtener la densidad especificada en los bordes del relleno, o los que se deban a excavaciones adicionales hechas por facilidad o por proceso constructivo.

En casos de rellenos de zanjas donde se hayan instalado tuberías enterradas, se descontará el volumen de la tubería calculado con base en su diámetro interno cuando este sea mayor de seis (6) pulgadas, en diámetros menores no se harán descuentos.

Unidad de medida: la unidad de medida será el metro cúbico (m³).

Forma de pago: se pagará el metro cúbico de material común debidamente compactado de acuerdo con la anterior especificación, de acuerdo con los precios estipulados en el formulario de precios unitarios suministrado por el contratista.

7.10.3 Tubería pvc 2” presión rde 21 para impulsión

En la utilización de estos elementos en redes se deben tener en cuenta las normas y especificaciones de la casa fabricante, previa aceptación o autorización escrita del interventor, sin que por tal motivo se disminuya o anule la responsabilidad del contratista. como mínimo se deben cumplir los siguientes requisitos:

Norma Icontec

La tubería debe cumplir la norma Icontec 382 excepto en lo relativo al color; se puede usar tubería de un color diferente al gris.

Relación diámetro-espesor

Salvo indicación contraria de los planos de detalle o por aceptación escrita del interventor, la tubería colocada tendrá una relación diámetro-espesor de 51 como máximo.

Material

El material del tubo debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

Las superficies internas y externas de los tubos deberán ser lisas y libres de imperfectos a simple vista tales como: grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

Los extremos del tubo deben tener un corte normal al eje, aunque sean biselados.

Limpiador y pegante

El limpiador y el pegante utilizado para la unión de tubos y accesorios de pvc deben cumplir la norma Icontec n° 576.

Pruebas

En caso de que se efectúen pruebas sobre la tubería se deben seguir las instrucciones sobre ensayos y aceptabilidad del producto dadas por las diferentes normas Icontec.

Unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago será el número de metros lineales (ml) de tubería según los planos y las especificaciones, incluyendo los respectivos accesorios necesarios para su instalación recibida a satisfacción por la interventoría.

7.11 Suministro E Instalación De Tuberías Y Accesorios Red De Distribución

7.11.1 instalación tubería pvc un acueducto 2”

Se suministrará e instalará tubería de 2” de diámetro que cumpla con las normas.

En la utilización de estos elementos en redes se deben tener en cuenta las normas y especificaciones de la casa fabricante, previa aceptación o autorización escrita del interventor, sin que por tal motivo se disminuya o anule la responsabilidad del contratista.

Como mínimo se deben cumplir los siguientes requisitos:

Norma Icontec

La tubería debe cumplir la norma Icontec 382 excepto en lo relativo al color; se puede usar tubería de un color diferente al gris.

Relación diámetro-espesor

Salvo indicación contraria de los planos de detalle o por aceptación escrita del interventor, la tubería colocada tendrá una relación diámetro-espesor de 51 como máximo.

Material

El material del tubo debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

Las superficies internas y externas de los tubos deberán ser lisas y libres de imperfectos a simple vista tales como: grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

Los extremos del tubo deben tener un corte normal al eje, aunque sean biselados.

Limpiador y pegante

El limpiador y el pegante utilizado para la unión de tubos y accesorios de pvc deben cumplir la norma Icontec n° 576.

pruebas

En caso de que se efectúen pruebas sobre la tubería se deben seguir las instrucciones sobre ensayos y aceptabilidad del producto dadas por las diferentes normas Icontec.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago será el número de metros lineales (ml) de tubería según los planos y las especificaciones, incluyendo los respectivos accesorios necesarios para su instalación recibida a satisfacción por la interventoría.

7.11.2 Instalación tubería pvc un acueducto 1 1/2"

se suministrará e instalará tubería de 1" de diámetro que cumpla con las normas. en la utilización de estos elementos en redes se deben tener en cuenta las normas y especificaciones de la casa fabricante, previa aceptación o autorización escrita del interventor, sin que por tal motivo se disminuya o anule la responsabilidad del contratista.

como mínimo se deben cumplir los siguientes requisitos:

Norma Icontec

La tubería debe cumplir la norma Icontec 382 excepto en lo relativo al color; se puede usar tubería de un color diferente al gris.

relación diámetro-espesor

salvo indicación contraria de los planos de detalle o por aceptación escrita del interventor, la tubería colocada tendrá una relación diámetro-espesor de 51 como máximo.

material

el material del tubo debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

las superficies internas y externas de los tubos deberán ser lisas y libres de imperfectos a simple vista tales como: grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

los extremos del tubo deben tener un corte normal al eje, aunque sean biselados.

limpiador y pegante

El limpiador y el pegante utilizado para la unión de tubos y accesorios de pvc deben cumplir la norma Icontec n° 576.

pruebas

En caso de que se efectúen pruebas sobre la tubería se deben seguir las instrucciones sobre ensayos y aceptabilidad del producto dadas por las diferentes normas Icontec.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago será el número de metros lineales (ml) de tubería según los planos y las especificaciones, incluyendo los respectivos accesorios necesarios para su instalación recibida a satisfacción por la interventoría.

7.11.3 Válvula de corte pvc de 2”

se refiere al suministro, mano de obra, accesorios e instalación de válvula de corte de 2 pulgadas, en los lugares mostrados en el plano de detalles. la instalación debe hacerse aplicando en la rosca de la llave cinta teflón para evitar fugas posteriores, recibidas a plena satisfacción por la interventoría

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidad (und) instaladas incluyendo accesorios, y su pago será de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

7.11.4 válvula de corte pvc de 1 1/2”

se refiere al suministro, mano de obra, accesorios e instalación de válvula de corte de 1 ½” pulgadas, en los lugares mostrados en el plano de detalles. la instalación debe hacerse aplicando en la rosca de la llave cinta teflón para evitar fugas posteriores, recibidas a plena satisfacción por la interventoría

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidad (und) instaladas incluyendo accesorios, y su pago será de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

7.11.5 cajas de concreto 0.2 x 0.2m

se refiere al suministro, mano de obra, accesorios e instalación de cajas prefabricadas en concreto, donde se dará lugar para disponer de la válvula de bola de ½” hacia la conexión de cada usuario.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidad (und) instaladas, y su pago será de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

7.11.6 tee pvc de 2” x 2”

consiste en el suministro e instalación de tee pvc de 2” x 2” que se utilizará como accesorio para realizar la red de acueducto.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por unidad (und) y recibida a entera satisfacción por el interventor de obra.

7.11.7 Tee pvc de 1 ½”

consiste en el suministro e instalación de tee pvc de 1 ½” que se utilizará como accesorio para realizar la red de acueducto.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por unidad (und) y recibida a entera satisfacción por el interventor de obra.

7.11.8 Tee pvc reducida de 2” x 1 ½ ”

consiste en el suministro e instalación de tee pvc reducida de 2” x 1 ½ ” que se utilizará como accesorio para realizar la red de acueducto.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por unidad (und) y recibida a entera satisfacción por el interventor de obra.

7.11.9 codo de 45 y 90 grados pvc”

consiste en el suministro e instalación de codos de 45° y 90° utilizados como accesorios para realizar la red de acueducto.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por unidad (und) y recibida a entera satisfacción por el interventor de obra.

7.11.10 válvula de pie con coladera pvc 2”:

consiste en el suministro e instalación de una válvula tipo cheque de 2” pvc que se utilizará como accesorio para realizar la red de succión.

unidad de medida y forma de pago: la medida y el pago serán por unidad (und) y recibida a entera satisfacción por el interventor de obra.

7.12 Tanque de distribución

7.12.1 Excavación manual en material común

las excavaciones se realizarán de acuerdo a los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones de los planos de detalles. el fondo de las excavaciones debe quedar totalmente limpio.

los costados de las excavaciones deberán quedar completamente verticales o tendidas según el tipo del terreno en concepto del interventor y su fondo nivelado horizontalmente excepto cuando en los planos constructivos se especifiquen detalladamente las pendientes.

cuando por causa de la topografía, sea necesario escalonar la cimentación, deberá tener especial cuidado en conservar la horizontalidad de los fondos. la altura de los escalones no debe ser superior a la altura fijada para los cimientos, con el fin de que puedan trasladarse perfectamente las diferentes secciones en una longitud no superior a la altura del cimiento especificado.

cuando el terreno presente condiciones de resistencia que no correspondan a la cimentación de construcciones, con el fin de que éste tome las medidas del caso, se suspenderá la ejecución de las excavaciones hasta tanto sean suministrados los nuevos diseños de cimentación.

Si en algún sitio de la excavación del piso para la fundación se afloja, el material flojo deberá removerse y reemplazarse con material seleccionado o con concreto ciclópeo o como lo ordene el interventor, lo cual se reconocerá en el ítem correspondiente.

se considerará como sobre-excavación los materiales situados por fuera de los alineamientos o cotas indicadas en los planos o aprobados explícitamente por el interventor.

el contratista no recibirá ningún pago por concepto de la sobre-excavación que resultare en las operaciones bien sea por las condiciones del terreno, por la acción de los agentes naturales de construcción, o por cualquier otra causa. las excavaciones para cimientos de muros deberán ser ejecutadas en los anchos y profundidades indicados en los planos estructurales. los costados de las excavaciones deberán ser perfectamente verticales y en el fondo nivelado horizontalmente.

en todo caso las profundidades de las excavaciones serán aconsejadas en el estudio de los suelos, realizado por un especialista en el tema. todas estas operaciones se harán por medio manual. las excavaciones para tanques se harán hasta la profundidad necesaria para la ejecución de los trabajos respectivos dejando margen para el concreto de solado. las paredes deberán ser de talud con una inclinación que garantice su estabilidad.

Deberán protegerse contra el deterioro causado por las aguas lluvias cubriendo la superficie con capa de mortero pobre de cemento y arena, de 1 a 2 centímetros de espesor siguiendo las instrucciones del interventor. las dimensiones de la excavación para tanques deberán permitir la ejecución de los muros con testeros libres en ambas caras.

el contratista deberá ejecutar a sus expensas todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones la zona de construcción y todas aquellas obras que el interventor le ordene.

unidad de medida: la unidad de medida de la excavación en material común será el metro cúbico (m³), el precio unitario deberá incluir el retiro del material.

forma de pago: se pagará el metro cúbico de excavación manual en material común, de acuerdo a los precios pactados en el formulario de precio unitarios suministrado por el contratista

7.12.2 concreto

Resistencia de 3000 psi impermeabilizado, paredes tanque, placa piso tanque, placa superior tanque, vigas cimentación, vigas aéreas, columnas, zapatas. Para placa de pisos, para vigas aéreas, para muros, para placa aérea y para cimientos

Descripción

esta especificación contiene los requisitos mínimos que deben cumplir el concreto reforzado para pisos de un tanque enterrado fundido en el sitio.

materiales

el concreto para pisos de tanques será de 3000 psi (210 kg/cm²)

procedimiento

se permitirá fundir el piso en concreto reforzado directamente contra el solado dándole los espesores y la nivelación que contengan los planos estructurales y planos de diseño hidráulico.

las dimensiones, refuerzos, y demás detalles para los pisos del tanque son los consignados en los planos correspondientes, y/o los indicados por el interventor.

Medición y pago

la unidad de medida para el concreto de pisos, será el metro cubico (m³) y se pagarán a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada ítem. el acero de refuerzo se pagará por separado, en los ítems correspondientes de cada sección.

7.12.3 Escalera tanque

Alcance y descripción

esta especificación general se refiere al suministro, transporte, almacenamiento, corte, figurado, colocación y fijación del acero de refuerzo para las estructura en concreto reforzado, de la clase, dimensiones, forma, calidad y cantidad establecidas en los planos o determinadas por la interventoría.

Medición y pago

el acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg), con aproximación de un decimal. la medida se hará con base en los planos estructurales, incluyendo los empalmes y ganchos, y teniendo en cuenta las listas de despiece y las variaciones aprobadas por el interventor. se aplicarán los siguientes pesos por metro lineal para la obtención de los kilos de refuerzo:

BAR RA	DIAMETRO NOMINAL	PESO UNITARIO
No.	(Pulgada)	Kg./m.
2	1/4"	0.25
3	3/8"	0.56
4	1/2"	1.00
5	5/8"	1.55
6	3/4"	2.24

7	7/8"	3.04
8	1"	3.97
9	1.1/4"	6.21

no se medirán longitudes adicionales de refuerzo resultantes de cambios hechos por el contratista para facilitar la construcción, ni se incluirán los pesos de las abrazaderas, separadores o cualquier otro material usado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio.

el pago se hará al precio unitario estipulado en el contrato para acero de refuerzo. este precio unitario deberá incluir todos los costos de mano de obra y materiales empleados en la adquisición, transporte, almacenamiento, corte, figurado, limpieza, colocación y armada de los hierros, así como todos los demás costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del trabajo especificado.

7.12.4 cerramiento tipo 1

se refiere al suministro, mano de obra y materiales para el cerramiento tipo 1 que consta de un muro en concreto de 1.70 m de alto por una malla metálica de 1 metros de alta.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de metros lineales (ml) instaladas y su pago será de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

7.12.5 concreto ciclópeo para zapatas

este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación de una mezcla de 60% en concreto hidráulico y en un 40% de piedra rajón para la correcta construcción de la base que soportara la viga de amarre de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones dimensiones indicados en los planos del proyecto.

concreto

estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agregados finos y gruesos. el cemento, utilizado será pórtland el cual deberá cumplir en la norma aashto m85. El agregado grueso deberá quedar retenido en el tamiz # 4, el desgaste del agregado grueso en la máquina de los ángeles no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%), el agregado fino deberá ser una arena que no contenga materia orgánica y esté libre de talco. la piedra rajón deberá tener un tamaño no mayor 30 cms.

equipo

el equipo a emplear para la preparación de la mezcla debe reunir los requisitos que garanticen una mezcla homogénea. se deberá emplear una formaleta con el fin de darle un alineamiento uniforme a la colocación del concreto y la piedra rajón. La formaleta no deberá tener una longitud menor de tres metros y su altura deberá cumplir con la altura del concreto ciclópeo si hay la necesidad de hacer traslapes debe quedar de tal manera que la superficie quede lisa.

unidad de medida y forma de pago: la unidad de medida para este ítem será el metro cúbico (m3), aproximándolo al metro cúbico completo de ciclópeo fundido, aceptado por el interventor en su posición final. la forma de pago se efectuará de acuerdo al precio unitario del contrato, cuando las alturas varíen se promediarán a lo largo para calcular los metros cúbicos colocados.

7.13 Instalaciones eléctricas

7.13.1 suministro transporte e instalación de transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv

Descripción

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

Se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.2 suministro transporte e instalación de herrajes y protecciones para transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv

Descripción

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de herrajes y protecciones para transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

Se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.3 suministro transporte e instalación de caja en b.t. para Smith de 2x60 a

Descripción

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de caja en b.t. para switch de 2x60 a, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.4 suministro transporte e instalación de caja en b.t. para switch de 2x60 a

descripcion

Se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de caja en b.t. para switch de 2x60 a, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.5 suministro transporte e instalación de sistema de contrapeso para mejoramiento de resistividad de puesta a tierra para transformadores de distribución

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de sistema de contrapeso para mejoramiento de resistividad de puesta a tierra para transformadores de distribución, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.5 legalización y ante la electrificadora de Santander

descripcion

Se refiere esta especificación a la legalización y ante la electrificadora de Santander, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor.

el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.6 replanteo red de baja tensión

descripcion

se refiere esta especificación al replanteo red de baja tensión, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de metros lineales (ml) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor.

el pago se hará al precio por metro lineal establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por metro lineal debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.7 suministro transporte e instalación de poste de 8 mts 510 kg

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de poste de 8 mts 510 kg, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad cúbico debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.8 suministro transporte e instalación de errajes en poste para percha tres hilos 617/619

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de errajes en poste para percha tres hilos 617/619, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.9 suministro transporte e instalación de errajes para templete directo a tierra

descripcion

Se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de errajes para templete directo a tierra, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.10 suministro transporte e instalación de errajes y elementos para puesta a tierra baja tensión

descripcion

Se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de errajes y elementos para puesta a tierra baja tensión, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.11 suministro transporte e instalación de un conductor acsr no 2 awg

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de un conductor acsr no 2 awg, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de metros lineales (ml) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio metro lineal establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por metro lineal debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.12 suministro transporte e instalación cruce de acometida en concéntrico 2x8+8

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación cruce de acometida en concéntrico 2x8+8, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de metros lineales (ml) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por metro lineal establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por metro lineal debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.13 suministro transporte e instalación de materiales bajante contador trifilar de 15 a

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de materiales bajante contador trifilar de 15 a, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.14 suministro transporte e instalación de materiales para salida a 110 v

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de materiales para salida a 110 v, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.15 suministro transporte e instalación de contador trifilar de 15 a

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de contador trifilar de 15 a, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por unidad establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por unidad debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.16 acometida en cable concéntrico antifraude

descripcion

se refiere esta especificación al suministro transporte e instalación de herrajes y elementos para templete directo a tierra. Baja tensión (ref. estructura 2), de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la Interventoría. para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de metros lineales (ml) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por metro lineal establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por metro lineal debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.17 sub-cometida en 4 # 8 ø1" para motores

descripcion

se refiere esta especificación al sub-cometida en 4 # 8 ø1" para motores, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría.

para la instalación se emplearán materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por metro lineal establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por metro lineal debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.13.18 Tablero eléctrico para motor trifásico de arranque eléctrico

descripcion

se refiere esta especificación al tablero eléctrico para motor trifásico de arranque eléctrico, de conformidad con el lugar señalado en el proyecto, de común acuerdo con el interventor.

generalidades

se instalará en el sitio señalado por los planos y/o definidos por la interventoría.

para la instalación se emplearan materiales de primera calidad, siguiendo las características y lineamientos del fabricante y dando cumplimiento a las indicaciones del interventor.

unidad de medida y forma de pago: la medida será el número de unidades (und) instalado y recibido a entera satisfacción por el interventor. el pago se hará al precio por global establecido en el contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.

el precio por global debe incluir los costos de la mano de obra, transporte, a así como el costo de la herramienta utilizada para la realización de la presente labor.

7.14 planta de tratamiento de agua potable compacta

7.14.1. Suministro e instalación de PTAP de 1 l/s

descripcion

esta especificación contiene los requisitos mínimos que debe cumplir la planta compacta de tratamiento de agua potable para suministrar y tratar el agua apta para el consumo humano.

materiales

filtros, motobombas, estructura metálica, floculadores, tablero de control eléctrico, caudalímetro, tanque de carga subterráneo de 3000 lts, bomba y tubería hasta el tanque elevado y demás materiales y equipos que me permitan entregar un caudal de diseño de 2 lps.

los equipos se entregan instalados en el sitio, con las tuberías y accesorios requeridos para su instalación, incluyendo las válvulas para el by pass de entradas y salidas del sistema.

el sistema se entrega automatizado, es decir, cuando haya paso de agua por el filtro, se realiza la cloración, para ello el sistema trabaja con un sensor de presión, que le permite a la bombas dosificadoras enviar cloro, coagulantes y/o soda cáustica, cuando haya tratamiento, por el contrario el sistema se podrá emplear sólo para filtración u operación manual cuando se requiera.

unidad de medida y forma de pago: los costos incluyen; fabricación de la planta, transporte hasta el sitio de instalación, instalación, puesta en marcha, capacitación del personal operativo y químicos por un mes. la unidad de medida para la ptap, será global (glb) y se pagara a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada ítem.

7.15 Estructuras complementarias

7.15.1 acometidas domiciliarias (incluye medidor con cheque incorporado de 1/2", caja en concreto y demás)

generalidades

los trabajos a realizar de acuerdo con la presente especificación, comprenden lo siguiente:

a) la construcción de nuevas conexiones domiciliarias en los sitios indicados en los planos o donde el interventor lo ordene, de acuerdo con los diseños y especificaciones dadas en los planos.

b) la adecuación de conexiones domiciliarias existentes que sea necesario destruir al hacer las excavaciones de zanjas para el nuevo alcantarillado. esta reparación deberá hacerse utilizando materiales similares a los originales.

c) suministro e instalación de medidor de referencia sc100 u15 f115, debe ser un medidor tipo velocidad de chorro único con qp (q3) 1.5 m³ hora de 15 mm de diámetro nominal, longitud de 115 mm y conexión roscada macho de diámetro nominal g ¾ b.

todos los medidores hasta 40 mm serán de transmisión magnética o mecánica directa clase metrológica c en posición horizontal y mínimo clase metrológica b en posición vertical.

para cada medidor se exigirá una garantía de tres (3) años en sus partes y deberá ser calibrado antes de su instalación en un laboratorio de metrología de flujos acreditado por la sic o equivalente internacional y se exigirá si certificado de prueba con resultado conforme a la norma técnica colombiana ntc-1063/iso40-64.

medida

Los trabajos de qué trata la presente especificación serán medidos de la siguiente manera:

a) las nuevas conexiones domiciliarias serán medidas por unidad, teniendo en cuenta que su longitud promedio sea hasta 1.00 metro, los metros de tubería para acometida domiciliaria adicionales se pagaran de acuerdo al índice de precios del contratista para el ítem tubería pvc 6"

b) la reparación de conexiones domiciliarias existentes que destruya el contratista por deficiencias en los métodos constructivos, no será medida puesto que sus costos deben estar incluidos en los precios unitarios analizados por el contratista para el ítem conexiones domiciliarias.

pago

a) las nuevas conexiones domiciliarias se pagarán al precio unitario consignado por el contratista en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del contrato y deberá incluir el costo de la tubería en la calidad, diámetro, y longitud requeridos, la excavación, el relleno, el accesorio de acople al tubo matriz, el concreto de atraque, el equipo, la mano de obra y todos los costos directos e indirectos requeridos para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

b) el costo de la reparación de conexiones domiciliarias existentes deberá estar incluido en los precios unitarios analizados por el contratista para el ítem conexiones domiciliarias.

en el evento de que las conexiones sean destruidas por causas ajenas a la voluntad del contratista, su reparación será reconocida de acuerdo al precio unitario que haya pactado para conexiones nuevas, descontando el valor de la caja de inspección en caso de que ésta no haya sufrido deterioro.

cuando en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios no se haya contemplado la construcción de conexiones domiciliarias, a juicio del interventor podrá pactarse el precio, o en su defecto, podrá reconocerse por precios unitarios de acuerdo con los precios fijados para las distintas cantidades de obra que involucra la actividad.

Estos precios serán la única compensación que perciba el contratista por los materiales, mano de obra, equipo y demás elementos que requiera para la correcta ejecución de las obras de que trata la presente especificación.

8. Presupuesto



Alcaldía Municipal
Municipio de Sabana de Torres
Departamento de Santander
Secretaría de Planeación
planeacion@sabanadetorres-santander.gov.co



República de Colombia

CONSTRUCCION DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES, SANTANDER

PRESUPUESTO GENERAL

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR PARCIAL
1,0	PRELIMINARES				
1,1	Replanteo y localización de tuberías de acueducto	MI	21.426,41	\$ 1.369,00	\$ 29.332.755,00
				SUBTOTAL	\$ 29.332.755,00
2,0	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
2,1	Excavación a mano en material común	m3	20.687,57	\$ 24.795,00	\$ 512.948.298,00
2,2	Relleno en material común	m3	20.291,44	\$ 21.208,00	\$ 430.340.860,00
2,3	Encamado tubería con arena apisonada	m3		\$ 54.065,00	\$ -
				SUBTOTAL	\$ 943.289.158,00
3,0	POZO PERFORADO				
3,1	Perforación exploratoria en diámetro 6 "	MI	130,00	\$ 288.523,00	\$ 37.507.990,00
3,2	Toma e interpretación de registro eléctricos y datos de campo	Glb	1,00	\$ 2.837.550,00	\$ 2.837.550,00
3,3	Ampliación de la perforación a 12"	MI	130,00	\$ 382.929,00	\$ 49.780.770,00
3,4	Suministro e instalación de tubería Acampanada PVC RDE21 6" para revestimiento de pozo profundo	MI	27,00	\$ 230.424,00	\$ 6.221.448,00
3,5	Suministro e instalación de tubería de filtro PVC RDE21 6"	MI	57,00	\$ 265.479,00	\$ 15.132.303,00
3,6	Tubería de 4" RDE 26 de alimentación de gravilla	MI	6,50	\$ 50.421,00	\$ 327.737,00
3,7	Gravilla para filtro (empaquete)	m3	6,29	\$ 251.060,00	\$ 1.578.973,00
3,8	Concreto de 3000 Psi para sello hidráulico	m3	0,01	\$ 480.359,00	\$ 3.655,00
3,9	Limpieza y lavado del pozo	MI	1,00	\$ 80.682,00	\$ 80.682,00
3,10	Caja en Mampostería (Inc. Friso y Tapa en Concreto Reforzado e=0,07 m)	Und	1,00	\$ 271.177,00	\$ 271.177,00

3,11	Prueba de bombeo escalonada a caudal constante tomando niveles de bombeo y de recuperación y definición de caudal	Und	1,00	\$ 3.144.282,00	\$ 3.144.282,00
3,12	Análisis Físico-Químico del Agua	Und	1,00	\$ 515.500,00	\$ 515.500,00
				SUBTOTAL	\$ 117.402.067,00
4,0	CASETA				
4,1	Excavación en material común	m3	0,32	\$ 24.795,00	\$ 8.034,00
4,2	Solado en Concreto de 2000 psi 1,8x1,8 e=0,05 m	m2	3,24	\$ 23.976,00	\$ 77.682,00
4,3	Placa de Piso Concreto 3000 psi 1,8x1,8 e=0,20 m (Inc. Refuerzo)	m2	3,24	\$ 124.813,00	\$ 404.394,00
4,4	Mampostería en Bloque 0,10x0,20x0,40 m, e=0,10 m	m2	4,40	\$ 35.693,00	\$ 157.049,00
4,5	Friso en Mortero 1:4	m2	13,20	\$ 16.400,00	\$ 216.480,00
4,6	Pintura Tipo Koraza Amarillo	m2	13,20	\$ 15.195,00	\$ 200.574,00
4,7	Placa en Concreto Reforzado e=0,08 m (Inc. Refuerzo)	m2	1,96	\$ 131.938,00	\$ 258.598,00
4,8	Base en Concreto de 3000 Psi (Apoyo Bomba)	und	1,00	\$ 24.804,00	\$ 24.804,00
4,9	Sum. e Inst. Puerta Metálica 0,70x2,00 m	und	1,00	\$ 302.951,00	\$ 302.951,00
				SUBTOTAL	\$ 1.650.566,00
5,0	BOMBEO Y SUCCION				
5,1	Excavación a mano en material común	m3	3,04	\$ 24.795,00	\$ 75.327,00
5,2	Relleno en material común	m3	2,99	\$ 21.208,00	\$ 63.467,00
5,3	Suministro e Instalación Electrobomba Sumergible tipo lapicero 5 HP para Pozo Profundo con Succión de 2" y Descarga 2"	und	1,00	\$ 9.900.000,00	\$ 9.900.000,00
5,4	Tubería PVC Presión 2" RDE 21 para Succión	ml	135,85	\$ -	\$ -
				SUBTOTAL	\$ 10.038.794,00
6,0	RED DE IMPULSION				
6,1	Excavación a mano en material común	m3	47,26	\$ 24.795,00	\$ 1.171.911,00
6,2	Relleno en material común	m3	36,65	\$ 21.208,00	\$ 777.357,00
6,3	Tubería PVC Presión 2" RDE 21 para Impulsión	ml	190,80	\$ 21.754,00	\$ 4.150.663,00
6,4	Suministro e Instalación Electrobomba 2 HP	und			
				SUBTOTAL	\$ 6.099.931,00
7,0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCION	ml			
7,1	Inst. tubería PVC UM acueducto 2"	ml	9.485,25	\$ 21.654,00	\$ 205.393.560,19
7,2	Inst. tubería PVC presión acueducto 1 1/2"	ml	11.761,51	\$ 18.125,00	\$ 213.177.405,00
7,3	Válvula de Corte PVC D= 2"	und	6,00	\$ 14.566,00	\$ 87.396,00
7,4	Válvula de Corte PVC D= 1 1/2"	und	23,00	\$ 212.893,00	\$ 4.896.539,00
7,5	Cajas de concreto de 0.2x0.2m	und	-	\$ 22.025,00	\$ -

7,6	Tee PVC 2 " X 2"	und	1,00	\$ 8.296,00	\$ 8.296,00
7,7	Tee PVC 1 1/2"	und	17,00	\$ 4.815,00	
7,8	Tee Reducida PVC 2 " a 1 1/2"	und	18,00	\$ 3.739,00	\$ 67.302,00
7,9	Codos de 45 y 90 grados PVC presión	gbl	63,00	\$ 78.878,00	\$ 4.969.314,00
7,10	Válvula de pie con coladera de 2"(Cheque)	und	1,00	\$ 112.845,00	\$ 112.845,00
				SUBTOTAL	\$ 428.712.657,19
8,0	TANQUE DE DISTRIBUCION				
8,1	Excavación Manual en Material Común	m3	37,42	\$ 24.795,00	\$ 927.878,00
8,2	Concreto resistencia de 3000 psi impermeabilizado- Paredes tanque - placa piso tanque - placa superior tanque - vigas cimentación - vigas aéreas - columnas (EN ALTURAS)	m3	92,24	\$ 578.409,00	\$ 53.354.181,00
8,3	Acero de Refuerzo	kg	20.099,30	\$ 4.628,00	\$ 93.019.560,00
8,4	Cerramiento tipo 1	ml	40,00	\$ 232.231,00	\$ 9.289.240,00
8,5	Escalera Tanque	ml	18,00	\$ 25.718,00	\$ 462.924,00
8,6	Concreto Ciclópeo para zapatas	m3	11,56	\$ 426.453,00	\$ 4.929.797,00
				SUBTOTAL	\$ 161.983.580,00
9,0	INSTALACIONES ELECTRICAS				
9,1	Suministro transporte e instalación de transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv	und	1,00	\$ 3.977.900,00	\$ 3.977.900,00
9,2	Suministro transporte e instalación de errajes y protecciones para transformador monofásico de 15 kva y 13,2 kv	und	1,00	\$ 1.752.523,00	\$ 1.752.523,00
9,3	Suministro Transporte e Instalación de protección en V.T (switch)	und	1,00	\$ 41.285,00	\$ 41.285,00
9,4	Suministro Transporte e Instalación de caja en V.T. para switch de 2x60 A	und	1,00	\$ 114.405,00	\$ 114.405,00
9,5	Suministro Transporte e Instalación de sistema de contrapeso para mejoramiento de resistividad de puesta a tierra para transformadores de distribución	und	1,00	\$ 382.167,00	\$ 382.167,00
9,6	Legalización y Ante la electrificadora de Santander	und	1,00	\$ 2.840.938,00	\$ 2.840.938,00
9,7	Replanteo red de baja tensión	ml	7.650,00	\$ 533,00	\$ 4.077.450,00
9,8	Suministro Transporte e Instalación de poste de 8 mts 510 kg	und	5,00	\$ 905.529,00	\$ 4.527.645,00
9,9	Suministro Transporte e Instalación de errajes en poste para percha tres hilos 617/619	und	5,00	\$ 75.117,00	\$ 375.585,00
9,10	Suministro Transporte e Instalación de errajes para templete directo a tierra	und	15,00	\$ 137.459,00	\$ 2.061.885,00
9,11	Suministro Transporte e Instalación de errajes y elementos para puesta a tierra baja tensión	und	2,00	\$ 745.269,00	\$ 1.490.538,00
9,12	Suministro Transporte e Instalación de un conductor ACSR No 2 AWG	ml	1.865,00	\$ 3.263,00	\$ 6.085.495,00
9,13	Suministro Transporte e Instalación cruce de acometida en concéntrico 2x8+8	ml	15,00	\$ 361.504,00	\$ 5.422.560,00
9,14	Suministro Transporte e Instalación de materiales bajante contador trifilar de 15 A	ml	1,00	\$ 863.069,00	\$ 863.069,00
9,15	Suministro Transporte e Instalación de materiales para salida a 110 v	und	1,00	\$ 78.094,00	\$ 78.094,00
9,16	Suministro Transporte e Instalación de contador trifilar de 15 A	und	1,00	\$ 415.089,00	\$ 415.089,00
9,17	Acometida en Cable concéntrico antifraude	und	15,00	\$ 729.052,00	\$ 10.935.780,00

9,18	Sub-cometida en 4 # 8 Ø1" para motores	ml	15,00	\$ 34.461,00	\$ 516.915,00
9,19	Tablero eléctrico para motor trifásico de arranque eléctrico	gbl	1,00	\$ 1.907.704,00	\$ 1.907.704,00
				SUBTOTAL	\$ 47.867.027,00
10,0	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				
10,1	Suministro e Instalación de PTAP de 1,0 LPS	gbl	1,00	\$ 188.500.000,00	\$ 188.500.000,00
				SUBTOTAL	\$ 188.500.000,00
11,0	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS				
11,1	Acometidas Domiciliarias (incluye Medidor con cheque incorporado de 1/2", caja en concreto y demás)	und	51,0	\$ 231.204,00	\$ 11.791.404,00
				SUBTOTAL	\$ 11.791.404,00
TOTAL COSTOS DIRECTO					\$ 1.946.667.939,00
	ADMINISTRACION	28%			\$ 545.067.023,00
	IMPREVISTOS	2%			\$ 38.933.359,00
	UTILIDAD	5%			\$ 97.333.397,00
INTERVENTORIA 8%					\$ 210.240.137,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					\$ 2.838.241.855,00

9. MGA



CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Datos básicos

Impreso el 30/11/2017 11:34:25 a. m.

Datos básicos

01 - Datos básicos del proyecto

Nombre

Construcción DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES Santander

Código BPIN

Sector

Vivienda, ciudad y territorio

Es Proyecto Tipo: No

Fecha creación: 30/11/2017 09:29:36

Identificador: 81933

Formulador: HELENN PAOLA CORTES GOMEZ

Contribución a la política pública

01 - Contribución al Plan Nacional de Desarrollo

Plan

(2014-2018) Todos por un nuevo país

Estrategia Transversal

1054 - Movilidad social

Objetivo

10544 - Impulsar la planificación actuación coherente y articulada de los sectores de vivienda, agua potable y saneamiento básico, bajo el concepto de "Ciudades Amables y Sostenibles para la Equidad", en complemento con las acciones estratégicas de movilidad urbana

Programa

4003 - Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico

02 - Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

SANTANDER NOS UNE 2016-2019

Estrategia del Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

TEMA DE DESARROLLO AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

Programa del Plan Desarrollo Departamental o Sectorial

Gobernando El Agua, Ampliación de Cobertura y Mejoramiento de Sistemas del Subsector de Agua Potable

03 - Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

SABANA PENSADA EN GRANDE 2016-2019

Estrategia del Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

SERVICIOS PÚBLICOS

Programa del Plan desarrollo Distrital o Municipal

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA SABANA DE TORRES

Identificación y descripción del problema

Problema central

Altos índices de morbilidad de las familias de la vereda Payoa cinco sector bajo del municipio de Sabana de Torres , causados por la carencia de un acueducto. Es importante brindar apoyo a las familias con el fin de que mejoren sus condiciones de salubridad y logren superar una parte de sus necesidades.

Descripción de la situación existente con respecto al problema

Actualmente la población dela vereda payoa cinco sector bajo no cuenta con acueducto para el suministro de agua potable, donde se encuentran 219 personas las cuales se están viendo afectadas en temas de salubridad por no contar con agua potable.

Magnitud actual del problema – indicadores de referencia

Actualmente se ven afectados 219 habitantes.

01 - Causas que generan el problema

Causas directas	Causas indirectas
1. INADECUADAS INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	1.1 REDES DE ACUEDUCTO INEXISTENTES EN ESTOS SECTORES

02 - Efectos generados por el problema

Efectos directos	Efectos indirectos
1. DETERIORO DEL ESTADO DE SALUD DE LOS HABITANTES DEL SECTOR	1.1 RIESGO DE DAÑO A LA INTEGRIDAD FISICA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR

Identificación y análisis de participantes

01 - Identificación de los participantes

Participante	Contribución o Gestión
Actor: Municipal Entidad: Sabana De Torres - Santander Posición: Cooperante Intereses o Expectativas: construcción de las redes de acueducto	Financiera, Técnica, legal y administrativa
Actor: Otro Entidad: Poblacion Posición: Beneficiario Intereses o Expectativas: Suministro de agua potable	Control, veeduría

02 - Análisis de los participantes

se concertara con la comunidad acerca de la pertinencia de desarrollar dicho proyecto

Población afectada y objetivo

01 - Población afectada por el problema

Tipo de población

Personas

Número

219

Fuente de la información

proyecto

Localización

Ubicación general	Localización específica
Región: Centro Oriente Departamento: Santander Municipio: Sabana De Torres Centro poblado: Rural Resguardo:	Vereda payoa cinco sector bajo

02 - Población objetivo de la intervención

Tipo de población

Personas

Número

219

Fuente de la información

proyecto

Localización

Ubicación general	Localización específica	Nombre del consejo comunitario
Región: Centro Oriente Departamento: Santander Municipio: Sabana De Torres Centro poblado: Rural Resguardo:	Vereda payoa cinco sector bajo	

5. Objetivos específicos

01 - Objetivo general e indicadores de seguimiento

Problema central

Altos índices de morbilidad de las familias de la vereda Payoya cinco sector bajo del municipio de Sabana de Torres, causados por la carencia de un acueducto. Es importante brindar apoyo a las familias con el fin de que mejoren sus condiciones de salubridad y logren superar una parte de sus necesidades.

Objetivo general – Propósito

Construir el acueducto de la vereda payoya cinco sector bajo, área rural del municipio de Sabana de Torres, Santander

Indicadores para medir el objetivo general

Indicador objetivo	Descripción	Fuente de verificación
Metros de tubería instalados de acueducto	Medido a través de: Metros Meta: 21.426 Tipo de fuente: Informe	Secretaría de Planeación

02 - Relaciones entre las causas y objetivos

Causa relacionada	Objetivos específicos
Causa directa 1 INADECUADAS INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	CONSTRUIR ADECUADAS INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE
Causa indirecta 1.1 REDES DE ACUEDUCTO INEXISTENTES EN ESTOS SECTORES	CONSTRUIR LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN LOS SITIOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Alternativas de la solución

01 - Alternativas de la solución

Nombre de la alternativa	Se evaluará con esta herramienta	Estado
CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER	Si	Completo

Evaluaciones a realizar

Rentabilidad:	Si
Costo - Eficiencia y Costo mínimo:	Si
Evaluación multicriterio:	No

Alternativa 1. CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Estudio de necesidades

01 - Bien o servicio

Bien o servicio

Construcción de las redes de acueducto

Medido a través de

Metros

Descripción

Construir 21.426 metros lineales de tubería de acueducto

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2013	0,00	21.426,00	-21.426,00
2014	0,00	21.426,00	-21.426,00
2015	0,00	21.426,00	-21.426,00
2016	0,00	21.426,00	-21.426,00
2017	21.426,00	21.426,00	0,00
2018	21.426,00	21.426,00	0,00
2019	21.426,00	21.426,00	0,00
2020	21.426,00	21.426,00	0,00



DNP Departamento
Nacional
de Planeación

CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE
SABANA DE TORRES SANTANDER

Preparación / Análisis técnico

Impreso el 30/11/2017 11:34:26 a. m.

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Análisis técnico de la alternativa

01 - Análisis técnico de la alternativa

Análisis técnico de la alternativa

construcción de las redes de acueductos para poder garantizar el servicio de agua potable a la población del sector.

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Localización de la alternativa

01 - Localización de la alternativa

Ubicación general	Ubicación específica
Región: Centro Oriente Departamento: Santander Municipio: Sabana De Torres Centro poblado: Rural Resguardo: Latitud: Longitud:	Vereda payoa cinco sector bajo

02 - Factores analizados

Cercanía a la población objetivo,
 Cercanía de fuentes de abastecimiento,
 Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros),
 Topografía

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDE

Cadena de valor de la alternativa
Costo total de la alternativa: \$2.838.239.325,00
1 - Objetivo específico 1 Costo: \$2.838.239.325,00
CONSTRUIR ADECUADAS INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Producto	Actividad
1.1 Acueductos construídos Medido a través de: Número de acueductos Cantidad: 1,0000 Costo: \$2.838.239.325,00	1.1.1 PRELIMINARES Costo: \$29.332.755,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.2 EXCAVACIONES Y RELLENOS Costo: \$943.289.158,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.3 POZO PERFORADO Costo: \$117.402.067,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.4 CASETA Costo: \$1.690.566,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.5 BOMBEO Y SUCCION Costo: \$10.038.794,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No

Producto	Actividad
1.1 Acueductos construídos Medido a través de: Número de acueductos Cantidad: 1,0000 Costo: \$2.838.239.325,00	1.1.6 RED DE IMPULSION Costo: \$6.099.931,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.7 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCIÓN Costo: \$428.712.657,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: Si
	1.1.8 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Costo: \$161.981.845,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Costo: \$47.867.027,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.10 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Costo: \$188.500.000,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.11 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS Costo: \$11.791.404,00 Etapa: Inversión Ruta crítica: No



Producto	Actividad
1.1 Acueductos construidos Medido a través de: Número de acueductos Cantidad: 1,0000 Costo: \$2.838.239.325,00	1.1.12 A.I.U. Costo: \$681.333.171,00 Etapas: Inversión Ruta crítica: No
	1.1.13 INTERVENTORIA Costo: \$210.239.950,00 Etapas: Inversión Ruta crítica: No

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Actividad 1.1.1 PRELIMINARES

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$29.332.755,00
Total	\$29.332.755,00

Periodo	Total
0	\$29.332.755,00
Total	

Actividad 1.1.2 EXCAVACIONES Y RELLENOS

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$943.289.158,00
Total	\$943.289.158,00

Periodo	Total
0	\$943.289.158,00
Total	

Actividad 1.1.3 POZO PERFORADO

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$117.402.007,00
Total	\$117.402.007,00

Periodo	Total
0	\$117.402.007,00
Total	

Actividad 1.1.4 CASETA

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$1.850.566,00
Total	\$1.850.566,00

Periodo	Total
0	\$1.850.566,00
Total	

Actividad 1.1.5 BOMBEO Y SUCCION

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$10.038.794,00
Total	\$10.038.794,00

Periodo	Total
0	\$10.038.794,00
Total	

Actividad 1.1.6 RED DE IMPULSION

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$6.099.931,00
Total	\$6.099.931,00

Periodo	Total
0	\$6.099.931,00
Total	

Actividad 1.1.7 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCIÓN

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$428.712.657,00
Total	\$428.712.657,00

Periodo	Total
0	\$428.712.657,00
Total	\$428.712.657,00

Actividad 1.1.8 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$161.981.845,00
Total	\$161.981.845,00

Periodo	Total
0	\$161.981.845,00
Total	\$161.981.845,00

Actividad 1.1.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$47.887.827,00
Total	\$47.887.827,00

Periodo	Total
0	\$47.887.827,00
Total	\$47.887.827,00

Actividad 1.1.10 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$188.500.000,00
Total	\$188.500.000,00

Periodo	Total
0	\$188.500.000,00
Total	

Actividad 1.1.11 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$11.791.404,00
Total	\$11.791.404,00

Periodo	Total
0	\$11.791.404,00
Total	

Actividad 1.1.12 A.I.U.

Periodo	Impuestos, pagos de derechos, contribuciones, multas y sanciones
0	\$681.333.171,00
Total	\$681.333.171,00

Periodo	Total
0	\$681.333.171,00
Total	

Actividad 1.1.13 INTERVENTORIA

Periodo	Mano de obra calificada
0	\$210.239.950,00
Total	\$210.239.950,00

Periodo	Total
0	\$210.239.950,00
Total	

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOYA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTEDE

Análisis de riesgos alternativa
01 - Análisis de riesgo

	Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Probabilidad e impacto	Efectos	Medidas de mitigación
1-Propósito (Objetivo general)	Financieros	La decisión de no financiar el proyecto	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 4. Mayor	La no ejecución del proyecto por falta de recursos	Garantizar la inscripción del proyecto en el Banco de Proyectos
2-Componente (Producto)	Administrativos	Falencias en el estudio y selección de familias beneficiadas dependiendo de su necesidad	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 3. Moderado	Construcción de acueducto donde ya cuenten con estos servicios	Se realice el diagnostico para verificar la necesidad y el alcance para la construcción de redes de acueducto
3-Actividad	Administrativos	EL NO CONTAR CON LA CONTRATACIÓN DE LA INTERVENTORIA O PERSONAL INCOMPETENTE PARA LA INTERVENTORIA	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 3. Moderado	EL NO PODER INICIAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO HASTA QUE NO SE CUENTE CON UN CONTRATO DE INTERVENTORIA QUE SE ENCARGUE DE GARANTIZAR LA BUENA CALIDAD DE LOS TRABAJOS	INICIAR EL PROCESO CONTRACTUAL DE LA INTERVENTORIA A LA VEZ CON LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA

Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Ingresos y beneficios alternativa

01 - Ingresos y beneficios

disminuir los niveles de enfermedades a los habitantes del sector

Tipo: Beneficios

Medido a través de: Número

Bien producido: Obra Física

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	1,00	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
1	1,00	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
2	1,00	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
3	1,00	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00

02 - Totales

Periodo	Total beneficios	Total
0	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
1	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
2	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00
3	\$1.100.559.831,00	\$1.100.559.831,00

Alternativa 1

Flujo Económico

01 - Flujo Económico

P	Beneficios e ingresos (+)	Créditos(+)	Costos de preinversión (-)	Costos de inversión (-)	Costos de operación (-)	Amortización (-)	Intereses de los créditos (-)	Valor de salvamento (+)	Flujo Neto
0	\$887.647.864,8	\$0,0	\$0,0	\$2.838.239.325,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$-1.950.591.460,2
1	\$887.647.864,8	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$887.647.864,8
2	\$887.647.864,8	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$887.647.864,8
3	\$887.647.864,8	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$887.647.864,8

Indicadores y decisión

01 - Evaluación económica

Indicadores de rentabilidad			Indicadores de costo-eficiencia	Indicadores de costo mínimo	
Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Costo Beneficio (RCB)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
Alternativa: CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER					
\$181.388.936,65	17,34 %	\$1,06	\$12.959.996,92	\$2.838.239.325,00	\$59.719.484,31

Costo por capacidad

Producto	Costo unitario (valor presente)
Acueductos construidos	\$2.838.239.325,00

03 - Decisión

Alternativa

CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PAYOA CINCO SECTOR BAJO, ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES SANTANDER

Indicadores de producto

01 - Objetivo 1

1. CONSTRUIR ADECUADAS INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Producto

1.1. Acueductos construidos

Indicador

1.1.1 Acueductos construidos

Medido a través de: Número de acueductos

Meta total: 1,0000

Fórmula:

Es acumulativo: No

Es Principal: Si

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Meta por periodo
0	1,0000		

Indicadores de gestión

01 - Indicador por proyecto

Indicador

Obras De Mantenimiento De La Infraestructura Física Realizadas

Medido a través de: Número

Código: 9900G001

Fórmula: Omr

Tipo de Fuente: Informe

Fuente de Verificación: Secretaria de Planeacion

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Valor
0	1	Total:	1

Esquema financiero

01 - Clasificación presupuestal

Programa presupuestal

4003 - Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico

Subprograma presupuestal

1200 INTERSUBSECTORIAL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

02 - Resumen fuentes de financiación

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Periodo	Valor
Inversión	SABANA DE TORRES	Municipios	Propios	0	\$2.838.239.325,00
				Total	\$2.838.239.325,00
	Total Inversión				\$2.838.239.325,00
Total					\$2.838.239.325,00

Resumen del proyecto

Resumen del proyecto

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Construir el acueducto de la vereda payoya cinco sector bajo, área rural del municipio de Sabana de Torres, Santander	Metros de tubería instalados de acueducto	Tipo de fuente: Informe Fuente: Secretaria de Planeación	METAS Y OBJETIVOS A CUMPLIR
Componentes (Productos)	1.1 Acueductos construidos	Acueductos construidos	Tipo de fuente: Informe Fuente: Secretaria de Planeacion	METAS Y OBJETIVOS A CUMPLIR
Actividades	1.1.1 - PRELIMINARES 1.1.2 - EXCAVACIONES Y RELLENOS 1.1.3 - POZO PERFORADO 1.1.4 - CASETA 1.1.5 - BOMBEO Y SUCCION 1.1.6 - RED DE IMPULSION 1.1.7 - SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCIÓN(*) 1.1.8 - TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 1.1.9 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS 1.1.10 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE 1.1.11 - ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS 1.1.12 - A.I.U. 1.1.13 - INTERVENTORIA	Nombre: Obras De Mantenimiento De La Infraestructura Física Realizadas Unidad de Medida: Número Meta: 1.0000	Tipo de fuente: Fuente:	EXISTE PERSONAL IDÓNEO PARA REALIZAR LA INTERVENTORIA QUE REALIZA LOS RESPECTIVOS INFORMES Y SEGUIMIENTO A LA OBRA

(*) Actividades con ruta crítica

Conclusiones

1. La realización del presente trabajo investigativo permitió la complementación de los procesos teóricos adquiridos como estudiantes durante el proceso de formación en el programa de Ingeniería Civil de la universidad de Pamplona, con un enfoque de extensión a la comunidad y el desarrollo práctico.
2. Teniendo en cuenta las características topográficas de la zona de estudio, se logró el diseño por gravedad más óptimo de la línea de aducción y de la línea de conducción del agua, de acuerdo a la recomendación de diferentes autores con experiencia en la delineación de este tipo de diseños.
3. Dentro del desarrollo del presente trabajo de investigación, se permitió adelantar un proceso de mejora en las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la vereda Payoa Municipio de Sabana de Torres (Santander) por medio del diseño del acueducto que va a suplir una de las necesidades básicas de dichos pobladores.
4. Durante el proceso evaluativo del diseño de la captación se obtuvo que el caudal generado por la fuente de abastecimiento cumple con la demanda necesaria para tal fin.
5. Según el RAS con resolución 0330 de 2017 las estructuras hidráulicas se deben diseñar con base al caudal máximo diario, debido a esto, en algunas partes de las estructuras se obtuvieron dimensiones que no son posibles construir por lo cual se decidió tomar medidas adecuadas para la construcción y mantenimiento de dichas estructuras.
6. En cuanto al diseño estructural de la red (análisis de funcionamiento mecánico), se decidió que no es necesario el uso de anclajes debido a que el suelo tiene la capacidad de resistir los esfuerzos generados por los cambios de dirección de la red. Como no se

contó con estudios de suelos, se asumieron los escenarios menos favorables para el diseño de las estructuras (anclajes).

7. En este trabajo no se contó con estudios de suelos, por esto, se asumieron los escenarios menos favorables para el diseño de las estructuras que componen el sistema de acueducto; se recomienda al municipio de Sabana de Torres hacer dichos estudios para que el diseñador estructural tome decisiones adecuadas y óptimas.
8. Con la ecuación de balance hídrico, se obtuvo con éxito un valor aproximado del caudal existente en la fuente recomendada para realizar la captación a partir de un periodo de 25 años, se pudo establecer que dicha fuente tenía la capacidad de generar un caudal mayor al caudal de diseño.

Bibliografía

Corcho Romero , F., & Duque Serna, J. I. (2005). *Acueductos: Teoría y Diseño*. Medellín: Sello Editorial.

Alcaldía de Sabana de Torres. (2016). *Municipio de Sabana de Torres*. Obtenido de <http://www.sabanadetorres-santander.gov.co/index.shtml>

Alcaldia Municipal de Sabana de Torres. (2012). *Sistema de documentación e información municipal*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sabanadetorressantanderpd20122015.pdf>

Cualla, R. A. (2003). *Elementos del diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

DANE. (Octubre de 2010). <http://www.dane.gov.co/>. Obtenido de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/7Proyecciones_poblacion.pdf

Empresa publicas de Medellin. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM*. Medellín.

Google Earth. (2017). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

IGAC. (2017). *Instituto Agustin Codazzi*. Obtenido de

http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3t0BXA0_vUKMwf28PIwNHc6B8JG55T1MCur30o9Jz8pOA9oSdbMaj1gi_PMgmKLwBDuBooO_nkZ-bql-QG1EZ7KnrCAArLNd7/dl3/d3/L3dDb0EvUU5RTGtBISEvW

Marin Martínez, L. D., & Santamaría Ayala, H. D. (2012). *Factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de helados naturales y caseros a base de yuca en el municipio de Sabana de Torres de Santander*. Obtenido de

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/145063.pdf>

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000*. Bogotá.

Ministerio de desarrollo económico, Servicio de Nacional de Aprendizaje SENA. (2012).

Biblioteca virtual del Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de

http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MD-0025/MD-0025_CAPITULO3.pdf

Ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). *MinVivienda*. Obtenido de

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20030714.pdf>

Mora, P. (2017). *Informe geotécnico de Payoa cinco sector bajo*. Sabana de Torres, Santander.

Oficina de Atención a Víctimas -Municipio Sabana de Torres – Santander. (2017). *Plan de Contingencia Municipio Sabana de Torres – Santander*. Sabana de Torres.

Oficina de Sisben Sabana de Torres . (2017). *Base Certificada Sisben de Corte Julio de 2017* . Sabana de Torres .

Reyes, J. L. (2017). *Informe de Topografía- Payoa Cinco, sector bajo*. Alcaldía de Sabana de Torres , Santander, Sabana de Torres.

Roa, P. A. (2008). *Repositorio Institucional UNISALLE – RIUS*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15298/T40.08%20J199d.pdf?sequence=2>

Sanabria, A. (2010). *Universidad del Cesar*. Obtenido de Operación y mantenimiento de TECPA. (s.f.). *TECPA*. Obtenido de <http://www.tecpa.es/>

Terán, J. M. (2010). Obtenido de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseño-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>