

EMCASERVICIOS S.A. E.S.P
MUNICIPIO DE PIAMONTE - CAUCA

SISTEMA DE ACUEDUCTO
CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

DISEÑOS HIDRAULICOS

AN CONSTRUDISEÑOS LTDA.

MARZO DE 2.017

MEMORIAS DE DISEÑO HIDRAULICO
ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
PIAMONTE - CAUCA

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

De acuerdo con el Artículo 91, de la Ley 1151 del 24 de julio de 2.007 mediante la cual se aprobó el Plan de Desarrollo de la Nación, el presente proyecto hace parte del Plan Departamental de Agua y Saneamiento Básico del Departamento del Cauca y como tal se pretende acceder a recursos para su ejecución, previa radicación y viabilización a través del mecanismo de la Ventanilla Unica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT.

Para la gestión, implementación y seguimiento al Plan Departamental de Agua y Saneamiento Básico del Departamento del Cauca, se creó la Empresa Caucana de Servicios Públicos - EMCASERVICIOS S.A. E.S.P. - mediante Escritura Pública No. 1845 del 11 de agosto de 2.009 de la Notaria Tercera de Popayán.

Mediante el contrato No. 109 de 2.010, EMCASERVICIOS S.A. E.S.P. contrató los servicios de nuestra firma AN CONSTRUISEÑOS LTDA para la elaboración del "Diseño Optimización del Sistema de Acueducto de la cabecera municipal de Piamonte - Cauca", tal como se especifica en el objeto del mencionado contrato de consultoría.

El desarrollo de la ejecución de este proyecto se inició con varias reuniones de concertación con los funcionarios de la Administración Municipal de Piamonte, la empresa de Acueducto, Acueducto y Aseo de Piamonte Cauca E.S.P., los funcionarios por parte de EMCASERVICIOS S.A. E.S.P. y la Interventoría del contrato, para definir específicamente los alcances de la consultoría, los cuales finalmente resultaron en las siguientes prioridades de diseño:

Acueducto existente - Se requiere realizar un chequeo del sistema de acueducto existente, el cual presenta problemas de operación en términos de cantidad, calidad y continuidad por el crecimiento poblacional de Piamonte. Los trabajos incluyen catastro de redes existentes con sus componentes, levantamiento topográfico de estas redes, análisis de su capacidad hidráulica, inspección visual de las estructuras construidas tendientes a evaluar el estado particular de cada estructura (bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y válvulas).

Nuevo Acueducto - Dados los problemas de operación del acueducto existente se hace necesario plantear el diseño de un nuevo sistema de acueducto para la población, que incluya además un sistema de tratamiento de agua potable y una actualización de las redes de distribución. Por lo tanto los trabajos incluirán el levantamiento topográfico del nuevo sistema de acueducto, diseño de la bocatoma, aducción, desarenador, conducción, tanque de almacenamiento, planta de potabilización, chequeo hidráulico de las redes de distribución existentes y diseño de las nuevas redes de distribución.

En este documento se presentan los chequeos y diseños hidráulicos de las estructuras de captación, desarenación, tanque de almacenamiento, así como los de la aducción, conducción, planta de tratamiento de agua potable, sistema de almacenamiento y redes de distribución de agua para los usuarios actuales y futuros del Acueducto de la Cabecera Municipal de Piamonte en el Departamento del Cauca. Todos los cálculos están basados en los parámetros de diseño normatizados por el Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Norma RAS - 2.000) del Ministerio de Desarrollo Económico.

1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA ACTUAL Y SU SOLUCION

A pesar de que la población de Piamonte cuenta con un sistema de acueducto por gravedad (en el que se incluye bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento) y redes de distribución con una cobertura de alrededor del 90%, actualmente presenta problemas de operación en términos de cantidad, calidad y continuidad, debido al gran crecimiento poblacional atípico ocurrido en los últimos años en Piamonte, lo que hizo que el acueducto construido hace menos de seis (6) años sea actualmente obsoleto

Este crecimiento poblacional se puede explicar debido al auge de la explotación petrolera, maderera y de minerales (especialmente oro), además del continuo desplazamiento de los pobladores de la zona rural por efecto del orden público producido por el asentamiento de grupos al margen de la ley en estas zonas. Adicionalmente, Piamonte por ser cabecera municipal cuenta con muchos servicios gubernamentales (oficinas de alcaldía, de registraduría, hospital, colegio, etc.) por lo que se ha convertido en un centro económico de la región, asentándose allí diferentes negocios, tales como restaurantes, almacenes de

abarrotes, ferreterías, panaderías, pequeños hoteles, cantinas, entre otros.

Es importante anotar que el actual acueducto tiene ubicadas las estructuras de desarenación y almacenamiento en la parte inicial de la conducción, lo que significa que la conducción debe funcionar con el caudal máximo horario del sistema, lo que explica en parte la discontinuidad del servicio actual. Esta situación complica también la adecuada operación y mantenimiento del acueducto, dado que el tanque de almacenamiento se ubica a más de 2.8 Km. de distancia de la población.

Se plantea como solución definitiva, la construcción de un nuevo sistema de acueducto que permita aumentar la cantidad de agua suministrada y que además se distribuya con calidad y continuidad de 24 horas, mejorando también los procesos de operación y mantenimiento del sistema.

Por lo tanto, se propone construir el tanque de almacenamiento en un lugar muy cercano a la población, y en una cota tal que permita suministrar agua a los usuarios con la presión requerida y reglamentada por las normas actualmente vigentes.

Esta solución implica que se debe rediseñar la conducción llevando el agua directamente desde el desarenador hasta el nuevo tanque de almacenamiento propuesto, previo tratamiento de sus aguas en una planta purificadora a ubicarse junto al nuevo tanque. Por otra parte, el diseño arrojará la necesidad de construir una nueva bocatoma y desarenador en un sitio aguas arriba de las actuales posiciones de estas estructuras.

Actualmente, y con el fin de solucionar en parte las condiciones de operación del acueducto, la Empresa de Servicios Públicos de Piamonte decidió construir un ramal del Acueducto Regional de El Congor, de alrededor de 2,5 Km. de longitud, para conectarlo a las redes urbanas de la cabecera municipal de Piamonte, lo que ha permitido solventar en parte los requerimientos de agua a la población. La solución propuesta permite suspender este ramal de manera definitiva, dado que este Acueducto Regional de El Tambor no fué construido para abastecer la población de la cabecera municipal de Piamonte.

1.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO Y LA LOCALIDAD DE PIAMONTE

El Municipio de Piamonte se encuentra ubicado al Sur Occidente del Departamento del Cauca sobre la zona de la Baja Bota Caucana. Su Cabecera Municipal se localiza a 01° 07' 3".4 latitud norte y 76° 19' 11".9 de longitud oeste (Coordenadas planas: 614.970 m norte y 1'084.920 m este, con origen Chocó). Cuenta con un área calculada con base en el perímetro municipal actual de 1.148,8 km², limitando al norte con el Departamento del Huila y el Municipio de Santa Rosa en el Departamento del Cauca; al Oriente con el Departamento del Caquetá con los Municipios de Belén de los Andaquíes y San José del Fragua y por el Occidente con el Municipio de Santa Rosa y el Río Caquetá (Departamento del Putumayo) y sur con el Departamento del Putumayo.

El Municipio de Piamonte es de reciente creación (Ordenanza 024 del 18 de Noviembre de 1.996), pues antes se constituía conocida como la baja bota Caucana y pertenecía al Municipio de Santa Rosa. Consta de 63 veredas, 65 Juntas de Acción Comunal y 9 Corregimientos. Sus principales poblaciones son Piamonte y Mirafior.

El Municipio se encuentra entre los pisos térmicos de cálido húmedo y templado húmedo; la región está localizada en una zona de vida de bosque muy húmedo tropical; posee alturas entre los 300 m.s.n.m y los 2.500 m.s.n.m; la precipitación anual esta entre 4.000 a 4.500 mm/año, la temperatura en las zonas altas alcanza 16° C y la parte baja oscila entre 22.2 a 25.3 °C. La humedad relativa aproximada es del 80%.

El municipio cuenta con 5 tipos de relieve: Plano, hasta 0.3% de pendiente, Ondulado hasta 3%, Quebrado hasta 25%, Escarpado hasta 50% y de alta montaña con pendientes que superan el 50 %; el principal accidente geográfico lo constituye La Serranía de los Churumbelos, que comprende la zona norte del municipio y transcurre en dirección nororiental.

Dentro del Municipio de Piamonte, se pueden diferenciar claramente 5 subregiones, el Piedemonte, la zona de terrazas antiguas del río Caquetá, la región centro, la del río Fragua y la baja Bota, donde las tres primeras establecen un corredor de intercambio socioeconómico con el departamento del Putumayo y las dos últimas con el departamento del Caquetá.

En Piamonte la distribución de la población es eminentemente rural, con un 92%, por lo tanto parte de su economía está sustentada en las actividades agrícolas y ganaderas. La estructura económica esta compuesta por actividades del sector primario, en particular por la agricultura, la explotación forestal, la ganadería, la pesca, la minería "principalmente de oro" y en los últimos años la petrolera.

El sistema agrícola está representado por cultivos tradicionales como: yuca, plátano, maíz, chontaduro y frutales típicos de la amazonía como el araza, borojó, uva caimaron entre otros. La producción pecuaria está representada principalmente en la actividad ganadera de tipo extensivo y en menor grado la cría de aves de corral.

Los principales canales de comercialización se presentan en doble vía con los poblados vecinos de Villagarzón y Mocoa en el Departamento del Putumayo y con Curillo, San José del Fragua, y Belén de los Andaquíes en el Departamento del Caquetá. La baja producción está asociada a varios factores socioeconómicos, culturales y fisiográficos, entre los que resaltan la falta de tecnologías adecuadas, bajos niveles educativos, suelos inapropiados para actividades agrícolas y ganaderas, patrón de doblamiento ligado a modelos extractivistas, deterioro de la biodiversidad, conflictos sociales ligados a los cultivos de coca y a los actores del conflicto armado.

Su cabecera esta localizada geográficamente a los 01°7'6,45" de latitud Norte y 76°19'32,93" de longitud Oeste, se encuentra a una cota media de 320 m.s.n.m., presenta una temperatura promedio de 23 °C y una precipitación media anual de 4.000 mm.

La localidad de Piamonte presenta una cobertura de acueducto del 90% con 456 usuarios, 69% en acueducto con 344 usuarios, 75% en aseo con 382 usuarios y 94% de cobertura con energía eléctrica. El Municipio cuenta con una institución educativas en el área urbana con 1.500 estudiantes, un hospital local de nivel 1, un cuartel de Policía con 30 uniformados, un edificio para el Centro Administrativo Municipal y en general cuenta con todas las oficinas públicas necesarias para el transcurso normal de sus actividades.

La cabecera municipal de Piamonte se ubica entre las poblaciones de Villagarzón en el Departamento del Putumayo y San José del Fragua en el Departamento del Caquetá. Se llega desde Popayán por la vía que va hasta Pitalito en el Departamento del Huila, para luego continuar hasta Mocoa y Villagarzón, pasar el río Caquetá en lancha y luego por carreteable pasando por Mirafior hasta llegar finalmente a Piamonte, en un recorrido total de más de 250 Km. Igualmente se puede entrar con vehículo hasta Piamonte, partiendo desde Pitalito y pasando por Florencia, Belén de los Andaquíes y San José del Fragua en el Departamento del Caquetá.

2. NIVEL DE COMPLEJIDAD

Tal como lo estipula la Norma RAS, la población debe clasificarse de acuerdo a un nivel de complejidad,

que 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 tabla A.3.1. Por lo tanto:

POR POBLACION

La asignación del nivel de complejidad del sistema en relación con la población usuaria del mismo, se basa en la siguiente información recopilada por el Suscrito, la cual será ampliada en el capítulo referente al cálculo de la población de diseño:

Datos según DANE:

Población de Piamonte según Censo 2.005	543	habitantes	(DANE año 2.005)
Proyección población de Piamonte según DANE	600	habitantes	(DANE año 2.012)
Proyección población de Piamonte según DANE	664	habitantes	(DANE año 2.020)

Sin embargo, la Empresa de Servicios Públicos de Piamonte, actualmente reporta 456 usuarios conectados al sistema de acueducto de la cabecera municipal y en un censo realizado por nuestra firma Consultora en el mes de marzo de 2015, se contaron 1.779 habitantes. Por información de la nueva administración en los primeros meses del año 2017 la población actual de la cabecera municipal de Piamonte es de 2017, lo cual lo certifica.

Por otra parte y como ya se ha mencionado, Piamonte se asienta en un punto estratégico de la región, por lo que existe una población flotante muy alta, la cual para efectos de asignar el nivel de complejidad de la población se estima en un 25% adicional a la población censada en marzo de 2015, por lo tanto:

Población de Piamonte según datos 2.017	3.200	Habitantes	(Inf. actual Municipio)
Población de Piamonte según Censo 2.015	1.779	habitantes	(AN CONSTRUDISEÑOS)
	2.224	habitantes	(+ 25% por población flotante)
Rata de crecimiento calculada	15.14%		(A partir de DANE 2.005)

Finalmente se concluye que la rata de crecimiento poblacional de Piamonte ha sido atípica para cualquier población del país, sin embargo si es posible sustentar una tasa de crecimiento anual de al menos 2,0% y una población actual de 3.200 habitantes, dadas las condiciones especiales de la población, por lo tanto:

Población actual de Piamonte	3.200	habitantes	(año 2.017)
Rata de crecimiento asumida	2,0 %		
Período de diseño	25	Años	(RAS Res. 2320 Tabla 10)
Población futura de Piamonte	5.250	Habitants	(año 2.041)

Este valor permite asignar sin duda alguna el nivel de complejidad, dado que la Norma RAS específica que para una población entre 2.500 y 12.500 habitantes el Nivel de Complejidad es Medio, por lo tanto:

Nivel de complejidad del sistema (por población) MEDIO (RAS Tabla A.3.1)

POR CAPACIDAD ECONOMICA

Teniendo en cuenta que la población de Piamonte es de reciente fundación (alrededor de 1.998), ocupada por Colonos venidos desde los departamentos del Caqueta, Putumayo, Huila y Cauca, y cuya actividad económica principal es la agricultura, se puede concluir que la capacidad económica de sus habitantes en BAJA, por lo tanto:

Nivel de complejidad del sistema (por capacidad económica) BAJO (Guía RAS-001 1.3)

Finalmente se adopta el Nivel de Complejidad de acuerdo con el Numeral A.3.2 de la Norma RAS, en la cual se establece que este debe ser el que resulte mayor entre las dos clasificaciones realizadas, por población y por capacidad económica. Por lo tanto:

Nivel de complejidad asumido MEDIO (RAS A.3.2)

3. PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo con la Tabla 10 de la Resolución Modificatoria 2320 de la Norma RAS, se adopta el periodo de diseño ya establecido anteriormente y correspondiente al Nivel de Complejidad MEDIO:

Periodo de diseño 25 años (RAS Res. 2320 Tabla 10)

4. CALCULO DE LA POBLACION

Para la estimación de la población de diseño, la densidad poblacional y el número de usuarios para el proyecto "Optimización del sistema de acueducto de la cabecera municipal de Piamonte - Cauca", la presente Consultoría se basa principalmente en la recopilación directa de información y el análisis socioeconómico de la región, con el fin de establecer las características actuales del comportamiento poblacional de Piamonte.

Sin embargo, la tasa de crecimiento y la proyección de población futura con la escogencia de un método de cálculo, se estimará con base en la información censal oficial (DANE) y principalmente en la información recogida directamente por esta Consultoría en el sector objeto del estudio.

Igualmente, la estimación de la densidad poblacional se basará también en la información de áreas y censo recogida durante el desarrollo del levantamiento topográfico.

4.1 POBLACION ACTUAL

De acuerdo con la información recopilada del Gobierno Central (DANE e IGAC), la Administración Municipal (SISBEN y Planeación), de la Empresa de Servicios Públicos de Piamonte y la recogida directamente en el sitio, se reportan los siguientes datos acerca de la población asentada en la cabecera municipal de Piamonte, para el año 2.015:

De acuerdo con la Oficina del SISBEN, prácticamente toda la población asentada en la cabecera municipal está inscrita en el SISBEN.

Población con Sisben	1.671	habitantes	(Oficina SISBEN)
Número de viviendas reportadas	438	viviendas	
Habitantes / vivienda	3,8		

La Oficina de Asuntos Indígenas reporta que existen alrededor de 1.400 Indígenas en el Municipio, de los cuales aproximadamente 100 se asientan en la cabecera municipal.

Población Indígena Indígenas)	100	habitantes	(Oficina Asuntos
----------------------------------	-----	------------	------------------

De acuerdo con la actualización catastral realizada por el IGAC en enero de 2.011, se definieron 398 viviendas dentro del límite urbano de Piamonte (sin contar el Colegio, CAM, Casa de la Cultura, Policía, Matadero, Ancianato, Galería, Hospital, 2 Iglesias y 3 viviendas por fuera del área urbana), y aproximadamente 495 predios (entre lotes construidos y sin construir).

Número de viviendas	398	viviendas	(año 2.015)
Número de predios	495	predios	(año 2.015)

Por otra parte, es necesario mencionar que la Administración del Colegio Agropecuario de Piamonte reporta una población de 1.533 personas entre estudiantes (1.500 alumnos), personal docente (28 profesores), administrativo (1) y personal de servicio de cafetería y restaurante (4).

Colegio Agropecuario de Piamonte	1.533	personas	(año 2.015)
----------------------------------	-------	----------	--------------

En consulta realizada al Ministerio de Ambiente (en su momento), el 30 de marzo de 2.012, sugirió para la época una población de 2.063 habitantes, basado en las misma información anteriormente expuesta, sobre todo en lo referente a la población flotante en la cabecera y la población desplazada en el área del Municipio.

Población sugerida por MinAmbiente	2.063	habitantes	(año 2.012)
------------------------------------	-------	------------	---------------

Población de Piamonte según Informa Mpio. Del año 2.017	3.200	habitantes	
Número de viviendas	640	viviendas	
Habitantes / vivienda	5	habitantes	

Teniendo en cuenta toda esta información recopilada, se hacen las siguientes consideraciones acerca de la población actual asentada en la cabecera municipal de Piamonte:

- En Piamonte existe una población flotante muy alta, teniendo en cuenta el reporte de población desplazada y la población asistente al Colegio Agropecuario de Piamonte.

- Piamonte es un centro poblado al que llegan diariamente muchas personas en busca de servicios tales como: trámite de documentos gubernamentales, compra-venta de materiales y alimentos, esparcimiento, combustibles, salud, entre otros.

- El sistema constructivo de las viviendas en Piamonte consisten generalmente de una losa y muros de madera sobre pilotes también en madera y techos de zinc, por lo cual fácilmente se pueden construir una pequeña

vivienda en 3 o 4 días, y en menos tiempo se pueden también dismantelar.

- Si se toma como base la población proyectada por el DANE para Piamonte en el año 2.012 (600 habitantes) y se suma la población desplazada reportada por el Municipio (1.482 habitantes) y la población indígena (100 habitantes), se tiene una población para el año 2.017 de 3.200 habitantes.

- Tomando un grupo familiar de 5.0 personas y el número de viviendas y lotes reportados por el municipio de Piamonte se tiene una población actual de 3.200 habitantes para el año 2.017.

Población actual de Piamonte	3.200	habitantes	(año 2.017)
-------------------------------------	--------------	-------------------	----------------------

4.2 ANALISIS DE LA TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Es importante señalar que el Municipio de Piamonte fue creado en 1.996 y la cabecera municipal fue considerada como tal, hacia el año de 1.998, por lo tanto solo existe información censal particular para Piamonte en el censo del año 2.005.

De acuerdo con el DANE, en su informe de población conciliada presentado en Junio 30 de 2005 en base al Censo General realizado en el mismo año de 2005, la cabecera municipal de Piamonte cuenta con 543 habitantes.

Se utilizarán los métodos geométrico, aritmético y exponencial para el análisis de la población de diseño, de acuerdo a lo recomendado por el RAS (B.2.2.4).

La ecuación que rige el método geométrico es:

$$P_f = P_i \times (1 + r)^a$$

Donde:

P_f = Poblacion futura

P_i = poblacion actual

r = Tasa de crecimiento geométrico

a = Periodo de diseño entre el año T_f y el año T_i

La ecuación que rige el método aritmético es

$$P_f = P_i + n \times K$$

$$K = (P_f - P_i) / (T_f - T_i)$$

Donde:

P_f = Población future

P_1 = Población correspondiente al año T_1 P_0 = Población correspondiente al año T_0 T_1 = Año final del periodo

T_0 = año inicial del periodo

K = Tasa de crecimiento aritmético (Hab / año)

n = Periodo de tiempo entre el año T_1 y el año de P_f

La ecuación que rige el método

exponencial es la siguiente: $\ln (P_f)$

$= \ln P_i + K \times (T_f - T_i)$

Donde:

P_f = Población futura

P_i =
Población
ctual

K = Tasa de crecimiento
exponencial T_f = Año final del
periodo

T_i = año inicial del periodo

A continuación se presenta la información censal del DANE para la cabecera municipal con la población de los años 2.005, 2.008, 2.012, 2015, 2.018 y 2.020 de acuerdo con las proyecciones del DANE a partir del último censo realizado. En este cuadro se presenta también un análisis de la tasa de crecimiento censo a censo, calculado con los metodos geométrico, aritmético y exponencial, para la cabecera municipal de Piamonte, a partir del año 2.005.

Tabla 5.1 - Información censal del DANE para la Cabecera Municipal de Piamonte y proyección de la población hasta el año 2.020.

AÑO CENSAL	POBLACION CABECERA	TASA DE CRECIMIENTO		
		Método geométrico	Método aritmético	Método exponencial
2.005	543	-	-	-
2.008	568	1,51	8,33	1,50
2.012	600	1,44	8,14	1,43
2.015	626	1,43	8,30	1,42

2.018	649	1,38	8,15	1,37
2.020	664	1,35	8,07	1,34

NOTA: Las tasas calculadas son basadas en el censo del año 2.005.

Se observa que todos los métodos analizados son consistentes y tampoco presentan mayor variación entre los resultados.

Analizando las tasas de crecimiento de la cabecera municipal con los distintos métodos, se observa claramente una pequeña disminución de estas a lo largo de las proyecciones realizadas, contrastando con los datos reales tomados para el año 2.015, en el cual la población creció a una tasa atípica para Colombia:

Población de Piamonte según Censo 2.015	1.779	habitantes	(AN CONSTRUDISEÑOS)
Rata de crecimiento geométrico	12.59%		(A partir de DANE 2.005)
Rata de crecimiento aritmético	12.36%		(A partir de DANE 2.005)
Rata de crecimiento exponencial	11.86%		(A partir de DANE 2.005)

Finalmente, se puede afirmar que la población de Piamonte tiene un crecimiento normal no restringido, afectado por consideraciones extraordinarias externas, por lo tanto, y dado que el RAS recomienda el método geométrico para poblaciones con una importante actividad económica que genera un apreciable desarrollo y que cuenta con áreas de expansión con facilidad de dotación de servicios públicos, se toma este método para el cálculo de la población futura.

Para la asignación de la tasa de crecimiento, se tienen en cuenta que por ser Piamonte de reciente creación, no existen datos censales confiables, por lo tanto se decide compararlas con las tasas de crecimiento de las poblaciones vecinas que por su cercanía y condiciones socioeconómicas y políticas, pueden asimilarse a las de Piamonte, tales como Mocoa y Puerto Guzman en Putumayo y San José del Fragua en el Caquetá. Sin embargo también se toman como base de comparación las poblaciones de Villa Garzón en el Putumayo; Florencia, Belén de los Andaquíes, Curillo y San Vicente del Caguán en el Caquetá y Santa Rosa, Bolívar y Santander de Quilichao en el Cauca, por lo tanto:

Tabla 5.2 - Información censal del DANE para poblaciones con condiciones socioeconómicas similares a las de Piamonte y cálculo de las tasas de proyección de crecimiento.

DATOS CENSALES DANE

POBLACION	POBLACION		TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO			
	CENSADA	PROYECTADA	(2.005 - 2.012)	(2.005 - 2.020)	(2.012 - 2.020)	
	(2.005)	(2.012)	(2.020)			
DEPTO. PUTUMAYO	310.132	333.247	369.332	1,0%	1,2%	1,3%
PUERTO GUZMAN	3.706	4.364	5.365	2,4%	2,5%	2,6%
VILLA GARZON	9.069	10.417	11.689	2,0%	1,7%	1,5%
MOCOA	25.751	31.401	39.284	2,9%	2,9%	2,8%
DEPTO. CAQUETA	420.337	459.484	508.534	1,3%	1,3%	1,3%
SAN JOSE DEL FRAGUA	4.540	5.720	6.679	3,4%	2,6%	2,0%
SAN VICENTE CAGUAN	31.011	38.440	48.091	3,1%	3,0%	2,8%
BELEN LOS ANDAQUIES	5.556	6.267	6.871	1,7%	1,4%	1,2%
CURILLO	6.270	6.217	6.200	-0,1%	-0,1%	0,0%
ALBANIA	2.237	2.424	2.480	1,2%	0,7%	0,3%
FLORENCIA	121.898	141.804	166.082	2,2%	2,1%	2,0%
DEPTO. CAUCA	1.268.937	1.342.617	1.437.141	0,8%	0,8%	0,9%
BOLIVAR	5.296	5.275	5.277	-0,1%	0,0%	0,0%
SANTA ROSA	1.626	1.814	2.036	1,6%	1,5%	1,5%
SANTANDER QUILICHAO	40.251	48.977	59.498	2,8%	2,6%	2,5%

De acuerdo con esta tabla se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Tomando el promedio de las tasas para el periodo 2.005 - 2.020 de las poblaciones de Puerto Guzmán, Mocoa y San José del Fragua, se tiene una tasa de crecimiento geométrico de 2.7%.

- El Cauca si presenta tasas de crecimiento mayores al 2.0% como se puede observar para la población de Santander de Quilichao, la cual se toma como referencia, por sus condiciones de centro poblado principal en una zona de constante alteración del orden público que origina permanentes desplazamientos, así como por su crecimiento económico.

- Guardando las proporciones, la población de Piamonte puede asimilarse a Mocoa en relación con su crecimiento económico por efecto de las exploraciones petroleras y mineras y por sus condiciones socioculturales, observándose que Mocoa presenta proyecciones de crecimiento para el año 2.020 de 2.9%.

Por otra parte, en la misma consulta mencionada para asumir la población actual de Piamonte, realizada al Ministerio de Ambiente (en su momento), el día 30 de marzo de 2.012, también sugirió que la tasa de crecimiento podría estar entre 2% y 2.7% basado en la misma información de poblaciones vecinas y poblaciones con condiciones parecidas de crecimiento económico y problemáticas sociales a las de la cabecera municipal de Piamonte.

Por lo tanto se concluye que para Piamonte se puede asumir una tasa de crecimiento poblacional del 2.0%, con la cual se asegura una proyección futura de población acorde con las condiciones sociales, económicas y culturales que se presentan en la localidad.

Método de cálculo de crecimiento: **Geométrico**

Tasa de crecimiento poblacional: **2,0 %**

4.3 DENSIDAD POBLACIONAL

Como ya se mencionó en el capítulo de población actual y tomando como base el plano de actualización catastral del año 2.011, se estiman en 407 las viviendas existentes en la cabecera municipal de Piamonte.

Por otra parte, por información suministrada por el municipio de Piamonte en el año 2.017, se tienen se definen 640 predios entre viviendas y lotes, con una densidad poblacional de 5 habitantes / vivienda.

El DANE en su reporte censal para el año 2.005 asigna una densidad poblacional de 4,4 habitantes / vivienda, valor muy similar al resultante del censo realizado en el año 2.015.

Por lo tanto, se asume una densidad poblacional de 5.0 habitantes / vivienda como valor base para el cálculo de los caudales de consumo de la población de Piamonte.

Densidad poblacional por vivienda **5.0 Hab. / vivienda** (año 2.017)

En la Tabla anexa No. 5.4 se presenta un resumen de las áreas de consumo consideradas, con su respectiva población de acuerdo con la densidad poblacional asumida y las viviendas que se encuentran

dentro del área respectiva. Se incluye también una columna en la cual se asumen una cantidad posible de lotes (basado en la información del IGAC) que se pueden generar en las áreas de consumo y de expansión. Por otra parte se genera una columna con un porcentaje de saturación existente basado en el número posible de lotes y el número de viviendas consideradas.

De esta tabla se observa que alrededor del 27% de las áreas tienen un porcentaje de saturación por encima del 90%, un 13% con un porcentaje entre 70% y 90%, un 17% con un porcentaje entre 0% y 70% y el restante 42% tiene un porcentaje de saturación del 0%. Por lo tanto, se puede concluir que la población futura a incrementarse dentro del área urbana de Piamonte puede establecerse de manera normal en todas las áreas consideradas.

Igualmente en la tabla se relacionan unas densidades poblacionales de cada área considerada con respecto a las viviendas y las personas por hectárea de consumo. Se diferencian también las áreas de consumo con las áreas libres de viviendas, tales como parques y zonas verdes, y las áreas de posible expansión, las cuales se definieron de acuerdo con el área urbana total especificada por el IGAC y el EOT.

Para efectos del cálculo de los caudales, en la tabla finalmente se consideran todas las estructuras existentes (incluyendo el Colegio, CAM, Casa de la Cultura, Hospital, Policía, Galería, 2 Iglesias y 3 viviendas por fuera del área urbana).

4.4 CALCULO DE LA POBLACION Y DENSIDAD POBLACIONAL FUTURA

4.4.1 CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

En resumen, la situación actual (año 2.015) de la cabecera municipal de Piamonte, es la siguiente:

Población actual de Piamonte	3.200	habitantes	(año 2.017)
Número de viviendas actuales	640	viviendas	
Densidad poblacional por vivienda	5,0	Hab. / Vvda.	
Area total aferente asumida	27,957	Ha	
Densidad poblacional por área	114.46	Hab. / Ha	
Densidad de viviendas por área	22.90	Vvda. / Ha	

NOTA: Se debe tener en cuenta que el número de habitantes se ajustó con la población flotante para un total

final de 3.200 habitantes y el área total de consumo se refiere al área urbana menos las áreas libres y de expansión consideradas.

De acuerdo con lo desarrollado en los puntos anteriores, la población futura para la Cabecera Municipal de Piamonte es la siguiente:

Periodo de diseño	25	años	(Res. 2320 Tabla 10)
Tasa de crecimiento poblacional	2,0 %		
Población futura	5.250	habitantes	(año 2.041)
Número de viviendas futura	1.050	viviendas	(año 2.041)
Densidad poblacional por vivienda	5,0	Hab. / Vvda.	(año 2.041)

5. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

5.1 CALCULO DE LA DOTACION

La dotación se asumirá igual para todos los sectores de la cabecera municipal de Piamonte para el cálculo de los caudales de diseño del sistema de acueducto, los cuales corresponden al consumo efectivo necesario para satisfacer las necesidades básicas del habitante, y se asumen de acuerdo con el nivel de complejidad del proyecto y el efecto del clima basado en la altura sobre el nivel del mar de la zona donde se localiza el proyecto, por lo tanto:

Nivel de complejidad del sistema	MEDIO		
Altura media sobre el nivel del mar	325	m.s.n.m.	
Temperatura media de la región	25 °C	(asumido)	
Clima	CALIENTE		
Dotación neta máxima	125	L / hab / día	(Res. 2320 Art. 1 Tabla 9)

Se asume el valor de la dotación máxima permitida por la norma, con el fin de asegurar una buena capacidad hidraulica de las tuberías a diseñarse. Por lo tanto:

Dotación asumida para población actual:	125	L / hab / día	(Res. 2320 Tabla 9)
---	-----	---------------	-----------------------

Para el caso de la demanda futura (para el final del periodo de diseño), se hacen las siguientes consideraciones:

1.- El nivel cultural de la localidad de Piamonte se presume igual hasta el final del periodo de diseño, por lo cual seguirán existiendo pérdidas en el sistema de distribución de agua e inclusive tenderán a incrementarse.

2.- Siempre seguirán existiendo pérdidas físicas por problemas constructivos y estado de la red y pérdidas comerciales por deficiencias en la micromedición.

3.- Aunque la Empresa de Servicios Públicos lleve a cabo un plan de reducción de pérdidas, es claro que la utilización del agua seguirá siendo influenciada por el nivel socioeconómico de sus habitantes, por lo cual se presume que si estos suben su nivel lo hará también la cantidad de agua utilizada diariamente.

Por lo tanto, la dotación al final del periodo de diseño, se asume con la máxima permitida por la norma, siendo igual a la del inicio del periodo de diseño:

Dotación asumida para el periodo de diseño: 125 L / hab / día (Res. 2320 Tabla 9)

Por otra parte, para el cálculo de los caudales de diseño, se asume un porcentaje de pérdidas del 25% teniendo en cuenta las necesidades de consumo interno que demandará la planta de tratamiento, las pérdidas técnicas en el sistema de acueducto y en el sistema de distribución. Igualmente se considera la resolución modificatoria de la Norma RAS-2000 la cual establece un máximo admisible del 25%.

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto, independiente del nivel de complejidad, se calcula conforme a la ecuación dada en el Art. 1 de la Res. 2320 de 2.009:

$$D_b = D_n / (1 - \%P)$$

Donde:

$$D_b = \text{Dotación bruta } \approx 167 \text{ L/HAB/DIA}$$

$$D_n = \text{Dotación neta} =$$

Dotación asumida Acueducto

$$\%p = \text{Pérdidas técnicas admisibles} =$$

(Ecuac. Res. 2320 Art. 1)

125 L / hab / día

25 % (necesidades PTAP y pérdidas técnicas

RAS-2000.2.5

(Ecuac. Res. 2320 Art.)

167 L / hab / día

5.2 CALCULO DE LOS CAUDALES

Caudales para la población actual (año 2.017):

Caudal medio diario	(cmd)	6.17	L / s	0,00617 m ³ / s
Coefficiente de consumo máximo diario		(k₁)	1,30	(RAS-2000 Tabla B.2.5)
Caudal máximo diario	(CMD)	8.02	L / s	0,008.02 m ³ / s
Coefficiente de consumo máximo horario		(k₂)	1,60	(RAS-2000 Tabla B.2.6)
Caudal máximo horario	(CMH)	13,00	L / s	0,01300 m ³ / s

Caudales para la población futura (año 2.041):

Caudal medio diario	(cmd)	10.13	L / s	0,01013 m ³ / s
Coefficiente de consumo máximo diario		(k₁)	1,30	(RAS-2000 Tabla B.2.5)
Caudal máximo diario	(CMD)	13.0	L / s	0,01300 m ³ / s
Coefficiente de consumo máximo horario		(k₂)	1,60	(RAS-2000 Tabla B.2.6)
Caudal máximo horario	(CMH)	21.0	L / s	0,02100 m ³ / s

5.3 CAUDALES DE DISEÑO

Se asumen los siguientes caudales de diseño:

Para POBLACION ACTUAL (AÑO 2.017):

Caudal máximo diario	(CMD)	8.02	L / s	0,00802 m ³ / s
Caudal máximo horario	(CMH)	13.00	L / s	0,01300 m ³ / s

Para POBLACION FUTURA (AÑO 2.041):

Caudal máximo diario	(CMD)	13.00	L / s	0,01300 m ³ / s
Caudal máximo horario	(CMH)	21.00	L / s	0,02100 m ³ / s

El diseño de las diferentes estructuras y tuberías se hará con los siguientes caudales normalizados en los diferentes artículos de la Norma Ras 2000:

- Sistema de captación: con el Caudal Máximo Diario (CMD), ya que el acueducto contará con

almacenamiento de agua de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS Art. B.4.4.2.

- Desarenador: será del tipo convencional con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por efecto de la gravedad y prevenir la entrada y transporte de sólidos en la red de conducción. Se diseñará con el caudal máximo diario (CMD) según se especifica en la Norma RAS Art. B.4.4.6.2.

- Línea de conducción: se diseña exclusivamente para abastecer a la población de Piamonte. El diseño de la línea de conducción se hará con el Caudal Máximo Diario (CMD) calculado, ya que el sistema contará con almacenamiento de agua, de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS Art. B.6.4.2.1.

- Planta de tratamiento de agua potable: su caudal de diseño debe ser el Caudal Máximo Diario (CMD) cuando se cuente con almacenamiento, según se especifica en la Norma RAS Art. C.1.4.1.

- Tanque de almacenamiento: se diseñará para un volumen almacenado igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo (CMD), tal como lo sugiere la norma RAS Art. B.9.4.4.

- Red de distribución: con el Caudal Máximo Horario (CMH), de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS Art. B.7.4.2, dado que la suma del caudal máximo diario y el caudal para incendios (5.0 L/s) no excede el del caudal máximo horario.

6. DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO EXISTENTE

6.1 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Se realizó un levantamiento topográfico del sistema de conducción y sistema de redes de distribución existentes, incluyendo aquí toda la información que se pudo constatar de la inspección visual de las tuberías, estructuras y accesorios existentes con sus respectivos detalles, además de la información de calles, paramentos, andenes, drenajes, cuerpos de agua, y todo aquello que visualmente apareció dentro de la franja del levantamiento, cuyo eje básicamente fué la tubería de acueducto existente. Igualmente se levantaron topográficamente algunas calles adicionales que a la fecha no cuentan con servicio de acueducto.

De acuerdo con el diagnóstico realizado, se localizó una línea topográfica adicional aguas arriba de la bocatoma existente con el fin de ubicar una nueva captación. Igualmente se localizó una línea topográfica

partiendo desde un punto cercano a la población (sobre una válvula de 4" - abscisa K 2+200) hasta un lote escogido para ubicar la planta de tratamiento de agua potable y el nuevo tanque de almacenamiento. De estos dos lotes se hicieron también levantamientos topográficos con curvas de nivel, con el fin de ubicar las estructuras a diseñarse.

Anexo se presentan las carteras de topografía de los levantamientos topográficos realizados.

6.2 CHEQUEO HIDRAULICO DEL SISTEMA EXISTENTE

Con la información levantada se realizó el chequeo hidráulico del sistema existente, teniendo en cuenta que el desarenador se ubica a una longitud de 262 m. de la captación y el tanque de almacenamiento se ubica a 16 m. del desarenador. Así mismo la conducción desde el tanque de almacenamiento hasta la entrada a la red de distribución tiene una longitud de 2.527 m.

La línea de aducción y el tanque de almacenamiento se chequearon con el caudal máximo diario. La línea de conducción se revisó exclusivamente para abastecer a la población de Piemonte, por lo tanto no se consideraron consumos a lo largo de esta tubería. El chequeo de esta línea se realizó con el Caudal Máximo Horario (CMH) calculado, ya que el tanque de almacenamiento se encuentra al inicio de la conducción.

6.2.1 CHEQUEO DE LINEA DE ADUCCION

CON POBLACION ACTUAL

Caudal de diseño	(Q_D)	8.02	L / s	0,00802	m^3 / s
Abscisa de salida BOCATOMA		K 0+0,00	m		
Cota nivel de agua en salida BOCATOMA		368,050			
Abscisa en entrada DESARENADOR		K 0+262,42	m		
Cota nivel de agua en DESARENADOR		358,800	m		
Diferencia de cotas entre salida y entrada		9,250	m		
Longitud horizontal de la conducción		262,42	m		
Incremento por pendientes y		3	%		

accesorios

Longitud de conducción asumida		270,29	m	
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150		
Diámetro de conducción	(Øa)	6 "		
Diámetro de conducción	(ØR)	0,1500	m	(diámetro nominal)

Pérdida calculada	(JI)	0,00069	m / m	(Ecuación de Hazen-Williams)
Pérdidas totales	(JT)	0,19	m	
Velocidad en la tubería	(v)	0,32	m / s	NO(0,60 < v < 6,00 m/s)

Cota piezóm. Entrada ESARENADOR 367,86m

Presión entrada DESARENADOR 9,06m

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams al diámetro escogido, se obtiene un caudal máximo posible a transportar

Caudal máx. a transportar por la tub. (Q_M) 0,0460 m³ / s 46,00 L / s (por diferencia de

CON POBLACION FUTURA

Caudal de diseño (Q_D) 13,00 L / s 0,0130 m³ / s

Abscisa de salida BOCATOMA K 0+0,00 m

Cota nivel de agua en salida OCATOMA 368,050 m

Abscisa en entrada DESARENADOR K 0+262,42 m

Cota nivel de agua en DESARENADOR 358,800 m

Diferencia de cotas entre salida y entrada 9,250 m

Longitud horizontal de la conducción 262,42 m

Incremento por pendientes y accesorios 3 %

Longitud de conducción asumida 270,29 m

Coefficiente de rugosidad para PVC (C) 150

Diámetro de conducción (Øa) 6 "

Diámetro de conducción (ØR) 0,1500 m (diámetro nominal)

Pérdida calculada	(J_i)	0,00234	m / m	(Ecuación de Hazen-W
Pérdidas totales	(J_T)	0,63	m	
Velocidad en la tubería	(v)	0,61	m / s	OK(0,60 < v < 6,00 m/s)
Cota piezóm. entrada DESARENADOR		367,42		
Presión entrada DESARENADOR		8,62	m	

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams al diámetro escogido, se obtiene un caudal máximo posible a transpo:

Caudal máx. a transportar por la tub.	(Q_M)	0,0460	m^3 / s	46,00	L / s(por diferencia de
---------------------------------------	-----------	--------	-----------	-------	--------------------------

6.2.2 CHEQUEO DE LINEA DE CONDUCCION

CON POBLACION ACTUAL

Caudal de diseño	(Q_D)	8.02	L / s	0,00802	m^3 / s
Abscisa de salida DESARENADOR		K 0+269,83			
Cota nivel de agua en salida DESARENADOR		358,790	m		
Abscisa en entrada TANQUE		K 0+285,46	m		
Cota nivel de agua en TANQUE		358,500	m		(nivel máximo)
Diferencia de cotas entre salida y entrada		0,290	m		
Longitud horizontal de la conducción		15,63	m		
Incremento por pendientes y accesorios		2 %			
Longitud de conducción asumida		15,94	m		
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150			
Diámetro de conducción	(\varnothing_a)	6 "			
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,1500	m		(diámetro nominal)
Pérdida calculada	(J_i)	0,00069	m / m		(Ecuación de Hazen-v
Pérdidas totales	(J_T)	0,01	m		
velocidad en la tubería	(v)	0,32	m / s		NO(0,60 < v < 6,00 m/s)
Cota piezóm. entrada TANQUE		358,78			

Presión entrada TANQUE

0,28 m

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams al diámetro escogido, se obtiene un caudal máximo posible a transportar:

Caudal máx. a transportar por la tub. (Q_M) 0,0327 m^3/s 32,70 L/s (por diferencia de cotas)

CON POBLACION FUTURA

Caudal de diseño	(Q_D)	13,00	L/s	0,0130	m^3/s
Abscisa de salida DESARENADOR		K 0+269,83	m		
Cota nivel de agua en salida DESARENADOR		358,790			
Abscisa en entrada TANQUE		K 0+285,46	m		
Cota nivel de agua en TANQUE		358,500	m		
Diferencia de cotas entre salida y entrada		0,290	m		
Longitud horizontal de la conducción		15,63	m		
Incremento por pendientes y accesorios		2 %			
Longitud de conducción asumida		15,94	m		
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150			
Diámetro de conducción	(\varnothing_a)	6"	RDE	32,5	
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,1500	m		(diámetro nominal)
Pérdida calculada	(J_i)	0,00234	m/m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Pérdidas totales	(J_T)	0,04	m		
Velocidad en la tubería	(v)	0,61	m/s		OK($0,60 < v < 6,00$ m/s)
Cota piezóm. entrada TANQUE		358,75			
Presión entrada TANQUE		0,25	m		

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams al diámetro escogido, se obtiene un caudal máximo posible a transportar:

Caudal máx. a transportar por la tub. (Q_M) 0,032 m^3/s 32,70 L/s (por diferencia de cotas)

6.2.3 CHEQUEO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

CON POBLACION ACTUAL

Longitud existente	(L_e)	7,65	m	
Ancho existente	(B_e)	4,60	m	
Profundidad útil	(H_e)	2,10	m	
Volumen útil existente	(V_e)	73,90	m^3	
El volumen será 1/3 del caudal máximo diario				
Caudal de diseño	(Q_D)	8.02	L / s	692.93 m^3 / día
Volumen tanque de almacenamiento	(V_D)	230.98	m^3	
Volumen faltante	(V)	144.04	m^3	
Profundidad útil	(H)	2,10	m	
Area	(A)	41,6	m^2	
Longitud	(L)	4,60	m	
Ancho	(B)	9,0	m	

se debe construir un tanque adicional con las siguientes dimensiones:

Profundidad útil	(H)	2,6	m
Area	(A)	55.40	m^2
Longitud	(L)	7.5	m
Ancho	(B)	7.5	m
Volumen final	(V)	146.25	m^3

CON POBLACION FUTURA

Longitud existente	(L_e)	7,65	M
Ancho existente	(B_e)	4,60	M
Profundidad útil	(H_e)	2,10	M
Volumen útil existente	(V_e)	73,90	m^3
El volumen será 1/3 del caudal máximo diario			
Caudal de diseño	(Q_D)	13,0	L / s

Volumen tanque de almacenamiento	(V _D)	374.40	m ³
Volumen faltante	(V)	300.50	m ³
Profundidad útil	(H)	2,20	M
Area	(A)	136.60	m ²
Longitud	(L)	4,60	M
Ancho	(B)	29.70	M

Se debe construir un tanque adicional con las siguientes dimensiones:

Profundidad útil	(H)	2,6	M
Area	(A)	115.6.	m ²
Longitud	(L)	10,8	M
Ancho	(B)	10,8	M
Volumen final	(V)	303.26	m ³

6.2.4 CHEQUEO CONDUCCION TANQUE - REDES DE DISTRIBUCION CON POBLACION ACTUAL

Caudal de diseño	(Q _D)	13,00	L / s	: m ³ / s
Abscisa de salida TANQUE		K 0+0,00	m	
Cota piezométrica salida TANQUE		356,500		(Para el nivel mínimo de tanque)
Abscisa en entrada POBLACION		K 2+526,59	m	
Cota terreno en entrada POBLACION		325,500	m	
Diferencia de cotas entre salida y entrada		31,000	m	
Longitud horizontal de la conducción		2.526,59	M	

La conducción se encuentra construida en dos diámetros (6" y 4"), por lo tanto:

Abscisa hasta cambio de diámetro		K 0+198,23	M
Longitud horizontal en diámetro 6" RDE	32,5	198,23	M
Incremento por pendientes y accesorios		5 %	
Longitud de conducción asumida		208,14	M
Cota terreno en punto final 6"		348,310	
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150	
Diámetro de conducción asumido	(Øa)	6 "	
Diámetro de conducción	(ØR)	0,15792	
Pérdida calculada	(Ji)	0,00130	
Pérdidas totales	(J _T)	0,27	
Velocidad en la tubería	(v)	0,46	
Cota piezóm. en punto final 6"		356,23	
Presión en punto final 6"		7,92	
Caudal máx. a transportar por la tub.	(Q _M)	0,0568	
Abscisa entrada redes de distribución		K 2+526,59	
Longitud horizontal en diámetro 4" RDE	32,5	2.328,36	
Incremento por pendientes y accesorios		5 %	
Longitud de conducción asumida		2.444,78	
Cota terreno en punto final 4"		325,500	
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150	
Diámetro de conducción asumido	(Øa)	4 "	
Diámetro de conducción	(ØR)	0,10728	
Pérdida calculada	(Ji)	0,00854	

Pérdidas totales	(J _T)	20,89
Velocidad en la tubería	(v)	0,9960
Cota piezóm. en punto entrada redes		335,34
Presión en punto entrada redes		9,84
Caudal máx. a transportar por la tub.	(Q _M)	0,0111

CON POBLACION FUTURA

M		
RDE	32,5	
M		(de tablas)
m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
M		
m / s		NO(0,60 < v < 6,00 m/s)
M		
m ³ / s	56,800	L / s(por diferencia de cotas)
M		
M		
M		
M		(entrada a redes de distribución)
RDE	32,5	
M		(de tablas)
m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
M		
m / s		OK(0,60 < v < 6,00 m/s)
M		
m ³ / s	11,100	L / s(por diferencia de cotas)

Caudal de diseño	(Q _D)	21,00	L / s	0,0173	m ³ / s
Abscisa de salida TANQUE		K 0+0,00	m		
Cota piezométrica salida TANQUE		356,500			(Para el nivel mínimo de tanque)
Abscisa en entrada POBLACION		K 2+526,59	m		
Cota terreno en entrada POBLACION		325,500	m		

Diferencia de cotas entre salida y entrada	31,000	m
Longitud horizontal de la conducción	2.526,59	m

La conducción se encuentra construida en dos diámetros (6" y 4"), por lo tanto:

Abscisa hasta cambio de diámetro	K 0+198,23	m
Longitud horizontal en diámetro 6" RDE 32,5	198,23	m
Incremento por pendientes y accesorios	5 %	
Longitud de conducción asumida	208,14	m
Cota terreno en punto final 6"	348,310	m
Coefficiente de rugosidad para PVC (C)	150	

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	6 "	RDE	32,5	
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,15792	M		(de tablas)
Pérdida calculada	(J_i)	0,00436	m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Pérdidas totales	(J_T)	0,91	M		
Velocidad en la tubería	(v)	0,88	m / s		OK (0,60 < v < 6,00 m/s)
Cota piezóm. en punto final 6"		355,59			
Presión en punto final 6"		7,28	M		
Caudal máx. a transportar por la tub.	(Q_M)	0,0568	m ³ / s	56,800	L / s (por diferencia de cotas)
Abscisa entrada redes de distribución		K 2+925,71	M		
Longitud horizontal en diámetro 4" RDE 32,5		2.328,36	M		
Incremento por pendientes y accesorios		5 %			
Longitud de conducción asumida		2.444,78	M		
Cota terreno en punto final 4"		325,500	M		(entrada a redes de distribución)
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150			
Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	4 "	RDE	32,5	
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,10728	M		(de tablas)
Pérdida calculada	(J_i)	0,02865	m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Pérdidas totales	(J_T)	70,05	M		
Velocidad en la tubería	(v)	1,91	m / s		OK (0,60 < v < 6,00 m/s)
Cota piezóm. en punto entrada redes		285,54	M		
Presión en punto entrada redes		- 39,96	M		(VALOR NEGATIVO!!)
Caudal máx. a transportar por la tub.	(Q_M)	0,0110	m ³ / s	11,000	L / s (por diferencia de cotas)

6.2.5 MODELACION HIDRAULICA DEL SISTEMA

Se modeló el chequeo hidráulico de la red de distribución, iniciándola en la salida del tanque de almacenamiento existente. Este análisis fue modelado mediante el programa EPANET, con la ecuación de Darcy - Welsbach para el cálculo de las pérdidas en la tubería. Los diámetros de las tuberías se consideraron con su valor nominal.

Con el fin de suplir las pérdidas menores por accesorios a instalarse y por las longitudes verticales, que inciden en las presiones resultantes en la red, se utilizó un 3% de incremento de longitud de los tramos considerados en la conducción y 5% en los tramos considerados en las redes de distribución.

Los resultados de la modelación se consignan en el Anexo No. 1.

6.3 CONCLUSIONES, OBSERVACIONES y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la inspección visual de las líneas de aducción y conducción instaladas, se observan muchos tramos instalados superficialmente y precariamente sujetos por templetes amarrados a los árboles vecinos ubicados sobre la línea. Estos tramos por lo general se encuentran sobre el talud derecho de la quebrada Barbasquito. Se deben acometer trabajos de reubicación de estos tramos enterrándolos de tal manera que queden protegidos ante situaciones de avenidas de la quebrada o derrumbes de sus taludes.

Por información recogida en el sitio, actualmente Piamonte tiene servicio de agua solo durante algunas horas al día y con presiones mínimas, debiendo cerrarse las válvulas en la mitad del pueblo para que la otra mitad logre tener servicio de agua, lo que significa que están consumiendo toda el agua que las tuberías pueden conducir.

Por la ubicación del tanque de almacenamiento (en la abscisa K0+290), la tubería de conducción debe conducir el caudal máximo horario de acuerdo con lo consignado en la norma RAS en su Título B, por cuanto esta línea ya se considera como red de distribución. Esta situación hace que la operación y mantenimiento del sistema de acueducto sea difícil y dispendiosa, máxime cuando el camino hasta las estructuras de desarenación y tanque de almacenamiento solo puede ser transitado a pié y muchas veces por el cauce del río con el nivel del agua a más de 1,30 m de profundidad.

De los chequeos hidráulicos de las tuberías instaladas se puede concluir que inclusive con el sistema funcionando con los caudales correspondientes a la población actual, las presiones de servicio en las viviendas está por debajo de la recomendada por el RAS (numeral B.7.4.5.1) que especifica 10,00 m.c.a. como presión mínima en las redes de distribución. Cuando se chequea con el caudal futuro, el sistema existente no puede conducir la cantidad de agua requerida!

En conclusión se deben rediseñar los diámetros de conducción para asegurar un correcto funcionamiento del sistema con los nuevos caudales propuestos.

Las estructuras de desarenación y almacenamiento están construidas completamente superficiales sobre el nivel del terreno y se encuentran distantes entre si por solo 15,63 m. y con un desnivel de 0,49 m., lo que hace casi imposible implementar un sistema de tratamiento de agua potable entre estas estructuras, con lo cual se concluye que se deben reubicar estas dos unidades de tal manera que permitan la construcción y funcionamiento correcto de la planta de tratamiento.

Se puede concluir también que el tanque de almacenamiento no está cumpliendo su función de apoyar las variaciones de consumos en horas pico, por cuanto su volumen es demasiado pequeño en relación con los caudales considerados.

Con los resultados obtenidos en el chequeo de las líneas de conducción de agua y del volumen de almacenamiento, se hace innecesario chequear el funcionamiento de la bocatoma y el desarenador, por cuanto estos deben rediseñarse completamente a partir de los nuevos caudales considerados, al igual que el tanque de almacenamiento.

Igualmente se puede concluir con respecto a necesidad del chequeo de las redes de distribución, por cuanto es claro que estas no pueden operar correctamente a partir de una presión de entrada por debajo de la normalizada. Con lo cual se puede afirmar que al menos en la parte alta de la población el sistema no funciona correctamente en relación con la presión mínima de 10,0 m.c.a. especificada.

Haciendo un recorrido por la zona, se encontró un posible sitio para ubicar la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento en un punto muy cercano a la zona urbana de Piamonte sobre una pequeña colina donde actualmente está ubicada una torre de un operador celular y con una altura tal que es posible asegurar muy buenas presiones de operación en el sistema de redes de distribución. Esta nueva situación requiere de una reubicación del sitio de captación para ganar altura adicional sobre el punto sugerido para la planta y lógicamente reubicar el desarenador y el tanque de almacenamiento, teniendo en cuenta además que la planta a proponerse (del tipo compacta) requiere de una presión de entrada mínima de 10,00 m.c.a.

Por otra parte, esta solución sugerida hace que mejoren las condiciones de funcionamiento del sistema, por cuanto la conducción solo debe transportar el caudal máximo diario hasta el sistema de tratamiento y a partir de este, distribuir entonces el caudal máximo horario hacia las redes de acueducto.

7. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

7.1 CONDICIONES DE LA FUENTE

La fuente de abastecimiento de agua para surtir este acueducto fue escogida de acuerdo a los requerimientos climatológicos, condiciones de caudales mínimos y máximos, disponibilidad del recurso, permisos de utilización del predio, condición topográfica del sitio en relación con la cota de la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento. Con base en estas condiciones se escogió una fuente de agua (río Barbasco) en un punto aguas arriba de la actual bocatoma, sobre las coordenadas 1.082.083 E y 617.750 N y a una cota media de 372 m.s.n.m.

Aguas arriba del punto escogido para la nueva bocatoma desemboca una quebrada sobre el río Barbasco, con lo cual se asegura el caudal de captación para el acueducto de Piamonte. La cuenca que abastece este sitio prácticamente no ha sido intervenida, lo que hace que se pueda tener una buena calidad de agua. Esta cuenca debe hacer parte de un proyecto en el cual el Municipio pueda hacer intervención mediante compra de los predios o mediante acuerdos con los Colonos, para mantenerla con sus bosques nativos sin permitir la tala de árboles y la prohibición expresa de construir viviendas o utilizarla como potreros de pastoreo.

En diciembre 4 de 2.011 se aforó la fuente, la cual se considera estaba en su caudal normal (medio) con un valor de 150 L/s. Sin embargo se asume un caudal medio de 130 L/s para efectos del diseño y un caudal mínimo de la fuente de 70 L/s para efectos de chequeo del caudal ecológico a mantener en el sistema hídrico.

Fuente de agua	Río Barbasco	
Altura sobre el nivel del mar en la bocatoma	372	m.s.n.m. (Levantamiento topográfico)
Caudal medio de la fuente	130,00	L / s (Aforado en diciembre 4 de 2011)
Caudal mínimo de la fuente	70,00	L / s (Asumido por información de la región)
Temperatura media del agua	16 °C	(tomada en sitio)

La fuente garantiza que sus aguas no serán captadas totalmente, dejando entonces un CAUDAL ECOLOGICO que permita el desarrollo de la vida natural aguas abajo de la captación en condiciones de sequía extrema. La

Corporación Autónoma Regional del Cauca, que es la entidad que rige el uso de las fuentes superficiales, recomienda que se debe dejar un mínimo del 30% del caudal de la fuente como caudal ecológico. Por lo tanto en este caso se establece el Caudal Ecológico restando el Caudal Máximo Diario de diseño del Caudal mínimo que presenta la fuente en época de sequía.

Caudal máximo diario	(CMD) 11,00	L / s	0,011 m ³ / s
Caudal ecológico sin captar	59,00	L / s	(Caudal mínimo menos CMD)
Porcentaje sobre caudal mínimo de la fuente	84 %	OK	(Caudal Ecológico > 30%)

7.2 CARACTERISTICAS DE LA FUENTE

Debido a las condiciones descritas anteriormente, la fuente presenta unas características óptimas para su uso como abastecimiento de agua para consumo humano, puesto que en la zona no hay mayor contacto con agentes contaminantes tales como actividades de agricultura, ganadería y asentamientos humanos. Los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados a esta fuente indican una buena calidad de agua y se descarta la presencia de pesticidas por encima de las concentraciones permitidas para uso humano. La fuente presenta buenas condiciones de turbidez, lo que hace pensar que en épocas de verano, las aguas solo necesitarían de los procesos de filtración y posterior desinfección, para su consumo con el fin de remover algún contenido de coliformes que puedan generarse en la zona debido a que es posible que se presenten actividades de pastoreo.

Igualmente, la fuente presenta turbiedades altas solo en eventos de lluvias y por el tiempo de duración de las mismas, siendo necesario entonces implementar en la planta de tratamiento procesos de tratamiento que permitan remover turbiedades para estos casos.

8. CAPTACION DE AGUA

8.1 TIPO DE CAPTACION

La captación será superficial del tipo bocatoma de fondo con rejilla sumergida frontal, que es una estructura muy apropiada para las condiciones del terreno y la corriente de agua.

8.2 CAPACIDAD DE DISEÑO

El diseño del sistema de captación se hará con el Caudal Máximo Diario (CMD) calculado, ya que el sistema contará con Almacenamiento de agua, de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS-2000 (Art. B.4.4.2).

Caudal de diseño (Q_D) 13,00 L / s 0,013 m³ / s

10.1 PARAMETROS DE DISEÑO (de acuerdo a RAS, Literatura y Criterio Consultor)

Caudal de captación (Q_C) 3 x CMD L / s (RAS B.4.4.10.5)
 Velocidad de paso sobre la rejilla (V_r) 0,3 ≤ V_r ≤ 3,0 m / s (Consultor - Literatura)
 Separación entre barras 20 - 40 Mm (RAS B.4.4.5.3 para gravas finas)
 Velocidad máxima de paso entre las barras 0,15 m / s (RAS B.4.4.5.5)
 Altura agua para salida sumergida 0.1 < H < 0.7 M (Consultor - Literatura)

8.3 DISEÑO HIDRAULICO

Presa de captación

Ancho útil de la bocatoma 9,00
 Ancho de bocatoma en la rejilla (L) 1,60 M (asumido por condiciones Topográficas)
 Caudal de captación (3xCMD) (Q_C) 39,00 L / s (asumido)
 0,03900 m³ / s (RAS B.4.4.10.5)

Chequeo de la entrada 39,00 L/S : 0,03300 m³ / s
 5,03 cm

Con caudal de captación:

Altura lámina de agua sobre la rejilla 0,0503 M

Ancho por contracciones laterales	(L')	1,58993	M	OK (Q _C calc. = Q _C asumido)
Con la ecuación de un vertedero rectangular simple, se tiene:				OK (0.30 < V _r < 3.00)
Chequeo de caudal captación con L' (Q _C)	0,039000	m ³ / s	12,64	cm
Velocidad de paso sobre la rejilla	(V _r)	0,40	m / s	
Con caudal de la fuente:		130,00	L / s	
Altura lámina de agua sobre la rejilla	(H _r)	0,1264	M	OK (Q _C calc. = Q _M)
Ancho por contracciones laterales	(L')	1,57473	M	
Con la ecuación de un vertedero rectangular simple, se tiene:				OK (0.30 < V _r < 3.00)
Chequeo de caudal de la fuente con L' (Q _F)	0,130000	m ³ / s		
Este caudal se asume como el máximo que puede entrar a la rejilla.				
Velocidad de paso sobre la rejilla	(V _r)	0,70	m / s	

Con caudal de diseño:		13,00	L / s	0,01300 m ³ / s
Altura lámina de agua sobre la rejilla	(Hr)	0,0241	M	2,41 Cm
Ancho por contracciones laterales	(L')	1,59517	M	

Con la ecuación de un vertedero rectangular simple, se tiene:

Chequeo de caudal de diseño con L'	(Q _D)	0,013000	m ³ / s	OK	(Q _C calc. = Q _D)
------------------------------------	--------------------	----------	--------------------	----	---

Este caudal es el mínimo que debe entrar a la rejilla.

Velocidad de paso sobre la rejilla	(Vr)	0,30	m / s	OK	(0.30 < Vr < 3.00)
------------------------------------	--------	------	-------	----	----------------------

Canal de aducción en la captación

Cálculo del ancho del canal:

Con ecuaciones de alcance de un chorro y caudal de captación (Q_C):

Distancia Mínima	(Xi)	0,19	M
Distancia Máxima	(Xs)	0,30	m

Con ecuaciones de alcance de un chorro y caudal máximo de captación igual al caudal medio de la fuente (Q_{MF}):

Distancia Mínima	(Xi)	0,3	m
Distancia Máxima	(Xs)	0,47	m

Con ecuaciones de alcance de un chorro y caudal de diseño (Q_D):

Distancia Mínima	(Xi)	0,15	m
Distancia Máxima	(Xs)	0,24	m

El ancho del canal se toma para las condiciones críticas, es decir para el caudal de captación (Q_C), por lo tanto:

Ancho de canal de aducción asumido		0,50	m
------------------------------------	--	------	---

Diseño de la rejilla con caudal de captación Q_C :

Separación entre barras asumido	0,00250	m	(igual al ancho del canal de aducción)
		m	20,00 mm (RAS B.4.4.5.3)
Diámetro de barras asumido	0,75 "	0,0191	1,91 cm (3/4 ")
Velocidad máxima de paso entre las barras	0,15	m / s	(Asumida RAS B.4.4.5.5)
Velocidad asumida de paso entre las barras	0,12	m / s	OK(criterio Consultor, $V_b < 0.15$)
Area neta de la rejilla	(An) 0,305556	m ²	(Para caudal captación Q_C afectado por 90%)
Longitud rejilla	(Lr) 1,1947	m	119,47 cm
Longitud de rejilla asumida	(Lr) 1,30	m	(Por facilidad de construcción)
Area neta corregida	(An) 0,30691	m ²	
Número de espacios calculado	(N) 30,69		
Número de espacios asumido	(Ne) 30		
Número de barras	(Nb) 29		
Separación final entre barras	0,025	m	2.50 cm (20 mm < S < 40 mm)
Area neta real	(An) 0,32305	m ²	
Velocidad final entre barrotes	(Vb) 0,114	m / s	OK($V_b < 0.15$ m/s RAS B.4.4.5.5)

Caudales máximos a captar por la rejilla diseñada:

Coefficiente de contracción asumido (C) 0,30

Con la ecuación de un orificio sumergido, se tiene:

Con caudal mínimo	(Q _{min})	0,06670	m ³ / s	66,70	L / s	(Con Q _D = 13 L/s)
Con caudal medio	(Q _{med})	0,09631	m ³ / s	96,31	L / s	(Con Q _C = 39 L/s)
Con caudal máximo	(Q _{med})	0,15259	m ³ / s	152,59	L / s	(Con Q _F = 130 L/s)

Por lo tanto, la rejilla puede captar los caudales considerados.

NOTA: Se propone una pantalla antes de la línea de presa, para prevenir la entrada y taponamiento por material flotante en la rejilla.

Diseño del canal de aducción de captación:

La rejilla estará localizada al centro de la presa, por lo que las medidas del canal de aducción serán:

Espesor de muro lateral	0,25	m	
Longitud horizontal canal	3,725	m	(Por construcción)
Pendiente longitudinal del fondo	1,35 %		(Asumida)
Desnivel inicio hasta final	0,050	m	
Ancho de canal	0,50	m	(Asumido)

Para flujo supercrítico y caudal de captación:

Altura lámina agua al final del canal (H _c)	0,0763	m	7,63	cm
Altura lámina agua al inicio del canal (H _o)	0,0897	m	8,97	cm
Altura asumida rejilla - fondo canal	0,40	m		
Altura asumida de canal	0,20	m		
Velocidad al final del canal (V _{fc})	0,87	m / s	OK	(0.30 < V _r < 3.00)

Diseño de cámara de recolección:

Con ecuaciones de alcance de un chorro y caudal de captación

(Q_c):

Distancia Mínima	(X_i) 0,27	m	
Distancia Máxima	(X_s) 0,47		
Ancho de cámara de recolección asumida	1,65	m	
Longitud asumida de cámara de recolección	0,70		m (1,18 m. adicionales por mantenimiento) m (0,10 m. adición. a cada lado del canal)

Diseño de cámara de salida:

El caudal de diseño será conducido hacia el desarenador por medio de una tubería de PVC presión de diámetro 6".

Diámetro salida aducción	(\varnothing_e) 6 "	RDE	26
Diámetro real	(\varnothing_e) 0,15532	m	(de tablas)
Con la ecuación de un orificio sumergido y $C=0.65$, se tiene:			
Altura agua en cámara	(H_{cr}) 0,04	m	NO(0.10 < H < 0.70 m)

Para asegurar salida sumergida, se debe chequea el nivel de agua sobre el eje de entrada de esta tubería:

Buje para tubería de salida aducción	($\varnothing_{buj.}$) 4 "	x	6 "	RDE	26
Diámetro menor de buje	0,10552	m			
Altura agua en cámara salida	(H_{cr}) 0,191	m	OK		(0.10 < H < 0.70 m)

La entrada a la cámara de salida se hará por medio de un vertedero triangular de 90°, con el fin de poder medir en un momento dado el caudal de entrada al sistema.

Longitud de vertedero	(Lve)	0,50	m	
Lámina de agua para Q _D	(Hvs)	0,143	m	14,3 cm

Para limpieza de esta cámara se utilizará una tubería PVC sanitaria de diámetro 4" con tapón de limpieza a la salida.

Diámetro de tubería de limpieza	(Øe)	4,00 "	PVC SANITARIA	
Diámetro real	(Øe)	0,108	M	(de tablas)

Diseño cámara de excesos:

La entrada a esta cámara se hará por medio de un vertedero rectangular y asumiendo que en un momento dado entre todo el caudal de la fuente, se tiene:

Caudal de excesos máximo	(Q _{EXC})	0,119	m ³ / s	119,00 L / s	(Q _{EXC} = Q _F - Q _D)
Ancho de vertedero asumido		0,60	m		(Asumido)
Altura lámina agua sobre el vertedero	(Hv)	0,240	m	23,96 cm	
Ancho por contracciones laterales	(L')	0,5521	m		

Con la ecuación de un vertedero rectangular simple, se tiene:

Chequeo de caudal de diseño con L'	(Q _D)	0,119	m ³ / s	OK	(Q _{EXC} calc. = Q _{EXC})
Este caudal es el máximo que debe salir por el vertedero de excesos.					
Velocidad de paso sobre el vertedero	(Vr)	0,90	m / s	OK	(0.30 < Vr < 3.00)

Con ecuaciones de alcance de un chorro y caudal de excesos máximo (Q_{EXC}):

Distancia Mínima	(Xi)	0,42	m	
Distancia Máxima	(Xs)	0,60	m	
Longitud de cámara de excesos asumida		0,70	m	(0,10 m. adicionales por mantenimiento)
Ancho asumido de cámara de excesos		0,80	m	(0,10 m. adición. a cada lado del vertedero)

Los excesos se evacuarán por una tubería PVC sanitaria de diámetro 12".

Diámetro salida	(Øe)	12 " ✓	PVC SANITARIA TIPO NOVAFORT
Diámetro real	(Øe)	0,284	m (de tablas)
Con la ecuación de un orificio sumergido y $C=0.65$, se tiene:			
Altura agua en cámara		0,426	m OK (0.10 < H < 0.70 m)
Loongitud aprox. tubería de excesos		29,00	m (de topografía)

Cálculo de cotas:

Fondo de cauce en el punto de captación		372,400 ✓	
Altura de rejilla sobre cauce		0,850	m (Asumida)
Cota de rejilla en la entrada		373,250	
Lámina de agua sobre la rejilla		373,300	Con caudal de captación
Lámina de agua sobre la rejilla		373,376	Con caudal de la Fuente
Lámina de agua sobre la rejilla		373,274	Con caudal de diseño
Altura adicional para asegurar captación		0,100	m (Asumida)
Altura adicional para crecidas		0,150	m (Asumida)

Cota de captación en ancho útil de la toma	373,500		
Borde libre sobre bocatoma	0,550	m	(Asumida)
Cota corona de muros de contención	374,050		
Borde libre sobre corona caja de recolección	0,550	m	(Asumida)
Cota corona cámara de recolección	373,500		(- 0,55 m. por facilidad de mantenimiento)
Cota canal de aducción al inicio	372,850		
Cota canal de aducción al final	372,800		
Lámina de agua en canal al inicio	372,940		
Lámina de agua en canal al final	372,876		
Borde libre fondo canal final a lámina cámara	0,100	m	(Asumida)
Lámina de agua cámara de recolección	372,700		
Cota cresta de vertedero de excesos	372,460		
Prof. cresta vert. exc. - fondo cám. recolecc.	0,510	m	
Cota fondo de cámara de recolección	371,950		
Prof. total cámara recolección	1,550	m	
Cota fondo vertedero triangular de salida	372,317		
Cota eje tubería de salida aducción	372,126		Para asegurar salida de caudal de diseño
Cota batea salida tubería de aducción	372,048		
Profund. adicional para lodos en cám. salida	0,176	m	(Asumida desde el eje de salida)
Cota fondo caja de salida aducción	371,950		(= fondo cám. recolec. por facilid. construcc.)
Lámina de agua cámara de salida	372,317		
Lámina de agua sobre verted. Excesos	372,700		(nivel máximo)
Prof. cresta vert. exc. - fondo cám. Excesos	0,710	m	
Cota fondo de cámara de excesos	371,750		
Cota eje tubería de salida excesos	371,892		
Diferencia de cotas fondo cámaras exc. - recol.	0,200	m	OK (Ø limp. recolecc. < H < 0.30 m)
Cota batea entrega tubería de excesos	371,400		

NOTA: Se debe hacer un trabajo de dragado del cauce aguas abajo de la estructura de bocatoma, con el fin de asegurar la salida de los caudales de exceso y limpieza.

9. ADUCCION BOCATOMA - DESARENADOR

La conducción del agua desde la bocatoma hasta el desarenador será por medio de una tubería de PVC y estará regulada por una válvula de mariposa a la salida de la bocatoma.

Caudal de diseño (Q_D) 13,00 L/s 0,013 m^3/s ✓

9.1 DISEÑO HIDRAULICO CON FLUJO A PRESION

Caudal de diseño	(Q_D)	13,000	L / s	0,013	m^3 / s
Abscisa de salida bocatoma		K 0+001,65	M	(sobre la pared interior de la caja de salida)	
Cota lámina de agua salida de bocatoma		372,317			
Cota batea salida tubería de aducción		372,048			
Abscisa de entrada a desarenador		K 0+022,13	M	(sobre la pared interior de la caja de entrada)	
Cota terreno en entrada desarenador		373,250	M		
Cota asumida lámina agua entrada desarenador		372,250	M	(1,00 m. por debajo de cota terreno)	
Cota batea tubería entrada desarenador		371,300	M	(asumida)	
Diferencia entre niveles de salida y entrada		0,067	M		
Presión esperada entrada desarenador		0,05	M	(Asumida)	
Cota piezométrica entrada desarenador		372,300			
Longitud horizontal de la conducción		20,48	m		
Incremento por pendientes y accesorios		2 %			
Longitud de conducción asumida para el cálculo		20,89	m		
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150			
Pérdida incrementada calculada	(J_i)	0,000814	m / m		
Diámetro de conducción calculado	(\varnothing_c)	0,1876	m	7,39 "	(Ecuación de Hazen-Williams)

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	6,00 "	RDE	26	
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,15000	m		(diámetro nominal)
Pérdida calculada	(J_i)	0,0024	m / m		
Velocidad en la tubería	(v)	0,62	m / s	OK	($0,6 \leq v \leq 6,0$ m/s - RAS B.6.4.8.
Cota piezométrica entrada desarenador		372,270			
Presión entrada desarenador		0,02	m		

Aplicando la ecuac. de Hazen-Williams al diámetro escogido, se obtiene un caudal máximo posible a transportar:

Caudal máximo a transportar por la tub. (Q_M)	0,0138	12,800	L / s
---	--------	--------	-------

CHEQUEO DE ADUCCION CON FLUJO LIBRE

Para efectos de asegurar un buen funcionamiento del sistema de aducción, a continuación se hace un chequeo de la línea a flujo libre, asumiendo una pendiente constante entre la salida de la bocatoma y la entrada al desarenador.

Abscisa de salida bocatoma	K 0+001,65	m	
Cota batea tubería salida bocatoma	372,051		(de bocatoma)
Abscisa de entrada a desarenador	K 0+022,13	m	
Cota batea tubería entrada desarenador	371,300	m	(asumida)
Longitud bocatoma – desarenador	20,48	m	(de topografía)
Pendiente de la tubería	0,03666455	m / m	

10. DESARENADOR

El desarenador será del tipo convencional con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por efecto de la gravedad y prevenir la entrada y transporte de sólidos en la red de conducción. Este desarenador constituye un tratamiento primario (retención de sólidos) y estará situado en un punto cercano a la bocatoma, aproximadamente sobre el K0+022,00. Se diseñará con el caudal máximo diario de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS-2000 Art. B.4.4.6.2.

10.1 PARAMETROS DE DISEÑO (de acuerdo a RAS, Literatura y Criterio Consultor)

Diámetro mín. partícula a sedimentary (ϕ_{pa})	0,20	mm	(RAS B.4.4.6.5)
% de remoción	> 75%		(RAS B.4.4.6.5.2)
Grado del desarenador	(n)	3	(López Cualla)
Periodo de retención hidráulico	(θ)	$0,5 \leq \theta \leq 4,0$	Hr (Consultor - López Cualla)
Relación Largo : Ancho	(L:A)	$3 / 1 \leq L : A \leq 5 / 1$	(López Cualla)
Profundidad útil	(Hu)	$1,5 \leq Hu \leq 4,0$	m/s (López Cualla)
Carga hidráulica superficial	(q)	$15 \leq q \leq 80$	$m^3 / m^2 \cdot día$ (López Cualla)
Velocidad horizontal máxima	(V _{hmáx})	$20 \times V_s$	(RAS B.4.4.6.3)
Velocidad horizontal máxima	(V _{hmáx})	< 0,25	m / s (RAS B.4.4.6.5.2)
Ancho de cámara de entrada		> B / 3	m (Consultor - Literatura)
Profundidad de cámara de entrada		> Hu / 3	m (Consultor - Literatura)
Velocidad paso orificios de entrada	(V _o)	> 0,15	m / s (Consultor - Literatura)
Profund. tabique entrada sobre nivel agua		> Hu / 2	m (Consultor - Literatura)
Profund. tabiques aquiet. entrada / salida		> Hu / 2	m (Consultor - Literatura)
Distancia tabique de entrada desde inicio		< L / 4	m (Consultor - Literatura)
Distancia tabique salida hasta vertedero salida		> H _{vs} x 15	m (Consultor - Literatura)
Relación longitud / profund. de lodos	(L : H _L)	10 : 1	(RAS B.4.4.6.4)

10.2 DISEÑO HIDRAULICO

Caudal de diseño	(Q_D)	13,00	L / s	0,013	m^3 / s
Temperatura del agua	(T)	16 °C			(Información del sitio)
Viscosidad cinemática	(ν)	0,01117	cm^2 / s		

Para efectos del dimensionamiento del tanque se asume que todas las partículas discretas a sedimentar se asemejan a una partícula de arena.

Peso específico arena	($\rho_{ar.}$)	2,65			
Peso específico agua	($\rho_{ag.}$)	0,99897	a la temperatura definida		
Diámetro de partícula asumido	(ϕ_{pa})	0,050	mm	OK	(< 0,2 mm)
Diámetro de partícula asumido	(ϕ_{pa})	0,005	cm		
Gravedad	(g)	9,81	m / s^2	981	cm / s^2
Velocidad de sedimentación	(V_s)	0,201	cm / s		(Ecuación de Stokes)
% de remoción asumido		87,5 %			
Grado del desarenador	(n)	3			(con pantallas deflectoras nuevas)
Número de Hazen	(θ / t)	2,75			(Tabla 9.3 - López Cualta)
Profundidad útil asumida	(H_u)	1,50	m	150,00	cm

Tiempo de sedimentación	(Ts)	746,27	s	0,21	Hr	(Hu / Vs)
Periodo de retención hidráulico	(θ)	2.052,24	s	34,20	min	
Periodo de retención hidráulico	(θ)	0,57	Hr	OK		($0,50 \leq \theta \leq 4,00$ Hr)
Volumen de tanque	(V)	22,57	m ³			(Q _D / θ)
Area superficial del tanque	(A _s)	15,05	m ²			(V / Hu)
Relación Largo : Ancho	(L : A)	3 : 1				(Criterio asumido)
Ancho calculado de tanque	(B)	2,24	m			
Ancho asumido de tanque	(B)	2,30	m	✓		(Por construcción)
Area vertical del tanque	(A _v)	3,45	m ²			(Hu x B)
Largo calculado de tanque	(L)	6,543	m			
Largo asumido de tanque	(L)	6,70	m			(0,20 m. adicionales)
Area superficial real del tanque	(A _s)	15,41	m ²			(L x B)
Carga hidráulica superficial	(q)	0,000714	m ³ / m ² .s	0,0714	cm / s	(Q _D / A _s)
Carga hidráulica superficial	(q)	61,7	m ³ / m ² .dia	OK		($15 < q < 80$ m ³ / m ² .dia)
Con la ecuación de Stokes, se tiene:						
Diámetro real partícula a sedimentar	(\varnothing_p)	0,003	cm	OK		($\varnothing_{real} \leq \varnothing_{asumido}$)
Velocidad de sedimentación real	(Vs)	0,073	cm / s			
Velocidad horizontal máxima	(V _h máx)	1,460	cm / s			(= 20 x Vs - RAS B.4.4.6.3)
Chequeo de veloc. horiz. máx.		0,015	m / s	OK		(< 0,25, RAS B.4.4.6.5.2)
Velocidad horizontal	(V _h)	0,319	cm / s	OK		(V _h < V _h máx)
Velocidad de arrastre	(V _r)	7,199	cm / s	OK		(V _r > V _h - Ec. 9.8 López Cualla)

Cámara de entrada o de aquietamiento:

El agua proveniente de la captación entrará a una cámara de aquietamiento que permite disminuir la velocidad de entrada al desarenador para asegurar la sedimentación de los sólidos que puedan entrar a la estructura.

Longitud de cámara		0,90	m			(Asumido)
Ancho de cámara		1,10	m	OK		(> B / 3 = 0,77 m)

Profundidad de cámara	1,00	m	OK	($> H_u / 3 = 0,50 \text{ m}$)
-----------------------	------	---	----	----------------------------------

Velocidad de paso en la cámara (V_c)	0,010	m / s		
--	-------	-------	--	--

Con la ecuación de pérdidas por velocidad y $C=0.20$, se tiene:

Pérdidas en la cámara (h_m)	0,004	m	(vel. tuber. entrada - vel. paso cámara)
---------------------------------	-------	---	--

Cota fondo cámara de entrada	371,250	✓	
------------------------------	---------	---	--

Pantalla de quietamiento a la entrada

Profund. asumida de tabique sobre lámina agua	0,995	m	OK	($> H_u / 2 = 0,75 \text{ m}$)
---	-------	---	----	----------------------------------

Distancia a la cámara de quietamiento	1,30	m	OK	($< L / 4 = 1,68 \text{ m}$)
---------------------------------------	------	---	----	--------------------------------

Area orificio bajo tabique (A_{te})	1,162	m^2		
---	-------	--------------	--	--

Con la ecuación de pérdidas por velocidad y $C=0.61$, se tiene:

Pérdidas por paso bajo tabique (h_m)	0,000	m	(despreciables)
--	-------	---	-------------------

Entrada a la zona de sedimentación

El ingreso a la zona de sedimentación será por medio de niples de tubería PVC sanitaria de 3" colocados en dos líneas sobre un tabique de entrada a la zona de sedimentación.

Caudal de entrada (Q_d)	13,00	L / s	0,0130	m^3 / s
-----------------------------	-------	-------	--------	-------------------------

Diametro del orificio (\varnothing_{oe})	3 "			
--	-----	--	--	--

Diametro comercial del orificio (\varnothing_{oe})	0,076200	m	(tipo PAVCO)
--	----------	---	----------------

Area del orificio (A_{oe})	0,004560	m^2	
--------------------------------	----------	--------------	--

Número de tubos de entrada	17		
----------------------------	----	--	--

Caudal que pasa por el orificio (Q_o)	0,00065	m^3 / s	0,65	L / s
---	---------	-------------------------	------	-------

Velocidad de paso en orificio (V_o)	0,1419	m / s	OK	($V_o \leq 0,15 \text{ m/s}$)
---	--------	-------	----	---------------------------------

Radio hidráulico	0,01905	m	
------------------	---------	---	--

Pérdida de carga por orificios (h_c)	0,002	m	0,20	cm
--	-------	---	------	----

Cota nivel agua en zona de sedimentación	372,244	/	
--	---------	---	--

Diferencia cota corona desaren. - nivel agua	0,357	m	
--	-------	---	--

Cámara de recolección de excesos:

Caudal de excesos en desarenador	(Q_{exc})	0,00180	m^3 / s	1,80	L / s	(de $Q_{máx.}$ a transportar)
Longitud de vertedero de excesos	(L_{exc})	0,80	m			(por construcción)
Lámina agua sobre vertedero excesos	(H_{exc})	0,011	m	1,10	cm	
Diferencia cota corona desaren. - verted. exc.		0,340	m			(0,329 m. adicionales por seguridad)
Diferencia cota corona desaren. - nivel agua		0,351	m			(= borde libre cámara de entrada)
Velocidad de paso sobre el vertedero	(V_{exc})	0,205	m / s	NO		(> 0,30 m/s aplica ecuac. chorro)
Espesor pared de vertedero		0,15	m			(asumida)
Longitud disponible para cámara de excesos		0,600	m			
Ancho cámara de recolección		0,80	m			(igual a la longitud del vertedero)
Dist. mínima con ecuac. de chorro	(X_i)	0,10	m			
Dist. máxima con ecuac. de chorro	(X_s)	0,17	m	NO		(< 0,21 m = long. disponible)
Ancho asumido de cámara de recolección		0,45	m			(0,280 m. adicionales por facilidad de const.)
Diámetro asumido tubería salida	(\varnothing_{exc})	8 "	RDE	26		(asumido)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,19821	m			(Tablas PVC presión tipo PAVCO)
Profund. cámara de excesos desde vertedero		1,000	m			(por el lado de la cámara de entrada)
Cota nivel agua en zona de sedimentación		372,250				✓

NOTA: Desde la zona de sedimentación también se dejará un vertedero rectangular de excesos con una cota en la cresta de 372,245.

Vertedero de salida

Longitud de vertedero asumido	(L_{vs})	2,30	m	✓		(igual al ancho del desarenador)
Lámina de agua sobre vertedero	(H_{vs})	0,019	m	1,89	cm	
Velocidad de paso sobre el vertedero	(V_r)	0,253	m / s			

El vertedero de salida se ubicará a una cota de 2,5 cm por debajo del nivel de agua calculado, con el fin de asegurar la salida del caudal de diseño correspondiente a la población futura.

Diferencia nivel agua - vertedero salida	0,025	m	2,50	cm
Cota vertedero de salida (Hvs)	372,219			

Pantalla de aquietamiento a la salida

Profund. asumida tabique sobre lámina agua	0,995	m	OK	(> $H_u / 2 = 0,75$ m)
Distancia al vertedero de salida	0,30	m	OK	(> $15 \times Hvs = 0,28$ m)
Area orificio bajo tabique (A_{te})	1,162	m ²		
Con la ecuación de pérdidas por velocidad y $C=0.61$, se tiene:				
Pérdidas por paso bajo tabique (h_m)	0,000	m		(despreciables)

Cámara de salida:

A pesar de que la velocidad en el vertedero no alcanza los 0.30 m/s, para efectos de dimensionar la cámara se analiza el vertido de agua con las ecuaciones de alcance de un chorro y el caudal de diseño (Q_D):

Ancho de cámara de recolección asumida	2,30	m		(igual al ancho del desarenador)
Dist. mínima con ecuac. de chorro (X_i)	0,12	m		
Dist. máxima con ecuac. de chorro (X_s)	0,21	m		
Longitud asumida de cámara de recolección	0,40	m		(0,19 m. adicionales por facilidad de const.)
Diámetro asumido tubería salida (\varnothing_a)	6 "	RDE	26	
Diámetro de conducción real (\varnothing_R)	0,15532	m		(Tablas PVC presión tipo PAVCO)
Con la ecuación de un orificio sumergido y $C=0.65$, se tiene:				
Altura agua en cámara salida	0,040	m	NO	(Criterio: $0.10 < \text{altura} < 0.30$ m)

La tubería se colocará sobre la losa de fondo de la cámara de salida, y para asegurar salida sumergida y evitar la entrada de aire a la tubería, se colocará un buje de reducción en este punto:

Buje para tubería de salida	4 "	x	6 "	RDE	26
-----------------------------	-----	---	-----	-----	----

	(Ø) buj.				
Diámetro menor de buje		0,10552	m		
Altura agua en cámara salida		0,191	m	OK	(Criterio: 0.10 < altura < 0.30 m)
Profund.asumida cámara salida desde verted.		0,50	m	OK	(> 0,191 = lámina agua en caja)

Diseño de zona de lodos:

Relación longitud / profund. de lodos	(L : H _L)	10 : 1			(RAS B.4.4.6.4)
Profundidad calculada para lodos	(H _L)	0,670	m		
Profundidad máx. asumida para lodos	(H _L)	0,745	m		(Criterio Consultor)
Profundidad para pendientado		0,30	m		(asumida)
Profundidad para caja de recolección		0,10	m		(para facilidad de operación)
Ancho caja de recolección		0,40	m		(para facilidad de operación)
Longitud de recolección		0,40	m		(para facilidad de operación)
Profundidad total desarenador	(H _T)	2,645	m		(desde nivel agua)
Cota lámina agua en zona sedimentación		372,244			
Cota batea entrega tubería lavado a cauce		368,500			(de topografía)
Long. desagüe desarenador - entrega cauce		38,60	m		(de topografía)
Diámetro asumido	(Ø _d)	8 "	RDE	26	(asumido)
Diámetro comercial tipo PAVCO	(Ø _d)	0,20217	m		
Area tubería	(A _d)	0,03210	m ²		
Velocidad en tubería	(V _d)	4,114	m / s		(asumida)
Altura disponible de descarga		3,643	m		

Con la ecuación de pérdidas por accesorios, se tiene:

Pérdidas por entrada	0,431	m	(K = 0.50)
Pérdidas por válvula de compuerta	0,172	m	(K = 0.20)
Pérdidas por salida	0,862	m	(K = 1.00)
Total disponible para descarga	2,1769	m	
Coefficiente de Hazen-Williams	150		(para tuberías de PVC)
Caudal inicial de descarga (Q _d)	0,13202	m ³ / s	132,02 L / s (Ecuac. Hazen-Williams)
Chequeo de velocidad en tubería (V _d)	4,112	m / s	NO (V _d calcul. = V _d asumid.)
Cálculo del coeficiente de contracción (C _d)	0,13		(ecuac. orificio sumergido)
Tiempo de vaciado (T _v)	3.182,37	s	53,04 min
Distancia a punto mas bajo desde entrada	2,50	m	(de plano - criterio: aprox. L/3)
Pendiente transversal	15,8 %		
Pendiente longitudinal en L/3	13,0 %		
Pendiente longitudinal en 2L/3	7,5 %		

NOTA: Se debe hacer un trabajo de dragado del cauce a la boca de la tubería de desagüe del desarenador, con el fin de asegurar la salida de los caudales de exceso y limpieza.

Cálculo de cotas:

Cota lámina entrada cámara de quietamiento	372,250		(de aducción)
Cota fondo de cámara de entrada y quietam.	371,250		
Cota fondo de cámara de excesos	371,250		
Cota batea tubería entrada desarenador	371,300		
Cota lámina en zona de sedimentación	372,244		
Cota cresta del vertedero de excesos	372,250		(en cámara de entrada o a quietamiento)
Cota lámina con caudal de excesos	372,261		
Borde libre zona de sedimentación	0,351	m	(desde cresta excesos en cámara de entrada)

Cota corona de muros desarenador	372,601	/	
Cota inferior de tabiques de entrada y salida	371,249		
Cota fondo a la entrada y salida de desarenador	369,999		
Cota fondo en punto de desagüe	369,599		
Cota batea tubería de lavado en la salida	369,599		
Cota clave tubería de lavado en la salida	369,800		
Cota batea entrega tubería de lavado a cauce	368,500		(asumida por topografía)
Cota cresta del vertedero de salida	372,219		
Borde libre cresta vert. salid. a lámin. cám. salid.	0,309	m	(asumida)
Cota lámina de agua en cámara de salida	371,910		
Cota fondo cámara de salida	371,719	/	

11. CONDUCCION

La línea de conducción se diseña exclusivamente para abastecer a la población de Piamonte, por lo tanto no se consideran consumos a lo largo de esta tubería. El diseño de la línea de conducción se hará con el Caudal Máximo Diario (CMD) calculado, ya que el sistema contará con almacenamiento de agua, de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS-2000 (Art. B.6.4.2.1).

Por otra parte, y de acuerdo al diagnóstico del sistema existente, se decidió ubicar la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento a un lado de la población, sobre una pequeña colina donde se ubica una torre de un operador celular, por lo tanto el sistema se calculará para llegar con agua hasta este punto, en el que se requiere una presión de llegada de 10,00 m.c.a. necesaria para poder poner en operación la planta de tratamiento compacta propuesta.

11.1 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Se realizaron diferentes alternativas de conducción, tratando de aprovechar las tuberías de 6" y 4" instaladas e inclusive analizando la posibilidad de trabajar con la misma ubicación de las estructuras de bocatoma y desarenador existentes, respetando siempre la decisión de ubicar la planta de tratamiento en la colina aledaña a la población.

Estas alternativas fueron modeladas mediante el programa EPANET, con la ecuación de Darcy - Weisbach para el cálculo de las pérdidas en la tubería. Los diámetros de las tuberías se consideraron con su valor nominal, lo que da un margen de seguridad adicional al diseño. Las alternativas estudiadas y sus resultados fueron las siguientes:

Con el fin de asegurar el funcionamiento del sistema, se utilizó un 3% de incremento de longitud de los tramos considerados, con el fin de suplir las pérdidas menores por accesorios a instalarse y por las longitudes verticales, que inciden en las presiones resultantes en la red.

ALTERNATIVA No. 1

Se realizó el análisis considerando la estructura de tanque de almacenamiento existente y las tuberías existentes de 6" y 4" y . El nuevo tramo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró en diámetro de 6". El sistema se analizó para los caudales máximos horarios actual y futuro, dado que el tanque se ubica al inicio de la conducción.

De la modelación realizada se concluye que esta opción **NO ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es negativa, inclusive para el caudal máximo horario actual de 8.02 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

ALTERNATIVA No. 2

Se realizó el análisis considerando el desarenador existente, las tuberías existentes de 6" y 4" y el tanque de almacenamiento nuevo al final de la conducción. El nuevo tramo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró en diámetro de 6". El sistema se analizó con los caudales máximos diarios actual y futuro.

De la modelación realizada se concluye que esta opción **NO ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es negativa, inclusive para el caudal máximo diario actual de 8.02 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

ALTERNATIVA No. 3

Se realizó el análisis considerando el desarenador existente, un cambio en los diámetros de la conducción a tuberías nuevas de 8" y 6" y el tanque de almacenamiento nuevo al final de la conducción. El nuevo tramo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró en diámetro de 6". El sistema se analizó con los caudales máximos diarios actual y futuro.

De la modelación realizada se concluye que esta opción **NO ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es negativa para el caudal máximo diario futuro de 13,00 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

ALTERNATIVA No. 4

Se realizó el análisis considerando el desarenador nuevo, las tuberías existentes de 6" y 4" y el tanque de almacenamiento nuevo al final de la conducción. El nuevo tramo del desarenador nuevo al empalme en seguida del tanque de almacenamiento existente se consideró en 8" y el tramo nuevo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró también en diámetro de 8". El sistema se analizó para los caudales máximos diarios actual y futuro.

De la modelación realizada se concluye que esta opción **NO ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es negativa para el caudal máximo diario futuro 13,00 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

ALTERNATIVA No. 5

Se realizó el análisis considerando el desarenador nuevo, las tuberías existentes de 6" y 4", el tanque de almacenamiento nuevo al final de la conducción y añadiendo una tubería paralela a la conducción existente en diámetro 6" para una operación en paralelo con la tubería existente. El nuevo tramo del desarenador nuevo al empalme en seguida del tanque de almacenamiento existente se consideró en 8" y el tramo nuevo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró en diámetro de 6". El sistema se analizó para los caudales máximos diarios actual y futuro.

De la modelación realizada se concluye que esta opción **ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es de 12.61 m. para el caudal máximo diario futuro de 13.00 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

ALTERNATIVA No. 6

Se realizó el análisis considerando el desarenador nuevo, el tanque de almacenamiento nuevo al final de la conducción y la tubería de 6" considerada en la Alternativa No. 4 paralela a la conducción existente. Se asume en esta alternativa una probable suspensión del servicio en la tubería existente de 6" y 4" por daños constantes que actualmente se presentan y el peligro de rotura definitiva en algunos puntos vulnerables de la conducción, sobre todo en el primer kilómetro. El nuevo tramo del desarenador nuevo al empalme en seguida del tanque de almacenamiento existente se consideró en 8" y el tramo nuevo desde la desviación hasta el sitio de la Ptap se consideró en diámetro de 6". El sistema se analizó para los caudales máximos diarios actual y futuro.

De la modelación realizada se concluye que esta opción también **ES VIABLE**, por cuanto la presión al final de la conducción es de 10.38 m. para el caudal máximo diario futuro de 13.00 L/s. Los resultados se consignan en el Anexo No. 2 adjunto.

CONCLUSIONES

Para escoger la mejor alternativa, se debe tener en cuenta que el sistema requiere una presión de 10,00 m.c.a. al final de la conducción, requerida para poner en operación la planta de tratamiento propuesta.

Las Alternativas Nos. 1, 2 y 3 permiten concluir que las actuales estructuras de bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento no se pueden utilizar, ni siquiera optimizándolas, debido a que se encuentran a una cota que no aseguran una presión de llegada al punto de ubicación de la planta de tratamiento. Por lo tanto, se deben reubicar las estructuras de bocatoma y desarenador.

Aunque la utilización de las tuberías existentes de 6" y 4" podrían servir, de acuerdo con los resultados de la Alternativa No. 5 con una tubería paralela, es claro que su estado de mantenimiento y operación es muy deficiente, por lo que se puede asegurar que están seguirán teniendo problemas para funcionar adecuadamente. Por lo tanto, se decide no utilizar estas tuberías en el nuevo diseño.

Finalmente se concluye que la mejor Alternativa es la No. 6. y con esta se decide realizar el diseño final. Por lo tanto, en el nuevo diseño se proponen unas tuberías nuevas de diámetros 8" y 6" paralela a los tramos de la conducción existente de 6" y 4".

El sistema existente podría ser utilizado para otras necesidades de la población, por ejemplo para una pequeña comunidad localizada a una cota inferior a la población de Piamonte o para un pequeño distrito de riego, entre otras alternativas.

11.2 PREDISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

Inicialmente se realizó un prediseño de la línea de conducción, utilizando la ecuación de Hazen-Williams para el cálculo de las presiones y diámetros, de acuerdo a las cotas disponibles del sistema y las demandas de caudal del mismo. Igualmente se tiene en cuenta que se debe llegar con una presión a la entrada de la ptap, para efectos de aprovecharla en el funcionamiento de la misma, ya que como se mencionó anteriormente esta será del tipo compacto.

Tal como se hizo para el análisis de alternativas de diseño, se asume un 3% de incremento de longitud de los tramos considerados, con el fin de suplir las pérdidas menores por accesorios a instalarse y por las longitudes verticales, que inciden en las presiones resultantes en la red.

Caudal de diseño	(Q_D)	13,00	L / s	0,0130	m^3 / s
Abscisa de salida DESARENADOR		K 0+0,00	m		(sobre la pared final del canal de salida)
Cota piezométrica salida DESARENADOR		371,910			
Abscisa en entrada PTAP		K 3+652,67	m		(de planos)
Cota terreno en PTAP		353,500	m		(de levantamiento topográfico)
Diferencia de cotas entre salida y entrada		18,410	m		
Presión esperada entrada PTAP		13,00	m		(para seguridad de entrada a la ptap)

Cota piezométrica entrada PTAP		366,500			
Longitud horizontal de la conducción		3.652,67	m		
Incremento por pendientes y accesorios		3 %			
Longitud real de conducción (asumida)		3.762,25	m		
Coefficiente de rugosidad para PVC	(C)	150			
Pérdida incrementada calculada	(Ji)	0,0014380	m / m		
Diámetro de conducción calculado	(Øc)	0,1669	m	6,57 "	(Ecuación de Hazen-Williams)
Diámetro de conducción asumido	(Øa)	6 "	RDE	26	
Diámetro de conducción	(ØR)	0,15000	m		(con diámetro nominal)
Pérdida calculada	(Ji)	0,0024210	m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Pérdidas totales	(Jt)	9,110	m		
Velocidad en la tubería	(v)	0,62	m / s	OK	(0,60 < v < 6,00 m/s)
Cota piezóm. entrada PTAP		362,80			
Presión entrada PTAP		9,30	m		
Caudal máx. a transportar por la tub.	(QM)	0,0161	m ³ / s	16,100	L / s (por diferencia de cota

Para optimizar el sistema, se colocarán tuberías de diámetro 8" y 6" de acuerdo con el siguiente cálculo:

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	8 "	RDE	32,5	
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,20000	m		(con diámetro nominal)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,20217	m		(de tablas)
Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	6 "	RDE	32,5	
Diámetro de conducción	(\varnothing_R)	0,15000	m		(con diámetro nominal)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,15532	m		(de tablas)
Pérdida	(J_i)	(Q / K) ^(100,54)			(Ecuación de Hazen-Williams)
	(K)	0,2785 x C x D ^{2,63}			(Ecuación de Hazen-Williams)
Coefficiente K para D = 6" RDE 32,5	(K_4)	0,284470			
Pérdida m / m para D = 6"	(J_4)	0,002421	m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Coefficiente K para D = 8" RDE 32,5	(K_6)	0,606213			
Pérdida m / m para D = 8"	(J_6)	0,000596	m / m		(Ecuación de Hazen-Williams)
Presión disponible entre salida y entrada		5,410	m		
Longitud en D = 8"	(L_6)	2.027,00	m		
Longitud real en D = 8"	(L_6)	1.968,00	m		
Pérdidas totales para D = 8"	(J_{T6})	1,21	m		
Velocidad en la tubería D = 8"	(v)	0,35	m / s		
Longitud real en D = 6"	(L_4)	1.684,67	m		
Pérdidas totales para D = 6"	(J_{T4})	4,20	m		
Velocidad en la tubería D = 6"	(v)	0,64	m / s		
Pérdidas totales	(J_T)	5,410	m		
Cota piezométrica entrada PTAP		366,500			
Presión calculada entrada PTAP		13,00	m		

11.3 DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

El diseño hidráulico de la línea de conducción se realizó mediante el programa EPANET Versión 2.0 que utiliza el método del gradiente para el análisis hidráulico de la línea de conducción. Se trabajó con la fórmula de Darcy - Weisbach para el cálculo de pérdidas en la tubería. Se tomaron los puntos mas representativos del sistema para evaluar los parámetros del diseño.

Con el fin de asegurar el funcionamiento hidráulico de la línea, se utilizó un 3% de incremento de longitud de los tramos considerados, con el fin de suplir las pérdidas menores por accesorios a instalarse y por las longitudes verticales, que inciden en las presiones resultantes en la red.

Parámetros de diseño asumidos dentro del sistema:

Presión disponible entrada al sistema (PDE)	0,19	m. c. a.		
Caudal de diseño (QD)	13,000	L / s	0,013	m ³ / s
Fórmula de cálculo de pérdidas	Darcy - Weisbach			
Coefficiente de rugosidad para tuberías de PVC	0,0015	mm	(RAS Art. B.6.4.4.4)	
Presión esperada entrada PTAP	13,00	m. c. a.		
Presión máxima en la red de distribución	50,00	m. c. a.	(RAS Art. B.7.4.5.2)	
Velocidad mínima en la conducción (V _{min})	0,60	m / s	(RAS Art. B.6.4.8.3)	
Velocidad máxima en la conducción (V _{máx})	6,00	m / s	(RAS Art. B.6.4.8.4)	
Incremento por pérdidas por accesorios y pendientes	3%			
Profundidad mínima de las tuberías	0,60	m	(RAS Art. B.6.4.8.6)	

Tipo de tuberías recomendada PVC PAVCO UP (criterio Consultor)

RESULTADOS Y ANALISIS

- En el Anexo No. 3 se presenta un resumen con los resultados del diseño.

A continuación se presenta un resumen de los diámetros y longitudes resultantes del diseño realizado:

DESCRIPCION	DIAMETRO	T R A M O		LONG.	OBSERVACIONE
		INICIO	FINAL		
ADUCCION	6" 160 psi	K 0+001,65	K 0+022,13	20,48	Hasta entrada desarenador
CONDUCCION	8" 160 psi	K 0+0,00	K 2+045,91	2.045,9	Hasta reducción a 6"
CONDUCCION	6" 160 psi	K 2+045,91	K 3+652,67	1.606,8	Hasta entrada PTAF
TOTAL				3.673,2	M

11.4 CHEQUEO DE GOLPE DE ARIETE

Con el fin de revisar los efectos de posibles condiciones excepcionales a que puedan ser sometidos la aducción y los dos tramos de conducción diseñados, en relación con las sobrepresiones que se puedan generar (golpe de ariete), sobre todo en el segundo tramo, en el cual es posible encontrar una válvula de cierre, dependiendo del tipo de planta de tratamiento que se instale.

ADUCCION (BOCATOMA - DESARENADOR)

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	6,00 "	PT	160 PSI
Presión de trabajo máxima de tubería	(P_m)	112,50	m	(de tablas)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,15532	m	(de tablas)
Espesor de la pared de tubería	(e)	0,00648	m	(de tablas)
Abscisa de salida bocatoma		K 0+001,65	m	
Cota piezométrica salida bocatoma		372,317		
Abscisa en desarenador		K 0+022,13		
Cota nivel de entrada en desarenador		372,250	m	

Longitud horizontal de la conducción		20,48	m		
Relación mod. elasticidad agua / PVC	(k)	18,00			(Tabla 10.11 - López Cualla)
Velocidad de propagación de la onda	(a)	451,99	m / s		(Ecuación de Allievi - RAS B.6.4.11.5)
Velocidad en la tubería	(v)	0,62	m / s		
Tiempo de sobrepresión	(T)	0,09	S		(RAS B.6.4.11.6)
Sobrepresión calculada	(ha)	28,69	M	OK	(ha < P. trabajo)
Altura estática sobre el desarenador		0,07	M		
Sobrepresión máxima permitida	(Ha)	112,43	M		
Presión máxima con golpe de ariete	(hga)	28,76	M	OK	(hga < Ha)
Tiempo de cierre crítico del sistema	(Tmin)	0,02	S	0,0003	min (Ecuación de Michaud)

El tiempo de cierre del sistema (cierre de entrada de agua a la entrada del desarenador) deberá ser mayor o igual a 1 s con el fin de evitar que la presión sobrepase la presión de trabajo de la tubería.

TRAMO No. 1 (DESARENADOR - REDUCCION 8" a 6")

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	8,00 "	PT	160 PSI
Presión de trabajo máxima de tubería	(P_m)	112,50	m	(de tablas)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,20217	m	(de tablas)
Espesor de la pared de tubería	(e)	0,00843	m	(de tablas)
Abscisa de salida desarenador		K 0+0,00	m	
Cota piezométrica salida desarenador		371,910		
Abscisa en Reducción		K 2+045,91	m	
Cota terreno en Reducción		330,770	m	
Presión entrada Reducción 8" x 6"		370,70	m	
Longitud horizontal de la conducción		2.045,91	m	
Relación mod. elasticidad agua / PVC	(k)	18,00		(Tabla 10.11 - López Cualla)
Velocidad de propagación de la onda	(a)	451,88	m / s	(Ecuación de Allievi - RAS B.6.4.11.5)
Velocidad en la tubería	(v)	0,35	m / s	
Tiempo de sobrepresión	(T)	9,33	s	(RAS B.6.4.11.6)
Sobrepresión calculada	(h_a)	16,24	m	OK ($h_a < P.$ trabajo)
Altura estática sobre la Reducción		41,14	m	
Sobrepresión máxima permitida	(H_a)	71,36	m	(de acuerdo al RDE de la tubería)
Presión máxima con golpe de ariete	(h_{ga})	57,38	m	OK ($h_{ga} < H_a$)
Tiempo de cierre crítico del sistema	(T_{min})	2,12	s	0,04 mín (Ecuación de Michaud)

El tiempo de cierre del sistema (en un eventual cierre en el punto de la reducción de (8" x 6")) deberá ser mayor o igual a 3 s con el fin de evitar que la presión sobrepase la presión de trabajo de la tubería.

TRAMO No. 2 (REDUCCION 8" x 6" - PLANTA DE TRATAMIENTO)

Diámetro de conducción asumido	(\varnothing_a)	6,00 "	PT	160 PSI
Presión de trabajo máxima de tubería	(P_m)	112,50	m	(de tablas)
Diámetro de conducción real	(\varnothing_R)	0,15532	m	(de tablas)
Espesor de la pared de tubería	(e)	0,00648	m	(de tablas)
Abscisa salida Reducción		K 2+045,91	m	

Cota piezométrica Reducción		370,700		
Abscisa en entrada PTAP		K 3+652,67	m	
Cota terreno en entrada PTAP		353,500	m	
Longitud horizontal de la conducción		1.606,76	m	
Relación mod. elasticidad agua / PVC	(k)	18,00		(Tabla 10.11 - López Cualla)
Velocidad de propagación de la onda	(a)	451,99	m / s	(Ecuación de Allievi - RAS B.6.4.11.5)
Velocidad en la tubería	(v)	0,62	m / s	
Tiempo de sobrepresión	(T)	7,32	s	(RAS B.6.4.11.6)
Sobrepresión calculada	(ha)	28,69	m	OK (ha < P. trabajo)
Altura estática sobre la PTAP		17,20	m	
Sobrepresión máxima permitida	(Ha)	95,30	m	(de acuerdo al RDE de la tubería)
Presión máxima con golpe de ariete	(hga)	45,89	m	OK (hga < Ha)
Tiempo de cierre crítico del sistema	(Tmin)	2,21	s	0,04 min (Ecuación de Michaud)

El tiempo de cierre del sistema (válvula de entrada a PTAP) deberá ser mayor o igual a 3 s con el fin de evitar que la presión sobrepase la presión de trabajo de la tubería.

12. POTABILIZACION DE AGUA

Aunque esta Consultoría no tiene el alcance de diseño de la planta de tratamiento de agua potable, de todos modos se recomienda implementar una tecnología tipo planta compacta de funcionamiento hidráulico, sin requerimientos de energía eléctrica ni alto conocimiento técnico para la operación y mantenimiento de la misma.

Esta recomendación se basa en la comparación de tres alternativas de tratamiento a saber: Planta tipo FIME, planta tipo convencional y planta compacta, las cuales presentan ventajas y desventajas que son tenidas en cuenta para la selección de la planta a construir.

Lógicamente, estas tres alternativas se consideran técnicamente factibles de implementar para el caso del sistema de tratamiento del Acueducto de Piamonte, teniendo en cuenta las características fisicoquímicas de las aguas captadas, el comportamiento de la calidad de agua en la cuenca, la disponibilidad de terreno, la aceptación de tecnologías por parte de la Comunidad, factores operacionales de funcionamiento, costo de reactivos químicos, costos de construcción, costos de operación y costos de mantenimiento entre otros aspectos que deberán ser debidamente considerados en la selección final de la alternativa óptima de tratamiento.

En resumen, la recomendación hecha de implementar una planta está basada en el concepto de sostenibilidad que exige este tipo de proyectos, conformando una matriz de evaluación con base en los siguientes temas: Técnicos, Ambientales, Socioculturales, Operacionales, Inversión inicial, Valor presente equipos, Valor presente energía eléctrica, Valor presente personal de operación, Valor reactivos, Afectación tarifaria. A cada uno de estos factores se le asignaron porcentajes teniendo en cuenta la importancia que cada uno de ellos aporta como "beneficio" o "problema" en relación con la construcción y operación de una planta de tratamiento de agua potable y su afectación al entorno y/o sus usuarios:

12.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS:

Tabla No. 1: Selección de Tecnología

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TRATAMIENTO CONVENCIONAL: Tratamiento que contempla	Es una tecnología de gran potencial a nivel mundial.	La operación, mantenimiento y administración de esta

unidades de proceso tales como; Desarenador, coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección.		tecnología se considera exigente para las cabeceras municipales y núcleos rurales.
	El tratamiento garantiza la potabilización del agua de tal forma que es apta para consumo humano.	Esta tecnología requiere de gestión, compra, transporte, almacenamiento y dosificación adecuada de coagulantes químicos, si no se garantiza las condiciones mencionadas, se limita el aprovechamiento eficaz de la infraestructura.
	El requerimiento de área en comparación con otras tecnologías es bajo.	Para una adecuada operación y mantenimiento del sistema requiere de personal calificado y capacitado. Requiere bastante área para su desarrollo.
PLANTAS COMPACTAS:	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	Una de las principales ventajas de las plantas compactas es el respeto que tienen hacia el entorno que las rodea, teniendo en cuenta las siguientes: -Permite instalarse en pequeñas superficies. -No requieren costosas obras de construcción que a	Las plantas compactas no toleran cambios y/o alteraciones en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la fuente de abastecimiento.

	<p>menudo dañan el entorno y originan molestias durante largos periodos de tiempo.</p>	
	<p>Este tipo de tecnología es de bajo costo en comparación con otras tecnologías.</p>	<p>Esta tecnología es recomendada para poblaciones pequeñas. No necesita de áreas grandes para la instalación de la planta.</p>
<p>FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS: Es una combinación de dos tipos de pre-tratamiento con filtración en grava y tratamiento con filtración lenta en arena</p>	<p>Se constituye en un sistema menos complejo de sostener para el nivel local.</p>	<p>Esta tecnología es apta para el tratamiento de aguas con determinado rango de calidad de agua, no es factible para aguas con turbiedad superior a 70 UNT.</p>
	<p>Es una tecnología con buenas eficiencias en la potabilización del agua, con exitosas experiencias a nivel rural.</p>	<p>No es un tratamiento factible para fuentes de abastecimiento con presencia de color superiores a 40 UC.</p>
	<p>Para la operación del sistema no se necesita gran cantidad de insumos químicos, solo el que se hace necesario en la desinfección.</p>	<p>Puede requerir mayor área para la ejecución del proyecto en comparación con otros sistemas de tratamiento y se constituye en desventaja si no existe disponibilidad de área.</p>
	<p>La inversión inicial es alta en comparación con la inversión inicial de otras tecnologías, pero esta se compensa en el tiempo (Periodo de Diseño)</p>	<p>Este sistema de tratamiento no se considera para tratar agua de un fuente de abastecimiento con calidad microbiológica superior a</p>

	ya que en esta no se contempla actividades de gestión, compra, transporte, almacenamiento y dosificación de coagulantes químicos.	20000 UFC/100 ml.
--	---	-------------------

Considerando las anteriores ventajas y desventajas y conforme a las características y calidad de la fuente de abastecimiento, específicamente los parámetros de color y turbiedad, se requieren para su remoción tratamientos convencionales como son la coagulación, floculación, sedimentación y filtración, por lo que es necesario el uso de productos químicos que permitan una eficiente remoción y tratamiento del agua y permitan suministrar agua apta para el consumo humano.

ALTERNATIVAS FÍSICAS DE SOLUCIÓN

En relación a las características físico-químicas del agua, la población a servir, el caudal a tratar (13.0 l/s) y bajo la premisa de aplicar una tecnología que se acople a las necesidades de la población y a las características del agua de la fuente, se propone como alternativas la siguiente propuesta:

Alternativa Física y Unica: Ya que tenemos un área limitada en el predio de propiedad del municipio de Piamonte y con el fin de garantizar presiones mínimas de 10 m.c.a en cada una de las viviendas de la red de distribución; se optó por localizar la PTAP y el Tanque de Almacenamiento en el cerro adyacente al casco urbano, el cual está incluido dentro los 8.9 Has que el municipio legalizó. Como el área que tenemos para la construcción de las estructuras de tratamiento y almacenamiento es reducida se presenta la alternativa de la construcción de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) compacta dividida en tres módulos de tratamiento, osea que cada módulo tratara la tercera parte del caudal de diseño osea $13 \text{ lps}/3 = 4.33 \text{ lps}$ por cada línea de tratamiento.

12.2 MEMORIAS DE CÁLCULO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE TECNOLOGIA "TECNIFLOC" 13 LPS

1. PARAMETROS DE DISEÑO:

Para realizar el diseño de la planta de agua potable se consideró que la fuente de agua para alimentación será agua superficial con características fisicoquímicas como se muestra en el siguiente cuadro:

ANALISIS	CONCENTRACION	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1594 de 1984 H2O CRUDA
Conductividad (**)	1080.0	IS/cm(Microhomios/cm)	Hasta 1000
Turbiedad	2.1	N.T.U.	≤10
Color Aparente	5.8	Unidades de Platino Cobalto(UPC)	≤75
p.H.	6.0	Unidades de p.H.	Entre 5.0 – 9.0
DBO5	5.0	Mg O2/lit	5.0
Alcalinidad Total	19.0	Mg/lit CaCo3	Hasta 200
Dureza Total	18.0	Mg/lit CaCo3	Hasta 300
Hierro Total	0.09	Fe	Hasta 5.0
Nitrógeno amoniacal	16.00	Mg NH3-N/lit	Hasta 2.0
Nitrosos	0.00	NO3	Hasta 10.0
Sulfatos	0.00	SO4 ²⁻	Hasta 400
Cloruros	0.0	Cl	Hasta 250
Aluminio	0.0	Al	Hasta 5.0
Olor	ACEPTABLE	Aceptable o No Aceptable	Aceptables
SDT	29.0	Mg/lit	<1000
Temperatura	18.5	Grados Centígrados (°C)	

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA CONTIENE CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS NORMALES DE AGUA CRUDA, REQUIERE TRATAMIENTO Y DESINFECCION PARA CONSUMO HUMANO

Las operaciones unitarias establecidas en este sistema de tratamiento consideran la remoción de color, turbiedad y cualquier sustancia susceptible de insolubilización que pueda ser removida posteriormente por coagulación y filtración.

El caudal a tratar será de 13 lps, divididos en tres módulos de 4.33 lps cada uno (NORMA RAS 2000 C.7.5.1.6) razón por la cual los cálculos que se presentan a continuación corresponden a un sistema de 4.33 lps.

2. ASPECTOS TEORICOS:

La tecnología de tratamiento de agua por ciclo completo compuesta por coagulación, floculación, sedimentación y filtración rápida a pesar de ser muy difundida, no siempre se constituye como la alternativa más adecuada. La necesidad de mano de obra especializada, de mecanización de procesos y consecuentemente de elevado costo operacional entre otros factores, puede producir dificultades operacionales y acarrear perjuicios en la calidad del agua producida, especialmente en pequeñas comunidades en las cuales los recursos son limitados y los problemas provenientes de una escogencia inadecuada de tecnología son más difícilmente controlados.

En ese contexto, la filtración directa ascendente en piedra, seguida de filtración rápida descendente componen una variación del sistema de dupla filtración ascendente-descendente y ha demostrado un gran potencial como tecnología alternativa de tratamiento por ciclo completo, principalmente en pequeñas y medianas comunidades, pues reúne las ventajas inherentes a la filtración directa ascendente tales como filtración en el sentido decreciente de la granulometría, empleo de menor cantidad de coagulante por m³ de agua tratada, menor requerimiento de área y menores costos de inversión inicial, menores costos de operación y mantenimiento, simplicidad de operación y la capacidad de tratar aguas que presentan variaciones bruscas de calidad propia de la filtración en piedra.

Por otro lado, investigaciones recientes sobre pre-filtración en piedra con introducción previa de coagulación química han presentado resultados que revelan el gran potencial que esta tecnología posee, especialmente por permitir el tratamiento de aguas con características que dificultan la aplicación de procesos y operaciones envueltos en los sistemas de tratamiento que emplean la tecnología de ciclo completo o filtración lenta (Wegelin et al., 1996; Ahsan et. al., 1996; Cruz Velez et al., 1998).

3. POTABILIZACIÓN DE AGUA MEDIANTE COAGULACIÓN – FILTRACIÓN POR CONTACTO:

Cuando se agrega un coagulante al agua, el volumen total de partículas en la suspensión se aumenta en proporción directa a la dosis de coagulantes usados. Esta es la razón por la cual, para separar los flóculos

formados es necesario recurrir al proceso de sedimentación, a fin de retener en él la mayor parte de la masa de lodos producidos, ya que la capacidad de almacenamiento de lodos en los poros de un filtro es siempre limitada.

Cuando se cuenta con un agua con bajo contenido de sólidos suspendidos, el agregar coagulantes para sedimentarla y filtrarla resulta un proceso antieconómico, pues se tienen que aplicar altas dosis de sustancias químicas para conseguir las eficiencias de remoción requeridas, produciendo un precipitado voluminoso.

En estos casos, la filtración ascendente en piedras seguida de filtración rápida descendente presenta grandes ventajas como alternativa tecnológica sobre el tratamiento por ciclo completo.

En el proceso de coagulación-filtración por contacto, se agrega al agua la cantidad de coagulante necesario como para producir un microflóculo de pequeño volumen y muy compacto, que pueda filtrarse directamente, antes de que haya tenido tiempo de crecer por hidratación, además de favorecer el mecanismo de adherencia de las partículas en el lecho filtrante.

A continuación se presentan las características del agua cruda requeridas para una adecuada operación del sistema (Normas RAS 2000):

Cuadro 3-2. Límites de calidad del agua para plantas de filtración directa (1)

Alternativa	Parámetros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Filtración directa descendente	Turbiedad (UNT)	25 - 30	< 20	< 50
	Color verdadero (UC)	< 25		
	NMP de coliformes totales/100 mL	< 2.500		
	Concentración de algas (unidades/mL)	< 200		
Filtración directa ascendente	Turbiedad (UNT)	< 100	< 50	< 200
	Color (UC)	< 60		< 100
Filtración directa ascendente-descendente	Turbiedad (UNT)	< 250	< 150	< 400
	Color (UC)	< 60		< 100

3.1. FILTRO GRUESO ASCENDENTE PARA UN FLUJO DE 4 LPS

Como su nombre lo indica, consiste en un filtro grueso empacado con grava de diferente granulometría el cual previa dosificación de coagulante se utiliza como pre-tratamiento de la filtración rápida descendente, no obstante su principal característica es que funciona de manera automática, sin válvulas, mediante la instalación de un sistema de sifón y vacío pues trabaja con el principio de presión diferencial solamente por la energía del agua, de tal manera que por efecto de la suciedad del agua y a medida que se realiza la filtración los poros del sistema se saturan, generando una presión diferencial que incrementa la altura de agua en la tubería de descarga (sifón) hasta alcanzar un eyector que genera vacío en el tope de la tubería, activando el sifón y generando la descarga de fondo del filtro, eliminando toda la suciedad acumulada en el mismo, repitiéndose nuevamente el proceso cada vez que el filtro se ensucia.

Debido a que el filtro grueso ascendente se comporta también como un floculador poroso (floculador de piedras), es conveniente utilizar un coagulante como el sulfato de aluminio con el fin de mejorar la remoción de partículas coloidales que generan turbiedad y color de manera más eficiente.

El sistema de floculación poroso es una unidad hidráulica con un número teórico infinito de cámaras o compartimientos, lo cual explica su gran eficiencia, de acuerdo con la teoría de Harris y Kaufman (Harris, H. S.; W. J. Kaufman y R. B. Krone. "Orthokinetic Flocculation in Water Purification". Journal of Sanitary Engineering Division, ASCE, diciembre.1966).

El filtro grueso ascendente además proveerá protección contra los picos de turbiedad que se pudieran presentar en época invernal cuando se trabaja con agua superficial.

En este caso se trabajara con un floculador cilíndrico, razón por la cual las velocidades de entrada y salida serán iguales a través del lecho poroso.

El gradiente de velocidad en un floculador de medio granular se calcula por la siguiente expresión:

$$G = [\alpha \cdot V \cdot J / \mu \cdot \epsilon]^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad de aproximación = Q/A

J = pérdida de carga unitaria en el medio poroso

ϵ = porosidad del material

• La pérdida de carga para valores de Número de Reynolds elevados se calcula mediante la ecuación de Forchheimer:

$$J = aV + bV^2$$

• Los coeficientes a y b se pueden estimar en función de las características Granulométricas del medio (Richter, 1981.)

$$a = [0,162 (1 - \epsilon)^2] / (\phi^2 D^2 \epsilon^3)$$

Donde:

ϕ = factor de forma de material

D = diámetro representativo del material $b = [0,018 (1 - \epsilon)] / \phi D \epsilon^3$ (12)

• Los valores del factor de forma en función de la porosidad del material se pueden obtener del cuadro siguiente (Richter, Carlos y R. B. Moreira. Floculadores de piedras. Experiencias en filtros pilotos. Curitiba, Sanepar, 1980.)

Descripción	Factor de forma	Porosidad
Esférico	1,00	0,38
Redondeado	0,98	0,38
Desgastado	0,94	0,39
Agudo	0,81	0,40
Angular	0,78	0,43
Triturado	0,70	0,48

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los cálculos.

DIMENSIONAMIENTO FLOCULADOR MEDIO POROSO

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

CAUDAL	4.33	lps
TEMPERATURA	20	°C
TIEMPO DE FLOCULACION	7.15	minutos
TAMAÑO MEDIO DEL MATERIAL GRANULAR	10	mm
FACTOR DE FORMA	0.81	
POROSIDAD	0.4	Adimensional
VELOCIDAD ENTRADA	0.28	cm/seg
VELOCIDAD DE SALIDA	0.28	cm/seg
VELOCIDAD MEDIA	0.28	cm/seg

PROPIEDADES DEL AGUA

VISCOSIDAD DINAMICA	1.003E-03	N.s/m ²
DENSIDAD MASICA	998.22	Kg/m ³
VISCOSIDAD SINEMATICA	1.0053E-06	m ² /s

DIMENSIONES DEL FLOCULADOR

VOLUMEN DEL FLOCULADOR	4.29	M ³
DIAMETRO MENOR	1.349	m
DIAMETRO ZONA MEDIA	1.349	m
DIAMETRO MAYOR	1.349	m
ALTURA DEL CONO	3.00	m

PERDIDA DE CARGA		
VALOR COEF A	0.0139	
VALOR COEF B	0.0208	
PERDIDA DE CARGA EN LA ENTRADA	0.006	m
PERDIDA DE CARGA ZONA MEDIA	0.006	m
PERDIDA DE CARGA SALIDA	0.006	m

GRADIENTE DE VELOCIDAD		
GRADIENTE EN LA ENTREDA	19,6	S ⁻¹
GRADIENTE EN LA MEDIO	19,6	S ⁻¹
GRADIENTE SALIDA	19,6	S ⁻¹

TASA DE FILTRACION	241.92	m ³ /m ² dia
--------------------	--------	------------------------------------

CALCULO DE CAIDAS DE PRESION EN LECHOS FILTRANTES Y REQUERIMIENTOS DE AGUA DE RETROLAVADO

MEDIO FILTRANTE	GRAVA 12 mm	# UNIDADES	3
TASA DE FILTRACION	TEMPERATURA AGUA	°C	20
240	FLUJO DE AGUA	lps	4.00
	DIAMETRO DE FILTRO	m	1.35

Dimensión filtro grueso ascendente 4.33 Lps (floculador poroso Tecnofloc):

Cantidad:	3 (NORMA RAS 2000 C.7.5.1.6)
Diámetro:	1.51 m

Altura:	3.0 m
Tasa de Filtración:	240 m ³ /m ² /día (NORMA RAS 2000 C.7.5.1.3)
Volumen:	4,35 m ³
Gradiente:	19.6 s ⁻¹
Tiempo de floculación:	5,8 min.

Para el cálculo de las pérdidas de presión en los lechos filtrantes partimos del número de Reynolds que se calcula basado en la velocidad superficial, según Camp (1964), se considera flujo laminar hasta un Re cerca de 6.

Bajo flujo laminar, las pérdidas de carga se calculan con la ecuación de Kozeny:

$$h/L \cdot \epsilon = k\mu/\rho g \cdot (1-\epsilon)^2/\epsilon^3 \cdot (a/v)^2 \cdot V$$

Donde:

h= Pérdida de carga en una profundidad de lecho L. g= Aceleración de la gravedad

ϵ = porosidad

a/v= Área superficial del grano por unidad de volumen del grano

V= Velocidad superficial por encima del lecho

μ = Viscosidad absoluta del fluido

ρ = Densidad másica del fluido

k= Constante dimensional de Kozeny

Para números de Reynolds mayores a 6, se utiliza la ecuación de Ergun (Ergun, 1952), la cual se puede utilizar con Re de 1 a 2000. Esta ecuación incluye un segundo término para pérdida de carga inercial:

$$h/L = 4.17\mu/\rho g \cdot (1-\epsilon)^2/\epsilon^3 \cdot (a/v)^2 \cdot V + k_2 (1-\epsilon)/\epsilon^3 \cdot (a/v) \cdot V^2/g$$

CALCULO DE CAIDAS DE PRESION EN LECHOS FILTRANTES Y REQUERIMIENTOS DE AGUA DE RETROLAVADO
--

MEDIO FILTRANTE	GRAVA 12 mm	# UNIDADES	3
TASA DE FILTRACION	TEMPERATURA AGUA	°C	20
240	FLUJO DE AGUA	lps	4.00

DIAMETRO DE FILTRO	m	1.35
--------------------	---	------

LECHO GRAVA 19 mm			LECHO GRAVA 12 mm		
ALTURA DEL LECHO	m	0,3	ALTURA DEL LECHO	m	0,3
POROSIDAD GRAVA	0,42 a 0,47	0,42	POROSIDAD GRAVA	0,42 a 0,47	0,42
DENSIDAD GRAVA	2650	2650	DENSIDAD GRAVA	2650	2650
ESFERICIDAD GRAVA	0,75	0,8	ESFERICIDAD GRAVA	0,75	0,8
TAMAÑO EFECTIVO (d_{10})	mm	19	TAMAÑO EFECTIVO (d_{10})	mm	12
CU		1,6	CU		1,6
d_{60}	mm	30,4	d_{60}	mm	19,2

LECHO GRAVA 9 mm			LECHO GRAVA 6 mm		
ALTURA DEL LECHO	m	0,3	ALTURA DEL LECHO	m	0,3
POROSIDAD GRAVA	0,42 a 0,47	0,42	POROSIDAD GRAVA	0,42 a 0,47	0,42
DENSIDAD GRAVA	2650	2650	DENSIDAD GRAVA	2650	2650
ESFERICIDAD GRAVA	0,75	0,8	ESFERICIDAD GRAVA	0,75	0,8
TAMAÑO EFECTIVO (d_{10})	mm	9	TAMAÑO EFECTIVO (d_{10})	mm	6
CU		1,6	CU		1,6
d_{60}	mm	14,4	d_{60}	mm	9,2

LECHO DE GRAVA 19 mm		No. REINOLDS Re.		115,09	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN $Re > 6$					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h_2o)	h (psi)
d_{10}	19,00	0,05	0,00101	0,00005	0,00007
d_{30}	25,35	0,05	0,00057	0,00003	0,00004
d_{50}	28,98	0,05	0,00043	0,00002	0,00003
d_{60}	30,40	0,05	0,00039	0,00002	0,00003
d_{70}	31,65	0,05	0,00036	0,00002	0,00003
d_{90}	41,65	0,05	0,00021	0,00001	0,00001
TOTAL				0,00015	0,00021

LECHO DE GRAVA 12 mm		No. REINOLDS Re.		72,69	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN $Re > 6$					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h_2o)	h (psi)

d10	12,00	0,05	0,0025	0,00013	0,00018
d30	16,01	0,05	0,0014	0,00007	0,00010
d50	18,30	0,05	0,0011	0,00005	0,00008
d60	19,20	0,05	0,0010	0,00005	0,00007
d70	19,99	0,05	0,0009	0,00005	0,00006
d90	26,31	0,05	0,0005	0,00003	0,00004
TOTAL				0,00037	0,00053

LECHO DE GRAVA 9 mm		No. REINOLDS Re.		54,52	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ O)	h (psi)
d10	9,00	0,05	0,00449	0,00022	0,00032
d30	12,01	0,05	0,00252	0,00013	0,00018
d50	13,73	0,05	0,00193	0,00010	0,00014
d60	14,40	0,05	0,00175	0,00009	0,00012
d70	14,99	0,05	0,00162	0,00008	0,00012
d90	19,73	0,05	0,00093	0,00005	0,00007
TOTAL				0,00066	0,00094

LECHO DE GRAVA 6 mm		No. REINOLDS Re.		36,34	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ O)	h (psi)
d10	6,00	0,05	0,0101	0,00051	0,00072
d30	8,00	0,05	0,0057	0,00028	0,00040
d50	9,15	0,05	0,0043	0,00022	0,00031
d60	9,60	0,05	0,0039	0,00020	0,00028
d70	10,00	0,05	0,0036	0,00018	0,00026
d90	13,15	0,05	0,0021	0,00011	0,00015
TOTAL				0,00149	0,00212

LECHO DE GRAVA 12 mm		No. REINOLDS Re.		72,69	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN Re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ O)	h (psi)

d10	12.00	0,016	0,00253	0,00004	0,00006
d30	16.01	0,016	0,00142	0,00002	0,00003
d50	18.30	0,016	0,00109	0,00002	0,00003
d60	19.20	0,016	0,00099	0,00002	0,00002
d70	19.09	0,016	0,00091	0,00002	0,00002
d90	26.31	0,016	0,00053	0,00001	0,00001
TOTAL				0,00012	0,00018

LECHO DE GRAVA 9 mm		No. REINOLDS Re.		54,52	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ o)	h (psi)
d10	9,00	0,016	0,00449	0,00007	0,00011
d30	12,01	0,016	0,00252	0,00004	0,00006
d50	13,73	0,016	0,00193	0,00003	0,00005
d60	14,40	0,016	0,00175	0,00003	0,00004
d70	14,99	0,016	0,00162	0,00003	0,00004
d90	19,73	0,016	0,00093	0,00002	0,00002
TOTAL				0,00022	0,00031

LECHO DE GRAVA 6 mm		No. REINOLDS Re.		36,34	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ o)	h (psi)
d10	6,00	0,016	0,0101	0,00017	0,00024
d30	8,00	0,016	0,0057	0,00009	0,00013
d50	9,15	0,016	0,0043	0,00007	0,00010
d60	9,60	0,016	0,0039	0,00007	0,00009
d70	10,00	0,016	0,0036	0,00006	0,00009
d90	13,15	0,016	0,0021	0,00004	0,00005
TOTAL				0,00050	0,00071

LECHO DE GRAVA 9 mm		No. REINOLDS Re.		54,52	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN Re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ o)	h (psi)
d10	9,00	0,016666667	0,0045	0,00007	0,00011
d30	12,01	0,016666667	0,0025	0,00004	0,00006
d50	13,73	0,016666667	0,0019	0,00003	0,00005
d60	14,40	0,016666667	0,0018	0,00003	0,00004

d70	14,99	0,016666667	0,0016	0,00003	0,00004
d90	19,73	0,016666667	0,0009	0,00002	0,00002
TOTAL				0,00022	0,00031

LECHO DE ARENA 0.55		No. REINOLDS Re.		3,33	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ o)	h (psi)
d10	0.55	0.016	1.94	0,03241	0.04608
d30	0.73	0.016	1.09	0.01821	0.02590
d50	0.84	0.016	0.83	0.01393	0.01981
d60	0.88	0.016	0.75	0.01266	0.01800
d70	0.92	0.016	0.70	0.01168	0.01660
d90	1.21	0.016	0.40	0.00674	0.00959
TOTAL				0,09563	0,13598

LECHO DE ANTRACITA T.E 0,8 mm		No. REINOLDS Re.		5,36	
CALCULO DE CAIDA DE PRESION CON ECUACION DE ERGUN re>6					
TAMAÑO	DIAMETRO (mm)	PROFUNDIDAD LECHO (m)	h/L	h(m h ₂ o)	h (psi)
d10	0,80	0,016666667	0,44	0,00741	0,01054
d30	1,11	0,016666667	0,23	0,00387	0,00550
d50	1,29	0,016666667	0,17	0,00286	0,00406
d60	1,36	0,016666667	0,15	0,00256	0,00365
d70	1,42	0,016666667	0,14	0,00234	0,00333
d90	1,94	0,016666667	0,08	0,00126	0,00179
TOTAL				0,02030	0,02887
CAIDA DE PRESION TOTAL EN LECHOS :				0.11876	0.16887

CAIDA DE PRESION Y REQUERIMIENTO DE AGUA EN RETROLAVADO		
NUMERO DE GALILEO	ADIMENS.	2.8E+04
VELOCIDAD DE FLUIDIFICACION	M/S	1.18E-02
CAIDA DE PRESION	M H2O	0.24

TASA DE RETROLAVDO	M3/M2/MIN.	0.705
REQUERIMIENTO DE AGUA	M3/MIN.	1.015

La caída de presión en el lecho es de 0,0033 m de columna de agua.

Para el cálculo de caídas de presión en el sistema de distribución de agua como tubería externa, válvulas, niples de entrada a los filtros, flautas de distribución interna del agua, etc. La hoja electrónica utiliza la siguiente ecuación para el cálculo del factor de fricción (f) inicial:

$$f = 1325 / [\ln(\epsilon/3.7D + 5.74/R^{0.9})]^2$$

Este valor de f es utilizado posteriormente en la ecuación de Colebrook para calcular el f real:

$$1/(f)^{1/2} = -0.869 \ln\{(\epsilon/D)/3.7 + 2.523/(R (f)^{1/2})\}$$

La hoja de cálculo arroja los valores de viscosidad absoluta, densidad másica y viscosidad cinemática de acuerdo con la temperatura del agua.

Las pérdidas menores se calculan con los coeficientes k reportados por Streeter y Wylie. (Streeter L., Victor. Wyle, E. Benjamín. Mecánica de Fluidos. Méjico, McGRAW-HILL, 1987.)

CALCULO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y CAIDA DE PRESION

TIPO DE TUBERIA	TIPO	ACERO
TEMPERATURA DE AGUA	°C	20
FLUJO DE AGUA	lps	4,33
LONGITUD CABEZAL	M	0,68
LONGITUD FLAUTAS	M	0,64
ESPESOR RANURAS	Mm	0,5
NUMERO DE FLAUTAS	Unidad	12

VELOCIDAD MAXIMA CABEZAL	m/s	0,8
--------------------------	-----	-----

RUGOSIDAD ABSOLUTA	mm	0,45	VISCOSIDAD ABSOLUTA	N.s/m ²	1,003E-03
DIAMETRO FLAUTAS	pulg.	1,5	DENSIDAD MASICA	Kg/m ³	998,22
# RANURAS POR FLAUTA	Unid.	102	VISCOSIDAD CINEMATICA	m ² /s	1,005E-06
SEPARACION RANURAS	mm	12	DIAM.ACABEZAL TEORICO	pulg.	3,14
LINGITUD RANURAS	mm	44,8	DIAM.CABEZAL COMERCIAL	pulg.	4
ED FLAUTAS	Adimenc.	1,181E-02	ED CABEZAL	Adimenc.	4,429E-03
f INICIAL DE FLAUTAS	Adimenc.	4,540E-02	f INICIAL DE FLAUTAS	Adimenc.	3,157E-02
f REAL (Fac. fricc. flautas)	Adimenc.	4,445E-02	f REAL (Fac. fricc. flautas)	Adimenc.	3,120E-02
No. REINOLDS Re. FLAUTA	Adimenc.	1,108E+04	No. REINOLDS Re. FLAUTA	Adimenc.	4,986E+04

ACCESORIOS EXTERNOS EN OPERACION

ACCESORIO	UNIDAD	CANTIDAD
TEE SALIDA LATERAL	UND	2
TEE SALIDA RECTA	UND	1
VALVULA MARIPOSA	UND	0
UNION	UND	4
CODO 90°	UND	4
TUBERIA	ML	6

CALCULO DE CAIDA DE PRESION PARA FLUJO TURBULENTO Re>4000

SISTEMA	H(mH2O)	H (psi)
SISTEMA DE DISTRIBUCION EXTERIOR	0.131 0.001	0.19
SISTEMA DE DISTRIBUCION INTERIOR SUPERIOR	0.001	0.00
SISTEMA DE DISTRIBUCION INTERIOR INFERIOR	0.011	0.02

CU		1,6	CU		1,7
d ₆₀	mm	0.88	d ₆₀	mm	1.36

RESUMEN

TASA DE FILTRACION	M3/M2/DIA	240
VISCOSIDAD ABSOLUTA	N.S/M2	1.003E-03
DENSIDAD MASICA	KG/M3	998.22
VISCOSIDAD CINEMATICA	M2/S	1.005E-06

Dimensión filtro automático a gravedad 4.33 Lps:

Cantidad:	3 (NORMA RAS 2000 C.7.5.1.6)
Diámetro:	1,55 m
Altura:	3,60 m
Tasa de Filtración:	180 m3/m2/día (NORMA RAS 2000 C.7.5.1.3)

El recubrimiento interno de los filtros consiste en base epóxica y pintura epoxi-poliámidica para contacto con agua potable.

El exterior consiste en anticorrosivo y esmalte tipo 1 para exterior.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Castilla. "Cálculo de Gradientes en Orificios", Universidad del Valle, 1984.
- ✓ ARBOLEDA, Jorge. Teoría Y Práctica De La Purificación Del Agua, Colombia, Acodal, 1992.
- ✓ AWWA, Calidad y Tratamiento del Agua, España, McGRAW-HILL 2002.

- ✓ CEPIS. "Nuevos Métodos de Tratamiento de Agua". Manual No. 14. CEPIS, 1973.
- ✓ Harris, H. S.; W. J. Kaufman y R. B. Krone. "Orthokinetic Flocculation in Water Purification". *Journal of Sanitary Engineering Division, ASCE*, diciembre. 1966).
- ✓ METCALF & EDDY, Ingeniería De Aguas Residuales Vol. 2, España, McGRAW-HILL 1995
- ✓ MINDESARROLLO, Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. 2000
- ✓ Richter, Carlos. Projetos de estações de tratamento de água. Módulo 4.4. Projetos de unidades de floculação. Lima, CEPIS, 1981
- ✓ Streeter L., Victor. Wyle, E. Benjamin. Mecánica de Fluidos. Méjico, McGRAW-HILL, 1987.
- ✓ Richter, Carlos y R. B. Moreira. Floculadores de piedras. Experiencias en filtros pilotos. Curitiba, Sanepar, 1980.

13. ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

El tanque de almacenamiento tiene como función atender las variaciones de consumo de agua de acuerdo con la demanda horaria de la población, almacenando agua en los periodos en los cuales el suministro de agua es mayor que el consumo y suministrando agua en el caso en que el consumo es mayor que el suministro, para así suplir la diferencia. Igualmente mantiene las presiones en la red de distribución y sirve también para atender situaciones de emergencia en caso de incendios o interrupciones por daños en las s hidráulicas de bocatoma, desarenador o conducción.

De acuerdo con la topografía del terreno donde se asentará el tanque, este será del tipo semienterrado, en concreto reforzado, dividido en dos tanques con el fin de facilitar las labores de operación y mantenimiento y su comportamiento estructural.

El desarenador será del tipo convencional con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por efecto de la gravedad y prevenir la entrada y transporte de sólidos en la red de conducción. Este desarenador constituye un tratamiento primario (retención de sólidos) y estará situado en un punto cercano a la bocatoma, aproximadamente sobre el **K0+022,00**. Se diseñará con el caudal máximo diario de acuerdo con lo estipulado en la Norma RAS-2000 Art. B.4.4.6.2.

13.1 PARAMETROS DE DISEÑO (de acuerdo a RAS, Literatura y Criterio consultor)

Volumen de regulación	(V_R)	1/3	del CMD	(RAS B.9.4.4)
Volumen demanda contra incendios	(V_{CI})	2,00	Hr	(RAS B.9.4.5)
Volumen de almacenamiento	(V_A)	> de V_R y V_{CI}		(RAS B.9.4.6)
Borde libre mínimo	(BL)	0,30	m	(RAS B.9.4.6)
Tiempo de vaciado	(T_v)	< 8	Hr	(RAS B.9.4.10)

13.2 **DISEÑO HIDRAULICO**

Caudal de diseño	(Q _D)	13,00	L / s /	0,011
Volumen de regulación	(V _R)	374.4	m ³	(volumen total)
Volumen demanda contra incendios	(V _{CI})	0,13	m ³	(hacia la tubería de desagüe)
Volumen de almacenamiento	(V _A)	374.3	m ³	
Volumen asumido	(V _A)	375,00	m ³	
Número de tanques	(N _T)	2		
Profundidad útil asumida	(H _u)	2,60	m	
Area superficial de cada tanque	(A _s)	72.11	m ²	
Relación Largo : Ancho	(L : A)	2 : 1		
Ancho calculado de tanque	(B)	6.00	m /	
Largo calculado de tanque	(L)	12.00	m /	
Dimensiones				
Borde libre	(BL)	0,50	m /	
Ancho asumido de tanque	(B)	6.00	m /	
Largo asumido de tanque	(L)	12,00	m	
Profundidad útil	(H _u)	2,60	m /	
Volumen real de almacenamiento	(V _A)	187.5	m ³	
Profundidad adicional desagüe lodos	(H _{LD})	0,20	m	
Tiempo de llenado tanques	(T _l)	477	min /	7,94

(Criterio asumido)

Limpieza y Lavado de cada tanque

Longitud tubería de lavado	(L _L)	13,00	m		(dibujo)
Diámetro de lavado asumido	(Ø _L)	8 "	0,20	M	(con diámetro nominal)
Area de la tubería	(A _L)	0,031416	m ²		
Relación L/D		65,00			
Coefficiente L/D	(μ)	0,48			
Area superficial de cada tanque	(A _s)	61,00	m ²		
Tiempo de vaciado	(T _v)	2.945,13	s	49,09	min (Ecuación RAS B.9.2)
Tiempo de vaciado	(T _v)	0,82	Hr		
Caudal medio de vaciado	(Q _v)	0,054	m ³ / s	54,00	L / s
Velocidad media de vaciado	(v _v)	1,72	m / s		

Cálculo de cotas:

Cota de terreno en la entrada	354,280	(de topografía)
Cota batea de tubería de entrada	353,000	
Cota lámina de agua	353,000	
Cota batea tubería de salida	350,400	
Cota batea tubería de lavado	350,200	
Cota batea tubería de rebose	353,000	
Espesor losa de superficie	0,250	m
Cota losa de superficie	353,750 ✓	

14. REDES DE DISTRIBUCION

Las redes de distribución se diseñan a partir del tanque de almacenamiento propuesto, con el fin de asegurar las presiones requeridas para un óptimo funcionamiento del sistema. Este diseño trata de mantener las tuberías de PVC RDE 26 instaladas hace menos de seis (6) años que se encuentran en buen estado de operación y funcionamiento, y solo localiza nuevas redes en algunos tramos en los cuales se requieren debido al crecimiento de la población de Piamonte.

Es importante señalar que con los resultados del diseño se cambian algunos tramos de las redes existentes para asegurar un óptimo funcionamiento del sistema.

14.1 PRESION DISPONIBLE

De acuerdo con el diseño del sistema de almacenamiento, se toma como presión disponible en el punto de inicio de la red de distribución la del nivel mínimo de este tanque, el cual se asume en 0.40 m. sobre la cota de fondo del mismo (350.40 m.s.n.m.).

Dado que el tanque se localizó sobre una pequeña loma cercana a la población, se puede afirmar que las presiones en las redes cumplen con lo normatizado por el RAS respecto a las presiones disponibles para un nivel de complejidad MEDIO (RAS B.7.4.5.1), ya que la población se encuentra entre las cotas 328 y 318 m.s.n.m. y el fondo del tanque se localizará sobre la cota 350,40 m.s.n.m.

14.2 DISEÑO DE REDES

El diseño hidráulico de las redes de distribución se realizó mediante el programa EPANET Versión 2.0 que utiliza el método del gradiente para el análisis hidráulico de la línea de conducción. Se trabajó con la fórmula de Darcy - Weisbach para el cálculo de pérdidas en la tubería. Se tomaron los puntos mas representativos del sistema para evaluar los parámetros del diseño.

Con el fin de asegurar el funcionamiento hidráulico eficiente de las redes de distribución, se utilizó un 5% de incremento de longitud de los tramos considerados, con el fin de suplir las pérdidas menores por accesorios a instalarse, que inciden en las presiones resultantes en la red.

Parámetros de diseño asumidos dentro del sistema:

Presión disponible entrada al sistema (PDE)	0,40	m. c. a.		
Caudal de diseño población actual (QDA)	13,00	L / s	0,0130	m ³ / s
Caudal de diseño población futura (QDF)	21,00	L / s	0,0210	m ³ / s
Fórmula de cálculo de pérdidas	Darcy - Weisbach			
Coefficiente de rugosidad para tuberías de PVC	0,0015	mm	(RAS B.6.4.4.4.4)	
Presión máxima en la red de distribución	60,00	m. c. a.	(RAS B.7.4.5.2)	
Presión mínima en la red de distribución	10,00	m. c. a.	(RAS B.7.4.5.1)	
Diámetro mínimo de tuberías (Ø)	2 "		(RAS B.7.4.6.2)	
Incremento por pérdidas por accesorios y pendientes	5%			
Profundidad mínima de las tuberías	1,00	m	(RAS B.7.5.10)	
Tipo de tuberías recomendada	TIPO PVC PAVCO UP		(criterio Consultor)	
Rango de velocidades en el sistema	0.20 < v < 3.00	m / s	(criterio Consultor)	

Consideraciones de diseño

- El diseño de Epanet se realizó considerando los caudales máximos horarios actual y futuro de la población.
- La población se dividió en 81 áreas de consumo, incluidas 5 áreas de futura expansión y 4 áreas de zonas verdes o parques (con 0 L/s de consumo para éstos), las cuales se establecieron de acuerdo con las áreas de uso del suelo consideradas en la distribución urbana de Piamonte.
- Cada una de estas áreas fueron tabuladas y de acuerdo con la ubicación de viviendas existentes fueron analizadas en relación con la saturación poblacional de cada una de ellas, dando como resultado una distribución de población por área de consumo, que finalmente se traduce en un caudal de consumo para cada área, en el caso del análisis para la población actual de Piamonte.
- Para el análisis del consumo futuro, se decidió hacer un ejercicio de posible saturación en las áreas existentes y posible utilización de áreas sin viviendas, lo que resultó en unas poblaciones futuras para cada área de consumo analizada.

- Se consideraron 8 edificios con consumo puntual a saber: Estación de Policía, Ancianato, Galería, Polideportivo, Alcaldía y Casa de la Cultura, Matadero, Colegio de Piamonte y Hospital.
- Se consideraron tuberías tipo PVC con diámetros nominales comerciales, dando un pequeño margen de seguridad adicional al diseño.

RESULTADOS Y ANALISIS

- En el Anexo No. 3 se presenta un resumen con los resultados del diseño.
- En el Anexo No. 4 se presenta el cuadro de áreas y caudales utilizados para la modelación de las redes de distribución.

EMCASERVICIOS S.A. E.S.P
MUNICIPIO DE PIAMONTE - CAUCA

ANEXO No. 1

SISTEMA DE ACUEDUCTO
CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

MODELACION HIDRAULICA

RED EXISTENTE

ANALISIS EPANET

Nota: Esta modelación de realizó con los parámetros de diseño del año 2015.

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA - SISTEMA EXISTENTE
ANEXO No. 1

Fecha: 01/03/2015 - 10:30:15 a.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Acueducto PIAMONTE - Sistema existente.NET

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	inicial	Fínal			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
			m	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 1	73	74	74,51	50,00	0,16	0,08	0,29	0,15
Tubería 2	1	112	0,20	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 5	5	6	20,45	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 6	6	7	73,48	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 7	8	9	34,90	50,00	-0,41	0,21	-0,76	0,38
Tubería 8	9	10	94,86	75,00	-1,83	0,42	-3,38	0,76
Tubería 9	10	11	14,18	80,42	-2,15	0,42	-3,97	0,78
Tubería 11	13	14	48,11	75,00	-0,14	0,03	-0,25	0,06
Tubería 12	14	15	15,30	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 13	17	16	49,91	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 14	17	18	47,34	62,50	-0,66	0,22	-1,21	0,40
Tubería 15	19	20	103,97	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 18	23	24	15,97	62,50	-1,00	0,32	-1,84	0,60
Tubería 19	24	25	11,96	62,50	-1,00	0,32	-1,84	0,60
Tubería 23	28	29	91,72	80,42	-0,31	0,06	-0,56	0,11
Tubería 24	29	30	48,51	62,50	-0,62	0,20	-1,15	0,37
Tubería 26	32	33	95,75	62,50	-0,54	0,18	-1,00	0,32
Tubería 27	34	35	25,80	75,00	-1,36	0,31	-2,51	0,57
Tubería 28	35	36	29,01	75,00	-1,36	0,31	-2,51	0,57
Tubería 29	36	37	23,45	75,00	-1,38	0,31	-2,54	0,58

Tubería 30	37	38	42,40	75,00	-2,81	0,64	-5,17	1,17
Tubería 31	38	39	53,10	75,00	-2,71	0,61	-4,98	1,13
Tubería 32	39	40	53,01	100,00	-6,77	0,86	-12,45	1,59
Tubería 33	41	40	55,98	100,00	9,30	1,18	17,13	2,18
Tubería 35	42	43	53,87	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 36	43	44	53,09	62,50	0,34	0,11	0,64	0,21
Tubería 37	44	45	48,53	62,50	1,32	0,43	2,44	0,80
Tubería 38	46	47	147,55	37,50	0,23	0,21	0,42	0,38
Tubería 46	58	57	47,95	67,50	0,02	0,01	0,04	0,01
Tubería 50	61	62	67,82	62,50	1,05	0,34	1,93	0,63

ID Línea	Nudo Incial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 52	66	67	18,46	62,50	0,91	0,30	1,68	0,55
Tubería 62	80	81	67,53	80,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 63	6	8	102,03	50,00	-0,41	0,21	-0,76	0,38
Tubería 64	11	13	38,69	75,00	-2,24	0,51	-4,13	0,94
Tubería 65	13	18	96,99	62,50	-0,47	0,15	-0,88	0,29
Tubería 67	14	17	97,76	62,50	-0,14	0,05	-0,25	0,08
Tubería 68	20	30	95,81	50,00	-0,18	0,09	-0,33	0,17
Tubería 70	30	40	96,63	50,00	-1,35	0,69	-2,49	1,27
Tubería 71	40	43	91,52	50,00	0,86	0,44	1,60	0,82
Tubería 72	43	51	99,65	50,00	0,52	0,26	0,96	0,49
Tubería 74	39	44	92,67	80,42	1,33	0,26	2,46	0,48
Tubería 75	44	50	99,28	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 77	38	45	96,65	80,42	-0,32	0,06	-0,60	0,12
Tubería 78	45	79	199,38	67,50	0,02	0,01	0,04	0,01
Tubería 80	47	53	64,63	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 81	34	46	94,76	37,50	-0,31	0,28	-0,58	0,53
Tubería 82	25	34	145,51	62,50	-1,36	0,44	-2,50	0,82
Tubería 83	9	55	115,66	62,50	1,96	0,64	3,61	1,18
Tubería 84	55	58	80,04	62,50	1,69	0,55	3,11	1,01
Tubería 85	58	61	63,76	62,50	1,37	0,45	2,52	0,82

Tubería 86	62	64	81,97	62,50	1,05	0,34	1,93	0,63
Tubería 87	64	66	57,83	62,50	1,05	0,34	1,93	0,63
Tubería 88	67	69	124,64	50,00	0,68	0,35	1,25	0,64
Tubería 89	69	73	74,79	50,00	0,27	0,14	0,50	0,25
Tubería 90	9	23	48,34	62,50	-0,84	0,27	-1,54	0,50
Tubería 92	18	29	96,57	80,42	-1,40	0,28	-2,59	0,51
Tubería 93	29	33	47,70	62,50	-1,41	0,46	-2,59	0,84
Tubería 94	33	39	49,74	62,50	-2,45	0,80	-4,51	1,47
Tubería 95	13	28	94,58	80,42	-1,74	0,34	-3,20	0,63
Tubería 96	28	32	52,33	75,00	-1,73	0,39	-3,20	0,72
Tubería 97	32	37	45,63	75,00	-1,42	0,32	-2,62	0,59
Tubería 103	45	80	41,65	62,50	0,56	0,18	1,04	0,34
Tubería 104	80	46	41,50	62,50	0,54	0,18	1,01	0,33
Tubería 212	112	113	55,16	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 213	113	114	60,33	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 214	114	115	32,05	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 215	115	116	32,53	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 216	116	117	24,11	150,00	9,46	0,54	17,43	0,99
Tubería 217	117	118	9,77	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 218	118	119	28,61	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 219	119	120	8,30	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 220	120	121	20,86	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 221	121	122	27,19	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 222	122	123	52,21	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22

ID Línea	Nudo		Longitud	Diámetro	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	Inicial	Final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 223	123	124	135,02	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 224	124	125	34,30	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 225	125	126	8,30	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 226	126	127	27,04	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 227	127	128	37,89	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 228	128	129	365,45	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 229	129	130	11,09	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 230	130	131	31,51	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 231	131	132	81,64	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 232	132	133	43,26	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 234	134	135	68,61	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 235	135	136	237,24	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 236	136	137	219,78	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 237	137	138	43,72	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 238	138	139	217,98	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 247	147	148	14,56	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 248	148	149	32,34	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 263	149	41	95,22	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 264	139	147	140,85	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22
Tubería 233	133	134	350,54	100,00	9,46	1,20	17,43	2,22

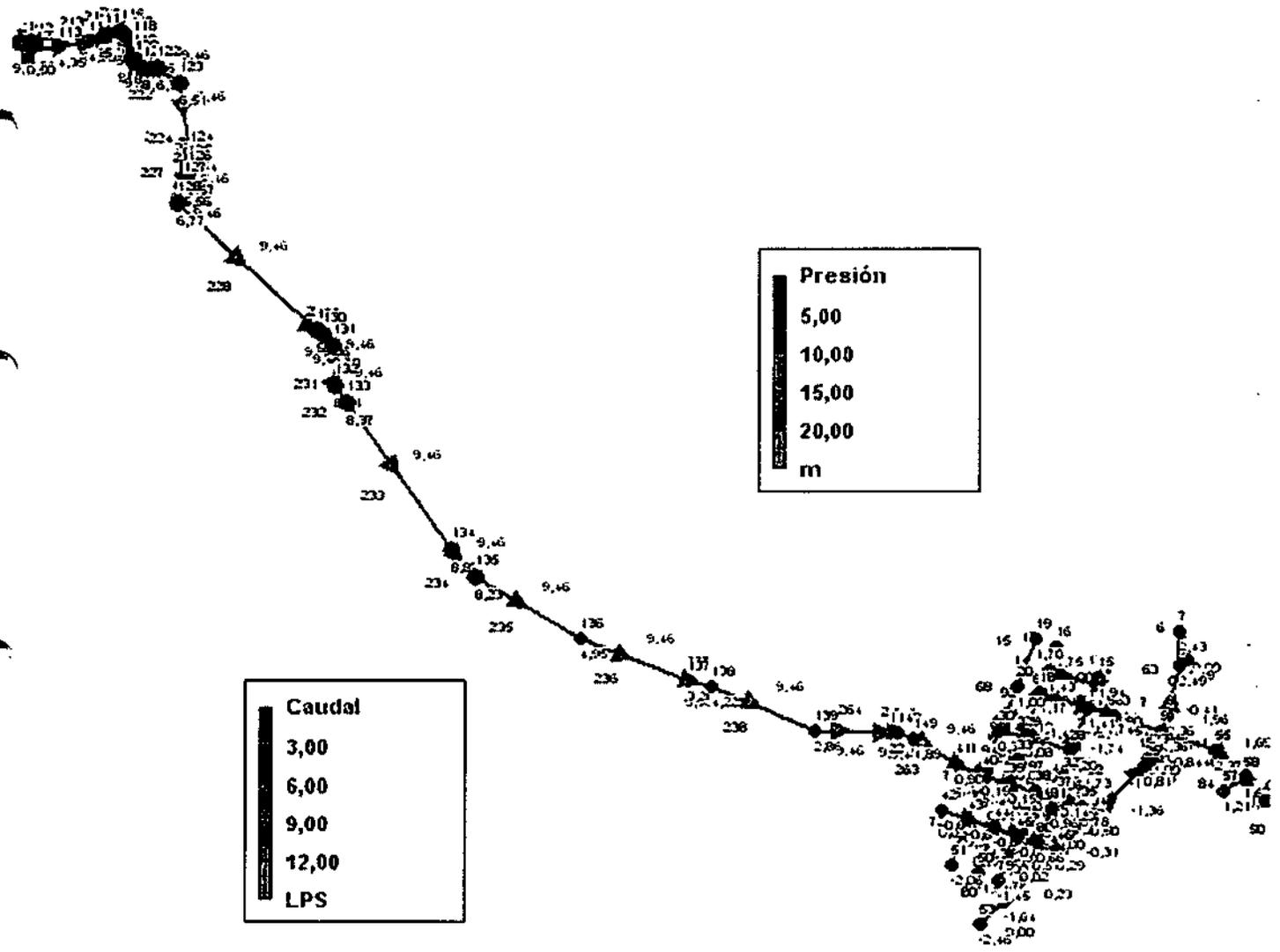
FUTURA ID PRESION	COTA	DEMANDA BASE	POBLACION ACTUAL		POBLACION	
			ALTURA	PRESION	ALTURA	
		LPS	m	m	m	
m						
Depósito 1	355,50	Sin Valor	356,00	0,50	356,00	0,50
Nudo 5	321,44	0,00	322,93	1,49	256,40	-65,04
Nudo 6	320,44	0,41	322,93	2,49	256,40	-64,04
Nudo 7	320,50	0,00	322,93	2,43	256,40	-64,10
Nudo 8	320,71	0,00	323,07	2,36	256,81	-63,90
Nudo 9	320,75	0,30	323,11	2,36	256,95	-63,80
Nudo 10	321,42	0,32	323,37	1,95	257,71	-63,71
Nudo 11	321,67	0,09	323,41	1,74	257,82	-63,85
Nudo 13	322,15	0,11	323,56	1,41	258,27	-63,88
Nudo 14	321,98	0,00	323,56	1,58	258,27	-63,71
Nudo 15	321,62	0,00	323,56	1,94	258,27	-63,35
Nudo 16	321,82	0,00	323,57	1,75	258,29	-63,53
Nudo 17	322,14	0,52	323,57	1,43	258,29	-63,85
Nudo 18	322,45	0,27	323,62	1,17	258,44	-64,01
Nudo 19	322,05	0,00	323,75	1,70	258,83	-63,22
Nudo 20	322,75	0,18	323,75	1,00	258,83	-63,92
Nudo 23	322,19	0,16	323,19	1,00	257,18	-65,01
Nudo 24	322,35	0,00	323,23	0,88	257,28	-65,07
Nudo 25	322,45	0,36	323,26	0,81	257,36	-65,09
Nudo 28	322,53	0,30	323,73	1,20	258,76	-63,77
Nudo 29	323,66	0,32	323,74	0,08	258,79	-64,87
Nudo 30	323,43	0,55	323,79	0,36	258,92	-64,51
Nudo 32	322,87	0,23	323,86	0,99	259,15	-63,72
Nudo 33	323,90	0,50	323,93	0,03	259,36	-64,54
Nudo 34	323,31	0,32	323,81	0,50	259,01	-64,30
Nudo 35	323,07	0,00	323,85	0,78	259,13	-63,94
Nudo 36	323,70	0,02	323,90	0,20	259,27	-64,43
Nudo 37	324,08	0,00	323,94	-0,14	259,38	-64,70
Nudo 38	324,00	0,23	324,19	0,19	260,11	-63,89
Nudo 39	324,33	0,27	324,48	0,15	260,97	-63,36

Nudo 40	324,66	0,32	324,85	0,19	262,09	-62,57
Nudo 41	324,65	0,16	325,55	0,90	264,19	-60,46
Nudo 42	325,00	0,00	324,39	-0,61	260,72	-64,28
Nudo 43	325,08	0,00	324,39	-0,69	260,72	-64,36
Nudo 44	325,03	0,36	324,37	-0,66	260,66	-64,37
Nudo 45	324,80	0,41	324,20	-0,60	260,14	-64,66
Nudo 46	323,84	0,00	324,13	0,29	259,94	-63,90
Nudo 47	325,48	0,23	323,84	-1,64	259,11	-66,37
Nudo 50	325,91	0,00	324,37	-1,54	260,66	-65,25
Nudo 51	326,25	0,52	324,19	-2,06	260,12	-66,13
Nudo 53	326,30	0,00	323,84	-2,46	259,11	-67,19
Nudo 55	319,90	0,27	322,27	2,37	254,43	-65,47
Nudo 57	320,60	0,02	321,81	1,21	253,09	-67,51
Nudo 58	320,14	0,30	321,81	1,67	253,09	-67,05

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura	Presión	Altura	Presión
			m	m	m	m
Nudo 61	320,16	0,32	321,57	1,41	252,36	-67,80
Nudo 62	320,09	0,00	321,40	1,31	251,87	-68,22
Nudo 64	319,31	0,00	321,20	1,89	251,29	-68,02
Nudo 66	319,95	0,14	321,06	1,11	250,87	-69,08
Nudo 67	320,03	0,23	321,02	0,99	250,77	-69,26
Nudo 69	319,75	0,41	320,61	0,86	249,57	-70,18
Nudo 73	318,92	0,11	320,56	1,64	249,42	-69,50
Nudo 74	317,92	0,16	320,54	2,62	249,37	-68,55
Nudo 79	325,65	0,02	324,20	-1,45	260,14	-65,51
Nudo 80	323,50	0,02	324,16	0,66	260,04	-63,46
Nudo 81	323,20	0,00	324,16	0,96	260,04	-63,16
Nudo 112	355,70	0,00	356,00	0,30	356,00	0,30
Nudo 113	351,55	0,00	355,90	4,35	355,70	4,15
Nudo 114	350,87	0,00	355,79	4,92	355,36	4,49
Nudo 115	350,35	0,00	355,73	5,38	355,19	4,84
Nudo 116	348,67	0,00	355,67	7,00	355,01	6,34
Nudo 117	347,71	0,00	355,63	7,92	354,88	7,17
Nudo 118	347,23	0,00	355,50	8,27	354,50	7,27
Nudo 119	347,27	0,00	355,13	7,86	353,39	6,12
Nudo 120	346,99	0,00	355,03	8,04	353,07	6,08
Nudo 121	346,27	0,00	354,76	8,49	352,26	5,99
Nudo 122	347,71	0,00	354,41	6,70	351,21	3,50
Nudo 123	347,23	0,00	353,74	6,51	349,19	1,96
Nudo 124	347,47	0,00	352,01	4,54	343,96	-3,51
Nudo 125	346,03	0,00	351,57	5,54	342,64	-3,39
Nudo 126	345,79	0,00	351,46	5,67	342,32	-3,47
Nudo 127	345,55	0,00	351,11	5,56	341,27	-4,28
Nudo 128	343,86	0,00	350,63	6,77	339,80	-4,06
Nudo 129	336,41	0,00	345,93	9,52	325,66	-10,75
Nudo 130	335,93	0,00	345,79	9,86	325,23	-10,70
Nudo 131	335,69	0,00	345,39	9,70	324,01	-11,68
Nudo 132	335,93	0,00	344,34	8,41	320,85	-15,08
Nudo 133	335,41	0,00	343,78	8,37	319,18	-16,23

Nudo 134	330,41	0,00	339,29	8,87	305,61	-24,80
Nudo 135	330,17	0,00	338,40	8,23	302,95	-27,22
Nudo 136	330,41	0,00	335,36	4,95	293,77	-36,64
Nudo 137	329,28	0,00	332,54	3,26	285,27	-44,01
Nudo 138	327,76	0,00	331,98	4,22	283,57	-44,19
Nudo 139	326,32	0,00	329,18	2,86	275,14	-51,18
Nudo 147	324,64	0,00	327,37	2,73	269,69	-54,95
Nudo 148	324,40	0,00	327,18	2,78	269,12	-55,28
Nudo 149	324,88	0,00	326,77	1,89	267,87	-57,01

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE MODELACION HIDRAULICA - SISTEMA EXISTENTE ANEXO No. 1



EMCASERVICIOS S.A. E.S.P
MUNICIPIO DE PIAMONTE - CAUCA

ANEXO No. 2

SISTEMA DE ACUEDUCTO
CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

MODELACION HIDRAULICA

ALTERNATIVAS DE DISEÑO

ANALISIS EPANET

AN CONSTRUDISEÑOS LTDA.

MARZO DE 2.015

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO
ANEXO No. 2

Fecha: 01/03/2015 - 11:49:31 a.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Alternativa 1 - TANQUE EXIST y TUB EXIST.net

ALTERNATIVA No. 1
TANQUE y TUBERIA EXISTENTES

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	inicial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
			M	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 212	112	113	55,16	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 213	113	114	60,33	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 214	114	115	32,0	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 215	115	116	32,53	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 216	116	117	24,11	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 217	117	118	9,77	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 218	118	119	28,61	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 219	119	120	8,30	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 220	120	121	20,86	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 221	121	122	27,19	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 222	122	123	52,21	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 223	123	124	135,02	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 224	124	125	34,30	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23

Tubería 225	125	126	8,30	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 226	126	127	27,04	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 227	127	128	37,89	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 228	128	129	365,45	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 229	129	130	11,09	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 230	130	131	31,51	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 231	131	132	81,64	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 232	132	133	43,26	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 234	134	134	68,61	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 235	135	135	237,24	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 236	136	136	219,78	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 237	137	137	43,72	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 238	138	138	217,98	100,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 239	139	139	14,73	200,00	9,50	0,30	17,50	0,56
Tubería 240	140	140	122,72	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 241	141	141	110,78	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 242	142	142	191,17	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 243	143	143	336,96	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 244	144	144	58,50	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 245	145	145	114,69	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99
Tubería 233	133	134	350,54	150,00	9,50	1,21	17,50	2,23
Tubería 211	111	112	0,20	150,00	9,50	0,54	17,50	0,99

Estado de los NUDOS de la Red						
ID Nudo	Cota	Demanda Base	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	m		LPS	Altura m	Presión m	Altura m
Nudo 112	355,50	0,00	356,00	0,30	356,00	0,30
Nudo 113	351,55	0,00	355,90	4,35	355,69	4,14
Nudo 114	350,87	0,00	355,79	4,92	355,36	4,49
Nudo 115	350,35	0,00	355,73	5,38	355,18	4,83
Nudo 116	348,67	0,00	355,67	7,00	355,00	6,33
Nudo 117	347,71	0,00	355,62	7,91	354,87	7,16
Nudo 118	347,23	0,00	355,50	8,27	354,49	7,26
Nudo 119	347,27	0,00	355,13	7,86	353,37	6,10
Nudo 120	346,27	0,00	355,02	8,03	353,05	6,06
Nudo 121	347,71	0,00	354,75	8,48	352,23	5,96
Nudo 122	347,23	0,00	354,40	6,69	351,17	3,46
Nudo 123	347,47	0,00	353,72	6,49	349,14	1,91
Nudo 124	346,03	0,00	351,98	4,51	343,87	-3,60
Nudo 125	345,79	0,00	351,53	5,50	342,53	-3,50
Nudo 126	345,55	0,00	351,42	5,63	342,21	-3,58
Nudo 127	343,86	0,00	351,08	5,53	341,16	-4,39
Nudo 128	336,41	0,00	350,59	6,73	339,68	-4,18
Nudo 129	335,93	0,00	345,86	9,45	325,43	-10,98
Nudo 130	322,45	0,00	345,72	9,79	324,99	-10,94
Nudo 131	335,69	0,00	345,31	9,62	323,77	-11,92
Nudo 132	335,93	0,00	344,25	8,32	320,58	-15,35
Nudo 133	335,41	0,00	343,69	8,28	318,89	-16,52
Nudo 134	330,41	0,00	339,16	8,75	305,22	-25,19
Nudo 135	330,17	0,00	338,27	8,10	302,55	-27,62
Nudo 136	330,41	0,00	335,20	4,79	293,30	-37,11
Nudo 137	329,28	0,00	332,36	3,08	284,73	-44,55
Nudo 138	327,76	0,00	331,80	4,04	283,02	-44,74
Nudo 139	326,32	0,00	328,98	2,66	274,52	-51,80

Nudo 140	326,92	0,00	328,97	2,05	274,50	-52,42
Nudo 141	324,88	0,00	328,74	3,86	273,82	-51,06
Nudo 142	323,87	0,00	328,54	4,57	273,21	-50,76
Nudo 143	322,87	0,00	328,18	5,31	272,15	-50,72
Nudo 144	322,60	0,00	327,56	6,79	270,28	-50,49
Nudo 145	332,71	0,00	327,45	-5,26	269,96	-62,75
Nudo 146	353,00	9,50	327,24	-26,26	269,32	-84,18
Depósito 111	357,78	Sin Valor	356,00	0,50	356,00	0,50

Fecha: 01/04/2015 - 3:36:37 p.m.

EPANET

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

.....
Fichero Input: Alternativa 2 - DESAR EXIST, TUB EXIST y TANQUE NUEV.net

ALTERNATIVA No. 2
DESARENADOR EXISTENTE + TUBERÍA EXISTENTE + TANQUE
NUEVO

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo		Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	Incial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 212	112	113	55,16	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 213	113	114	60,33	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 214	114	115	32,05	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 215	115	116	32,53	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 216	116	117	24,11	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 217	117	118	9,77	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 218	118	119	28,61	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 219	119	120	8,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 220	120	121	20,86	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 221	121	122	27,19	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 222	122	123	52,21	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 223	123	124	135,02	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 224	124	125	34,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 225	125	126	8,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 226	126	127	27,04	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 227	127	128	37,89	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 228	128	129	365,45	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 229	129	130	11,09	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40

Tubería 230	130	131	31,51	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 231	131	132	81,64	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 232	132	133	43,26	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 234	133	134	68,61	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 235	134	135	237,24	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 236	135	136	219,78	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 237	136	137	43,72	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 238	137	138	217,98	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 239	138	139	14,73	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 240	139	140	122,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 241	140	141	110,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 242	141	142	191,17	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 243	142	143	336,96	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 244	143	144	58,50	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 245	144	145	114,69	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 233	133	134	350,54	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 211	110	112	32,30	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62

Estado de los NUDOS de la Red

ID Nudo	Cota	Demanda Base	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura	Presión	Altura	Presión
			m	m	m	M
	m	LPS				
Nudo 112	355,50	0,00	357,77	2,07	357,72	2,02
Nudo 113	351,55	0,00	357,73	6,18	357,59	6,04
Nudo 114	350,87	0,00	357,68	6,81	357,44	6,57
Nudo 115	350,35	0,00	357,65	7,30	357,37	7,02
Nudo 116	348,67	0,00	357,63	8,96	357,29	8,62
Nudo 117	347,71	0,00	357,61	9,90	357,23	9,52
Nudo 118	347,23	0,00	357,55	10,32	357,07	9,84
Nudo 119	347,27	0,00	357,39	10,12	356,59	9,32
Nudo 120	346,99	0,00	357,34	10,35	356,45	9,46

Nudo 121	346,27	0,00	357,22	10,95	356,09	9,82
Nudo 122	347,71	0,00	357,07	9,36	355,64	7,93
Nudo 123	347,23	0,00	356,77	9,54	354,76	7,53
Nudo 124	347,47	0,00	356,01	8,54	352,48	5,01
Nudo 125	346,03	0,00	355,81	9,78	351,91	5,88
Nudo 126	345,79	0,00	355,77	9,98	351,77	5,98
Nudo 127	345,55	0,00	355,61	10,06	351,31	5,76
Nudo 128	343,86	0,00	355,40	11,54	350,67	6,81
Nudo 129	336,41	0,00	353,33	16,92	344,52	8,11
Nudo 130	335,93	0,00	353,26	17,33	344,33	8,40
Nudo 131	335,69	0,00	353,08	17,39	343,80	8,11
Nudo 132	335,93	0,00	352,62	16,69	342,43	6,50
Nudo 133	335,41	0,00	352,38	16,96	341,70	6,29
Nudo 134	330,41	0,00	350,39	19,98	335,79	5,38
Nudo 135	330,17	0,00	350,00	19,83	334,64	4,47
Nudo 136	330,41	0,00	348,65	18,24	330,64	0,23
Nudo 137	329,28	0,00	347,41	18,13	326,94	-2,34
Nudo 138	327,76	0,00	347,16	19,40	326,21	-1,55
Nudo 139	326,32	0,00	345,92	19,60	322,54	-3,78
Nudo 140	326,92	0,00	345,91	18,99	322,50	-4,42
Nudo 141	324,88	0,00	345,81	20,93	322,21	-2,67
Nudo 142	323,87	0,00	345,72	21,75	321,94	-2,03
Nudo 143	322,87	0,00	345,56	22,69	321,48	-1,39
Nudo 144	322,60	0,00	345,29	24,52	320,67	-0,10
Nudo 145	332,71	0,00	345,24	12,53	320,53	-12,18
Nudo 146	353,00	9,50	345,16	-8,34	320,28	-33,22
Embalse 110	357,91	Sin Valor	357,90	0,00	357,80	0,00

Fecha: 01/04/2015 - 3:36:59 p.m.

.....

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

.....
 Fichero Input: Alternativa 3 - DESAREN EXIST, TUB NUEV y TANQUE NUEV.net

ALTERNATIVA No. 3

DESARENADOR EXISTENTE + TUBERÍA NUEVA + TANQUE NUEVO

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 212	112	113	55,16	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 213	113	114	60,33	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 214	114	115	32,05	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 215	115	116	32,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 216	116	117	24,11	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 217	117	118	9,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 218	118	119	28,61	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 219	119	120	8,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 220	120	121	20,86	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 221	121	122	27,19	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 222	122	123	52,21	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 223	123	124	135,02	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 224	124	125	34,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 225	125	126	8,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 226	126	127	27,04	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 227	127	128	37,89	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 228	128	129	365,45	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 229	129	130	11,09	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 230	130	131	31,51	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 231	131	132	81,64	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 232	132	133	43,26	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 234	134	135	68,61	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 235	135	136	237,24	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 236	136	137	219,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 237	137	138	43,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62

Tubería 238	138	139	217,98	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 239	139	140	14,73	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 240	140	141	122,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 241	141	142	110,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 242	142	143	191,17	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 243	143	144	336,96	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 244	144	145	58,50	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 245	145	146	103,77	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 233	133	134	350,54	200,00	6,00	0,19	11,00	0,32
Tubería 211	1	112	32,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,32

Estado de los NUDOS de la Red						
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura m	Presión m	Altura m	Presión M
Nudo 112	355,50	0,00	357,79	2,09	357,78	2,08
Nudo 113	351,55	0,00	357,78	6,23	357,75	6,20
Nudo 114	350,87	0,00	357,77	6,90	357,71	6,84
Nudo 115	350,35	0,00	357,76	7,41	357,69	7,34
Nudo 116	348,67	0,00	357,76	9,09	357,67	9,00
Nudo 117	347,71	0,00	357,75	10,04	357,66	9,95
Nudo 118	347,23	0,00	357,75	10,52	357,65	10,42
Nudo 119	347,27	0,00	357,74	10,47	357,63	10,36
Nudo 120	346,99	0,00	357,74	10,75	357,63	10,64
Nudo 121	346,27	0,00	357,74	11,47	357,62	11,35
Nudo 122	347,71	0,00	357,73	10,02	357,60	9,89
Nudo 123	347,23	0,00	357,72	10,49	357,57	10,34
Nudo 124	347,47	0,00	357,69	10,22	357,49	10,02
Nudo 125	346,03	0,00	357,69	11,66	357,47	11,44
Nudo 126	345,79	0,00	357,68	11,89	357,46	11,67
Nudo 127	345,55	0,00	357,68	12,13	357,44	11,89
Nudo 128	343,86	0,00	357,67	13,81	357,42	13,56
Nudo 129	336,41	0,00	357,60	21,19	357,20	20,79
Nudo 130	335,93	0,00	357,59	21,66	357,19	21,26
Nudo 131	335,69	0,00	357,59	21,9	357,17	21,48
Nudo 132	335,93	0,00	357,57	21,64	357,12	21,19
Nudo 133	335,41	0,00	357,56	22,15	357,10	21,69
Nudo 134	330,41	0,00	357,49	27,08	356,89	26,48
Nudo 135	330,17	0,00	357,43	27,26	356,72	26,55
Nudo 136	330,41	0,00	357,24	26,83	356,15	25,74

Nudo 137	329,28	0,00	357,06	27,78	355,62	26,34
Nudo 138	327,76	0,00	357,02	29,26	355,52	27,76
Nudo 139	326,32	0,00	356,85	30,53	354,99	28,67
Nudo 140	326,92	0,00	356,83	29,91	354,96	28,04
Nudo 141	324,88	0,00	356,73	31,85	354,66	29,78
Nudo 142	323,87	0,00	356,64	32,67	354,40	30,43
Nudo 143	322,87	0,00	356,49	33,62	353,94	31,07
Nudo 144	322,60	0,00	356,21	35,44	353,13	32,36
Nudo 145	332,71	0,00	356,17	23,46	352,99	20,28
Nudo 146	353,00	9,50	356,08	2,68	352,74	-0,76
Embalse 110	357,91	Sin Valor	357,80	0,00	357,80	0,00

Fecha: 01/04/2015 - 3:37:35 p.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero input: Alternativa 4 - DESAR NUEV, TUB EXIST y TANQUE NUEV.net

ALTERNATIVA No. 4

DESARENADOR NUEVO + TUBERÍA EXISTENTE + TANQUE NUEVO

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal LPS	Velocidad m/s	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 201	101	102	12,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 202	102	103	35,74	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 203	103	104	25,82	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 204	104	105	24,24	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 205	105	106	22,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 206	106	107	115,73	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 207	107	108	25,38	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Tubería 212	112	113	55,16	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 213	113	114	60,33	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 214	114	115	32,05	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 215	115	116	32,53	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 216	116	117	24,11	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 217	117	118	9,77	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 218	118	119	28,61	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 219	119	120	8,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 220	120	121	20,86	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 221	121	122	27,19	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 222	122	123	52,21	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 223	123	124	135,02	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 224	124	125	34,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 225	125	126	8,30	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 226	126	127	27,04	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 227	127	128	37,89	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 228	128	129	365,45	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 229	129	130	11,09	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 230	130	131	31,51	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 231	131	132	81,64	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 232	132	133	43,26	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 234	134	135	68,61	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 235	135	136	237,34	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 236	136	137	219,78	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 237	137	138	43,72	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 238	138	139	217,98	100,00	6,00	0,76	11,00	1,40
Tubería 239	139	140	14,73	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 240	140	141	122,72	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 241	141	142	110,78	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 242	142	143	191,17	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 243	143	144	336,96	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 244	144	145	58,50	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 245	145	146	103,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 252	153	154	15,45	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 253	154	155	6,18	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 254	155	156	9,58	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 255	156	157	30,90	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 256	157	158	25,96	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Tubería 257	158	159	40,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 258	159	160	17,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 259	160	161	19,06	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 260	161	162	19,57	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 261	162	163	16,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 262	163	164	16,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 233	133	134	350,54	100,00	6,00	0,19	11,00	1,40
Tubería 266	108	112	28,85	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 251	152	153	18,09	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 263	164	101	19,00	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 250	151	152	23,99	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Cota

m

ID Nudo

	Estado de los NUDOS de la Red		Altura	Presión	Altura	Presión
	Demanda Base	POBLACION ACTUAL	M	POBLACION FUTURA	M	M
Nudo 101	366,85	0,00	371,85	4,40	371,74	4,29
Nudo 102	366,85	0,00	371,85	5,00	371,73	4,88
Nudo 103	366,29	0,00	371,84	5,55	371,71	5,42
Nudo 104	365,25	0,00	371,84	6,59	371,70	6,45
Nudo 105	363,71	0,00	371,83	8,12	371,68	7,97
Nudo 106	362,41	0,00	371,83	8,82	371,67	8,66
Nudo 107	356,76	0,00	371,80	14,44	371,60	14,24
Nudo 108	356,73	0,00	371,80	15,07	371,58	14,85
Nudo 112	355,50	0,00	371,79	16,09	371,57	15,87
Nudo 113	351,55	0,00	371,75	20,20	371,43	19,88
Nudo 114	350,87	0,00	371,70	20,83	371,29	20,42
Nudo 115	350,35	0,00	371,67	21,32	371,21	20,86
Nudo 116	348,67	0,00	371,65	22,98	371,13	22,46
Nudo 117	347,71	0,00	371,63	23,92	371,08	23,37
Nudo 118	347,23	0,00	371,57	24,34	370,91	23,68
Nudo 119	347,27	0,00	371,41	24,14	370,43	23,16
Nudo 120	346,99	0,00	371,36	24,37	370,29	23,30
Nudo 121	346,27	0,00	371,24	24,97	369,94	23,67
Nudo 122	347,71	0,00	371,09	23,38	369,48	21,77
Nudo 123	347,23	0,00	370,79	23,56	368,60	21,37
Nudo 124	347,47	0,00	370,03	22,56	366,33	18,86
Nudo 125	346,03	0,00	369,83	23,80	365,75	19,72
Nudo 126	345,79	0,00	369,79	24,00	365,61	19,82
Nudo 127	345,55	0,00	369,63	24,08	365,15	19,60
Nudo 128	343,86	0,00	369,42	25,56	364,52	20,66
Nudo 129	336,41	0,00	367,35	30,94	358,36	21,95
Nudo 130	335,93	0,00	367,28	31,35	358,18	22,25
Nudo 131	335,69	0,00	367,10	31,41	357,64	21,95
Nudo 132	335,93	0,00	366,64	30,71	356,27	20,34
Nudo 133	335,41	0,00	366,40	30,99	355,54	20,13
Nudo 134	330,41	0,00	364,41	34,00	349,64	19,23
Nudo 135	330,17	0,00	364,02	33,85	348,48	18,31
Nudo 136	330,41	0,00	362,67	32,26	344,49	14,08
Nudo 137	329,28	0,00	361,42	32,14	340,78	11,50

Nudo 138	327,76	0,00	361,18	33,42	340,05	12,29
Nudo 139	326,32	0,00	359,94	33,62	336,38	10,06
Nudo 140	326,92	0,00	359,94	33,02	336,37	9,45
Nudo 141	324,88	0,00	359,91	35,03	336,29	11,41
Nudo 142	323,87	0,00	359,89	35,92	336,23	12,26
Nudo 143	322,87	0,00	359,85	36,98	336,11	13,24
Nudo 144	322,60	0,00	359,78	39,01	335,91	15,14
Nudo 145	332,71	0,00	359,77	27,06	335,87	3,16
Nudo 146	353,00	9,50	359,75	6,25	335,81	-17,69
Nudo 153	370,71	0,00	371,90	0,59	371,89	0,58
Nudo 154	370,79	0,00	371,90	0,71	371,88	0,69
Nudo 155	370,81	0,00	371,90	0,49	371,87	0,46
Nudo 156	370,67	0,00	371,90	0,63	371,87	0,60
Nudo 157	370,84	0,00	371,89	0,65	371,85	0,61
Nudo 158	370,42	0,00	371,88	1,46	371,83	1,41
Nudo 159	370,73	0,00	371,88	0,35	371,81	0,28
Nudo 160	369,78	0,00	371,87	2,09	371,80	2,02
Nudo 161	368,55	0,00	371,87	3,32	371,79	3,24
Nudo 162	369,68	0,00	371,86	2,18	371,77	2,09
Nudo 163	369,46	0,00	371,86	2,40	371,76	2,30
Nudo 164	369,53	0,00	371,86	2,33	371,75	2,22
Nudo 152	371,21	0,00	371,91	0,70	371,90	0,69
Embalse 151	371,91	0,00	371,91	0,00	371,91	0,00

Fecha: 01/04/2015 - 3:37:50 p.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución de

Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Alternativa 5 - DESAR NUEV, TUB EXIST, TUB PARAL y TANQUE NUEV.net

ALTERNATIVA No. 5

**DESARENADOR NUEVO + TUBERÍA EXISTENTE + TUBERIA PARALELA
+TANQUE NUEVO**

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo Incial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal LPS	Velocidad m/s	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 201	101	102	12,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 202	102	103	35,74	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 203	103	104	25,82	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 204	104	105	24,24	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 205	105	106	22,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 206	106	107	115,73	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 207	107	108	25,38	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 213	113	114	60,33	150,00	1,55	0,09	2,86	0,16
Tubería 214	114	115	32,05	150,00	1,55	0,09	2,86	0,16
Tubería 215	115	116	32,53	150,00	1,55	0,09	2,86	0,16
Tubería 216	116	117	24,11	150,00	1,55	0,09	2,86	0,16
Tubería 217	117	118	9,77	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 218	118	119	28,61	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 219	119	120	8,30	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 220	120	121	20,86	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36

Tubería 221	121	122	27,19	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 222	122	123	52,21	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 223	123	124	135,02	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 224	124	125	34,30	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 225	125	126	8,30	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 226	126	127	27,04	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 227	127	128	37,89	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 228	128	129	365,45	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 229	129	130	11,09	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 230	130	131	31,51	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 231	131	132	81,64	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 232	132	133	43,26	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 234	134	135	68,61	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 235	135	136	237,34	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 236	136	137	219,78	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 237	137	138	43,72	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 239	139	140	14,73	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 240	140	141	122,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 241	141	142	110,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 242	142	143	191,17	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 243	143	144	336,96	100,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 244	144	145	58,50	100,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 245	145	146	103,77	100,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 252	153	154	15,45	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 253	154	155	6,18	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 254	155	156	9,58	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 255	156	157	30,90	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 256	157	158	25,96	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 257	158	159	40,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 258	159	160	17,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 259	160	161	19,06	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 260	161	162	19,57	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 261	162	163	16,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 262	163	164	16,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 233	133	134	350,54	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 302	301	302	55,16	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 303	302	303	60,33	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 304	303	304	32,15	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46

Tubería 305	304	305	32,53	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 306	305	306	24,11	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 307	306	307	9,77	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 308	307	308	28,61	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 309	308	309	8,30	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 310	309	310	20,86	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 311	310	311	27,19	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 312	311	312	52,21	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 313	312	313	135,02	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 314	313	314	34,30	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 315	314	315	8,30	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 316	315	316	27,04	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 317	316	317	37,89	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 318	317	318	365,45	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 319	318	319	11,09	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 320	319	320	31,51	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 321	320	321	81,64	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 322	321	322	43,26	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 323	322	323	350,54	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 324	323	324	68,61	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 325	324	325	237,24	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 326	325	326	219,78	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 327	326	327	43,72	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 328	327	328	217,98	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 301	112	301	0,50	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 329	328	139	0,50	150,00	4,45	0,25	8,14	0,46
Tubería 266	108	112	26,85	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 251	152	153	18,09	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 263	164	101	19,00	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 250	151	152	23,99	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 238	138	139	217,98	100,00	1,55	0,20	2,86	0,36
Tubería 212	112	113	55,16	150,00	1,55	0,09	2,86	0,16

POBLACION ACTUAL

POBLACION FUTURA

Altura

Presión

Altura

Presión

Nudo 101	366,85	0,00	371,85	4,40	371,74	4,29
Nudo 102	366,85	0,00	371,85	5,00	371,73	4,88
Nudo 103	366,29	0,00	371,84	5,55	371,71	5,42
Nudo 104	365,25	0,00	371,84	6,59	371,70	6,45
Nudo 105	363,71	0,00	371,83	8,12	371,68	7,97
Nudo 106	362,41	0,00	371,83	8,82	371,67	8,66
Nudo 107	356,76	0,00	371,80	14,44	371,60	14,24
Nudo 108	356,73	0,00	371,80	15,07	371,58	14,85
Nudo 112	355,50	0,00	371,79	16,09	371,57	15,86
Nudo 113	351,55	0,00	371,79	20,24	371,55	20,00
Nudo 114	350,87	0,00	371,78	20,91	371,54	20,67
Nudo 115	350,35	0,00	371,78	21,43	371,53	21,18
Nudo 116	348,67	0,00	371,78	23,11	371,53	22,86
Nudo 117	347,71	0,00	371,78	24,07	371,52	23,81
Nudo 118	347,23	0,00	371,77	24,54	371,51	24,28
Nudo 119	347,27	0,00	371,76	24,49	371,46	24,19
Nudo 120	346,99	0,00	371,75	24,76	371,45	24,46
Nudo 121	346,27	0,00	371,74	25,47	371,42	25,15
Nudo 122	347,71	0,00	371,73	24,02	371,38	23,67
Nudo 123	347,23	0,00	371,70	24,47	371,30	24,07
Nudo 124	347,47	0,00	371,63	24,16	371,09	23,62
Nudo 125	346,03	0,00	371,61	25,58	371,04	25,01
Nudo 126	345,79	0,00	371,61	25,82	371,03	25,24
Nudo 127	345,55	0,00	371,60	26,05	370,99	25,44
Nudo 128	343,86	0,00	371,58	27,72	370,93	27,07
Nudo 129	336,41	0,00	371,39	34,98	370,37	33,96
Nudo 130	335,93	0,00	371,38	35,45	370,36	34,43
Nudo 131	335,69	0,00	371,36	35,67	370,31	34,62
Nudo 132	335,93	0,00	371,32	35,39	370,19	34,26
Nudo 133	335,41	0,00	371,30	35,89	370,12	34,71
Nudo 134	330,41	0,00	371,12	40,71	369,59	39,18
Nudo 135	330,17	0,00	371,08	40,91	369,48	39,31
Nudo 136	330,41	0,00	370,96	40,55	369,12	38,71
Nudo 137	329,28	0,00	370,84	41,56	368,79	39,51
Nudo 138	327,76	0,00	370,82	43,06	368,72	40,96
Nudo 139	326,32	0,00	369,98	44,39	368,39	42,07

Nudo 140	326,92	0,00	370,70	43,78	368,35	41,43
Nudo 141	324,88	0,00	370,60	45,72	368,06	43,18
Nudo 142	323,87	0,00	370,51	46,54	367,79	43,82
Nudo 143	322,87	0,00	370,35	47,48	367,33	44,46
Nudo 144	322,60	0,00	370,08	49,31	366,52	45,75
Nudo 145	332,71	0,00	370,03	37,32	366,38	33,67
Nudo 146	353,00	9,50	369,94	16,44	366,13	12,63
Nudo 153	370,71	0,00	371,90	0,59	371,89	0,58
Nudo 154	370,79	0,00	371,90	0,71	371,88	0,69
Nudo 155	370,81	0,00	371,90	0,49	371,87	0,46
Nudo 156	370,67	0,00	371,90	0,63	371,87	0,60
Nudo 157	370,84	0,00	371,89	0,65	371,85	0,61
Nudo 158	370,42	0,00	371,88	1,46	371,83	1,41
Nudo 159	370,73	0,00	371,88	0,35	371,81	0,28
Nudo 160	369,78	0,00	371,87	2,09	371,80	2,02
Nudo 161	368,55	0,00	371,87	3,32	371,79	3,24
Nudo 162	369,68	0,00	371,86	2,18	371,77	2,09
Nudo 163	369,46	0,00	371,86	2,40	371,76	2,30
Nudo 301	355,70	0,00	371,79	16,09	371,57	15,87
Nudo 302	351,55	0,00	371,75	20,22	371,49	19,94
Nudo 303	350,87	0,00	371,70	20,87	371,40	20,53
Nudo 304	350,35	0,00	371,67	21,37	371,36	21,01
Nudo 305	348,67	0,00	371,65	23,04	371,31	22,64
Nudo 306	347,71	0,00	371,63	23,99	371,28	23,57
Nudo 307	347,23	0,00	371,62	24,46	371,27	24,04
Nudo 308	347,27	0,00	371,59	24,41	371,23	23,96
Nudo 309	346,99	0,00	371,59	24,68	371,21	24,22
Nudo 310	346,27	0,00	371,57	25,39	371,18	24,91
Nudo 311	347,71	0,00	371,50	23,94	371,15	23,44
Nudo 312	347,23	0,00	371,50	24,40	371,07	23,84
Nudo 313	347,47	0,00	371,40	24,09	370,88	23,41
Nudo 314	346,03	0,00	371,37	25,51	370,84	24,81
Nudo 315	345,79	0,00	371,36	25,75	370,82	25,03
Nudo 316	345,55	0,00	371,34	25,98	370,79	25,24
Nudo 317	343,86	0,00	371,31	27,65	370,73	26,87
Nudo 318	336,41	0,00	371,02	34,92	370,22	33,81
Nudo 319	335,93	0,00	371,01	35,40	370,21	34,28
Nudo 320	335,69	0,00	370,98	35,62	370,16	34,47

Fecha: 01/04/2015 - 3:38:05 p.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Alternativa 6 - DESAR NUEV, TUB NUEV y TANQUE NUEV.net

ALTERNATIVA No. 6

DESARENADOR NUEVO + TUBERÍA NUEVA + TANQUE NUEVO

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 201	101	102	13,43	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 202	102	103	35,73	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 203	103	104	26,10	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 204	104	105	24,56	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 205	105	106	23,06	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 206	106	107	113,39	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 207	107	108	25,67	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 239	139	140	15,33	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 240	140	141	120,18	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 241	141	142	108,58	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 242	142	143	186,63	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 243	143	144	328,18	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 244	144	145	57,83	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 245	145	146	103,77	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 252	153	154	16,03	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 253	154	155	7,03	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 254	155	156	10,33	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 255	156	157	31,03	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 256	157	158	26,23	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Tubería 257	158	159	40,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 258	159	160	17,83	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 259	160	161	19,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 260	161	162	20,03	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 261	162	163	17,23	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 262	163	164	17,08	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 302	301	302	54,58	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 303	302	303	59,60	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 304	303	304	32,15	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 305	304	305	32,61	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 306	305	306	24,44	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 307	306	307	10,52	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 308	307	308	28,81	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 309	308	309	9,09	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 310	309	310	21,28	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 311	310	311	27,43	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 312	311	312	51,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 313	312	313	132,12	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 314	313	314	34,33	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 315	314	315	9,09	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 316	315	316	27,28	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 317	316	317	37,82	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 318	317	318	355,84	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 319	318	319	11,80	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 320	319	320	31,62	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 321	320	321	80,29	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 322	321	322	43,03	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 323	322	323	341,36	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 324	323	324	67,64	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 325	324	325	231,36	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 326	325	326	214,41	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 327	326	327	43,48	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 328	327	328	212,66	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 301	112	301	0,50	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 329	328	139	0,50	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 266	108	112	27,10	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 251	152	153	18,59	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 263	164	101	19,48	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

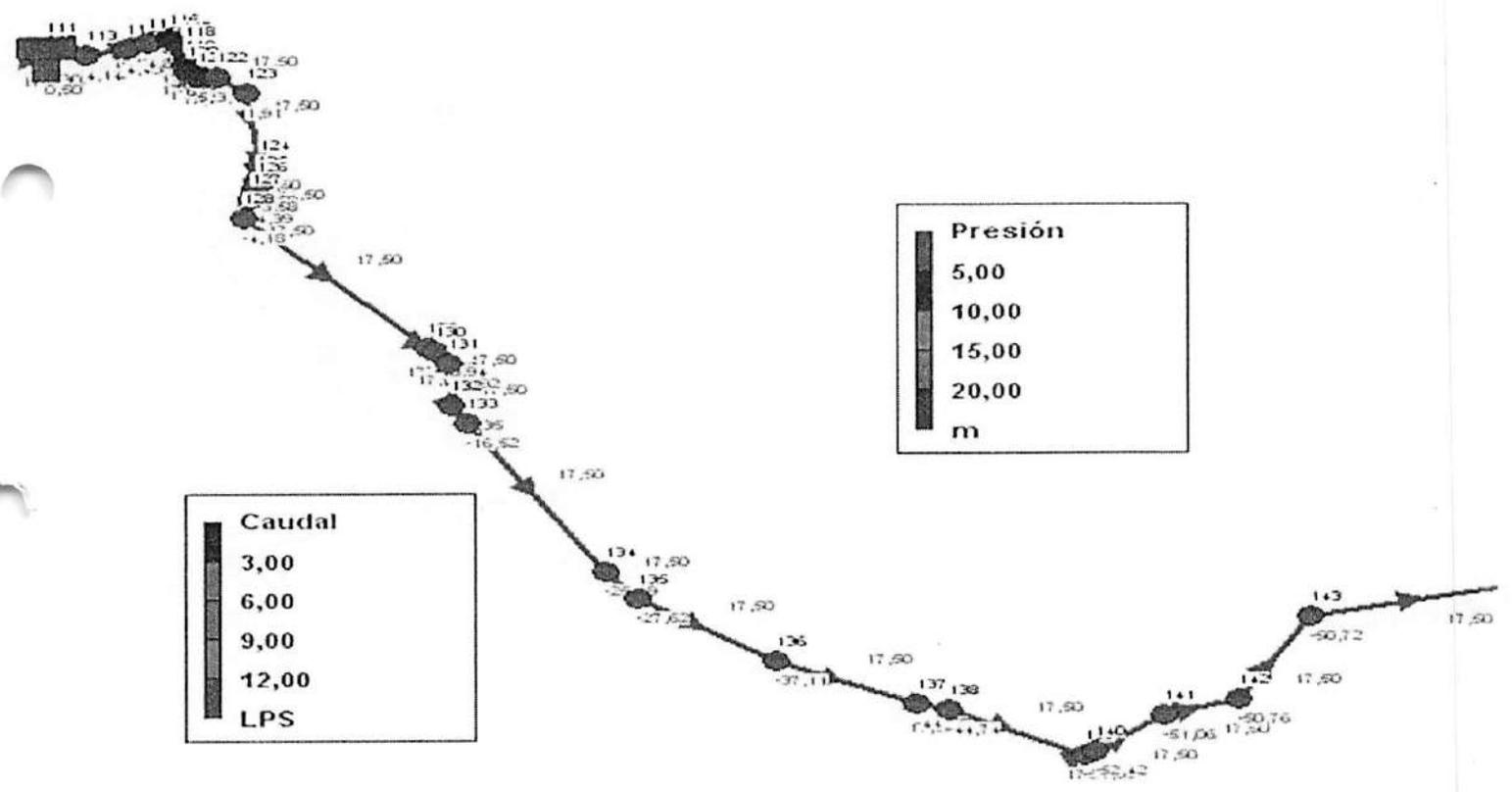
Tubería 250	151	152	24,32	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
-------------	-----	-----	-------	--------	------	------	-------	------

Nudo 101	366,85	0,00	371,85	4,40	371,74	4,29
Nudo 102	366,85	0,00	371,85	5,00	371,73	4,88
Nudo 103	366,29	0,00	371,84	5,55	371,71	5,42
Nudo 104	365,25	0,00	371,84	6,59	371,69	6,44
Nudo 105	363,71	0,00	371,83	8,12	371,68	7,97
Nudo 106	362,41	0,00	371,83	8,82	371,66	8,66
Nudo 107	356,76	0,00	371,80	14,44	371,60	14,24
Nudo 108	356,73	0,00	371,80	15,07	371,58	14,85
Nudo 112	355,70	0,00	371,79	16,09	371,56	15,86
Nudo 139	326,32	0,00	369,98	43,66	366,21	39,89
Nudo 140	326,92	0,00	369,96	43,04	366,17	39,25
Nudo 141	324,88	0,00	369,87	44,99	365,88	41,00
Nudo 142	323,87	0,00	369,78	45,81	365,62	41,65
Nudo 143	322,87	0,00	369,63	46,76	365,17	42,30
Nudo 144	322,60	0,00	369,36	48,59	364,39	43,62
Nudo 145	332,71	0,00	369,31	36,60	364,25	31,54
Nudo 146	353,00	0,00	369,23	15,73	364,00	10,50
Nudo 153	370,71	0,00	371,90	0,59	371,88	0,57
Nudo 154	370,79	0,00	371,90	0,71	371,88	0,69
Nudo 155	370,81	0,00	371,90	0,49	371,87	0,46
Nudo 156	370,67	0,00	371,90	0,63	371,86	0,59
Nudo 157	370,84	0,00	371,89	0,65	371,85	0,61
Nudo 158	370,42	0,00	371,88	1,46	371,83	1,41
Nudo 159	370,73	0,00	371,88	0,35	371,81	0,28
Nudo 160	369,78	0,00	371,87	2,09	371,79	2,01
Nudo 161	368,55	0,00	371,87	3,32	371,78	3,23
Nudo 162	369,68	0,00	371,86	2,18	371,77	2,09
Nudo 163	369,46	0,00	371,86	2,40	371,76	2,30
Nudo 301	355,70	0,00	371,79	16,09	371,56	15,86
Nudo 302	351,55	0,00	371,75	20,20	371,43	19,88
Nudo 303	350,87	0,00	371,70	20,83	371,29	20,42
Nudo 304	350,35	0,00	371,67	21,32	371,21	20,86
Nudo 305	348,67	0,00	371,65	22,98	371,13	22,46
Nudo 306	347,71	0,00	371,63	23,92	371,07	23,36
Nudo 307	347,23	0,00	371,62	24,39	371,05	23,82
Nudo 308	347,27	0,00	371,59	24,32	370,98	23,71
Nudo 309	346,99	0,00	371,59	24,60	370,96	23,97
Nudo 310	346,27	0,00	371,57	25,30	370,91	24,64

Nudo 311	347,71	0,00	371,55	23,84	370,84	23,13
Nudo 312	347,23	0,00	371,50	24,27	370,72	23,49
Nudo 313	347,47	0,00	371,40	23,93	370,40	22,93
Nudo 314	346,03	0,00	371,37	25,34	370,32	24,29
Nudo 315	345,79	0,00	371,36	25,57	370,29	24,50
Nudo 316	345,55	0,00	371,34	25,79	370,23	24,68
Nudo 317	343,86	0,00	371,31	27,45	370,14	26,28
Nudo 318	336,41	0,00	371,02	34,61	369,28	32,87
Nudo 319	335,93	0,00	371,01	35,08	369,25	33,32
Nudo 320	335,69	0,00	370,98	35,29	369,18	33,49
Nudo 321	335,93	0,00	370,92	34,99	368,98	33,05
Nudo 322	335,41	0,00	370,88	35,47	368,88	33,47
Nudo 323	330,41	0,00	370,60	40,19	368,06	37,65
Nudo 324	330,17	0,00	370,55	40,38	367,90	37,73
Nudo 325	330,41	0,00	370,36	39,95	367,34	36,93
Nudo 326	329,68	0,00	370,19	40,91	366,83	37,55
Nudo 327	329,45	0,00	370,15	42,37	366,72	38,94
Nudo 328	326,32	0,00	369,98	43,66	366,21	39,89
Nudo 164	369,53	0,00	371,86	2,33	371,75	2,22
Nudo 152	371,21	0,00	371,91	0,70	371,90	0,69
Embalse 151	371,91	0,00	371,91	0,00	371,91	0,00

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE
PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

ALTERNATIVA No. 1
TANQUE y TUBERIA
EXISTENTES
ANEXO No. 2



ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

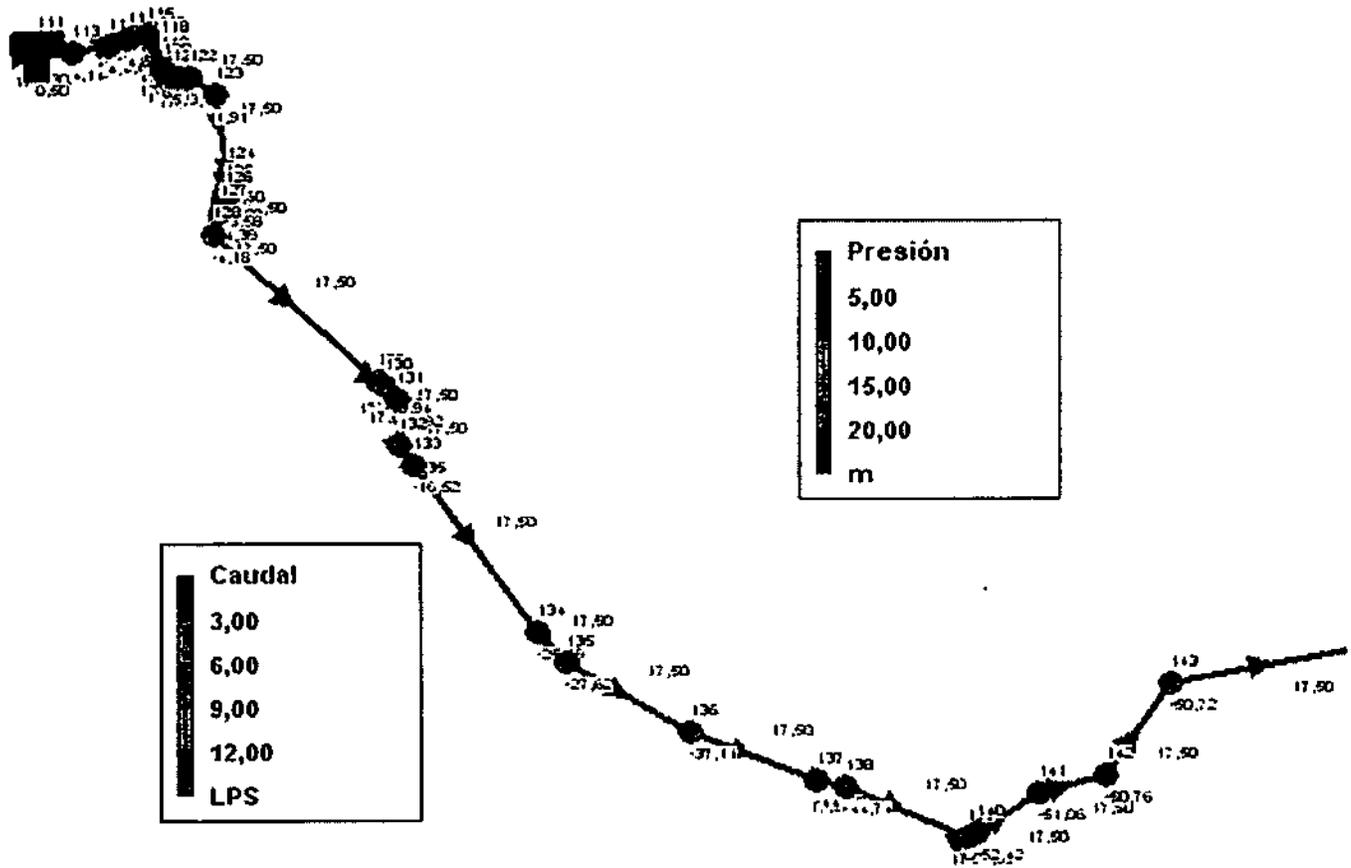
MODELACION HIDRAULICA

ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

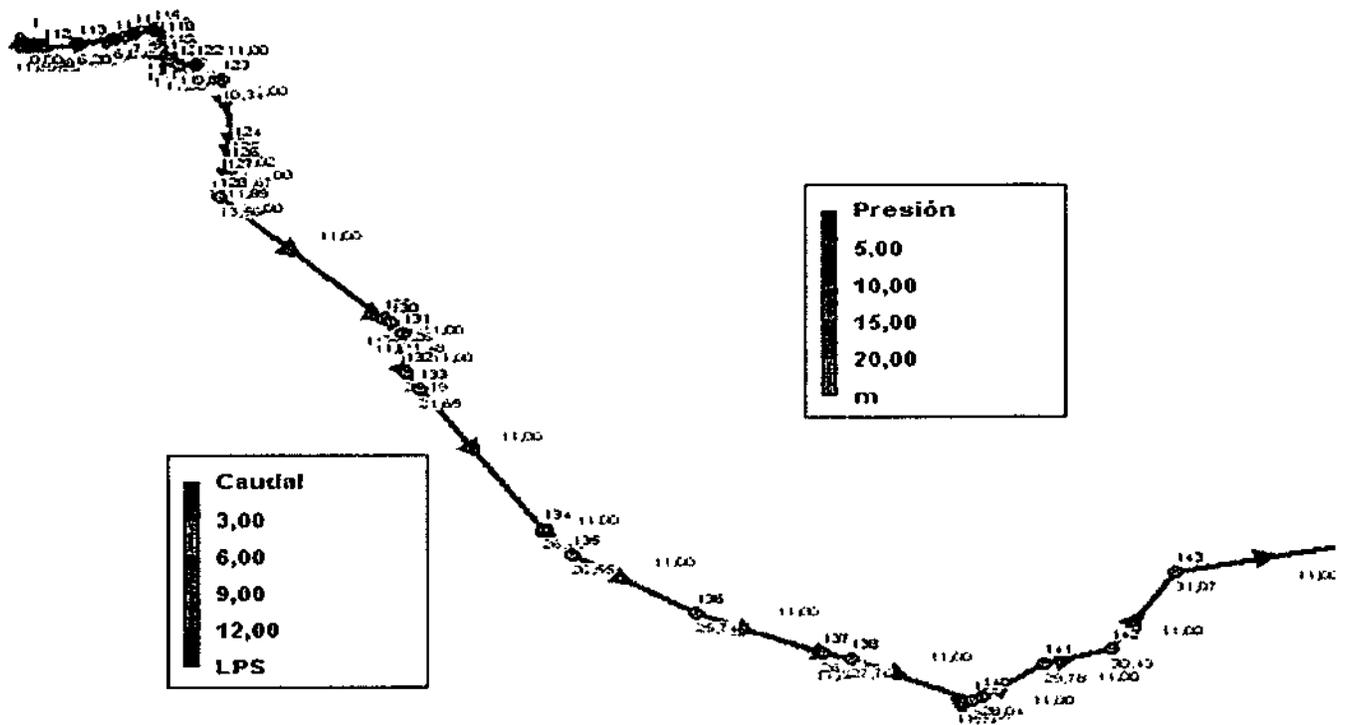
ALTERNATIVA No. 2

DESARENADOR EXISTENTE + TUBERÍA EXISTENTE + TANQUE NUEVO

ANEXO No. 2

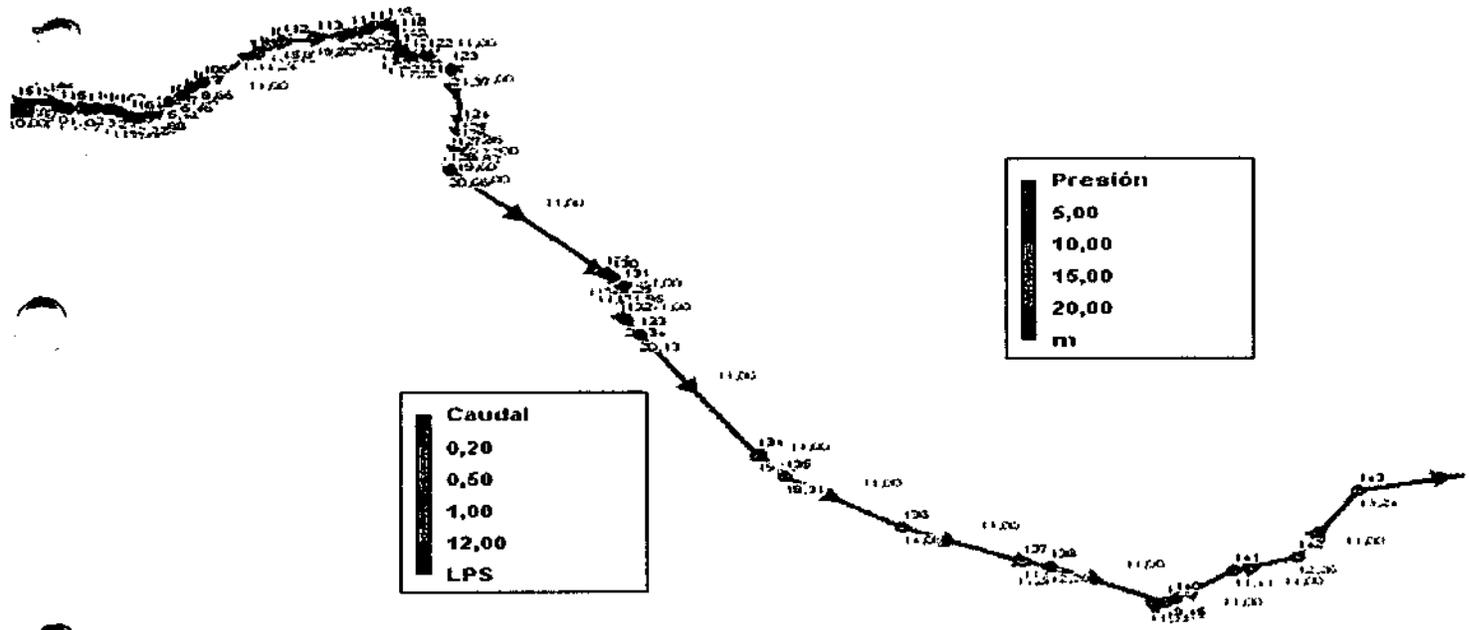


ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO
ALTERNATIVA No. 3
DESARENADOR EXISTENTE + TUBERÍA NUEVA + TANQUE NUEVO
ANEXO No. 2



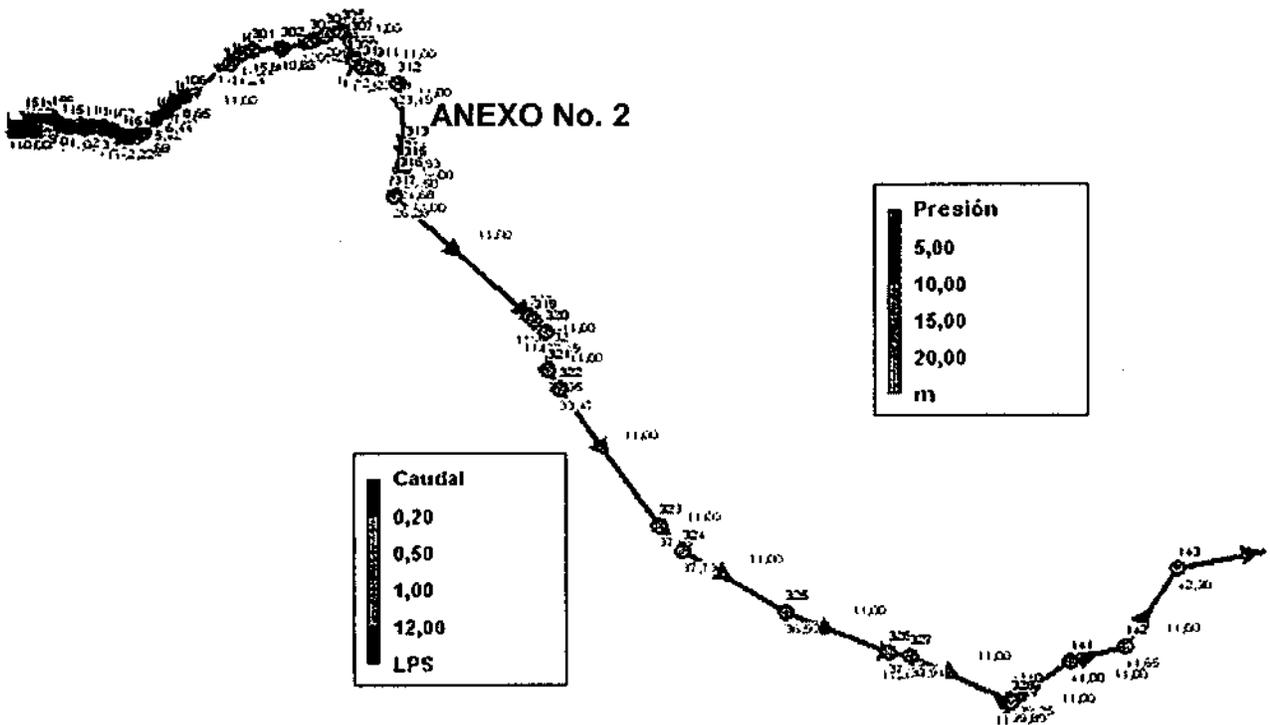
ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO
ALTERNATIVA No. 4
DESARENADOR NUEVO + TUBERÍA EXISTENTE + TANQUE NUEVO

ANEXO No. 2



ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO
ALTERNATIVA No. 6

DESARENADOR NUEVO + TUBERÍA NUEVA + TANQUE NUEVO



EMCASERVICIOS S.A. E.S.P
MUNICIPIO DE PIAMONTE - CAUCA

ANEXO No. 3

SISTEMA DE ACUEDUCTO
CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

MODELACION HIDRAULICA

DISEÑO DE CONDUCCION y REDES DE
DISTRIBUCION

ANALISIS EPANET

AN CONSTRUISEÑOS LTDA.

MARZO DE 2.015

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
DISEÑO DE CONDUCCIÓN
ANEXO No. 3

Fecha: 01/03/2015 - 3:38:55 p.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: **Acueducto PIAMONTE - Diseño Conducción.NET**

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	inicial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
			m	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 201	101	102	12,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 202	102	103	35,74	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 203	103	104	25,82	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 204	104	105	24,24	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 205	105	106	22,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 206	106	107	115,73	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 207	107	302	104,57	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 239	139	140	14,73	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 240	140	141	122,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 241	141	142	110,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 242	142	143	191,17	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 243	143	144	336,96	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 244	144	145	58,50	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 245	145	146	103,77	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 247	147	148	14,56	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 248	148	149	32,34	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tubería 252	153	154	15,45	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 253	154	155	6,18	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 254	155	156	9,58	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 255	156	157	30,90	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 256	157	158	25,96	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 257	158	159	40,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 258	159	160	17,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 259	160	161	19,60	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 260	161	162	19,57	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 261	162	163	16,69	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 262	163	164	16,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 264	149	41	95,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 303	302	303	60,33	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 304	303	304	32,05	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 305	304	305	32,53	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 306	305	306	24,11	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 307	306	307	9,77	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 308	307	308	28,61	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 309	308	309	8,30	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 310	309	310	20,86	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 311	310	311	27,19	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 312	311	312	52,21	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 313	312	313	135,02	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 314	313	317	107,07	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 318	317	320	401,93	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 321	320	321	81,64	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 322	321	322	48,93	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 323	322	323	342,03	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 324	323	324	68,61	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 325	324	325	237,24	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 326	325	326	219,78	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 327	326	327	43,72	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62

Tubería 328	327	328	217,98	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 329	328	139	0,00	150,00	6,00	0,34	11,00	0,62
Tubería 251	152	153	61,64	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 263	164	101	19,44	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 250	151	152	0,60	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35

Estado de los NUDOS de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura m	Presión m	Altura m	Presión m
Nudo 101	366,85	0,00	371,85	5,00	371,73	4,88
Nudo 102	366,85	0,00	371,85	5,00	371,72	4,87
Nudo 103	366,29	0,00	371,84	5,55	371,70	5,41
Nudo 104	365,25	0,00	371,83	6,58	371,68	6,43
Nudo 105	363,71	0,00	371,83	8,12	371,67	7,96
Nudo 106	362,41	0,00	371,82	9,41	371,65	9,24
Nudo 107	356,76	0,00	371,80	15,04	371,58	14,82
Nudo 139	356,73	0,00	370,89	45,17	368,90	43,18
Nudo 140	326,92	0,00	370,87	43,95	368,86	41,94
Nudo 141	324,88	0,00	370,77	45,89	368,57	43,69
Nudo 142	323,87	0,00	370,68	46,81	368,30	44,43
Nudo 143	322,87	0,00	370,53	47,66	367,84	44,97
Nudo 144	322,60	0,00	370,25	48,80	367,03	45,58
Nudo 145	332,71	0,00	370,21	37,50	366,89	34,18
Nudo 146	353,00	6,00	370,12	17,12	366,64	13,64
Nudo 147	324,64	0,00	349,59	24,95	345,84	21,20
Nudo 148	324,40	0,00	349,59	25,19	345,84	21,44
Nudo 149	324,88	0,00	349,59	24,71	345,84	20,96
Nudo 153	370,71	0,00	371,90	1,19	371,87	1,16
Nudo 154	370,79	0,00	371,89	1,10	371,86	1,07
Nudo 155	370,81	0,00	371,89	1,08	371,86	1,05
Nudo 156	370,67	0,00	371,89	1,22	371,85	1,18

Nudo 157	370,84	0,00	371,88	1,04	371,83	0,99
Nudo 158	370,42	9,50	371,88	1,46	371,82	1,40
Nudo 159	370,73	0,00	371,87	1,14	371,79	1,06
Nudo 160	369,78	0,00	371,87	2,09	371,78	2,00
Nudo 161	368,55	0,00	371,86	3,31	371,77	3,22
Nudo 162	369,70	0,00	371,86	2,16	371,76	2,06
Nudo 163	369,46	0,00	371,86	2,40	371,75	2,29
Nudo 302	351,55	0,00	371,78	20,23	371,52	19,97
Nudo 303	350,87	0,00	371,77	20,90	371,48	20,61
Nudo 304	350,35	0,00	371,76	21,41	371,47	21,12
Nudo 305	348,67	0,00	371,75	23,08	371,45	22,78
Nudo 306	347,71	0,00	371,75	24,04	371,43	23,72
Nudo 307	347,23	0,00	371,74	24,51	371,43	24,20
Nudo 308	347,27	0,00	371,74	24,46	371,41	24,14
Nudo 309	346,99	0,00	371,74	24,75	371,40	24,41
Nudo 310	346,27	0,00	371,73	25,46	371,39	25,12
Nudo 311	347,71	0,00	371,73	24,02	371,37	23,66

Estado de los NUDOS de la Red

ID Nudo	Cota	Demanda Base	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura	Presión	Altura	Presión
	m	LPS	m	m	m	m
Nudo 312	347,23	0,00	371,72	24,49	371,34	24,11
Nudo 313	347,47	0,00	371,69	24,19	371,26	23,76
Nudo 317	343,86	0,00	371,67	27,81	371,20	27,34
Nudo 320	335,69	0,00	371,58	35,58	370,95	34,95
Nudo 321	335,93	0,00	371,57	35,17	370,90	34,50
Nudo 322	335,41	0,00	371,56	35,16	370,87	34,47
Nudo 323	330,41	0,00	371,49	41,08	370,67	40,26
Nudo 324	330,17	0,00	371,47	41,30	370,62	40,45
Nudo 325	330,41	0,00	371,28	40,87	370,05	39,64
Nudo 326	329,68	0,00	371,10	41,42	369,53	39,85

Nudo 327	329,45	0,00	371,06	41,51	369,42	39,87
Nudo 328	326,32	0,00	370,89	45,17	368,90	43,18

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA
DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION
ANEXO No. 3

Fecha: 01/03/2015 - 3:38:55 p.m.

E P A N E T

Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución
de Agua Version 2.0

Traducción: Grupo REDHISP,UPV - Financ: Grupo Aguas de Valencia

Fichero Input: Acueducto PIAMONTE - Diseño Redes de Distribución.NET

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
					Caudal LPS	Velocidad m/s	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1	1	2	21,88	150,00	11,05	0,63	19,06	1,08
Tubería 2	2	3	130,15	150,00	11,05	0,63	19,06	1,08
Tubería 3	3	4	62,37	150,00	11,05	0,63	19,06	1,08
Tubería 4	4	5	31,82	150,00	11,05	0,63	19,06	1,08
Tubería 5	5	6	20,94	150,00	11,05	0,63	19,06	1,08
Tubería 6	6	7	73,48	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tubería 7	8B	9	34,90	150,00	10,74	0,61	18,54	1,05
Tubería 8	9	10	94,86	75,00	3,55	0,80	5,43	1,23
Tubería 9	10	11	14,18	75,00	3,80	0,86	5,91	1,34
Tubería 11	13	14	48,11	75,00	0,99	0,23	1,96	0,44

Tubería 13	17	16	49,91	62,50	0,18	0,06	0,23	0,07
Tubería 14	17	18	47,34	62,50	0,36	0,12	0,51	0,17
Tubería 17	23	22	14,25	50,00	0,65	0,33	1,00	0,51
Tubería 18	23	24	15,97	75,00	3,06	0,69	4,63	1,05
Tubería 19	24	25	11,96	75,00	3,06	0,69	4,63	1,05
Tubería 20	25	26	17,38	50,00	0,96	0,49	1,50	0,76
Tubería 22	27	28A	55,37	50,00	0,96	0,49	1,45	0,74
Tubería 24	29	30	48,51	62,50	0,50	0,16	0,79	0,26
Tubería 25	30	31	59,88	50,00	0,28	0,14	0,39	0,20
Tubería 27	34	35	25,80	75,00	0,93	0,21	1,34	0,30
Tubería 28	35	36	29,01	75,00	0,57	0,13	0,89	0,20
Tubería 30	37	38	42,40	75,00	1,43	0,32	2,16	0,49
Tubería 31	38	39	53,10	75,00	0,64	0,15	0,94	0,21
Tubería 32	39	40	53,01	100,00	0,53	0,07	0,79	0,10
Tubería 35	42	43	53,87	62,50	-0,04	0,01	-0,07	0,02
Tubería 36	44	43	53,09	62,50	0,20	0,07	0,27	0,09
Tubería 37	45	44A	48,53	62,50	0,33	0,11	0,41	0,13
Tubería 38	46	47	147,56	62,50	0,42	0,14	0,87	0,28
Tubería 39	48A	47	36,63	50,00	-0,19	0,10	0,25	0,13

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo		Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	inicial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 40	49	48	41,00	50,00	-0,05	0,03	0,34	0,17
Tubería 41	50	49	14,68	62,50	0,06	0,02	0,31	0,10
Tubería 43	53	54	56,65	50,00	0,00	0,00	0,74	0,38
Tubería 44	55	56	62,33	50,00	0,97	0,49	2,13	1,08
Tubería 49	61	60	80,78	50,00	0,19	0,10	0,39	0,20
Tubería 50	61	62	67,82	62,50	0,98	0,32	2,89	0,94
Tubería 51	65	66	10,46	50,00	0,25	0,13	1,19	0,61
Tubería 52	66	67	18,46	62,50	1,09	0,36	3,75	1,22
Tubería 58	74	75	64,47	50,00	0,04	0,02	1,09	0,56
Tubería 59	75	76	82,93	50,00	0,04	0,02	0,68	0,35
Tubería 60	76	77	79,34	50,00	0,02	0,01	0,10	0,05
Tubería 61	77	78	67,38	50,00	0,02	0,01	0,10	0,05
Tubería 64	11	13	38,69	75,00	3,71	0,84	5,82	1,32
Tubería 66	18	20	47,59	50,00	0,46	0,23	0,77	0,39

Tubería 67	14	17	97,76	62,50	0,88	0,29	1,17	0,38
Tubería 68	20	30	95,81	50,00	0,28	0,14	0,27	0,14
Tubería 69	31	41	88,18	50,00	0,28	0,14	0,39	0,20
Tubería 70	30	40	96,63	50,00	0,36	0,18	0,50	0,25
Tubería 71	40	43	91,52	50,00	0,38	0,19	0,60	0,30
Tubería 72	43	51	99,65	50,00	0,23	0,12	0,39	0,20
Tubería 73	51	49	49,96	50,00	-0,12	0,06	0,03	0,01
Tubería 74	39	44	92,67	62,50	0,69	0,22	1,07	0,35
Tubería 75	44	50	99,28	62,50	0,42	0,14	0,76	0,25
Tubería 76	42B	52	101,18	50,00	0,22	0,11	0,35	0,18
Tubería 77	38	45	96,65	62,50	0,70	0,23	1,10	0,36
Tubería 78	45	79	199,38	62,50	0,33	0,23	0,63	0,20
Tubería 79	48	79	25,02	62,50	-0,01	0,00	-0,23	0,07
Tubería 80	47	53	64,63	50,00	0,00	0,00	0,84	0,43
Tubería 82	25	34	145,51	62,50	1,94	0,63	2,93	0,96
Tubería 86	62	64	81,97	62,50	0,98	0,32	2,78	0,91
Tubería 87	64	66	57,83	62,50	0,98	0,32	2,78	0,91
Tubería 88	67	69A	124,62	62,50	0,79	0,26	2,37	0,77
Tubería 89	69	73	74,79	62,50	0,35	0,11	1,49	0,48
Tubería 90	9	23	48,34	75,00	3,71	0,84	5,62	1,27
Tubería 95	13	28	94,58	75,00	1,66	0,37	2,31	0,52
Tubería 96	28	32	52,33	75,00	1,70	0,39	2,42	0,55
Tubería 98	21	10	40,83	50,00	0,54	0,27	0,86	0,44
Tubería 100	63	65	57,61	50,00	0,52	0,27	1,53	0,78
Tubería 104	46	80	41,49	62,50	0,32	0,10	0,38	0,13
Tubería 62	80	81	67,53	50,00	0,02	0,01	0,03	0,02
Tubería 42	52	51B	52,69	50,00	0,08	0,04	0,18	0,09
Tubería 93	29	33	47,70	62,50	0,70	0,23	0,95	0,31
Tubería 26A	33A	33	0,00	62,50	0,24	0,08	0,42	0,14

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo		Longitud m	Diámetro mm	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	Incial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 12	14	15A	15,62	75,00	0,11	0,02	0,79	0,18
Tubería 12A	15	15A	0,00	75,00	0,00	0,00	-0,65	0,15
Tubería 55	71	70A	49,84	50,00	0,30	0,15	0,59	0,30
Tubería 55A	70A	70	0,00	50,00	0,23	0,11	0,50	0,26
Tubería 15	20	19	103,97	50,00	0,00	0,00	0,27	0,14
Tubería 103A	45A	45	0,00	62,50	0,19	0,06	0,21	0,07
Tubería 103	80	45A	40,72	62,50	0,28	0,09	0,32	0,11
Tubería 34	41	42A	97,06	50,00	0,37	0,19	0,58	0,29
Tubería 34A	42A	42	0,00	50,00	0,37	0,19	0,52	0,26
Tubería 33	40	41	54,36	100,00	0,18	0,02	0,29	0,04
Tubería 94B	39	39A	0,00	62,50	-0,66	0,22	-1,03	0,33
Tubería 29A	37A	37	0,00	75,00	0,52	0,12	0,83	0,19
Tubería 29	36	37A	23,38	75,00	0,57	0,13	0,89	0,20
Tubería 81	34	46	91,30	62,50	1,01	0,33	1,59	0,52
Tubería 94	33	39A	49,74	62,50	0,80	0,26	1,20	0,39
Tubería 97	32	37	44,51	75,00	1,05	0,24	1,50	0,34
Tubería 23A	29B	29	0,00	62,50	0,68	0,22	1,02	0,33
Tubería 92A	29A	29	0,00	62,50	0,52	0,17	0,72	0,23
Tubería 92	18	29A	93,02	62,50	0,70	0,23	0,95	0,31
Tubería 23	28	29B	91,72	62,50	0,79	0,26	1,16	0,38
Tubería 21A	27A	27	0,00	50,00	0,96	0,49	1,45	0,74
Tubería 21	26	27A	77,85	50,00	0,96	0,49	1,50	0,76
Tubería 16A	21A	21	0,00	50,00	0,56	0,28	0,89	0,45
Tubería 16	22	21A	81,08	50,00	0,65	0,33	1,00	0,51
Tubería 65A	18A	18	0,00	62,50	0,88	0,29	1,32	0,43
Tubería 65	13	18A	96,99	62,50	1,06	0,35	1,55	0,50
Tubería 83	9	55A	112,02	75,00	3,48	0,79	7,49	1,70
Tubería 83A	55A	55	0,00	75,00	3,07	0,69	6,98	1,58
Tubería 63A	8A	8	0,00	150,00	10,85	0,61	18,74	1,06
Tubería 63	6	8A	102,03	150,00	11,05	0,63	19,00	1,08

Tubería 84	55	58	80,04	62,50	2,10	0,68	4,77	1,56
Tubería 45	56	57C	59,43	50,00	0,88	0,45	2,02	1,03
Tubería 45A	57A	57	0,00	50,00	-0,12	0,06	1,00	0,51
Tubería 46A	57B	57	0,00	50,00	0,14	0,07	-0,22	0,11
Tubería 46	58	57B	47,94	50,00	0,23	0,12	-0,11	0,05
Tubería 110	58	61	63,76	62,50	1,24	0,40	3,37	1,10
Tubería 47	58	59	53,92	50,00	0,52	0,27	1,37	0,70
Tubería 48	59	60A	69,53	50,00	0,47	0,24	1,37	0,67
Tubería 48A	60A	60	0,00	50,00	0,38	0,20	1,20	0,61
Tubería 99	60	63	138,90	50,00	0,52	0,27	1,53	0,78
Tubería 53	67	68	93,69	50,00	0,30	0,15	1,38	0,70
Tubería 101A	68	68A	0,00	50,00	0,30	0,15	1,30	0,66
Tubería 101	68A	71	103,61	50,00	0,30	0,15	0,59	0,30

Estado de las LINEAS de la Red

ID Línea	Nudo		Longitud	Diámetro	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
	inicial	final			Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
					M	mm	LPS	m/s
Tubería 54	69	70B	117,02	50,00	0,07	0,04	0,46	0,23
Tubería 54A	70B	70	0,00	50,00	-0,02	0,01	0,35	0,18
Tubería 102	70	72A	57,29	50,00	0,21	0,11	0,58	0,30
Tubería 102A	72A	72	0,00	50,00	0,10	0,05	0,44	0,23
Tubería 56A	72	72B	0,00	50,00	0,10	0,05	0,11	0,06
Tubería 56	72B	73	121,45	50,00	-0,01	0,01	-0,03	0,01
Tubería 57	73	74	74,51	62,50	0,20	0,07	1,29	0,42
Tubería 26	32	33A	95,75	62,50	0,51	0,17	0,76	0,25
Tubería 22A	28A	28	0,00	50,00	0,88	0,45	1,37	0,70
Tubería 39A	48	48A	0,00	50,00	-0,07	0,04	0,37	0,19
Tubería 42A	51A	51	0,00	50,00	0,02	0,01	0,08	0,04
Tubería 91	44A	44	0,00	62,50	0,21	0,07	0,29	0,09
Tubería 76A	42	42B	0,00	50,00	0,25	0,12	0,38	0,20
Tubería 7A	8	8B	0,00	150,00	10,85	0,61	18,65	1,06
Tubería 45B	57C	57A	0,00	50,00	-0,05	0,03	1,09	0,55
Tubería 88A	69A	69	0,00	62,50	0,65	0,21	2,23	0,73
Tubería 42B	51B	51A	0,00	50,00	0,04	0,02	0,14	0,07
Tubería 263	164	101	19,44	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 250	151	152	0,60	200,00	6,00	0,19	11,00	0,35
Tubería 10	11	12	51,21	50,00	0,09	0,05	0,09	0,05

ID Nudo	Estado de los NUDOS de la Red					
	Cota	Demanda Base	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura	Presión	Altura	Presión
			LPS	m	m	m
m						
Nudo 2	343,81	0,00	352,35	8,54	352,13	8,32
Nudo 3	319,95	0,00	352,03	32,08	351,29	31,34
Nudo 4	321,22	0,00	351,88	30,66	350,89	29,67
Nudo 5	321,44	0,06	351,80	30,36	350,68	29,24
Nudo 6	320,44	0,00	351,75	31,31	350,55	30,11
Nudo 7	320,50	0,00	351,75	31,25	350,55	30,05
Nudo 8	320,71	0,09	351,51	30,80	349,89	29,18
Nudo 9	320,75	0,00	351,43	30,68	349,68	28,93
Nudo 10	321,42	0,29	350,59	29,17	347,89	26,47
Nudo 11	321,67	0,00	350,45	28,78	349,58	25,91
Nudo 13	322,15	0,00	350,08	27,93	346,76	24,61
Nudo 14	321,98	0,00	350,03	28,05	346,61	24,63
Nudo 15	321,62	0,65	350,03	28,41	346,60	24,98
Nudo 16	321,82	0,18	349,85	28,03	346,31	24,49
Nudo 17	322,14	0,34	349,86	27,72	346,32	24,18
Nudo 18	322,45	0,09	349,84	27,39	346,29	23,84
Nudo 20	322,75	0,18	349,76	27,01	346,09	23,34
Nudo 21	323,85	0,02	350,68	26,83	348,10	24,25
Nudo 22	323,51	0,00	350,92	27,41	348,62	25,11
Nudo 23	322,19	0,00	350,96	28,77	348,71	26,52
Nudo 24	322,35	0,00	350,86	28,51	348,48	26,13
Nudo 25	322,45	0,16	350,78	28,33	348,31	25,86
Nudo 26	322,55	0,00	350,67	28,12	348,08	25,53
Nudo 27	322,78	0,00	350,20	27,42	347,06	24,28
Nudo 28	322,53	0,05	349,86	27,33	346,37	23,84
Nudo 29	323,66	0,00	349,73	26,07	346,10	22,44

Nudo 30	323,43	0,14	349,69	26,26	346,03	22,60
Nudo 31	323,75	0,00	349,65	25,90	345,95	22,20
Nudo 32	322,87	0,14	349,74	26,87	346,13	23,26
Nudo 33	323,90	0,14	349,67	25,77	346,00	22,10
Nudo 34	323,31	0,00	349,73	26,42	346,13	22,82
Nudo 35	323,07	0,36	349,71	26,64	346,09	23,02
Nudo 36	323,70	0,00	349,70	26,00	346,07	22,37
Nudo 37	324,00	0,14	349,69	25,61	346,05	21,97
Nudo 38	324,33	0,09	349,62	25,62	345,89	21,89
Nudo 39	324,66	0,09	349,59	25,26	345,85	21,52
Nudo 40	324,65	0,32	349,59	24,93	345,84	21,18
Nudo 41	325,00	0,09	349,59	24,94	345,84	21,19
Nudo 42	325,08	0,16	349,48	24,48	345,60	20,60
Nudo 43	325,03	0,32	349,48	24,40	345,60	20,52
Nudo 44	324,80	0,27	349,49	24,46	345,61	20,58
Nudo 45	324,80	0,23	349,50	24,70	345,64	20,84
Nudo 46	323,84	0,27	349,52	25,68	345,67	21,83

Estado de los NUDOS de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura m	Presión m	Altura m	Presión m
Nudo 47	325,48	0,23	349,45	23,97	345,41	19,93
Nudo 48	325,85	0,02	349,44	23,59	345,43	19,58
Nudo 49	325,83	0,00	349,43	23,60	345,47	19,64
Nudo 50	325,91	0,36	349,43	23,52	345,48	19,57
Nudo 51	326,25	0,36	349,43	23,18	345,47	19,22
Nudo 52	326,30	0,14	349,43	23,13	345,49	19,29
Nudo 53	326,30	0,10	349,45	23,15	345,10	18,80
Nudo 54	327,29	0,74	349,45	22,16	344,88	17,59
Nudo 55	319,90	0,08	350,47	30,57	345,91	26,01
Nudo 56	320,43	0,09	350,09	29,66	344,38	23,95
Nudo 57	320,60	0,02	349,78	29,18	343,05	22,45
Nudo 58	320,14	0,11	349,81	29,67	343,04	22,90
Nudo 60	319,43	0,05	349,57	30,14	341,71	22,28
Nudo 61	320,16	0,07	349,60	29,44	341,81	21,65
Nudo 62	320,09	0,11	349,45	29,36	340,82	20,73
Nudo 63	318,56	0,00	349,28	30,72	339,80	21,24
Nudo 64	319,31	0,00	349,28	29,97	339,70	20,39
Nudo 65	319,80	0,27	349,16	29,36	339,01	19,21
Nudo 66	319,95	0,14	349,15	29,20	338,92	18,97
Nudo 67	320,03	0,00	349,11	29,08	338,49	18,46
Nudo 68	320,50	0,08	349,03	28,53	337,41	16,91
Nudo 69	319,75	0,23	348,92	29,17	337,21	17,46
Nudo 70	321,00	0,27	348,91	27,91	337,01	16,01
Nudo 71	321,00	0,00	348,95	27,95	337,14	16,14
Nudo 72	320,75	0,33	348,89	28,14	336,87	16,12
Nudo 73	318,92	0,14	348,89	29,97	336,87	17,95

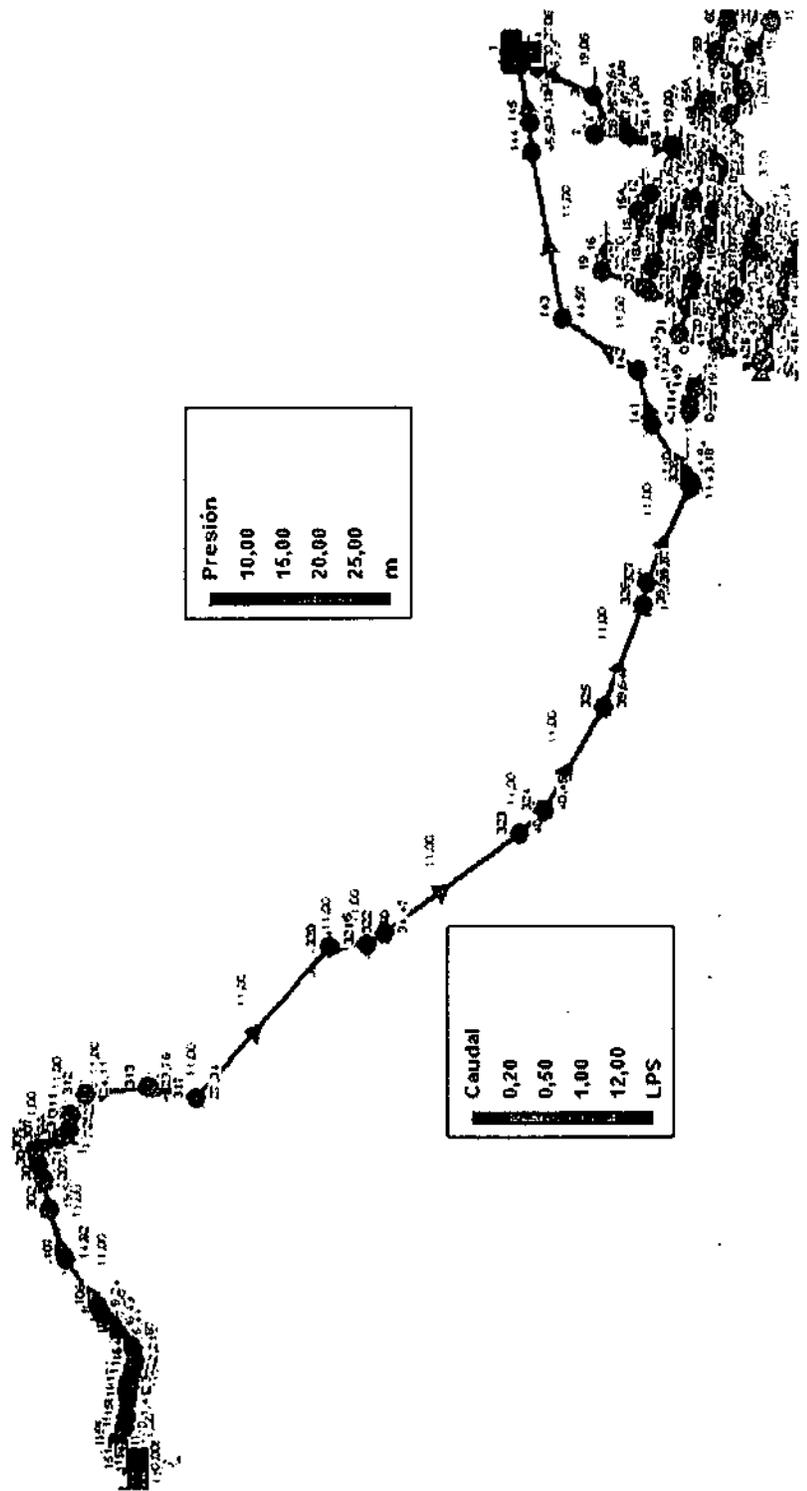
Nudo 74	317,92	0,16	348,88	30,96	336,61	18,69
Nudo 75	317,24	0,41	348,88	31,64	336,12	18,88
Nudo 76	317,46	0,02	348,88	31,42	335,85	18,39
Nudo 77	317,12	0,00	348,88	31,76	335,84	18,72
Nudo 78	316,30	0,02	348,87	32,57	335,84	19,54
Nudo 79	325,65	0,32	349,44	23,79	345,44	19,79
Nudo 80	323,50	0,02	349,51	26,01	345,65	22,15
Nudo 81	323,20	0,02	349,51	26,31	345,65	22,45
Nudo 59	319,38	0,05	349,69	30,31	342,43	23,05
Nudo 33A	323,90	0,27	349,67	25,77	346,00	22,10
Nudo 15A	321,62	0,11	350,03	28,41	346,60	24,98
Nudo 70A	321,00	0,07	348,91	27,91	337,01	16,01
Nudo 19	322,05	0,27	349,76	27,71	346,02	23,97
Nudo 45A	324,80	0,09	349,50	24,70	345,64	20,84
Nudo 42A	325,00	0,06	349,48	24,48	345,60	20,60
Nudo 39A	324,33	0,14	349,59	25,26	345,85	21,52
Nudo 37A	324,08	0,05	349,69	25,61	346,05	21,97

Estado de los NUDOS de la Red

	Cota	Demanda Base	POBLACION ACTUAL		POBLACION FUTURA	
			Altura	Presión	Altura	Presión
Nudo 29A	323,66	0,18	349,73	26,07	346,10	22,44
Nudo 29B	323,66	0,11	349,73	26,07	346,10	22,44
Nudo 27A	322,78	0,05	350,20	27,42	347,06	24,28
Nudo 21A	323,85	0,09	350,68	26,83	348,10	24,25
Nudo 18A	322,45	0,18	349,84	27,39	346,29	23,84
Nudo 55A	319,90	0,41	350,47	30,57	345,91	26,01
Nudo 8A	320,71	0,20	351,51	30,80	349,89	29,18
Nudo 57A	320,60	0,07	349,78	29,18	343,05	22,45
Nudo 57B	320,60	0,09	349,78	29,18	343,05	22,45
Nudo 60A	319,43	0,09	349,57	30,14	341,71	22,28
Nudo 60B	320,50	0,71	349,03	28,53	337,41	16,91
Nudo 70B	321,00	0,09	348,91	27,91	337,01	16,01
Nudo 72A	320,75	0,11	348,89	28,14	336,87	16,12
Nudo 72B	320,75	0,11	348,89	28,14	336,87	16,12
Nudo 28A	322,53	0,08	349,86	27,33	346,37	23,84
Nudo 48A	325,85	0,12	349,44	23,59	345,43	19,58
Nudo 51A	326,25	0,02	349,43	23,18	345,47	19,22
Nudo 44A	325,03	0,12	349,49	24,46	345,61	20,58
Nudo 42B	325,00	0,03	349,48	24,48	345,60	20,60
Nudo 8B	320,71	0,11	351,51	30,80	349,89	29,18
Nudo 57C	320,60	0,93	349,78	29,18	343,05	22,45
Nudo 69A	319,75	0,14	348,92	29,17	337,21	17,46
Nudo 51B	326,25	0,04	349,43	23,18	345,47	19,22
Nudo 12	321,47	0,09	350,44	28,97	347,58	26,11
Embalse 151	371,91	0,00	371,91	0,00	371,91	0,00
Depósito 1	350,40	0,00	352,40	2,00	352,27	1,87

ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE
MODELACION HIDRAULICA

DISEÑO DE CONDUCCION Y REDES DE DISTRIBUCION ANEXO No. 3



EMCASERVICIOS S.A. E.S.P
MUNICIPIO DE PIAMONTE - CAUCA

ANEXO No. 4

SISTEMA DE ACUEDUCTO
CABECERA MUNICIPAL DE PIAMONTE

CUADRO DE AREAS Y CAUDALES
REDES DE DISTRIBUCION

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION Y CAUDAL

PIAMONTE AÑO 2.015

No. AREA	AREA DE CONSUMO		No. VIVIENDAS	No. LOTES	No. POBLACION AJUSTADA	POBLACION (1,1696)	DENSIDAD POBLACIONAL Hab/Ha	Vn/Ha	ÍNDICE DE SATURACIÓN	CAUDAL MAXIMO DIARIO	PUNTO DE CONSUMO
	(m ²)	(Ha)									
1	39.151	3,92	0	20	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	54
2	5.357	0,54	0	3	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	53
3	13.299	1,33	10	12	45	52,6	33,8	7,5	83,33 %	0,23	47
4	9.929	0,99	1	1	5	5,3	4,5	1,0	100,00 %	0,02	48
5	3.192	0,32	1	1	5	5,3	14,1	3,1	100,00 %	0,02	51
6	4.913	0,49	14	15	63	73,7	128,2	28,5	93,33 %	0,32	79
7	5.073	0,51	16	18	72	84,2	141,9	31,5	88,89 %	0,36	50
8	4.351	0,44	16	18	72	84,2	165,5	36,8	88,89 %	0,36	51
9	3.574	0,36	6	9	27	31,6	75,6	16,8	66,67 %	0,14	52
10	971	0,10	4	5	18	21,1	185,4	41,2	80,00 %	0,09	45
11	1.073	0,11	1	1	5	5,3	42,0	9,3	100,00 %	0,02	80
12	7.845	0,78	12	12	54	63,2	68,8	15,3	100,00 %	0,27	46
13	1.651	0,17	1	9	5	5,3	27,2	6,1	11,11 %	0,02	81
14	3.700	0,37	10	11	45	52,6	121,6	27,0	90,91 %	0,23	45
15	4.331	0,43	12	12	54	63,2	124,7	27,7	100,00 %	0,27	44
16	4.232	0,42	14	16	63	73,7	148,9	33,1	87,50 %	0,32	43

17	3.004	0,30	7	8	32	36,8	104,9	23,3	87,50 %	0,16	42
18	3.387	0,34	0	1	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	42
19	3.130	0,31	4	8	18	21,1	57,5	12,8	50,00 %	0,09	41
20	4.580	0,46	14	16	63	73,7	137,6	30,6	87,50 %	0,32	40
21	1.741	0,17	6	6	27	31,6	155,1	34,5	100,00 %	0,14	39
22	1.347	0,13	4	4	18	21,1	133,6	29,7	100,00 %	0,09	39
23	1.332	0,13	4	4	18	21,1	135,1	30,0	100,00 %	0,09	38
24	2.361	0,24	2	5	9	10,5	38,1	8,5	40,00 %	0,05	37
25	11.399	1,14	16	16	72	84,2	63,2	14,0	100,00 %	0,36	35
26	1.731	0,17	6	6	27	31,6	156,0	34,7	100,00 %	0,14	37
27	3.015	0,30	12	12	54	63,2	179,1	39,8	100,00 %	0,27	33
28	1.811	0,18	6	6	27	31,6	149,1	33,1	100,00 %	0,14	33
29	1.940	0,19	5	6	23	26,3	116,0	25,8	83,33 %	0,11	29
30	1.872	0,19	6	6	27	31,6	144,2	32,0	100,00 %	0,14	32
31	1.835	0,18	6	8	27	31,6	147,1	32,7	75,00 %	0,14	30
32	2.841	0,28	8	8	36	42,1	126,7	28,2	100,00 %	0,18	29
33	5.971	0,60	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	29
34	5.008	0,50	2	2	9	10,5	18,0	4,0	100,00 %	0,05	28
35	2.670	0,27	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	27
36	2.082	0,21	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	27
37	4.308	0,43	7	7	32	36,8	73,1	16,2	100,00 %	0,16	25
38	1.882	0,19	4	5	18	21,1	96,7	21,3	80,00 %	0,09	21

39	1.119	0,11	1	1	5,3	40,2	8,9	100,00 %	0,02	21
40	1.925	0,19	8	9	42,1	187,0	41,6	88,89 %	0,18	20
41	1.127	0,11	4	4	21,1	159,8	35,5	100,00 %	0,09	18
42	2.549	0,25	8	8	42,1	141,2	31,4	100,00 %	0,18	38
43	1.955	0,20	8	8	42,1	184,2	40,9	100,00 %	0,18	16

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION y CAUDAL

No. AREA	AREA DE CONSUMO		DOTACIÓN	DOTACIÓN	ÁREA	POBLACIÓN	CAUDAL	OBSERVACIONES
	(m ²)	(Ha)	PUNTUAL L/pers./día	PUNTUAL L/m ² /día	EDIFICIO m ²	PUNTUAL Hab	PUNTUAL L/s	
1	39.151	3,92						Area Expansión No. 1
2	5.357	0,54						Area Expansión No. 1
3	13.299	1,33						
4	9.929	0,99	350			30	0,12	Estación de Policía
5	3.192	0,32	250			15	0,04	Ancianato
6	4.913	0,49						
7	5.073	0,51						
8	4.351	0,44						
9	3.574	0,36						
10	971	0,10						
11	1.073	0,11						
12	7.845	0,78						
13	1.651	0,17						
14	3.700	0,37						
15	4.331	0,43		15	700		0,12	Galería
16	4.232	0,42						
17	3.004	0,30						
18	3.387	0,34	50			50	0,03	Polideportivo - Area expansión No. 2
19	3.130	0,31						
20	4.580	0,46						
21	1.741	0,17						
22	1.347	0,13						
23	1.332	0,13						
24	2.361	0,24						

25	11.399	1,14				
26	1.731	0,17				
27	3.015	0,30				
28	1.811	0,18				
29	1.940	0,19				
30	1.872	0,19				
31	1.835	0,18				
32	2.841	0,28				
33	5.971	0,60				Parque central - Area libre
34	5.008	0,50	90	80	0,08	Alcaldía y Casa de la cultura
35	2.670	0,27				
36	2.082	0,21				Zona verde - Area libre
37	4.308	0,43				
38	1.882	0,19				
39	1.119	0,11				
40	1.925	0,19				Incluye 1 vivienda fuera de área urb.
41	1.127	0,11				
42	2.549	0,25				
43	1.955	0,20				

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION y CAUDAL

PIAMONTE AÑO 2.040									
No. AREA	AREA DE CONSUMO		POBLACIÓN		No. VIVIENDAS	DENSIDAD		CAUDAL MAXIMO DIARIO	PUNTO DE CONSUMO
	(m ²)	(Ha)	POBLACIÓN	AJUSTADA (1,3162)		Hab / Ha	Viv / Ha		
1	39.151	3,92	137,4	180,9	40	46,2	10,2	0,74	54
2	5.357	0,54	18,8	24,7	5	46,2	9,3	0,10	53
3	13.299	1,33	52,6	69,3	15	62,1	11,3	0,28	47
4	9.929	0,99	34,9	45,9	10	46,3	10,1	0,19	48
5	3.192	0,32	11,2	14,7	3	46,2	9,4	0,06	51
6	4.913	0,49	73,7	97,0	22	197,4	44,8	0,40	46
7	5.073	0,51	84,2	110,8	25	218,5	49,3	0,45	44
8	4.351	0,44	84,2	110,8	25	254,7	57,5	0,45	43
9	3.574	0,36	31,6	41,6	9	116,3	25,2	0,17	42
10	971	0,10	21,1	27,7	6	285,4	61,8	0,11	45
11	1.073	0,11	5,3	6,9	2	64,5	18,6	0,03	80
12	7.845	0,78	63,2	83,1	18	106,0	22,9	0,34	46
13	1.651	0,17	5,8	7,6	2	46,2	12,1	0,03	81
14	3.700	0,37	52,6	69,3	15	187,2	40,5	0,28	38
15	4.331	0,43	63,2	83,1	18	191,9	41,6	0,34	39
16	4.232	0,42	73,7	97,0	22	229,2	52,0	0,40	40
17	3.004	0,30	36,8	48,5	11	161,4	36,6	0,20	41
18	3.387	0,34	11,9	15,7	3	46,2	8,9	0,06	41
19	3.130	0,31	21,1	27,7	6	88,5	19,2	0,11	41
20	4.580	0,46	73,7	97,0	22	211,7	48,0	0,40	40
21	1.741	0,17	31,6	41,6	9	238,8	51,7	0,17	39
22	1.347	0,13	21,1	27,7	6	205,7	44,5	0,11	39
23	1.332	0,13	21,1	27,7	6	208,0	45,0	0,11	38
24	2.361	0,24	10,5	13,9	3	58,7	12,7	0,06	37

25	11.399	1,14	84,2	110,8	25	97,2	21,9	0,45	25
26	1.731	0,17	31,6	41,6	9	240,2	52,0	0,17	37
27	3.015	0,30	63,2	83,1	18	275,7	59,7	0,34	33
28	1.811	0,18	31,6	41,6	9	229,5	49,7	0,17	33
29	1.940	0,19	26,3	34,6	8	178,6	41,2	0,14	29
30	1.872	0,19	31,6	41,6	9	222,1	48,1	0,17	32
31	1.835	0,18	31,6	41,6	9	226,5	49,0	0,17	20
32	2.841	0,28	42,1	55,4	12	195,1	42,2	0,23	29
33	5.971	0,60	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	29
34	5.008	0,50	17,6	23,2	5	46,3	10,0	0,09	28
35	2.670	0,27	9,4	12,4	3	46,3	11,2	0,05	27
36	2.082	0,21	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	27
37	4.308	0,43	36,8	48,5	11	112,6	25,5	0,20	25
38	1.882	0,19	21,1	27,7	6	147,2	31,9	0,11	21
39	1.119	0,11	5,3	6,9	2	61,8	17,9	0,03	21
40	1.925	0,19	42,1	55,4	12	287,9	62,3	0,23	20
41	1.127	0,11	21,1	27,7	6	245,9	53,3	0,11	18
42	2.549	0,25	42,1	55,4	12	217,5	47,1	0,23	18
43	1.955	0,20	42,1	55,4	12	283,5	61,4	0,23	16

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION y CAUDAL

PIAMONTE AÑO 2.015											
No. AREA	AREA DE CONSUMO		No. VIVIENDAS	No. LOTES	POBLACIÓN	POBLACIÓN	DENSIDAD		ÍNDICE DE SATURACIÓN	CAUDAL	PUNT CONSI
	(m ²)	(Ha)				AJUSTADA (1,1696)	Hab / Ha	Viv / Ha		MAXIMO DIARIO L/s	
44	4.565	0,46	15	15	68	79,0	147,9	32,9	100,00 %	0,34	1
45	1.973	0,20	5	5	23	26,3	114,0	25,3	100,00 %	0,11	1
46	1.084	0,11	4	4	18	21,1	166,0	36,9	100,00 %	0,09	1
47	4.645	0,46	13	15	59	68,4	125,9	28,0	86,67 %	0,29	1
48	14.463	1,45	0	7	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	1
49	34.445	3,44	0	17	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	1
50	10.191	1,02	9	13	41	47,4	39,7	8,8	69,23 %	0,20	8
51	2.980	0,30	0	1	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	5
52	4.986	0,50	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	8
53	5.376	0,54	18	19	81	94,7	150,7	33,5	94,74 %	0,41	5
54	7.529	0,75	0	0	0	0,0	0,0	0,0		0,00	
55	2.596	0,26	4	4	18	21,1	69,3	15,4	100,00 %	0,09	5
56	5.287	0,53	5	5	23	26,3	42,6	9,5	100,00 %	0,11	5
57	4.320	0,43	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	5
58	41.367	4,14	1	1	5	5,3	1,1	0,2	100,00 %	0,02	5
59	899	0,09	3	3	14	15,8	150,2	33,4	100,00 %	0,07	5
60	1.912	0,19	4	4	18	21,1	94,2	20,9	100,00 %	0,09	5
61	2.612	0,26	3	3	14	15,8	51,7	11,5	100,00 %	0,07	6
62	2.201	0,22	2	3	9	10,5	40,9	9,1	66,67 %	0,05	5
63	4.095	0,41	4	7	18	21,1	44,0	9,8	57,14 %	0,09	6
64	946	0,09	2	3	9	10,5	95,1	21,1	66,67 %	0,05	6
65	5.566	0,56	0	0	0	0,0	0,0	0,0		0,00	6
66	5.446	0,54	12	14	54	63,2	99,2	22,0	85,71 %	0,27	6
67	37.669	3,77	0	19	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	6

68	11.638	1,16	6	8	27	31,6	23,2	5,2	75,00 %	0,14	6
69	4.118	0,41	0	5	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	6
70	14.243	1,42	0	7	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	7
71	3.233	0,32	3	6	14	15,8	41,8	9,3	50,00 %	0,07	7
72	11.324	1,13	10	16	45	52,6	39,7	8,8	62,50 %	0,23	6
73	4.733	0,47	4	10	18	21,1	38,0	8,5	40,00 %	0,09	7
74	17.219	1,72	0	9	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	7
75	2.429	0,24	5	6	23	26,3	92,6	20,6	83,33 %	0,11	7
76	5.683	0,57	5	14	23	26,3	39,6	8,8	35,71 %	0,11	7
77	3.284	0,33	6	12	27	31,6	82,2	18,3	50,00 %	0,14	7
78	3.322	0,33	7	10	32	36,8	94,8	21,1	70,00 %	0,16	7
79	21.548	2,15	0	11	0	0,0	0,0	0,0	0,00 %	0,00	7
80	30.882	3,09	1	15	5	5,3	1,5	0,3	6,67 %	0,02	7
81	5.282	0,53	1	3	5	5,3	8,5	1,9	33,33 %	0,02	7
SUMAS	536.654	53,67	418	627	1.881	2.200	35,1	7,8		9,48	

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION y CAUDAL

No. AREA	AREA DE CONSUMO		DOTACIÓN	DOTACIÓN	ÁREA	POBLACIÓN	CAUDAL	OBSERVACIONES
	(m ²)	(Ha)	PUNTUAL L/pers./día	PUNTUAL L/m ² /día	EDIFICIO m ²	PUNTUAL Hab	PUNTUAL L/s	
44	4.565	0,46						
45	1.973	0,20						
46	1.084	0,11						
47	4.645	0,46						
48	14.463	1,45						Area de Expansión No. 3
49	34.445	3,44						Area de Expansión No. 3
50	10.191	1,02		5	1.850		0,11	Discoteca y matadero
51	2.980	0,30						Planta energía - Area expansión No. 4
52	4.986	0,50						Area de Expansión No. 4
53	5.376	0,54						Supermercado y calle principal
54	7.529	0,75						Pantano - Area libre
55	2.596	0,26						
56	5.287	0,53						Iglesia
57	4.320	0,43						Area de Expansión No. 4
58	41.367	4,14	50			1.600	0,93	Colegio Piamonte
59	899	0,09						
60	1.912	0,19						
61	2.612	0,26						
62	2.201	0,22						
63	4.095	0,41						
64	946	0,09						
65	5.566	0,56						Cancha múltiple - Area libre
66	5.446	0,54						
67	37.669	3,77						Area de Expansión No. 5

Tabla 5.3 - AREAS DE CONSUMO, POBLACION y CAUDAL

PIAMONTE AÑO 2.040									
No. AREA	AREA DE CONSUMO		POBLACIÓN		No. VIVIENDAS	DENSIDAD		CAUDAL MAXIMO DIARIO	PUNTO DE CONSUMO
	(m ²)	(Ha)	POBLACIÓN	AJUSTADA		Hab / Ha	Vlv / Ha		
				(1,3162)				L / s	
44	4.565	0,46	79,0	103,9	23	227,6	50,4	0,43	15
45	1.973	0,20	26,3	34,6	8	175,6	40,5	0,14	15
46	1.084	0,11	21,1	27,7	6	255,6	56,3	0,11	12
47	4.645	0,46	68,4	90,1	20	193,9	43,1	0,37	8
48	14.463	1,45	50,8	66,9	15	46,2	10,4	0,27	19
49	34.445	3,44	120,9	159,1	35	46,2	10,2	0,65	15
50	10.191	1,02	47,4	62,4	14	61,2	13,7	0,26	8
51	2.980	0,30	10,5	13,8	3	46,4	10,1	0,06	5
52	4.986	0,50	17,5	23,0	5	46,2	10,0	0,09	8
53	5.376	0,54	94,7	124,7	28	232,0	52,1	0,51	55
54	7.529	0,75	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	
55	2.596	0,26	21,1	27,7	6	106,7	23,1	0,11	56
56	5.287	0,53	26,3	34,6	8	65,5	15,1	0,14	55
57	4.320	0,43	15,2	20,0	4	46,3	9,3	0,08	55
58	41.367	4,14	145,2	191,1	42	46,2	10,2	0,78	57
59	899	0,09	15,8	20,8	5	231,1	56,6	0,09	56
60	1.912	0,19	21,1	27,7	6	144,9	31,4	0,11	58
61	2.612	0,26	15,8	20,8	5	79,6	19,1	0,09	58
62	2.201	0,22	10,5	13,9	3	63,0	13,6	0,06	59
63	4.095	0,41	21,1	27,7	6	67,7	14,7	0,11	60
64	946	0,09	10,5	13,9	3	146,5	31,7	0,06	60
65	5.566	0,56	19,5	25,7	6	46,1	10,8	0,11	61
66	5.446	0,54	63,2	83,1	18	152,6	33,1	0,34	60
67	37.669	3,77	132,2	174,0	39	46,2	10,4	0,71	68

68	11.638	1,16	40,8	53,7	12	46,1	10,3	0,22	66
69	4.118	0,41	14,5	19,1	4	46,3	9,7	0,08	67
70	14.243	1,42	50,0	65,8	15	46,2	10,5	0,27	70
71	3.233	0,32	15,8	20,8	5	64,3	15,5	0,09	70
72	11.324	1,13	52,6	69,3	15	61,2	13,2	0,28	67
73	4.733	0,47	21,1	27,7	6	58,5	12,7	0,11	69
74	17.219	1,72	60,4	79,5	18	46,2	10,5	0,33	72
75	2.429	0,24	26,3	34,6	8	142,6	32,9	0,14	70
76	5.683	0,57	26,3	34,6	8	61,0	14,1	0,14	73
77	3.284	0,33	31,6	41,6	9	126,6	27,4	0,17	69
78	3.322	0,33	36,8	48,5	11	146,0	33,1	0,20	73
79	21.548	2,15	75,6	99,5	22	46,2	10,2	0,41	74
80	30.882	3,09	108,4	142,7	32	46,2	10,4	0,58	76
81	5.282	0,53	18,5	24,4	5	46,1	9,5	0,10	77
SUMAS	536.654	53,67	3.253	4.282	949	79,8	17,7	17,5	

Página 1

03/05/2017 15:23:00

```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad           *
*                               de Redes Hidráulicas a Presión           *
*                               Versión 2.0 Ve                             *
*                               Traducido por:                             *
*                               Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *
*                               Universidad Politécnica de Valencia       *
*****

```

Archivo de Entrada: PIAMONTE DISTRIBUCION.netOpcion2.net

Scenario: Base

Date: 23/04/2017 02:51:36 p. m.

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-10	J-1	J-8	30.0677111350202	155.32
P-11	J-8	J-9	19.901668842697	155.32
P-12	J-9	J-10	27.7585046363416	82.04
P-13	J-10	J-11	118.162584339273	105.52
P-14	J-11	J-12	92.2655121755249	105.52
P-16	J-13	J-14	49.8294586478642	67.45
P-17	J-14	J-15	45.0052137639214	67.45
P-18	J-15	J-16	91.0068580768379	67.45
P-19	J-16	J-17	45.4263065509577	67.45
P-20	J-17	J-18	47.1566744453414	67.45
P-21	J-18	J-19	88.5267181848046	67.45
P-22	J-19	J-20	108.567234917677	67.45
P-23	J-20	J-21	38.8771034952472	67.45
P-25	J-21	J-23	94.8942211806673	67.45
P-26	J-23	J-24	92.1655340393132	67.45
P-27	J-24	J-25	40.7507835203543	105.52
P-28	J-25	J-26	43.8613303509207	82.04
P-29	J-26	J-27	49.7296510451053	82.04
P-30	J-27	J-28	90.0499894376208	82.04
P-31	J-28	J-29	45.839351544054	82.04
P-33	J-30	J-11	45.0990155749437	67.45
P-34	J-31	J-32	98.4786528122744	55.70
P-35	J-32	J-33	91.4521285642147	55.70
P-36	J-33	J-34	92.3411270708839	55.70
P-37	J-34	J-35	87.440865007538	55.70
P-38	J-35	J-36	94.322550281524	55.70
P-39	J-36	J-37	132.894960424632	67.45
P-40	J-37	J-38	99.6501509863824	105.52
P-41	J-38	J-39	56.6792228123526	67.45
P-42	J-39	J-40	53.1503368861487	67.45
P-43	J-40	J-41	45.7227264829495	67.45
P-44	J-41	J-42	48.3393904597643	67.45

PBgina 2

Scenario: Base

Tabla LÍnea - Nudo: (continuaci3n)

ID LÍnea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-45	J-42	J-43	45.1031045153827	67.45
P-46	J-44	J-45	43.9110625045687	67.45
P-47	J-45	J-46	46.9503095451976	67.45
P-48	J-46	J-47	46.6432040255953	67.45
P-49	J-47	J-48	53.1094495489991	67.45
P-50	J-48	J-49	56.1815160651515	67.45
P-52	J-52	J-53	43.7217662765483	105.52
P-53	J-53	J-54	44.7952370933307	105.52
P-54	J-52	J-50	90.2442001358417	105.52
P-55	J-50	J-44	53.7327888922022	105.52
P-56	J-44	J-43	87.6092522263658	105.52
P-57	J-50	J-55	43.7924715929241	67.45
P-58	J-55	J-51	46.0687204825084	67.45
P-59	J-53	J-55	91.1593018629775	67.45
P-60	J-55	J-45	53.8323300768336	67.45
P-61	J-45	J-42	87.04593656022	67.45
P-62	J-42	J-56	95.1777808190571	67.45
P-63	J-56	J-57	73.6188241402312	67.45
P-64	J-54	J-51	91.2943307032233	105.52
P-65	J-51	J-46	53.7130825629963	67.45
P-66	J-46	J-41	87.5164023653161	67.45
P-67	J-41	J-58	92.9184289977759	67.45
P-68	J-58	J-59	75.2394793166121	67.45
P-69	J-60	J-47	52.129232543975	67.45
P-70	J-47	J-40	87.2003231537224	67.45
P-71	J-61	J-48	52.910119781087	67.45
P-72	J-48	J-39	86.2768811980593	67.45
P-73	J-39	J-62	92.7502942578884	67.45
P-74	J-63	J-49	52.4955685707059	105.52
P-75	J-49	J-38	87.2489857830862	105.52
P-76	J-51	J-60	47.4907541333748	105.52
P-77	J-60	J-61	53.0592259664795	105.52
P-78	J-61	J-63	55.8137282417087	105.52
P-79	J-56	J-64	49.2844282058519	67.45
P-80	J-64	J-65	77.8850284661951	67.45
P-81	J-65	J-66	78.8946153343708	67.45
P-82	J-66	J-67	45.3184573732055	67.45
P-83	J-64	J-68	46.2380493521654	105.52
P-84	J-68	J-43	46.2045714360784	105.52
P-85	J-68	J-69	78.77494830736	67.45
P-86	J-69	J-70	78.4460207739093	67.45
P-87	J-70	J-71	44.9243857012972	67.45
P-88	J-43	J-72	82.1675439583814	105.52
P-89	J-72	J-73	78.1928674245399	105.52
P-90	J-73	J-74	45.5232926075116	105.52
P-91	J-75	J-76	77.2074048523854	67.45
P-92	J-76	J-77	79.07307846078	67.45

Página 3

Scenario: Base

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-93	J-77	J-78	45.3469775822081	67.45
P-94	J-64	J-75	46.7620142229141	105.52
P-95	J-76	J-65	48.2868866454785	67.45
P-96	J-65	J-69	45.8140747290584	67.45
P-97	J-69	J-72	44.4447519927041	67.45
P-98	J-77	J-66	48.1276640050999	67.45
P-99	J-66	J-70	45.4326479962638	67.45
P-100	J-70	J-73	44.660417249808	67.45
P-101	J-74	J-71	44.5167133001727	105.52
P-102	J-71	J-67	45.4365921761151	105.52
P-103	J-67	J-78	48.1541276854759	105.52
P-104	J-78	J-79	103.019988065854	105.52
P-105	J-79	J-80	80.9412491190224	105.52
P-106	J-80	J-81	40.0783689771819	67.45
P-107	J-81	J-82	37.9276559020097	67.45
P-108	J-82	J-83	37.7358129641908	67.45
P-109	J-83	J-84	83.9370289507518	55.70
P-110	J-84	J-85	96.5457212275937	105.52
P-111	J-85	J-86	95.7968403490393	55.70
P-112	J-86	J-62	100.518337091649	67.45
P-113	J-62	J-58	98.4116972141453	67.45
P-114	J-58	J-56	47.8222321741127	67.45
P-115	J-37	J-62	57.267118422263	67.45
P-116	J-75	J-87	30.5627833546753	105.52
P-117	J-87	J-88	32.0198797673018	105.52
P-118	J-88	J-85	80.6665951337506	105.52
P-119	J-37	J-89	66.7628313731356	105.52
P-120	J-89	J-90	49.9113800468403	105.52
P-122	J-91	J-92	31.9524554345841	67.45
P-123	J-91	J-93	108.550907722458	67.45
P-124	J-93	J-94	90.9350905432004	67.45
P-125	J-94	J-95	138.321975914077	67.45
P-126	J-95	J-96	26.8452483818839	67.45
P-127	J-96	J-97	45.8828771069469	67.45
P-129	J-98	J-9	20.9011891073551	155.32
P-130	J-97	J-99	62.1494828224856	155.32
P-131	J-99	J-98	47.4009222246997	155.32
P-133	J-29	J-101	20.6541235530325	82.04
P-134	J-101	J-30	43.5949127241051	67.45
P-135	J-99	J-101	133	67.45
P-136	J-98	J-30	132.720101932068	67.45
P-137	J-12	J-102	44.366333614934	105.52
P-138	J-102	J-13	18.3743548570436	105.52
P-139	J-30	J-102	90.9923796765051	67.45
P-140	J-29	J-14	90.3632868901213	67.45
P-141	J-80	J-103	58.8946621784861	105.52
P-142	J-103	J-104	52.5118581970141	105.52

Página 4

Scenario: Base

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-143	J-104	J-105	39.0779662334594	67.45
P-144	J-105	J-106	39.2077293415213	67.45
P-145	J-106	J-32	55.5788482663763	67.45
P-146	J-81	J-104	89.9941293695825	67.45
P-147	J-82	J-105	91.1498183918258	67.45
P-148	J-105	J-107	39.798578005866	67.45
P-149	J-107	J-104	56.0885389900882	105.52
P-150	J-107	J-108	42.6344785575521	105.52
P-151	J-108	J-106	44.0650013304673	67.45
P-152	J-106	J-83	94.3046547652596	67.45
P-153	J-108	J-31	75.4707707578853	105.52
P-154	J-31	J-13	44.9969650136041	105.52
P-155	J-90	J-109	22.7407621504749	105.52
P-157	J-109	J-110	44.3494819098655	105.52
P-159	J-111	J-112	109.793338880949	67.45
P-161	J-113	J-114	174.194813031773	67.45
P-162	J-114	J-115	28.4620770846034	67.45
P-163	J-115	J-116	57.1707120571979	67.45
P-164	J-116	J-97	106.330509280462	105.52
P-165	J-15	J-28	91.3443674914891	67.45
P-166	J-28	J-117	37.3223673156528	82.04
P-167	J-117	J-118	48.2509500212914	67.45
P-169	J-119	J-120	38.7469070991382	67.45
P-171	J-121	J-27	53.1302468698405	67.45
P-172	J-121	J-95	90.8178605496885	67.45
P-173	J-97	J-119	90.7452826328998	82.04
P-174	J-120	J-96	90.9372874743902	67.45
P-175	J-116	J-122	22.4079493685344	67.45
P-176	J-122	J-123	54.3374815085884	67.45
P-177	J-123	J-124	45.4645578051778	67.45
P-178	J-124	J-115	56.1402577690728	67.45
P-180	J-125	J-126	78.1849134774769	105.52
P-181	J-126	J-127	33.6053722814944	105.52
P-182	J-127	J-128	98.388522881679	105.52
P-183	J-128	J-129	82.3586148823135	67.45
P-184	J-129	J-130	65.9599042619705	67.45
P-185	J-130	J-123	69.6725752712669	67.45
P-186	J-130	J-126	65.0731041496442	67.45
P-187	J-128	J-131	85.1491383938001	105.52
P-188	J-131	J-132	87.3292801751087	105.52
P-189	J-132	J-133	70.3567073094356	105.52
P-190	J-133	J-134	58.2566760907088	105.52
P-191	J-134	J-135	139.484664160259	105.52
P-192	J-135	J-136	134.265766231984	105.52
P-193	J-136	J-137	12.9778953479727	105.52
P-194	J-135	J-138	78.3838963578735	105.52
P-195	J-138	J-139	92.1884332116632	105.52

Página 5

Scenario: Base

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-196	J-139	J-140	33.7100109880925	105.52
P-197	J-140	J-141	91.1918464382449	67.45
P-198	J-141	J-138	35.3128151240444	67.45
P-199	J-141	J-142	21.9601430748865	67.45
P-200	J-142	J-143	93.5447694216115	67.45
P-201	J-143	J-140	23.6955889040057	105.52
P-202	J-142	J-144	112.821400491276	67.45
P-203	J-144	J-145	65.1946946933327	67.45
P-204	J-145	J-146	70.6810837319197	67.45
P-205	J-146	J-132	64.9989540499965	67.45
P-206	J-146	J-147	46.7366473615889	67.45
P-207	J-147	J-148	71.2577609676061	105.52
P-208	J-148	J-145	51.8167238964655	67.45
P-209	J-145	J-133	65.9565816476012	67.45
P-210	J-144	J-134	72.4949153665365	67.45
P-211	J-143	J-148	192.795178370528	105.52
P-212	J-131	J-149	107.844827936295	67.45
P-213	J-149	J-147	102.275100748541	105.52
P-214	J-149	J-150	38.902985883521	105.52
P-215	J-150	J-151	83.4389756019327	105.52
P-216	J-151	J-128	134.894435535725	67.45
P-217	J-151	J-152	62.9640693155124	105.52
P-218	J-152	J-153	211.897724513288	67.45
P-219	J-112	J-154	52.3056048466683	67.45
P-220	J-154	J-113	39.0510041127083	67.45
P-222	J-112	J-155	65.1443244730339	67.45
P-223	J-153	J-156	24.2623070459387	67.45
P-224	J-156	J-154	62.9237902465339	67.45
P-225	J-155	J-156	57.0555691984023	67.45
P-226	J-155	J-157	59.3664272605136	67.45
P-227	J-157	J-158	63.4998502905167	67.45
P-228	J-158	J-153	54.5244600135815	67.45
P-229	J-152	J-159	160.852036057577	105.52
P-230	J-159	J-158	81.4734351407322	67.45
P-231	J-159	J-160	65.5282697264372	105.52
P-232	J-160	J-161	101.906574525984	105.52
P-233	J-161	J-162	35.7181380870445	105.52
P-234	J-162	J-163	114.962792587002	105.52
P-235	J-163	J-110	147.871279050597	105.52
P-236	J-110	J-164	52.3122092584307	67.45
P-237	J-164	J-111	77.3895066206471	67.45
P-238	J-164	J-165	64.0772899507162	67.45
P-239	J-165	J-166	38.9565323514214	67.45
P-241	J-161	J-167	43.8293972995134	67.45
P-242	J-167	J-168	34.9048274750946	67.45
P-243	J-168	J-169	38.4129348782244	67.45
P-244	J-169	J-111	62.062495113047	67.45

Página 6

Scenario: Base

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
P-245	J-157	J-168	109.798747103167	67.45
P-246	J-160	J-157	80.8476299092514	67.45
P-247	J-165	J-169	73.3314637431408	67.45
P-248	J-166	J-168	60.269570356915	67.45
P-249	J-166	J-170	34.3211588739153	67.45
P-250	J-170	J-162	35.103085265042	67.45
P-251	J-167	J-170	50.4231902176012	67.45
P-252	J-109	J-171	38.830081532058	55.70
P-253	J-171	J-91	46.7308444185119	55.70
P-254	J-171	J-164	43.7924353054699	82.04
P-255	J-111	J-92	44.9525355253328	82.04
P-256	J-113	J-94	54.2324064874353	105.52
P-257	J-87	J-57	49.6267738197898	67.45
P-258	J-57	J-59	46.5513224780412	67.45
P-259	J-59	J-86	37.1140411980044	67.45
P-260	J-85	J-35	51.4257283327649	67.45
P-261	J-35	J-19	50.2456822921509	67.45
P-262	J-19	J-23	46.328474830969	67.45
P-263	J-83	J-33	56.834438832613	55.70
P-264	J-33	J-16	46.0498594929416	67.45
P-265	J-16	J-27	87.3240461973352	67.45
P-266	J-86	J-36	49.4007384892557	67.45
P-267	J-36	J-20	48.2589835580567	67.45
P-268	J-21	J-91	34.8108326222502	67.45
P-269	J-117	J-119	12.830227904657	82.04
P-270	J-84	J-34	52.8992523160253	105.52
P-271	J-34	J-18	50.9803286960492	105.52
P-272	J-18	J-24	50.2963944125325	105.52
P-273	J-17	J-26	90.9656818653265	67.45
P-274	2	J-93	39.51	67.45
P-276	J-1	J-172	60.3143577460803	155.32
P-277	J-172	J-173	123.933543614195	155.32
P-278	J-173	T-3	38.7016394565438	155.32
1	J-23	2	39.51	67.45
2	2	J-25	64.31	67.45
3	J-123	J-125	55.37	67.45
4	J-25	J-94	74.53	105.52
5	J-32	J-15	45.32	67.45

Página 7

Scenario: Base

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad mg/L
J-1	0.12	525.87	31.63	0.00
J-8	0.12	525.68	31.44	0.00
J-9	0.03	525.55	31.32	0.00
J-10	0.08	525.27	31.03	0.00
J-11	0.16	524.91	30.68	0.00
J-12	0.13	524.72	30.49	0.00
J-13	0.05	524.57	30.34	0.00
J-14	0.08	524.55	30.32	0.00
J-15	0.09	524.42	30.19	0.00
J-16	0.09	524.18	28.95	0.00
J-17	0.07	524.04	29.83	0.00
J-18	0.07	523.87	29.13	0.00
J-19	0.09	523.78	28.24	0.00
J-20	0.09	523.68	25.85	0.00
J-21	0.03	523.68	26.12	0.00
J-23	0.11	523.79	26.79	0.00
J-24	0.07	523.87	27.61	0.00
J-25	0.08	523.88	26.79	0.00
J-26	0.07	524.05	29.75	0.00
J-27	0.10	524.26	30.03	0.00
J-28	0.08	524.63	30.40	0.00
J-29	0.04	524.71	30.47	0.00
J-30	0.08	524.87	30.64	0.00
J-31	0.13	524.44	30.21	0.00
J-32	0.08	524.32	30.09	0.00
J-33	0.09	524.15	28.43	0.00
J-34	0.09	523.86	28.63	0.00
J-35	0.09	523.77	28.18	0.00
J-36	0.10	523.66	26.54	0.00
J-37	0.12	523.57	24.27	0.00
J-38	0.22	523.58	23.21	0.00
J-39	0.10	523.59	23.45	0.00
J-40	0.09	523.60	23.23	0.00
J-41	0.08	523.62	23.91	0.00
J-42	0.08	523.64	23.85	0.00
J-43	0.08	523.66	24.63	0.00
J-44	0.14	523.63	23.40	0.00
J-45	0.06	523.62	22.71	0.00
J-46	0.07	523.61	22.68	0.00
J-47	0.07	523.60	22.63	0.00
J-48	0.08	523.59	22.31	0.00
J-49	0.16	523.58	22.05	0.00
J-50	0.23	523.62	23.24	0.00
J-51	0.07	523.60	21.87	0.00
J-52	0.23	523.61	22.99	0.00
J-53	0.10	523.61	22.46	0.00
J-54	0.16	523.60	22.28	0.00

Página 8

Scenario: Base

Resultados de Nudo: (continuaci3n)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presi3n m	Calidad mg/L
J-55	0.07	523.61	22.50	0.00
J-56	0.07	523.65	24.73	0.00
J-57	0.07	523.66	25.65	0.00
J-58	0.12	523.63	24.42	0.00
J-59	0.07	523.65	25.22	0.00
J-60	0.09	523.60	21.78	0.00
J-61	0.12	523.59	21.05	0.00
J-62	0.14	523.60	24.55	0.00
J-63	0.10	523.59	20.55	0.00
J-64	0.06	523.68	24.57	0.00
J-65	0.07	523.69	25.32	0.00
J-66	0.06	523.72	25.72	0.00
J-67	0.07	523.74	25.79	0.00
J-68	0.07	523.67	24.51	0.00
J-69	0.07	523.69	25.60	0.00
J-70	0.05	523.71	24.64	0.00
J-71	0.07	523.72	24.64	0.00
J-72	0.17	523.68	23.64	0.00
J-73	0.20	523.70	23.65	0.00
J-74	0.16	523.71	23.66	0.00
J-75	0.05	523.69	25.56	0.00
J-76	0.14	523.70	25.48	0.00
J-77	0.10	523.73	26.41	0.00
J-78	0.11	523.78	26.53	0.00
J-79	0.21	523.93	27.41	0.00
J-80	0.13	524.06	27.52	0.00
J-81	0.09	524.12	27.64	0.00
J-82	0.07	524.14	28.41	0.00
J-83	0.08	524.14	29.69	0.00
J-84	0.15	523.84	28.34	0.00
J-85	0.11	523.76	27.63	0.00
J-86	0.08	523.65	26.74	0.00
J-87	0.04	523.70	25.72	0.00
J-88	0.15	523.71	25.98	0.00
J-89	0.30	523.54	23.31	0.00
J-90	0.04	523.52	24.57	0.00
J-91	0.04	523.62	26.24	0.00
J-92	0.07	523.56	26.16	0.00
J-93	0.12	523.79	27.60	0.00
J-94	0.12	523.88	28.33	0.00
J-95	0.14	524.48	29.92	0.00
J-96	0.05	524.77	30.53	0.00
J-97	0.10	525.18	30.95	0.00
J-98	0.09	525.47	31.24	0.00
J-99	0.13	525.33	31.10	0.00
J-101	0.05	524.78	30.55	0.00
J-102	0.05	524.63	30.40	0.00

Página 9

Scenario: Base

Resultados de Nudo: (continuaci3n)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presi3n m	Calidad mg/L
J-103	0.12	524.11	28.28	0.00
J-104	0.08	524.17	28.54	0.00
J-105	0.05	524.20	28.78	0.00
J-106	0.06	524.24	29.80	0.00
J-107	0.09	524.22	29.40	0.00
J-108	0.09	524.28	30.05	0.00
J-109	0.05	523.51	25.13	0.00
J-110	0.14	523.50	25.12	0.00
J-111	0.10	523.52	25.77	0.00
J-112	0.09	523.52	27.23	0.00
J-113	0.16	523.86	28.64	0.00
J-114	0.14	524.12	29.89	0.00
J-115	0.08	524.17	29.94	0.00
J-116	0.16	524.71	30.48	0.00
J-117	0.02	524.75	29.99	0.00
J-118	0.03	524.75	30.52	0.00
J-119	0.05	524.79	30.56	0.00
J-120	0.07	524.78	30.55	0.00
J-121	0.10	524.33	30.10	0.00
J-122	0.09	524.45	30.22	0.00
J-123	0.06	523.85	29.62	0.00
J-124	0.21	523.98	29.75	0.00
J-125	0.30	523.47	29.24	0.00
J-126	0.19	523.42	29.19	0.00
J-127	0.16	523.38	30.76	0.00
J-128	0.32	523.29	29.06	0.00
J-129	0.12	523.39	29.16	0.00
J-130	0.15	523.49	29.26	0.00
J-131	0.33	523.20	28.97	0.00
J-132	0.28	523.14	28.91	0.00
J-133	0.22	523.11	28.88	0.00
J-134	0.32	523.10	28.87	0.00
J-135	0.39	523.08	28.86	0.00
J-136	0.22	523.08	36.04	0.00
J-137	0.17	523.08	36.50	0.00
J-138	0.22	523.08	28.86	0.00
J-139	0.13	523.08	28.86	0.00
J-140	0.05	523.08	28.86	0.00
J-141	0.05	523.08	28.86	0.00
J-142	0.12	523.08	28.86	0.00
J-143	0.32	523.09	28.86	0.00
J-144	0.19	523.10	28.87	0.00
J-145	0.08	523.11	28.88	0.00
J-146	0.10	523.13	28.90	0.00
J-147	0.29	523.13	28.90	0.00
J-148	0.66	523.11	28.88	0.00
J-149	0.14	523.18	28.95	0.00

Resultados de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad mg/L
J-150	0.37	523.19	28.97	0.00
J-151	0.18	523.24	29.02	0.00
J-152	0.40	523.27	29.05	0.00
J-153	0.17	523.41	27.76	0.00
J-154	0.06	523.60	27.89	0.00
J-155	0.10	523.46	27.26	0.00
J-156	0.05	523.46	27.81	0.00
J-157	0.12	523.41	27.31	0.00
J-158	0.17	523.39	27.79	0.00
J-159	0.60	523.34	27.84	0.00
J-160	0.45	523.37	27.37	0.00
J-161	0.26	523.40	26.05	0.00
J-162	0.19	523.41	25.01	0.00
J-163	0.27	523.44	25.19	0.00
J-164	0.07	523.50	24.93	0.00
J-165	0.10	523.46	24.86	0.00
J-166	0.06	523.43	24.88	0.00
J-167	0.07	523.42	25.87	0.00
J-168	0.06	523.43	25.68	0.00
J-169	0.09	523.46	25.64	0.00
J-170	0.05	523.42	24.92	0.00
J-171	0.05	523.52	25.50	0.00
J-172	0.00	526.26	32.02	0.00
J-173	0.00	527.05	7.04	0.00
2	0.00	523.80	28.22	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00 Depósito
T-3	-20.85	527.30	1.30	0.00 Depósito

Resultados de Línea:

ID	Caudal	Velocidad	PÚrd.	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s		m/km	
P-10	20.73	1.09		6.36	Abierto
P-11	20.61	1.09		6.29	Abierto
P-12	4.93	0.93		10.32	Abierto
P-13	4.85	0.55		3.00	Abierto
P-14	3.96	0.45		2.09	Abierto
P-16	0.43	0.12		0.37	Abierto
P-17	1.41	0.39		2.85	Abierto
P-18	1.36	0.38		2.68	Abierto
P-19	1.47	0.41		3.09	Abierto
P-20	1.59	0.45		3.55	Abierto
P-21	0.81	0.23		1.07	Abierto
P-22	0.72	0.20		0.88	Abierto
P-23	0.18	0.05		0.07	Abierto
P-25	-0.83	0.23		1.14	Abierto

Página 11

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuaci3n)

ID	Caudal	Velocidad	P3rd.	Unit.	Estado
L3nea	LPS	m/s	m/km		
P-26	-0.75	0.21	0.95		Abierto
P-27	-1.27	0.14	0.28		Abierto
P-28	-2.76	0.52	3.68		Abierto
P-29	-3.02	0.57	4.33		Abierto
P-30	-2.94	0.56	4.12		Abierto
P-31	-1.72	0.33	1.60		Abierto
P-33	-0.73	0.20	0.90		Abierto
P-34	0.51	0.21	1.21		Abierto
P-35	0.66	0.27	1.87		Abierto
P-36	0.89	0.37	3.20		Abierto
P-37	0.47	0.19	1.06		Abierto
P-38	0.49	0.20	1.12		Abierto
P-39	0.62	0.17	0.68		Abierto
P-40	-0.65	0.07	0.09		Abierto
P-41	-0.33	0.09	0.23		Abierto
P-42	-0.25	0.07	0.14		Abierto
P-43	-0.44	0.12	0.38		Abierto
P-44	-0.46	0.13	0.41		Abierto
P-45	-0.58	0.16	0.61		Abierto
P-46	0.33	0.09	0.23		Abierto
P-47	0.33	0.09	0.23		Abierto
P-48	0.29	0.08	0.19		Abierto
P-49	0.23	0.06	0.13		Abierto
P-50	0.22	0.06	0.12		Abierto
P-52	0.41	0.05	0.04		Abierto
P-53	0.46	0.05	0.05		Abierto
P-54	-0.64	0.07	0.09		Abierto
P-55	-1.11	0.13	0.23		Abierto
P-56	-1.59	0.18	0.42		Abierto
P-57	0.24	0.07	0.13		Abierto
P-58	0.28	0.08	0.17		Abierto
P-59	-0.15	0.04	0.04		Abierto
P-60	-0.25	0.07	0.15		Abierto
P-61	-0.32	0.09	0.22		Abierto
P-62	-0.28	0.08	0.17		Abierto
P-63	-0.25	0.07	0.14		Abierto
P-64	0.30	0.03	0.02		Abierto
P-65	-0.20	0.06	0.09		Abierto
P-66	-0.22	0.06	0.12		Abierto
P-67	-0.29	0.08	0.19		Abierto
P-68	-0.35	0.10	0.26		Abierto
P-69	-0.09	0.03	0.02		Abierto
P-70	-0.10	0.03	0.02		Abierto
P-71	0.02	0.00	0.00		Abierto
P-72	-0.05	0.01	0.01		Abierto
P-73	-0.22	0.06	0.12		Abierto
P-74	0.48	0.05	0.05		Abierto

Página 12

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuaci3n)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Púrd. m/km	Unit. m/km	Estado
P-75	0.54	0.06	0.06	0.06	Abierto
P-76	0.71	0.08	0.10	0.10	Abierto
P-77	0.71	0.08	0.10	0.10	Abierto
P-78	0.58	0.07	0.07	0.07	Abierto
P-79	-0.55	0.15	0.56	0.56	Abierto
P-80	-0.28	0.08	0.17	0.17	Abierto
P-81	-0.41	0.12	0.34	0.34	Abierto
P-82	-0.52	0.15	0.51	0.51	Abierto
P-83	0.85	0.10	0.14	0.14	Abierto
P-84	1.08	0.12	0.21	0.21	Abierto
P-85	-0.30	0.08	0.19	0.19	Abierto
P-86	-0.36	0.10	0.27	0.27	Abierto
P-87	-0.38	0.10	0.29	0.29	Abierto
P-88	-1.17	0.13	0.25	0.25	Abierto
P-89	-1.13	0.13	0.23	0.23	Abierto
P-90	-1.05	0.12	0.20	0.20	Abierto
P-91	-0.16	0.05	0.05	0.05	Abierto
P-92	-0.46	0.13	0.41	0.41	Abierto
P-93	-0.84	0.23	1.14	1.14	Abierto
P-94	-1.18	0.14	0.25	0.25	Abierto
P-95	0.15	0.04	0.04	0.04	Abierto
P-96	0.21	0.06	0.11	0.11	Abierto
P-97	0.21	0.06	0.11	0.11	Abierto
P-98	0.27	0.08	0.17	0.17	Abierto
P-99	0.33	0.09	0.23	0.23	Abierto
P-100	0.28	0.08	0.18	0.18	Abierto
P-101	-1.21	0.14	0.26	0.26	Abierto
P-102	-1.65	0.19	0.45	0.45	Abierto
P-103	-2.24	0.26	0.77	0.77	Abierto
P-104	-3.19	0.36	1.42	1.42	Abierto
P-105	-3.39	0.39	1.59	1.59	Abierto
P-106	-0.99	0.28	1.53	1.53	Abierto
P-107	-0.54	0.15	0.54	0.54	Abierto
P-108	0.00	0.00	0.00	0.00	Abierto
P-109	0.95	0.39	3.57	3.57	Abierto
P-110	2.30	0.26	0.80	0.80	Abierto
P-111	0.49	0.20	1.11	1.11	Abierto
P-112	0.53	0.15	0.51	0.51	Abierto
P-113	-0.40	0.11	0.32	0.32	Abierto
P-114	-0.45	0.13	0.39	0.39	Abierto
P-115	-0.56	0.16	0.57	0.57	Abierto
P-116	-1.08	0.12	0.21	0.21	Abierto
P-117	-1.75	0.20	0.50	0.50	Abierto
P-118	-1.90	0.22	0.57	0.57	Abierto
P-119	1.71	0.20	0.47	0.47	Abierto
P-120	1.41	0.16	0.34	0.34	Abierto
P-122	1.19	0.33	2.13	2.13	Abierto

Página 13

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
P-123	-1.00	0.28	1.56	Abierto
P-124	-0.75	0.21	0.95	Abierto
P-125	-1.79	0.50	4.36	Abierto
P-126	-2.96	0.83	10.57	Abierto
P-127	-2.72	0.76	9.10	Abierto
P-129	-15.65	0.83	3.83	Abierto
P-130	-11.87	0.63	2.33	Abierto
P-131	-13.72	0.72	3.02	Abierto
P-133	-2.82	0.53	3.83	Abierto
P-134	-1.14	0.32	1.96	Abierto
P-135	1.73	0.48	4.09	Abierto
P-136	1.83	0.51	4.53	Abierto
P-137	3.83	0.44	1.98	Abierto
P-138	5.13	0.59	3.33	Abierto
P-139	1.35	0.38	2.63	Abierto
P-140	1.05	0.29	1.71	Abierto
P-141	-2.53	0.29	0.95	Abierto
P-142	-2.65	0.30	1.03	Abierto
P-143	-0.70	0.20	0.84	Abierto
P-144	-0.82	0.23	1.10	Abierto
P-145	-0.97	0.27	1.49	Abierto
P-146	-0.54	0.15	0.54	Abierto
P-147	-0.61	0.17	0.67	Abierto
P-148	-0.55	0.15	0.55	Abierto
P-149	2.57	0.29	0.97	Abierto
P-150	-3.20	0.37	1.43	Abierto
P-151	0.73	0.20	0.90	Abierto
P-152	0.82	0.23	1.10	Abierto
P-153	-4.02	0.46	2.15	Abierto
P-154	-4.65	0.53	2.79	Abierto
P-155	1.37	0.16	0.32	Abierto
P-157	1.41	0.16	0.34	Abierto
P-159	-0.09	0.03	0.02	Abierto
P-161	-0.98	0.27	1.49	Abierto
P-162	-1.11	0.31	1.88	Abierto
P-163	-2.77	0.78	9.43	Abierto
P-164	-6.03	0.69	4.43	Abierto
P-165	-1.24	0.35	2.30	Abierto
P-166	-2.55	0.48	3.19	Abierto
P-167	0.03	0.01	0.01	Abierto
P-169	0.36	0.10	0.27	Abierto
P-171	0.93	0.26	1.37	Abierto
P-172	-1.03	0.29	1.64	Abierto
P-173	3.01	0.57	4.30	Abierto
P-174	0.29	0.08	0.19	Abierto
P-175	3.11	0.87	11.60	Abierto
P-176	3.02	0.84	11.02	Abierto

Página 14

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
P-177	-1.37	0.38	2.71	Abierto
P-178	-1.58	0.44	3.50	Abierto
P-180	2.04	0.23	0.65	Abierto
P-181	2.69	0.31	1.06	Abierto
P-182	2.54	0.29	0.95	Abierto
P-183	-0.87	0.24	1.23	Abierto
P-184	-1.00	0.28	1.55	Abierto
P-185	-1.98	0.56	5.21	Abierto
P-186	0.84	0.23	1.15	Abierto
P-187	2.69	0.31	1.06	Abierto
P-188	2.08	0.24	0.67	Abierto
P-189	1.51	0.17	0.38	Abierto
P-190	1.14	0.13	0.23	Abierto
P-191	0.72	0.08	0.11	Abierto
P-192	0.39	0.04	0.04	Abierto
P-193	0.17	0.02	0.01	Abierto
P-194	-0.06	0.01	0.00	Abierto
P-195	-0.17	0.02	0.01	Abierto
P-196	-0.30	0.03	0.02	Abierto
P-197	0.05	0.01	0.01	Abierto
P-198	0.11	0.03	0.02	Abierto
P-199	-0.11	0.03	0.03	Abierto
P-200	-0.03	0.01	0.01	Abierto
P-201	0.40	0.05	0.04	Abierto
P-202	-0.21	0.06	0.10	Abierto
P-203	-0.30	0.08	0.19	Abierto
P-204	-0.34	0.10	0.25	Abierto
P-205	-0.29	0.08	0.19	Abierto
P-206	-0.15	0.04	0.04	Abierto
P-207	1.29	0.15	0.29	Abierto
P-208	-0.12	0.03	0.03	Abierto
P-209	-0.15	0.04	0.04	Abierto
P-210	-0.10	0.03	0.02	Abierto
P-211	-0.75	0.09	0.11	Abierto
P-212	0.29	0.08	0.18	Abierto
P-213	1.73	0.20	0.48	Abierto
P-214	-1.59	0.18	0.42	Abierto
P-215	-1.95	0.22	0.60	Abierto
P-216	-0.40	0.11	0.32	Abierto
P-217	-1.74	0.20	0.49	Abierto
P-218	-0.59	0.17	0.63	Abierto
P-219	-0.97	0.27	1.47	Abierto
P-220	-2.27	0.64	6.62	Abierto
P-222	0.79	0.22	1.02	Abierto
P-223	-1.17	0.33	2.05	Abierto
P-224	-1.24	0.35	2.28	Abierto
P-225	-0.02	0.01	0.00	Abierto

Página 15

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuaci3n)

ID	Caudal	Velocidad	P3rd.	Unit.	Estado
L3nea	LPS	m/s	m/km		
P-226	0.70	0.20	0.85		Abierto
P-227	0.36	0.10	0.27		Abierto
P-228	-0.41	0.11	0.33		Abierto
P-229	-1.55	0.18	0.40		Abierto
P-230	-0.59	0.17	0.63		Abierto
P-231	-1.56	0.18	0.40		Abierto
P-232	-1.47	0.17	0.37		Abierto
P-233	-1.30	0.15	0.30		Abierto
P-234	-1.22	0.14	0.26		Abierto
P-235	-1.49	0.17	0.37		Abierto
P-236	-0.21	0.06	0.11		Abierto
P-237	-0.33	0.09	0.23		Abierto
P-238	0.65	0.18	0.74		Abierto
P-239	0.61	0.17	0.66		Abierto
P-241	-0.43	0.12	0.36		Abierto
P-242	-0.40	0.11	0.32		Abierto
P-243	-0.65	0.18	0.73		Abierto
P-244	-0.79	0.22	1.04		Abierto
P-245	-0.31	0.09	0.20		Abierto
P-246	-0.53	0.15	0.52		Abierto
P-247	-0.05	0.01	0.01		Abierto
P-248	0.12	0.03	0.03		Abierto
P-249	0.42	0.12	0.35		Abierto
P-250	0.28	0.08	0.17		Abierto
P-251	-0.09	0.02	0.02		Abierto
P-252	-0.09	0.04	0.04		Abierto
P-253	-0.75	0.31	2.33		Abierto
P-254	0.60	0.11	0.25		Abierto
P-255	-1.13	0.21	0.76		Abierto
P-256	-1.46	0.17	0.36		Abierto
P-257	0.63	0.18	0.71		Abierto
P-258	0.32	0.09	0.22		Abierto
P-259	-0.10	0.03	0.02		Abierto
P-260	-0.20	0.06	0.09		Abierto
P-261	-0.30	0.09	0.20		Abierto
P-262	-0.31	0.09	0.21		Abierto
P-263	-0.22	0.09	0.28		Abierto
P-264	-0.54	0.15	0.54		Abierto
P-265	-0.75	0.21	0.94		Abierto
P-266	-0.22	0.06	0.12		Abierto
P-267	-0.46	0.13	0.40		Abierto
P-268	0.98	0.27	1.51		Abierto
P-269	-2.60	0.49	3.31		Abierto
P-270	-1.50	0.17	0.38		Abierto
P-271	-1.16	0.13	0.24		Abierto
P-272	-0.44	0.05	0.05		Abierto
P-273	-0.19	0.05	0.08		Abierto

Página 16

Scenario: Base

Resultados de Línea: (continuación)

ID	Caudal	Velocidad	PÚrd.	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		
P-274	0.37	0.10	0.27		Abierto
P-276	-20.85	1.10	6.42		Abierto
P-277	-20.85	1.10	6.42		Abierto
P-278	-20.85	1.10	6.42		Abierto
1	-0.51	0.14	0.48		Abierto
2	-0.88	0.25	1.24		Abierto
3	2.34	0.66	6.99		Abierto
4	0.54	0.06	0.06		Abierto
5	-1.20	0.34	2.16		Abierto

ANALISIS DE LABORATORIO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN OBRAS DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO MUNICIPIO DE PIAMONTE CAUCA INCLUYE PTAP"

INFORME I 8141 -11

Página 1 de 2

Resolución 1144 del 06 de Mayo de 2011

CLIENTE: AN CONSTRUDISEÑOS
CONTACTO / ATENCIÓN: Sr. Ricardo Poveda
DIRECCION: Calle 122 # 18C - 26 Oficina 202
FECHA MUESTREO: Efectuado por el cliente
FECHA INGRESO MUESTRA: 29 de noviembre de 2011
FECHA DEL INFORME: 16 de diciembre de 2011
TIPO DE MUESTRA: Agua Superficial

NIT: 830.040.063-2
TELEFONO: 2 14 82 30
ACTIVIDAD: —
HORA MUESTREO: Efectuado por el cliente
MUESTRA: 8141
LUGAR MUESTREO: Quebrada Barbaca Bocatorma
 Piamonte Cauca
TIPO MUESTREO: Efectuado por el cliente

1. RESULTADOS

La siguiente tabla reporta los resultados obtenidos en el laboratorio mediante las Técnicas Analíticas allí descritas, las cuáles han sido acreditadas por el IDEAM a partir de la Resolución 1144 del 06 de Mayo de 2011.

Tabla 1. Datos obtenidos del análisis de la muestra en el Laboratorio.

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	LCM ¹	RESULTADO
pH	S.M. 4500 - H ⁺ Método Electrométrico	Unidades de pH	No aplica	6.0
Temperatura	S.M. 2550 B Termométrico	°C	No aplica	18.5
DBO ₅	S.M. 5210 B Incubación 5 días a 20°C	mg O ₂ /L	5	5
Aceites y Grasas	S.M. 5520 B. Extracción y Gravimetría.	mg/L	10	<10
Sólidos suspendidos Totales	S.M. 2540 D. Secado a 103 °C	mg / L	10	<10
Sólidos Sedimentables	S.M. 2540 F. Cono Imhoff	mL / L	0.10	<0.10
Alcalinidad	S.M. 2320 B. Método de titulación	mg CaCO ₃ / L	7	19
Conductividad	S.M. 2510 Método conductímetro	µS/cm	No aplica.	1080
Dureza Total	S.M. 2340 C Método titulométrico EDTA	mg CaCO ₃ / L	10	18
Fosfato	S.M. 4500 P E Método del Acido Ascórbico	mg PO ₄ -P / L	0.050	<0.050
Hierro	S.M. 3500-Fe D Método de Fenantrolina	mg Fe / L	0.090	<0.090
Nitrógeno Amoniacal	S.M. 4500 NH ₃ C. Método Titulométrico.	mg NH ₃ -N/ L	2	16
Oxígeno Disuelto	S.M. 4500 O.G Método del electrodo por membrana.	mg O ₂ /L	No aplica.	6.32
Coliformes totales ²	Tubo Múltiple	NMP/ 100 mL	—	920
Coliformes fecales ²	Tubo Múltiple	NMP/ 100 mL	—	920
Salinidad ²	S.M. 2520-B	UPS	—	<1.0

¹ LCM - Límite de cuantificación del método. Es el valor mínimo cuantificable con el método utilizado para la determinación del parámetro.

² Análisis subcontratado.

2. OBSERVACIONES

- Muestreo y análisis realizado de acuerdo a los lineamientos del *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* (S.M.). Edición 21, 2005.
- Resultados confidenciales válidos únicamente para la muestra analizada, en documento original y firmado. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización de ANASCOL.



ANASCOL
VERSIÓN 0

INFORME | 8141 -11

Página 2 de 2

Resolución 1144 del 06 de Mayo de 2011

3. ANEXOS

- La Resolución 1144 del 6 de Mayo de 2011 otorgada por el organismo acreditador IDEAM.
- MTD033 Manual técnico para el manejo de muestras que llegan al laboratorio desde su ingreso hasta la disposición final (1 hoja).

Revisó



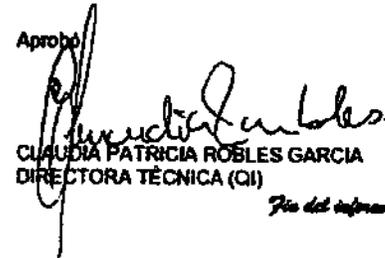
ANDREA FUERTES RAMÍREZ
COORDINADORA CALIDAD ANALÍTICA (IO)

VoBo



JENNIFER LORENA MARTINEZ GOMEZ
DIRECTORA HSEO (IAS)

Aprobó



CLAUDIA PATRICIA ROBLES GARCIA
DIRECTORA TÉCNICA (OI)
Fis del informe