

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



“PROYECTO de la RED DE AGUA POTABLE de la CIUDAD DE SALSIPUEDES”

Entidad: Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, Dirección de Jurisdicción, Control y Explotación del Recurso.

Tutor Externo: Ingeniero Civil Pablo Wierzbicky

Tutor Interno: Ingeniero Civil Juan Bresciano

Alumno: Barraud, Augusto Emmuel

Mat: 34468799

RESUMEN

A- Objetivos Generales

El desarrollo de la presente Práctica Supervisada procura alcanzar como objetivo general el obtener experiencia práctica complementaria, aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Se emplearán los conceptos adquiridos durante el cursado de las distintas materias adecuadas a las necesidades de la temática elegida, facilitando al autor, su inserción como profesional en el ámbito laboral y de trabajo multidisciplinario.

La modalidad mencionada permitirá conciliar el desarrollo profesional con la posibilidad de hacer uso de nuevas tecnologías, incorporando nuevos conocimientos relacionados con el uso de software de aplicación como el programa EPANET utilizado para modelar acueductos. Además, se pretende aplicar conceptos referidos a agua potable en general, lo cual formará parte del contenido de un Informe Técnico Final que evidenciará y justificará el trabajo realizado, a fin de dar respuesta a los objetivos planteados.

B- Objetivos Específicos

El propósito de la temática para esta Práctica mencionada es:

- Modelar(EPANET) la red de agua potable de la Ciudad de Salsipuedes.
- Aprender a utilizar el software EPANET.
- Analizar los resultados obtenidos encontrando déficit del sistema actualmente.
- Proyectar a 20 años la demanda de agua y nuevamente encontrar déficit en el sistema.
- Comparar la demanda de la población con la que puede entregar el sistema.
- Utilizar todos los conceptos vistos en fluidos para realizar la modelación.

INDICE

INDICE	4
ASPECTOS INTRODUCTORIOS	5
1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	7
1.1 Recopilación De Antecedentes Y Estudios De Campo:	7
1.1.1 Aspectos Físicos	7
1.1.2 Características De Las Fuentes De Abastecimiento De Agua:	7
1.1.3 Aspectos Socio – Económicos Y Demográficos:	7
1.1.4 Infraestructura Urbana:	8
1.1.5 Abastecimiento Actual De Agua:	8
1.2. Trabajo Y Estudios En Gabinete	8
1.2.1. Parametros Básicos De Diseño	9
1.2.2. Deteminación Del Caudal De Diseño En Redes De Distribución	13
2. ENOHSa	15
2.1 Aspectos A Considerar En Un Proyecto	15
2.1.1 Formulación De Alternativas	15
2.2 Criterios De Calidad Del Agua	16
2.2.2 Calidad del agua tratada	16
2.3 Almacenamiento Y Regulación De La Presión	16
2.3.1 Capacidades de las Cisternas y Tanques	17
2.3.2 Proyecto de tanque y cisternas	17
2.4 Sistema De Distribución	17
2.4.1 Información Requerida	17
2.4.2 Parámetros de Diseño	18
2.4.3 Presión de Servicio	18
2.4.4 Diseño de la Red de Distribución	18
2.5 Impacto Ambiental	19
2.5.1 Especificaciones del Estudio Ambiental	19
2.5.2 Diagnostico Ambiental	20
3. LA INSTITUCION	22
3.1. Datos Y Ubicación.	22

4. LOCALIDAD	24
4.1 Salsipuedes	24
4.2 La Red de Agua Potable	24
4.2 Trabajos En Campo	25
5. TRABAJO EN EPANET	27
5.1 Características Del Programa	27
5.1.1 Características Del Modelo Hidráulico	27
5.1.2 Características Del Modelo De Calidad Del Agua	27
5.1.3 Componentes Físicos	27
5.1.4 Componentes No Fisicos	29
5.1.5 Modelo De Simulacion Hidraulica	30
5.1.6 Modelo De Simulacion De La Calidad Del Agua	30
5.2 Hipótesis Y Ecuaciones Utilizadas En EPANET	30
5.2.1 Hipótesis Simplificativas	30
5.2.2 Ecuaciones Fundamentales	31
5.2.3 Ecuaciones De Comportamiento De Los Elementos De La Red	31
5.2.4 Proceso Analítico De Resolución	32
5.3 Desarrollo del Modelo	32
6. CALCULOS Y ENFOQUES	37
6.1. Introducción y enfoque de los cálculos	37
6.2. Dotación De Agua – Caudal De Diseño	37
6.2.1 Justificación de valores adoptados	37
6.3 Calculo de Almacenamientos	38
6.3.1 Capacidad de Almacenamientos	38
6.3.2 Fraccionamiento del Almacenamiento por barrios	39
6.3.3 Formas y Dimensiones más económicas	39
6.4. Cálculo De Consumos	40
6.4.1 Estudio Demográfico	40
6.4.2 Hipótesis de Crecimiento Adoptada	40
6.4.3 Distribución de la Población	41
6.4.4 Dotación	41
6.4.5 Coeficientes de caudal	42
6.5. Habitantes por vivienda	43

6.6. Asignación de Demandas	43
6.6.1 Metodología de trabajo	43
7 DATOS ENTRADAS	98
7.1. Asignación de Valores y características del Modelo	98
7.1.2. Características de entrada	98
7.2. Corrida del Modelo	100
8.1. Introducción	102
8.2 Posibles Problemas en la Red	102
8.3 Análisis de los barrios	102
9. CONCLUSION	106
11. BIBLIOGRAFIA	108

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

El presente trabajo se encuadra dentro de la Práctica Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Córdoba. Para llevar a cabo la misma trabaje bajo la supervisión de personas calificadas de la Secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.

La realización de este trabajo, se basó fundamentalmente en aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, especialmente en la materia Ingeniería Sanitaria en conjunto con otras materias que se relacionan y complementan, y así poder lograr una mejor calidad en el trabajo.

Además, existe un interés personal muy claro que fue el motor principal de elección y es poder especializarme en esta rama de la ingeniería.

Se ha planteado para el desarrollo de la presente Practica Supervisada que Sr. Anconetani, Mauricio, cumpla con los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil.
- Interacción permanente con el grupo de profesionales de la Secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.
- Generar y brindar un juicio crítico y concientizarse de las responsabilidades sociales y económicas que implica la toma de decisiones.
- Emitir conclusiones del mencionado trabajo.

CAPITULO I
ESTUDIOS NECESARIOS PARA UN PROYECTO
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua potable para una población es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para consumo doméstico, industrial, servicios públicos y otros usos.

Para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua, es necesario realizar estudios de campo, de laboratorio y de gabinete, para un correcto dimensionado o análisis que considere las necesidades actuales de consumo y las futuras, contemplando la posibilidad de la construcción por etapas o modular.

Un sistema de abastecimiento de agua potable comprende:

- Captación o toma de agua
- Conducción principal de agua cruda
- Tratamiento de Potabilización
- Tanque de almacenamiento o cisternas
- Tanque de almacenamiento y distribución elevados
- Red de distribución
- Estaciones de bombeo (cuando sean necesarias) de agua cruda como de agua ya potabilizada.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento son requisitos básicos la fijación de la cantidad de agua a suministrar que determinará la capacidad de las distintas partes del sistema, el relevamiento planialtimétrico, estudios sobre la calidad y la cantidad de agua disponible en las diferentes fuentes cercanas, conocimiento del suelo y el subsuelo y todos los antecedentes que se consideran indispensables para la elección de la solución más adecuada y la preparación de presupuestos ajustados a la realidad.

El presente trabajo se transcribe aquellos requerimientos que se deben considerarse al elaborar proyectos, y que son enunciados por el Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSA) en su Guía para la presentación

de proyectos de Agua Potable Criterios Básicos. Capítulo 2. Estudios preliminares para el diseño de obras.

1.1 Recopilación De Antecedentes Y Estudios De Campo:

La recopilación de antecedentes provee elementos básicos para la elaboración de un proyecto, en dicha etapa se deberá obtener información de los organismos oficiales, los que además deberán ser confirmados por los estudios de campo correspondientes. En este caso como es un análisis de un proyecto existente se simplifican varia información que sería indispensable en la realización de un proyecto.

1.1.1 Aspectos Físicos

- Topográficos

- _ Recopilación de mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales si las hubiera.

- _ Recopilación de planos resultantes de relevamientos altimétricos ya efectuados en escala conveniente.

- _ Recopilación de planos con la red actual de la ciudad.

- _ Datos geométricos de las cañerías utilizadas.

- Edafológicos

- _ Tipos y distribución espacial de suelos (mapas)

- _ Déficit/exceso de agua en el suelo

- _ Red de drenaje natural y artificial

- Geotécnicos

- _ Estudios geotécnicos existentes

- _ Posición del nivel freático

1.1.2 Características De Las Fuentes De Abastecimiento De Agua:

Es necesario a la hora de realizar un análisis, saber con exactitud los caudales que puede aportar cada una de las fuentes. Estos datos fueron aportados por la Dirección de Agua de la Ciudad de Salsipuedes; los cuales son relevados periódicamente.

- Datos varios

- _ Obras existentes y otros usos de la fuente

- _ Cantidad de Conexiones de agua potable existentes.

- _ Disponibilidad del recurso, capacidad máxima, media y mínima

- _ Información específica requerida por los modelos a emplear

1.1.3 Aspectos Socio – Económicos Y Demográficos:

- Compilación de datos referentes a la creación y evolución histórica de la localidad

- Población actual y evolución demográfica histórica según los diferentes censos nacionales y provinciales, así como apreciaciones demográficas municipales necesarias para realizar los estudios demográficos. Es conveniente contar con los respectivos radios censales utilizados e indagar los motivos de posibles variaciones

- Población de verano, turística, temporaria, rotación de la población turística.

- Distancia a las ciudades y lugares más importantes de la Provincia y los medios de transporte locales e interurbanos existentes, tanto de pasajeros como de correspondencia de cargas.

- Ubicación e importancia de los establecimientos industriales, comerciales y oficinas públicas. En caso de parques industriales y/o grandes industrias es importante conocer el consumo de agua a fin de considerarlo como gasto puntual en el diseño de la red.

1.1.4 Infraestructura Urbana:

Toda información sobre el desarrollo urbano actual y futuro del área a abastecer será indispensable para establecer las áreas a servidas, los caudales de diseño usados . A tal fin se deberá contar con:

- Zonas hacia las cuales tiende a desarrollarse la localidad
- Datos sobre proyectos o estudios urbanísticos sectoriales existentes en el área de ejecución del proyecto.
- Programas de construcción de viviendas.
- Distribución espacial de las viviendas y baldíos en la planta urbana.
- Planos de proyecto y conformes a obra de pavimentos y cordones cuneta.

1.1.5 Abastecimiento Actual De Agua:

Se estudio la siguiente información:

- Calidad del agua para consumo humano, ya sea de perforaciones, de cursos superficiales y/o de planta potabilizadora.
- Planos de la red de agua potable con ubicación planialtimétrica de las tuberías acotadas respecto a la línea municipal. Planos de las instalaciones complementarias, estaciones de bombeo, reservas, etc. Radio actual servido y futuro. Horizonte del proyecto. Capacidad de las fuentes, de la planta y de las conducciones, actual y prevista. Posibilidades de ampliación.
- Evolución del número de conexiones y de la población servida en los últimos años. Comparación con la población actual.
- Identificación de grandes consumidores de agua potable con el objeto de determinar la ubicación de los grandes consumos de agua potable comerciales y/o industriales.
- Medianos y grandes usuarios de agua. Ubicación, actividad, consumo de agua. Fuentes de agua utilizadas.
- Forma de abastecimiento de la población que no cuenta con conexión al servicio público, caso barrio El Pueblito.

- Estado de las instalaciones actuales y situación de atención del servicio.
- Aplicación o no de sistema de medición de consumos domiciliarios, zonas, cantidad de conexiones con micro medición, tendencias, evolución, datos históricos, confiabilidad del sistema de lectura, nivel de pérdidas en el sistema, etc.
- Macromedición, en caso de fuentes subterráneas en los pozos y para los caudales de producción y distribución.
- Características del organismo que presta el servicio de abastecimiento de agua:

_ Aspectos institucionales:

_ Empresas y organismos que prestan los servicios de agua potable y desagüe (provincial, municipal, cooperativas, etc.)

_ Entes de Regulación y Control a nivel provincial y municipal

_ Leyes, Ordenanzas, Marcos Regulatorios y contratos de prestación de los servicios vigentes.

_ Aspectos comerciales:

_ Catastro de clientes

_ Sistema de facturación y cobranza

_ Atención a los clientes

_ Aspectos operativos:

_ Balances hídricos. Agua no contabilizada

_ Detección y reparación de fugas

1.2. Trabajo Y Estudios En Gabinete

Una vez realizada la recopilación de antecedentes y el relevamiento de campo, en gabinete se realizará el ordenamiento de la información recogida y se la analizará a fin de tomar las decisiones respecto a la modelización de la red y análisis de misma.

1.2.1. **Parametros Básicos De Diseño**

1.2.1.1. *Periodo De Previsión O Diseño*

Se considera período de diseño al tiempo la actualidad y el momento en que por agotamiento de materiales o por falta de capacidad para prestar eficientemente el servicio, se agota la vida útil no cumpliéndose las condiciones ideales de funcionamiento.

Los períodos de diseño de las distintas obras dependen de:

- La vida útil de las estructuras y equipos del proyecto
- Facilidad o dificultad para realizar ampliaciones
- El crecimiento demográfico, comercial e industrial
- Tasas de interés sobre el capital a invertir y posibilidad de amortizar las obras.

El manual del Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento brinda al proyectista la TABLA 1 que se adjunta, como guía para establecer el período de diseño de cada unidad componente del sistema:

TABLA 1: Períodos de diseño. Sistema de agua potable

Sector	Periodo de diseño en años
• Sistemas de Captación	
➤ Superficiales	20
➤ Pozos	10
• Líneas de impulsión ^a	15
• Plantas de Potabilización	
➤ Obras Civiles Básicas	20
➤ Obras Civiles Módulo de Tratamiento Primera Etapa	10
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Tanques y Cisternas de Almacenamiento ^b	10
• Redes de Distribución	15
• Estaciones de Bombeo	
➤ Obras Civiles	20
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Medidores domiciliarios	5 a 8

Se tomo 20 años de proyección poblacional para analizar la red actual en ese momento, para así poder ubicar los déficits en un futuro del sistema.

1.2.1.2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN

En general es bastante incierto el cálculo del desenvolvimiento de la población de una ciudad, en cuanto al número de habitantes pues diversos factores pueden influir en este crecimiento tanto espacialmente como temporalmente y/o estacionalmente.

Las poblaciones crecen por el *movimiento vegetativo* dado por la diferencia entre nacimientos y defunciones, pero además crecen o decrecen por movimientos migratorios en función de mayor confort, atracciones laborales o educativas, etc.

Las variaciones en el índice de crecimiento poblacional pueden deberse a:

- el establecimiento de industrias,
- mejoras en la agricultura,
- nuevas vías y medios de comunicación,
- nuevas fuentes de energía
- avances en la medicina que reducen los índices de mortalidad
- avances o mejoras en las condiciones de agua potable y saneamiento
- adelantos en la nutrición aumentando la fertilidad
- fluctuaciones en la economía nacional que influyen en el índice de nacimientos
- Mejoras en los estándares de confort locales
- Costos tarifarios de los servicios

El ENOHSA, solicita un estudio demográfico y de distribución espacial que incluya como mínimo los siguientes aspectos:

- _ Población urbana de la localidad según los últimos tres censos nacionales.
- _ Distribución espacial actual (a la fecha del proyecto) de la población en la planta urbana, determinada basándose en censos de viviendas, fotografías aéreas, datos catastrales, etc.
- _ Plano de planta urbana, con zonificación según densidad actual de la población y ubicación de conjuntos habitacionales de alta densidad demográfica.
- _ Proyección demográfica para cada año del período de diseño por diferentes métodos, incluyendo la justificación de la estimación considerada como válida.
- _ Hipótesis adoptada para la distribución espacial de la población en la planta urbana para el último año del período de diseño, debidamente justificada.
- _ Análisis de consistencia entre la proyección demográfica, la distribución espacial adoptada y otros elementos vinculados, como por ejemplo reglamentos sobre uso del suelo, códigos de edificación y planes de desarrollo.
- _ Plano de la planta urbana futura, con la debida justificación de las hipótesis de expansión demográfica adoptadas y con zonificación según la densidad de población prevista para el último año del período de diseño.

Para introducirnos en los términos del ENOHSA, llamaremos:

- _ Población actual (**Pa**): población, expresada en número de habitantes, existente a la fecha de ejecución del proyecto.
- _ Población inicial (**P0**): población prevista para el año de habilitación de la obra (n=0, año inicial del período de diseño)
- _ Población en el año n (**Pn**): medido a partir del año inicial del período de diseño.
- _ Población final o futura (P20): población prevista para el último año del período de diseño (n=20)

1.2.1.3 METODOS DE CÁLCULO PARA UNA PROYECCIÓN DEMOGRAFICA

Las obras de saneamiento como se ha visto poseen una vida útil, por lo que hay que diseñarlas, proyectarlas y dimensionarlas para que presten servicio eficiente hasta el fin de ese período. Por ello la correcta proyección de la población futura, es fundamental para la estimación de los caudales de diseño de cualquier obra de Ingeniería Sanitaria.

Es necesario contar con una proyección demográfica fehaciente basada en censos nacionales de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), así como de otras fuentes confiables.

Existen diferentes métodos a utilizar para efectuar la proyección demográfica:

- _ Curva logística
- _ Tasas geométricas decrecientes
- _ Relación – Tendencia
- _ Incremento Relativo
- _ Método de los componentes

El método de **Curva Logística** es de aplicación en aquellas localidades que han experimentado un crecimiento acelerado, el cual posteriormente ha sufrido una atenuación observable en la estabilización de tasas de crecimiento. En general se utiliza en poblaciones consolidadas, donde el aumento de la población en un intervalo cualquiera de tiempo es constante.

El método de las **Tasas Geométricas Decrecientes** es apto para localidades que han sufrido un aporte migratorio o un incremento de la población significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como, por ejemplo instalación de parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, etc. y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia. Los métodos de **Relación - Tendencia** e **Incremento Relativo** se adaptan mejor a localidades más asentadas y cuyo crecimiento futuro esté más relacionado con el crecimiento de la Provincia y del País en su conjunto que con las condiciones locales.

El método de **Relación - Tendencia** se basa en la relación entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.

La técnica de los **Incrementos Relativos** se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado período de referencia, para lo que se necesita como información básica la proyección del área mayor para el período en estudio y la población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.

Cuando se cuenta con datos suficientes como para analizar los componentes de crecimiento vegetativo y de movimientos migratorios es conveniente el uso del **Método de los Componentes**, ya que realiza una estimación más aproximada que los métodos basados en algoritmos y procedimientos matemáticos. El método de las Componentes proyecta la población por sexo y grupos de edad, se basa en un análisis detallado de los nacimientos, defunciones y movimientos migratorios. Como muchos factores afectan a la migración, el uso del método solo se limita a grandes conglomerados. Cuando la migración neta no es significativa, puede suponerse nula.

Es aconsejable hacer proyecciones por diferentes métodos para luego seleccionar el que se ajuste más al crecimiento y realidades de la localidad.

Método de Tasa Geométrica Decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.

Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$I_1 = \sqrt[m]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

$$I_{11} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Donde:

I = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal

II = tasa media anual de variación de la población del último período censal

P1 = Número de habitantes correspondientes al primer censo en estudio

P2 = Número de habitantes correspondientes al penúltimo censo en estudio

P3 = Número de habitantes correspondientes al último censo

n1 = número de años del período censal entre el primero y segundo Censo

n2 = número de años del período censal entre el segundo y último Censo

Para el intervalo comprendido entre el último y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de *n1* años, se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3 (1 + i)^{na}$$

$$P_0 = P_a (1 + i)^{n0}$$

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

Siendo:

Pa = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto

P0 = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema

Pn = estimaciones de población al año “n”

i = tasa media anual de proyección

na = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto

n0 = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema

n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperíodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas *i* e *ii*. Considerando los

datos de los tres últimos censos i correspondería a la calculada con los dos primeros valores e ii con los dos últimos. Si i resulta menor que ii la tasa utilizada en la proyección del primer subperíodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_0 \left\{ 1 + \frac{(I_1 + I_{II})}{2} \right\}^{n1}$$

En el caso que i resulte mayor que ii , la tasa de proyección debe ser igual al valor de ii , resultando:

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por este procedimiento son válidos para la generalidad de los casos. No obstante ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los valores no se ajustan a la realidad observable, el proyectista puede adoptar otras tasas de crecimiento, debiendo en ese caso suministrar las razones que lo justifiquen.

1.2.1.4. CONSUMOS

• **Dotación media anual efectiva:** Es la cantidad de agua promedio consumida en un determinado año n por cada habitante servido por día y se expresa:

Donde:

D_n (litros/hab.día): Dotación efectiva (en el año n)

V_{cresn} (litros): Volumen total consumido por usuarios residenciales durante el año n

P_{sn} (habitantes): Población servida en el año n

• **Dotación media anual Aparente:** Es el cociente entre el consumo medio diario total de agua potable del año n , por cualquier concepto (consumos residenciales y no residenciales) y la población total servida exclusivamente.

Donde:

Dan (litros/hab.día): Dotación aparente (en el año n)

V cn (litros) :Volumen medio consumido total de agua potable en el año n

Psn (habitantes) : Población servida con agua potable en el año n

Esta dotación aparente puede usarse para realizar cálculos estimativos o comparativos.

1.2.1.4. DOTACIÓN DE DISEÑO

La dotación de consumo a utilizar como dotación de diseño media anual, debe calcularse para cada caso en base a la capacidad de la fuente, la influencia del clima, las características socio - económicas locales y al tipo de servicio y de usuarios.

A continuación se transcriben valores de dotación efectiva de consumo o de diseño media anual sugeridos por el ENOHSA para las realidades locales, los que deben ser chequeados al momento de proyectar de acuerdo a las costumbre del lugar de proyecto:

- Surtidores públicos: 40 l/hab.día
- Conexiones domiciliarias con medidor: 150 a 200 l/hab.día con un máximo de 250 l/hab.día cuando hay condiciones de clima semiárido y árido (a)
- Conexiones domiciliarias sin medidor: 150 l/hab.día a 300 l/hab.día (a)
- Conexiones para comercios, los consumos se deben calcular y justificar en función del número de empleados o locales sanitarios.
- Conexiones para industrias que produzcan alimentos destinados al consumo de la población, el consumo se debe determinar en base al tipo de industria y al volumen de producción. Es conveniente individualizarlos e indagar el consumo real requerido.
- Conexiones de industrias o grandes consumidores, se los deberá individualizar e indagar cual es el consumo real requerido.

• Conexiones para escuelas, hospitales y hoteles, se calcula el consumo según (b):

_ Escuelas: 20 a 100 l/alumno. Turno

_ Hospitales y clínicas con internación: 200 a 300 l/cama.día

_ Hoteles: 100 a 250 l/cama.día (otros autores estiman dependiendo del número de huéspedes 1000 l/habitación.día)

(a) Los expuestos son consumos racionales, en lo posible deben justificarse en cada caso en base a datos de campo pues no siempre se hace uso racional del agua potable.

(b) Es conveniente confirmar estos valores con los establecimientos correspondientes del lugar de proyecto.

1.2.1.5. CAUDALES

Las causas mencionadas que afectan el consumo de una población, no actúan simultáneamente y pueden variar a través de intervalos de tiempo, durante las horas del día, de un día respecto a otro o de una estación del año respecto a otra.

Estas fluctuaciones pueden ser fácilmente observadas cuando se cuenta con un aforador o caudalímetro que mida macrométricamente los consumos de la población, de lo contrario se tendrán que estimar por comparación con localidades similares. Dichas fluctuaciones se ven reflejadas en coeficientes de relación que iremos incorporando. La nomenclatura propuesta por el organismo ENOHSA es la siguiente:

En todo proyecto se debe incluir un cuadro en el que se especifiquen los coeficientes adoptados y los valores de caudales definidos en la tabla precedente, para el año inicial del período de diseño (n=0), el intermedio (n=10 años) y el final (n=20 años)

Si relacionamos los distintos caudales obtenemos los siguientes coeficientes de relación que nos serán luego útiles para determinar el caudal de diseño de

cada parte de una instalación de suministro de agua potable, pues cada estructura componente del sistema se dimensiona en función de distintos caudales.

Los valores de estos coeficientes pueden permanecer invariables en el tiempo o variar dependiendo de las condiciones y características del servicio bajo las que se definen.

El caudal medio diario de consumo de agua potable (QCn) para el año n, se determina tomando en cuenta:

_ Caudales medios diarios consumidos residenciales (QCres)

_ Caudales medios diarios consumidos no residenciales originados por instituciones públicas, privadas, comercios, industrias (QCnores)

_ Caudales medios diarios Consumidos por Grandes Usuarios comerciales o industriales (Q

Cgun)

$$\mathbf{QCn = QCres + QCnores + Q Cgun}$$

Los Q Cgun consumidos por grandes usuarios se deben determinar en base a datos aportados por los mismos, tomando en cuenta el consumo medido de agua potable desde la red pública (cuando se abastezca en esta forma), la producción propia de agua de cada usuario, las características del proceso industrial, los datos que recoja in situ el proyectista y todo otro elemento que pueda ayudar a evaluar los consumos medios y máximos de cada uno y su evolución en el tiempo. Los consumos de grandes usuarios se deben considerar como gastos puntuales cuando el valor máximo horario previsto para los mismos sea igual o mayor a 5 veces el consumo máximo horario de una conexión típica de la localidad.

Cuando no existan registros confiables interrumpidos, de al menos los 36 últimos meses de consumos de agua potable, que permitan determinar los coeficientes de caudal, se pueden adoptar los valores que especifica el ENOHSA que se transcriben en TABLA N°5.

Estos coeficientes van variando según costumbres y usos, por lo que se recomienda confirmar siempre con nuevas bibliografías.

En las etapas de tratamiento, transporte, almacenamiento y distribución se produce una merma en la cantidad de agua ya que los procesos correspondientes a cada etapa y las fallas (técnicas, administrativas y contables) disminuyen la cantidad real de agua disponible, lo que para cada etapa puede expresarse como:

$$Q_s = Q_i - D_i - ANC$$

Donde:

Q_s = caudal de salida de cada etapa

Q_i = caudal que ingresa a cada etapa

D_i = agua consumida en el proceso

ANC = agua no contabilizada por fallas técnicas D_t + fallas administrativas D_a + fallas contables

1.2.2. Determinación Del Caudal De Diseño En Redes De Distribución

El caudal de diseño debe ser el correspondiente al consumo máximo horario de la población de diseño.

De acuerdo a lo expresado precedentemente, para determinarlo se debe afectar al consumo medio diario establecido en base a la dotación y población futura de tres coeficientes:

$\alpha_1 n$ que permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

$\alpha_2 n$ que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

Recordar que $\alpha n = \alpha_1 n \cdot \alpha_2 n$ permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo horario.

Además, se debe estimar el rendimiento de la red:

1.2.2.1. DEMANDA DE SERVICIOS

La demanda en un servicio de agua potable, es la cantidad y calidad de agua que satisface los requerimientos de los usuarios, incluyendo además todos aquellos usos no directamente requeridos por los usuarios residenciales, pero que hacen al funcionamiento de toda la infraestructura social y al sistema de abastecimiento en particular.

Para la satisfacción de dicha demanda pueden existir condicionantes particulares tales como:

- _ Limitaciones por producción insuficiente
- _ Estado operativo de las redes que puede dar origen a caudales insuficientes y bajas presiones.
- _ Inadecuada calidad de agua

_ Régimen tarifario

CAPITULO II
ENOHSa
ENTE NACIONAL DE OBRAS
HÍDRICAS DE SANEAMIENTO

2. ENOHSa

Es de destacar que el objetivo del presente trabajo no es tocar en profundidad cada uno de los puntos desarrollados en El ENOHSa sino hacer mención a los más relevantes a este proyecto. A continuación paso a mencionar algunos aspectos importantes.

La Misión del ENOHSa es organizar, administrar y ejecutar Programas de Infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector Agua Potable y Saneamiento básico, en toda la extensión del territorio País.

Dichas políticas y programas deberán comprender, armonizar y coordinar las estrategias y acciones provinciales y municipales, tanto sean públicas como privadas que estuvieren orientadas al mismo objetivo y que sean tendientes a promover:

La expansión y explotación eficiente de los servicios, asegurando el acceso universal, el uso racional del recurso medio ambiente, la calidad de los productos y prestaciones, y la aplicación de tarifas justas y equitativas que permitan la sostenibilidad y expansión de los sistemas.

La regulación y control de los servicios, preservando equilibradamente los derechos y obligaciones de los titulares de los sistemas, de los usuarios, y de los prestadores (públicos y privados).

La integración y participación de empresas públicas, privadas, cooperativas, entidades comunitarias y trabajadores de la actividad en la gestión de los servicios y en el financiamiento de su optimización y crecimiento en términos de sustentabilidad y eficiencia.

2.1 Aspectos A Considerar En Un Proyecto

En el caso de sistemas de agua potable un Proyecto debe tener un enfoque integral, el que debe comprender -en todos los casos- en forma simultánea un conjunto de actividades relacionadas con el mejoramiento comercial, el mejoramiento operativo, la optimización, rehabilitación y ampliación de las instalaciones existentes, la ejecución de nuevas instalaciones y el fortalecimiento del ente prestador del servicio de agua potable. Se debe siempre considerar, además en función de las mejoras del servicio de agua potable y sus instalaciones, las necesidades complementarias de optimizar, rehabilitar, ampliar o construir nuevas instalaciones de desagües cloacales.

En el caso de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable el Proyecto puede integrar un sistema local o regional tanto desde el punto de vista de la captación como del tratamiento. Se debe basar en un diagnóstico integral y debe considerar todas las partes componentes, obras, instalaciones y equipos del sistema en su conjunto, tanto para sistemas nuevos como para la ampliación o rehabilitación de sistemas existentes.

El Proyecto debe incluir tanto análisis de la calidad del agua cruda como los caudales disponibles y de sus variaciones durante el año para cada una de las fuentes previstas.

2.1.1 Formulación De Alternativas

Se debe tener en cuenta las etapas en las que secuencialmente se desarrollará el diseño de las obras y cuál o cuáles son las oportunidades de evaluación, utilizando para ello metodologías compatibles con los datos disponibles y su grado de precisión. Debe tener en cuenta en la enumeración de las tareas previas que se requieren para realizar la evaluación de diseños alternativos, que no es necesario completar el diseño de las obras para realizar su análisis, basta para ello:

- Identificación de las obras a diseñar.
- Estudios de Base (Información secundaria).
- Diseños de ingeniería a nivel de Anteproyecto.
- Estudios de impacto ambiental.
- Estudio preliminar de costos y operación.
- Evaluación.

En caso de ser viable la ejecución de las obras se desarrollará la etapa posterior que consta de los siguientes pasos:

- Estudios de Base (Información primaria).
- Desarrollo de la Ingeniería.

2.2 Criterios De Calidad Del Agua

2.2.1 CALIDAD DEL AGUA A TRATAR

Se considerarán como aguas a tratar a aquellas que se utilicen como fuente de ingreso a un sistema de abastecimiento público, sean éstas de tipo superficial o subterráneo.

2.2.1.1 Calidad del agua en las fuentes

Para evaluar las posibles fuentes a utilizar se puede emplear la clasificación de los cuerpos de agua, que de acuerdo con su calidad y requerimiento de tratamiento pueden cumplir con las Normas de potabilidad.

Esta clasificación se basa en las siguientes categorías:

- **Tipo A:** Aguas subterráneas o superficiales, provenientes de cuencas con protección sanitaria estando los parámetros de calidad de acuerdo con los requerimientos estándar de potabilidad.
- **Tipo B:** Aguas superficiales o subterráneas, provenientes de cuencas no protegidas que puedan satisfacer el estándar de potabilidad con tecnologías de tratamiento que no demanden coagulación química.
- **Tipo C:** Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas que exijan tecnologías de tratamiento con coagulación química para alcanzar el estándar de potabilidad.
- **TIPO D:** Aguas superficiales de cuencas no protegidas, sujetas a contaminación que requieren tratamientos especiales para alcanzar el estándar de potabilidad.

2.2.1.2 Protección de fuentes

Aunque existen tecnologías de tratamiento de agua para permitir que casi cualquier fuente pueda cumplir con las normas de calidad de agua de bebida, deberán arbitrarse los medios necesarios para evitar el deterioro y lograr la mejoría de la calidad de la fuente de agua.

- Se debe elaborar y aplicar un Programa para el Manejo y Protección de la Calidad de la Fuente de suministro de agua, cuyo objetivo principal será mantener o mejorar la calidad de la fuente de agua, tendiendo a controlar o eliminar las fuentes de contaminación.

- Cuando sea posible, el Programa para el Manejo y Protección de la Calidad de la Fuente de suministro de agua formará parte de un Plan Integral de Protección de Cuenca el cual tendrá un enfoque más abarcativo y tomará en consideración diferentes aspectos relacionados con la salud humana y la calidad del ambiente dentro de la cuenca de interés, buscando integrar el cumplimiento de normas obligatorias con el incentivo al desarrollo de los recursos naturales

- El Programa de Manejo y Protección de la Fuente se basará en un Plan de

Monitoreo cuyo objetivo será generar información confiable con relación a la fuente de agua y su evolución. Los datos obtenidos y procesados permitirán evaluar el resultado de medidas aplicadas para la protección y mejoramiento del recurso de agua, así como también seguir el impacto de eventuales descargas accidentales de contaminantes.

- El Plan de Monitoreo puede tener objetivos amplios respecto de la protección del recurso. Cuando enfoque su atención en la protección de la fuente de agua deberá atender como mínimo los siguientes aspectos:

Definición de los objetivos y metas parciales del programa de monitoreo.

Recopilación y generación de información básica.

Desarrollo de un modelo conceptual que relacione los datos de calidad de agua conocidos con el sistema físico, químico y biológico que constituye la fuente de agua y las entradas al mismo ya sean éstas de origen natural o antrópico.

Definición de objetivos en cuanto al tipo, cantidad y calidad de información a producir. Esta decisión estará dada por el uso previsto de la información generada y permitirá establecer metodologías de monitoreo y sus costos asociados.

Establecimiento de estrategias para las mediciones de campo, y determinaciones analíticas, definiendo criterios de aceptación de datos.

Definición de los sistemas de transferencia, procesamiento y almacenamiento de datos a emplear. Una parte esencial de este aspecto es el establecimiento de una metodología de evaluación de la calidad de los datos.

Definición de una metodología para el análisis, evaluación e interpretación de los datos recolectados.

Establecimiento de métodos de evaluación del Programa de Monitoreo a fin de poder detectar problemas y elaborar recomendaciones para su solución.

Definición de métodos de comunicación de la información reunida.

- Cuando la fuente a proteger sea de tipo subterráneo, deberán identificarse las áreas de recarga de la misma a fin de establecer un programa de protección adecuado para estas áreas.

2.2.1.3 Tratamiento

- El objetivo de todo sistema de tratamiento intercalado entre la fuente de agua y la población servida será mejorar la calidad de la fuente de modo que el agua distribuida sea segura, con sabor y olor aceptables y de características organolépticas agradables para su consumo, cumpliendo con las características de agua de bebida establecidas en la presente Norma.
- La elección de los procesos de tratamiento deberá basarse en los siguientes criterios:

Calidad del agua a tratar.

Calidad de agua tratada requerida para el consumo, la cual se establece en la presente Norma.

Condiciones ambientales y socioeconómicas locales.

Características de la población a servir.

Nivel de tecnología disponible localmente.

2.2.2 Calidad del agua tratada

- De acuerdo con lo establecido por la Resolución No. 494 del Ministerio de Salud y Acción Social (Art. 982), el Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, es aquella que es apta para la alimentación y uso doméstico. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.
- Para cumplir con esta definición no debe contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.
- Debe presentar además sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.
- Con respecto a la calidad que debe poseer el agua potable, debe tomarse como referencia a las Normas establecidas en el Código Alimentario Argentino Actualizado

- Con respecto al parámetro Turbiedad, teniendo en cuenta los numerosos estudios realizados internacionalmente que demostraron la estrecha vinculación entre los valores de este parámetro y la calidad microbiológica del agua, así como las recomendaciones de organismos reconocidos internacionalmente, se establecen los siguientes valores:

Valor máximo admisible para la turbiedad del agua tratada: 1 UNT.

Valor recomendado de la turbiedad para el agua tratada: 0,5 UNT.

- Podrán adoptarse otras normas de calidad (provinciales, municipales y/o internacionales) siempre y cuando los valores límites para cada uno de los parámetros fueran menores a los establecidos en el Código Alimentario Argentino.

- Podrán incorporarse parámetros de calidad que no figuren en el Código Alimentario y su inclusión deberá justificarse debidamente tomando en cuenta:

Antecedentes de datos de calidad de la fuente de provisión.

Recomendaciones de organismos internacionales relacionados con la provisión de agua potable.

2.3 Almacenamiento Y Regulación De La Presión

Todo sistema de agua potable debe disponer de un almacenamiento cuya finalidad básica es la de efectuar la regulación entre la producción de agua y la demanda del consumo, esencialmente variable y de disponer de reservas estratégicas.

El dimensionamiento del almacenamiento debe contemplar:

- Las reglamentaciones locales que exijan reservas, para atender las necesidades de combate de incendios.

- El volumen necesario para la regulación indicada.

- La reserva necesaria para una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento. El diseño del sistema debe contemplar la instalación de cisternas enterradas o semienterradas y/o de tanques elevados, de manera de lograr la configuración más económica para el sistema de distribución.

Cuando sea necesario, los tanques elevados y las cisternas pueden, además, ser aptos de acuerdo a su ubicación topográfica o su propia elevación, para la regulación de las presiones en el sistema de distribución.

En los casos donde se justifique técnica y económicamente, la regulación de la presión puede realizarse como alternativa por tanques hidroneumáticos o con bombas de velocidad variable.

Cuando se trate de sistemas sectorizados en terrazas de presión debe considerarse la conveniencia de la interconexión de los sectores mediante la instalación de tanques rompepresión o válvulas reguladoras de la presión.

2.3.1 Capacidades de las Cisternas y Tanques

Como criterio general se establece que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento, debe ser en todos los casos, como mínimo, el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.

Cuando se utilice el almacenamiento, además, para uso de la planta de potabilización, debe incrementarse su volumen con los consumos propios de ésta.

2.3.1.1 Reducción y/o distribución de capacidades

Puede proyectarse capacidades mínimas de almacenamiento distintas a las consignadas en el punto anterior, siempre que se dé las razones técnico – económicas correspondientes, que a criterio del ENHOSa, justifiquen los volúmenes adoptados.

En especial, en el caso de sistemas con conducciones de escasa longitud entre el almacenamiento y el sistema de distribución, cuando se cuente con dos fuentes de energía independientes entre sí, puede disminuirse o distribuirse el volumen de almacenamiento, de acuerdo con lo que a continuación se indica:

- 1). En el caso de fuente subterránea se puede reducir el volumen de almacenamiento, pues se considera que el acuífero cumple las funciones de reserva. En este caso el depósito elevado debe cumplir fundamentalmente con la función de regulación de presión.
- 2). Para los casos en que la captación es de agua superficial se puede distribuir el volumen de almacenamiento entre una cisterna enterrada o semienterrada y uno o varios tanques elevados.

En todos los casos se debe determinar el régimen de bombeo y la conveniencia económica de la solución propuesta.

2.3.1.2 Reserva contra incendio

En todos los casos debe cumplirse con las reglamentaciones locales que exijan reservas contra incendios.

Cuando no existan reglamentaciones locales el ENOHSa puede exigir el cumplimiento de las exigencias de los cuerpos locales de bomberos, los que deben ser consultados formalmente por el proyectista o definir, según su exclusivo criterio, el volumen a exigir.

El volumen de las reservas contra incendio debe separarse físicamente del volumen de las reservas para la regulación y no ser afectadas por ésta.

2.3.2 Proyecto de tanque y cisternas

En general, por razones económicas, se deben adoptar como criterios para la ubicación de los tanques los siguientes:

- En las proximidades de la fuente de abastecimiento o de la planta de tratamiento.
- Dentro o en las cercanías de la zona de mayores consumos.
- En una zona alta de la localidad.

En todos los casos se debe justificar las razones que llevaron a definir la ubicación de tanques y cisternas, considerando además que preferentemente deben localizarse en cada sector de importancia en que esté subdividida la red.

La cota del fondo de tanque o de la cisterna debe garantizar, cuando corresponda, las presiones mínimas necesarias en la red de distribución.

Dado que los materiales a utilizar deben ser durables, impermeables y de resistencia estructural adecuada, las cisternas se pueden construir de hormigón armado o mampostería y los tanques elevados de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metálicos, queda librado, en todos los casos, a un cotejo económico la elección de uno u otro material.

A fin de defender a las superficies metálicas de posibles acciones agresivas de las aguas, el proyecto debe contemplar la debida protección de las mismas por medio de un revestimiento adecuado.

2.4 Sistema De Distribución

Es el sistema integrado por una serie de tuberías generalmente enterradas y sus piezas de unión y accesorios necesarios para operarla, cuya función principal es conducir en forma continua agua para la prestación del servicio a los consumidores en cantidad y con la presión adecuada.

Está formada por cañerías maestras o principales, distribuidoras o secundarias y subsidiarias y sus válvulas y piezas especiales.

2.4.1 Información Requerida

El planteo, diseño y cálculo de una red de distribución de agua requiere contar con la siguiente información:

- Sectores del sistema de abastecimiento con redes existentes y de proyectos anteriores.
- Relevamiento topográfico planialtimétrico del perímetro actual y sus áreas de expansión, indicando:

Loteos existentes y aprobados.

Plan director para determinar el desarrollo futuro de la población: reordenamiento urbanístico.

3. Cursos de agua con las obras existentes (viaductos, alcantarillas, etc.) y las instalaciones proyectadas.

4. Características topográficas de la localidad.

5. Singularidades: vías del ferrocarril, calles pavimentadas actuales y futuras (tipo de pavimento y veredas).

6. Instalaciones importantes tanto a la vista como enterradas de los principales servicios públicos de la localidad.

7. Radio servido actual y futuro.

- Población existente y prevista en el horizonte de diseño y períodos intermedios.
- Densidad de la población y variación de la densidad y expansión del área a servir.
- Características socioeconómicas de la población en las diferentes zonas a servir.

Áreas residenciales, comerciales, industriales y mixtas.

2.4.2 Parámetros de Diseño

2.4.2.1 Caudal de diseño

El caudal de diseño debe ser el correspondiente al consumo máximo horario, de la población de diseño, más el agua no contabilizada.

Para determinarlo se debe afectar al consumo medio diario establecido en base a la dotación y población futuras de tres coeficientes:

1. α_1 que permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario. Es siempre mayor que uno (1) y lo multiplica.
2. α_2 que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario. Es siempre mayor que uno (1) y lo multiplica.
3. η rendimiento de la red = $\frac{1 - \text{Agua no Contabilizada}}{100}$

η es siempre menor que uno (1) y lo divide.

El caudal de diseño debe ser entonces: $\alpha_1 \alpha_2$ consumo medio diario

η

El proyectista debe someter en todos los casos a consideración del ENOHSa, las razones que lo llevan a fijar valores para los coeficientes α_1 , α_2 y η .

2.4.2.2 Velocidades

Se establecen como velocidades usuales las siguientes

DN de la tubería	Velocidad
mm	m/s
Menor o igual a 200	0,30 a 0,90
250 a 500	0,60 a 1,30
Mayor de 600	0,80 a 2,00

Valores mayores o menores deben ser adecuadamente justificados.

La velocidad máxima no debe superar 3,00 m/s.

2.4.2.3 Diámetros

El diámetro a utilizar para las cañerías que forman las mallas o conforman las cañerías principales, debe resultar del respectivo cálculo de la red. El diámetro mínimo debe ser de 60 mm.

Las cañerías secundarias y subsidiarias se podrán proyectar con el diámetro mínimo antes indicado, salvo en zonas de elevada densidad demográfica donde debe justificarse en cada casa el diámetro a adoptar.

No se acepta la instalación de conexiones domiciliarias sobre cañerías de diámetro 300 mm o superior. De presentarse esta situación deben proyectarse las correspondientes cañerías subsidiarias.

2.4.3 Presión de Servicio

Las presiones deben ser tales que no excedan las máximas de trabajo de acuerdo al tipo y clase de cañerías utilizada, tanto para la red de distribución como para las conexiones domiciliarias.

Presión Mínima

La presión dinámica no debe ser inferior a 12 m. de columna de agua, medida sobre nivel de vereda en los puntos más desfavorables de la red, los más alejados del tanque o los más altos.

Se aceptan que en puntos aislados la presión dinámica mínima sea 8 m.c.a., la que debe ser debidamente justificada y su aprobación queda sujeta al solo juicio del ENOHSa.

Presión Máxima

Se establece como máxima presión estática de servicio 50 m.c.a.

2.4.4 Diseño de la Red de Distribución

En todos los casos la red debe sectorizarse y debe procurarse proyectar mallas cerradas; la forma de las mismas y la longitud de las cañerías principales que las integran deben ceñirse a las características topográficas de la localidad, a la situación relativa de la densidad de población por abastecer y a la ubicación de tanques o cisternas. Se debe contemplar el desarrollo futuro de la localidad a fin de prever las posibilidades de ampliación.

La distribución abierta sólo se debe aplicar en poblaciones poco densas donde los tramos de cañerías necesarios para cerrar circuitos resulten muy largos o de escasa utilización.

La sectorización debe realizarse considerando una zonificación por zona de presión de manera que no se excedan la presión máxima establecida

En lo posible los sectores no deben exceder los 2.000 usuarios domiciliarios.

2.4.4.1 Métodos de CÁLCULO

En primer lugar se debe definir, en base a los antecedentes reunidos, la proyección estimada y el crecimiento previsto de la localidad, el “radio a servir” futuro, para el que se proyecta la red. Esta zona debe identificarse claramente en el plano correspondiente.

Utilizando los datos anteriores y la densidad de población, topografía de la localidad y ubicación de las reservas o alimentaciones a la red, se deben definir las mallas de cañerías principales y atribuir las secundarias.

En caso de proyectarse el enlace a la red de edificios de importancia donde el consumo puede ser elevado (industrias, hospitales, etc.) podrá considerarse en el cálculo de la red el gasto concentrado y no incluirse la correspondiente demanda en la estimación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda.

Los diámetros, pérdidas de carga y velocidades se deben establecer por cualquiera de los métodos usuales para el cálculo de redes pudiendo utilizarse programas de software reconocidos.

En todos los casos se debe acompañar una memoria técnica con la descripción del procedimiento seguido para la determinación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda, el método de cálculo y/o el software utilizado, etc.

Dados los errores inherentes a los métodos e hipótesis de cálculo, se considerar aceptable un error de cierre en cada malla que no exceda de 1 m para aquellos que utilicen los denominados puntos de equilibrio total o parcial. Para los cálculos efectuados por modelos matemáticos resueltos por computación se admite un error máximo del 1% (uno por ciento) en la determinación de los caudales.

2.4.4.2 *Detalles Constructivos*

- **Ubicación**

Las cañerías de la red de distribución podrán colocarse por vereda o por calzada estableciéndose en 1,00 m. la distancia mínima, en horizontal, a las cañerías de cloacas o pluviales paralelas, debiendo éstas estar a mayor profundidad.

Cuando no se pueda cumplir con las separaciones mínimas o sea necesario pasar por debajo de desagües, se deben tomar todas las precauciones de impermeabilidad y soporte que el caso requiera, instalaciones que deben estar detalladamente indicadas en los planos de proyecto.

Hasta el diámetro DN 300 mm podrán colocarse indistintamente por vereda o calzada.

Los diámetros iguales o superiores a DN 400 mm se deben colocar únicamente por calzada.

En avenidas, rutas, calles pavimentadas o calles de gran ancho podrá proyectarse la colocación de cañerías de distribución a cada lado de la calle en lugar de realizar las denominadas conexiones largas. En cada caso la conveniencia de esta solución debe demostrarse mediante el correspondiente estudio económico.

- **Pendientes**

Las cañerías de DN 300 mm o mayores deben ser colocadas con una pendiente del 2 0/00 cuando la tubería aumenta su cota en el sentido de escurrimiento del agua y del 3 0/00 cuando la tubería disminuye su cota en el sentido de escurrimiento del agua.

- **Prueba del Mandrilado**

Se debe realizar una prueba de mandrilado sobre todos los caños después de tapar y compactar la zanja, pero antes de colocarse el pavimento o terminación superficial definitiva y antes de que se efectúe la prueba para determinar pérdidas. Se debe pasar a mano un mandril cilíndrico rígido cuyo diámetro debe ser por lo menos el 97 % del diámetro interno de diseño para las tuberías de PVC, PRFV, PEAD y acero. La longitud del mandril debe ser igual al diámetro de diseño del caño.

Si el mandril se atasca dentro del caño en cualquier punto, debe retirarse y reemplazarse el caño.

- **Materiales**

Se recomienda, a fin de facilitar las tareas de mantenimiento y reparaciones y evitar la existencia en el depósito de materiales de distintas clases, proyectar las redes y sus ampliaciones tratando, en lo posible de uniformar los materiales, diámetros y piezas especiales a utilizar.

2.4.4.3 Válvulas y accesorios

- **Válvulas de Cierre**

Se deben proyectar con el fin de dividir la red en secciones, para poder aislar posibles fallas o trabajos complementarios, sin interrumpir el servicio en el resto de la población.

Debe estudiarse muy cuidadosamente el número de válvulas a colocar, debiendo prevalecer un criterio de economía combinado con la funcionalidad normal del servicio. No se admite el empleo de válvulas de cierre para regular caudales.

- **Válvulas de Aire**

En las tuberías principales de diámetro igual o superior a DN 100 mm sin conexiones domiciliarias se deben colocar válvulas de aire en los puntos altos de quiebre así como en la tuberías de DN 300 mm o superior.

Deben ser del tipo denominado tres funciones:

- 1_ Salida de aire a gran caudal durante el llenado.
- 2_ Salida de aire a caudal reducido bajo presión.
- 3_ Entrada de aire a gran caudal durante el vaciado.

Deben ir alojadas en cámaras y luego del ramal de conexión debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que la válvula de aire.

- **Hidrantes**

Se deben conectar sobre las tuberías de DN 75 mm o superior, en vereda, cercanos a las esquinas y con una distancia máxima de 200 m entre ellos.

Luego del ramal de conexión debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que el del hidrante.

- **Toma Motobomba**

Las tuberías de DN 150 mm o mayores pueden abastecer las tomas motobomba.

Se deben colocar en cámaras, bajo vereda, en las esquinas, con una distancia máxima entre ellas o entre toma e hidrante de 200 m.

- **Cámara de Limpieza**

Permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema. Se deben colocar en puntos bajos y consisten en derivaciones de la tubería provistas de una válvula de cierre y los elementos para alejar el líquido contenido en la red.

Los puntos bajos deben seleccionarse en forma tal que las cámaras de limpieza respectivas puedan drenar y limpiar toda la red.

2.5 Impacto Ambiental

Como toda obra de ingeniería que se ejecuta genera un impacto ambiental, este debe ser analizado con la normativa correspondiente se especifican los criterios y exigencias técnicas para:

(1) Identificar y cuantificar impactos ambientales, (2) formular medidas preventivas y correctivas de dichos impactos, y (3) establecer pautas y procedimientos comunes a los distintos estudios e informes ambientales durante las etapas de planificación, diseño, construcción y operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

La observancia de los requisitos y exigencias establecidos no exime de cumplir otras normas nacionales, provinciales o municipales, debiendo satisfacerse las condiciones de la que resulta más estricta para cada aspecto o factor ambiental.

2.5.1 Especificaciones del Estudio Ambiental

Se deben establecer los objetivos en un Estudio Ambiental Previo (EAP), los alcances del mismo y los antecedentes pertinentes al área de estudio con implicancias directas a la problemática ambiental del Anteproyecto.

Seguidamente el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) debe estar orientado exclusivamente a identificar, valorar y cuantificar, en forma detallada, los potenciales impactos ambientales que pueden generar las obras, en este caso el acueducto en cuestión, y tareas de construcción y operación de la alternativa seleccionada del sistema de abastecimiento de agua.

El EIA adopta un enfoque detallado de evaluación considerando todos los impactos posibles, pero orientando los análisis en los aspectos más significativos y que requieran mayores necesidades de protección.

En todos los casos, las evaluaciones del EIA deben ser complementarias y de mayor profundidad que las realizadas en el EAP.

2.5.2 Diagnostico Ambiental

El diagnóstico ambiental del EIA debe estar basado inicialmente en una indagación exhaustiva de la información existente, priorizando aquella vinculada al conocimiento científico y técnico de los recursos ambientales comprometidos en el área de estudio.

El Diagnóstico Ambiental debe estar organizado y debidamente detallado.

Finalmente se debe interpretar, concisamente, los resultados obtenidos y vincularlos con las necesidades de protección ambiental (reducción o eliminación de los impactos previstos) Asimismo, se los debe comparar con los obtenidos en otros estudios similares e identificar las limitaciones, alcances y problemas de inconsistencia de los resultados

CAPITULO III

MINISTERIO DE AGUA, AMBIENTE Y ENERGÍA

3. LA INSTITUCION

3.1. Datos Y Ubicación.

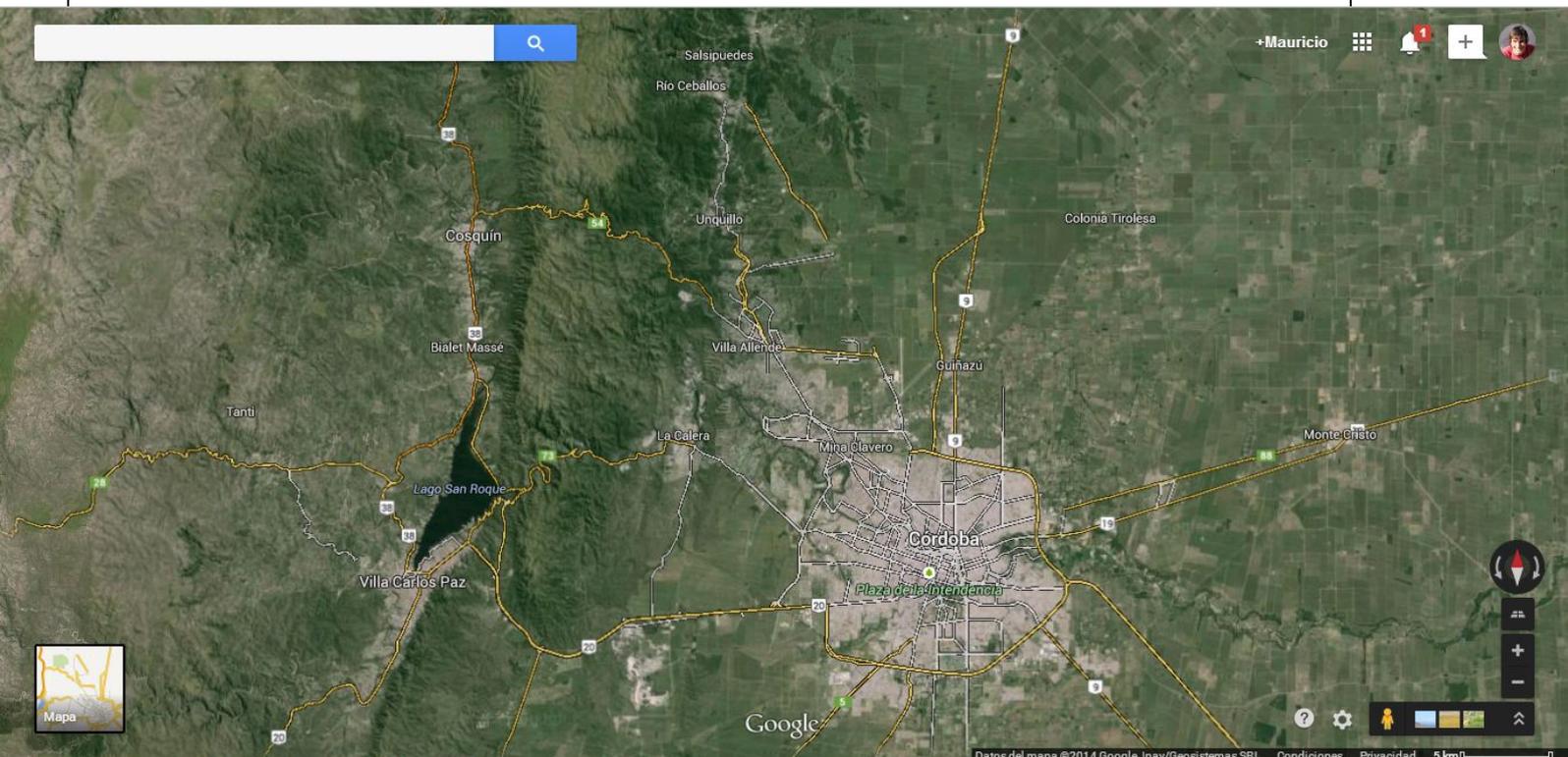
El Ministerio de Agua, Ambiente y Energía se encuentra en calle Humberto 1° N° 607 3° Piso de la Provincia de Córdoba. Allí desempeñan sus actividades cotidianas, entre otros, los siguientes profesionales son los que tuve contacto a lo largo de la realización del trabajo:

- Ing. Pablo Wierzbicki,
- Ing. Juan Dante Bresciano, Director de Jurisdicción de Estudios y Proyectos
- Ing. Hugo Porchietto, Jefe de Área: Proyecto de Agua Potable y Desagüe Cloacal
- Inga. Silvia Simonian, Jefa de Departamento Desagües Cloacales.

En esta Institución se desarrollan y ejecutan importantes proyectos de desagüe cloacal y agua potable,

Ilustración 1: El Ministerio de Agua, Ambiente y Energía

CAPITULO IV
DESCRIPCION DE SALSIPUEDES



4. LOCALIDAD

4.1 Salsipuedes

Salsipuedes es una ciudad en las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina. Se encuentra en el Departamento Colón a 35 km de la ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima y a 22 km del Aeropuerto Internacional Córdoba, a 685 m. sobre el nivel del mar. Forma parte del aglomerado urbano del Gran Córdoba.

Ilustración 2: Ubicación Salsipuedes

La jurisdicción de Salsipuedes ocupa un área de 114 km cuadrados, situada una mitad en la pedanía San Vicente y la otra en la pedanía Río Ceballos; el eje Norte-Sur tiene una longitud de 10,5 km y el eje Este-Oeste unos 20,3 km. Salsipuedes se ubica en la línea límite entre ambas pedanías, en el centro de la jurisdicción. En los primeros escalones de las Sierras Chicas, Salsipuedes está situado a 685 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con unas 9000 habitantes aproximadamente, llegando a 12000 en épocas de verano.

Su clima es templado, seco y sin grandes vientos, con lluvias anuales de 1000 mm y con temperaturas medias de 12° en invierno y 22° en verano. El río Salsipuedes, que atraviesa la localidad, nace de vertientes naturales en lo alto de las sierras y de desagües pluviales existentes en el camino denominado El Cuadrado (que une Salsipuedes con La Falda).

Los barrios, más significativos, en los cuales se desarrollo el trabajo son:

- | | |
|----------------------|------------------|
| - El Pueblito | - Ariel |
| - Villa Silvina | - Cerro del Sol |
| - Alto Cerro del Sol | - El Bosque |
| - Villa del Sol | - El Talita |
| - Supe(Centro) | - Villa la Selva |
| - Oro Verde | - Plasman |

4.2 La Red de Agua Potable

Con respecto a su red de distribución se puede decir que esta compuesto por mallas abiertas e independientes una de la otra, separadas por sectores barriales.

En general cada sistema tiene su fuente de abastecimiento, su almacenamiento y estos comunicados entre sí por la cañería de alimentación

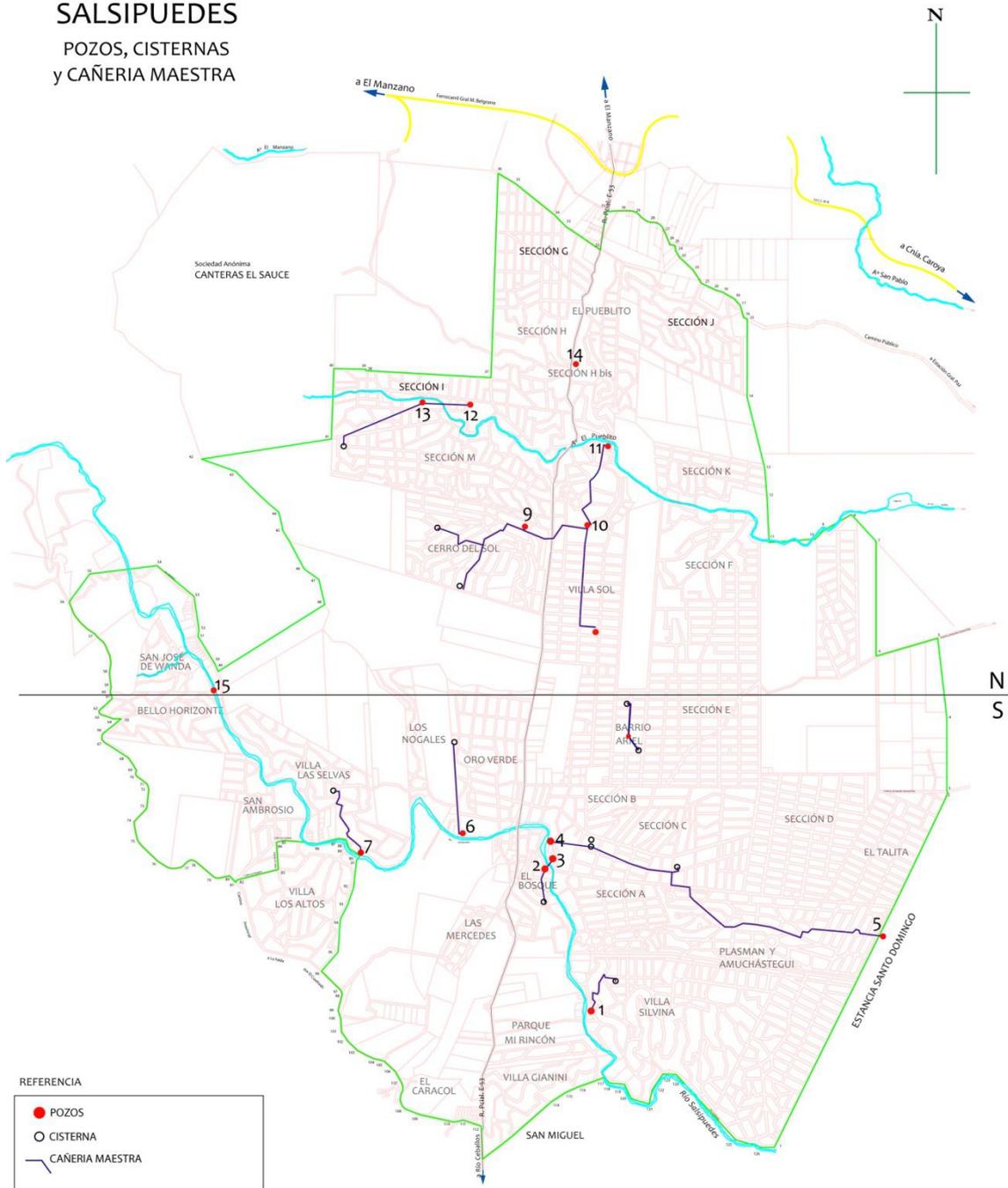
Con respecto a las fuentes de abastecimiento cuenta con 13 pozos (no todos en funcionamiento, y se está viendo de ejecutar 2 más) y 2 galerías filtrantes

Hay que tener en cuenta que este tipo de solución con mallas abiertas puede ser producto de la topografía montañosa que tiene la ciudad, y que a medida que fue creciendo la ciudad se fue ejecutando las redes en esos sectores.

A continuación se muestra en la imagen lo recién desarrollado

SALSIPUEDES

POZOS, CISTERNAS y CAÑERÍA MAESTRA



REFERENCIA

- POZOS
- CISTERNA
- CAÑERÍA MAESTRA

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Pozo | 8) Pozo Ariel |
| 1) Pozo Villa Silvina | 9) Pozo Cerro del Sol |
| 2) Pozo El Bosque | 10) Pozo Villa Sol |
| 3) Galería Filtrante El Bosque | 11) Galería Filtrante El Pueblito |
| 4) Pozo SUPE | 12) Pozo Los Torres |
| 5) Pozo Plasman | 13) Pozo Suárez |
| 6) Pozo Hidráulica | 14) Pozo Flores |
| 7) Pozo Las Selvas | 15) Pozo Bello Horizonte |



Ilustración 3: Pozos y cisternas

4.2 Trabajos En Campo

A continuación se describe brevemente los trabajos en campo que se realizaron.

- Reuniones con personal encargo del servicio de abastecimiento de agua en Salsipuedes.

Las cuales tuvieron como fin, conocer más sobre la situación del servicio, sus formas y políticas de trabajo. Además de recolección de información que se detalla:

- Cartas IGM de la ciudad de Salsipuedes
 - Relevamiento de la red actual de Salsipuedes, Proyectos a Futuros y toda aquella información técnica de alguna modificación en la red.
 - Planilla de Almacenamientos existentes con sus volúmenes.
 - Planilla de Fuentes de abastecimiento con sus aportes de caudal.
 - Cantidad de conexiones declaradas.
-
- Recorrida en campo, con esta tarea, se tuvo como fin, confirmar que la información proporcionada era válida. Además de hacer un reconocimiento físico de cada elemento de la red.
 - Relevamiento de Almacenamientos existentes con sus volúmenes.
 - Relevamiento de Fuentes de abastecimiento con sus aportes de caudal.
 - Se control que elementos estaban sin funcionar en la red(almacenamientos y fuentes)

CAPITULO V
COMIENZO DE MODELACION

5. TRABAJO EN EPANET

5.1 Características Del Programa

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. Este programa determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos en la red durante un periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo.

EPANET puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. Esto incluye:

- Utilización alternativa de las fuentes de suministro en sistemas que disponen de múltiples fuentes de abastecimiento,
- Variación de los esquemas de bombeo, llenado y vaciado de los depósitos,
- Uso de técnicas de tratamiento satélite, tales como la recloración en determinados depósitos de almacenamiento,
- Determinación de conducciones que deben ser limpiadas o sustituidas.

5.1.1 Características Del Modelo Hidráulico

Epanet posee las siguientes características en relación al modelo hidráulico:

- No existe límite en el tamaño de la red
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidad de giro variables.
- Calcula la energía consumida y el costo de bombeo de las estaciones.
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, de retención, de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría.

- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.

5.1.2 Características Del Modelo De Calidad Del Agua

En la modelización de la calidad del agua EPANET tiene las siguientes capacidades:

- Realiza el seguimiento en el tiempo de sustancias no reactivas que se encuentran en la red
- Modela el comportamiento de un material reactivo tanto si aumenta su concentración como si se disipa a lo largo del tiempo.
- Modela la edad del agua a lo largo de la red.
- Realiza el seguimiento de una porción de fluido desde un nudo dado a través de todos los demás a lo largo del tiempo.
- Modela reacciones en el seno del fluido y en la capa de la pared de la tubería.
- Utiliza ecuaciones cinéticas polinómicas para modelar las reacciones en el seno del fluido.
- Utiliza coeficientes y ecuaciones lineales para modelar las reacciones en la pared de la tubería.
- Permite el crecimiento o descenso de la reacción hasta una concentración límite.
- Emplea coeficientes generales en las reacciones que pueden ser modificados tubería a tubería.
- Permite que los coeficientes de las reacciones de pared sean correlativos con la rugosidad de la tubería.
- Permite a lo largo del tiempo entradas de concentración o masa en cualquier punto de la instalación.
- Modela los depósitos de tres formas: de mezcla completa, de flujo en pistón, o con dos compartimentos de mezcla.

Con todas las características descritas se puede estudiar cualquier fenómeno de la calidad del agua, tales como:

- Mezclado de aguas de diferentes fuentes.
- Edad del agua a lo largo del sistema.
- Disminuciones del cloro residual.
- Crecimiento de los subproductos de desinfección.
- Seguimiento de posibles situaciones de propagación de la contaminación.

El análisis de la calidad del agua escape el alcance del presente trabajo pero es importante destacarlo como una de las funciones que puede desarrollar el programa.

5.1.3 Componentes Físicos

El programa EPANET modeliza un sistema de distribución de agua como una serie de líneas conectadas a los nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos. A continuación paso a describir las características de cada componente físico del modelo:

5.1.3.1 Conexiones

Las conexiones son puntos en la red donde se unen las líneas o por donde entra o sale el agua de la red. La información que se requiere para las conexiones es:

- Cota
- Demanda de agua
- Calidad del agua inicial

Los resultados que obtengo de las conexiones a lo largo de toda la simulación son:

- Altura piezométrica
- Presión
- Calidad del agua

Las conexiones también pueden:

- Tener una demanda que varíe en el tiempo
- Tener diferentes categorías de demandas asignadas
- Tener una demanda negativa indicando que el agua entra en la red
- Ser fuente de calidad del agua por donde los constituyentes entran en la red

- Contener emisores o aspersores haciendo que el caudal descargado dependa de la presión

5.1.3.2 Depósitos

Los depósitos son utilizados para modelizar lagos, ríos y conexiones a otros sistemas. Sus principales características son su altura piezométrica y su calidad inicial para el análisis de la calidad del agua. El depósito es un punto frontera de la red, su altura y calidad del agua no pueden verse afectadas por lo que ocurra en el resto del sistema. Por lo tanto no se ordenan características de salida. A pesar de todo, podemos hacer variar su altura con el tiempo si le asignamos un patrón de tiempo.

6.1.3.3 Tanque

Los tanques son nudos con capacidad de almacenamiento, donde el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo a lo largo de la simulación.

Las principales características de los tanques son:

- Cota
- Diámetro
- Valores iniciales máximos y mínimos de agua
- Calidad del agua inicial

Los principales valores que se piden a lo largo del tiempo son:

- Nivel de la superficie libre de agua
- Calidad del agua

Los tanques operan limitados por sus niveles máximo y mínimo. EPANET detiene el aporte de caudal si el nivel del tanque esta al mínimo y detiene el consumo de caudal si el nivel del tanque se encuentra en su máximo.

5.1.3.4 Tuberías

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado (abierta, cerrada o con una válvula)

Las características de la calidad del agua para las tuberías consisten en:

- Coeficiente de reacción del flujo
- Coeficiente de reacción de pared

Los principales valores que podemos obtener son:

- Caudal
- Velocidad
- Pérdidas
- Factor de fricción Darcy-Weisbach
- Variación de la velocidad de reacción a lo largo de su longitud
- Variación de la calidad del agua a lo largo de su longitud

Las pérdidas de carga en la conducción debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando las ecuaciones siguientes:

1. Hazen-Williams
2. Darcy-Weisbach
3. Chezy-Manning

6.1.3.5 *Perdidas Menores*

Las pérdidas menores (o pérdidas locales) se deben a la existencia de turbulencias en codos y conexiones. La importancia de incluir estas pérdidas depende de la distribución en planta de la red y el grado de exactitud requerido. Pueden contabilizarse asignando a la tubería un coeficiente de pérdidas menores y multiplicando este coeficiente por la energía cinética de entrada en la tubería obtenemos las pérdidas menores en la tubería.

5.1.3.6 *Bombas*

Las bombas son elementos que aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica. Las características más importantes para una bomba son su entrada y salida y su curva característica (relación entre altura y caudal de la bomba).

Los parámetros de salida más importantes son el caudal y la carga.

Al igual que las tuberías, las bombas pueden activarse y desactivarse en determinados momentos establecidos por el usuario o bien cuando existan ciertas condiciones en la red. El caudal que atraviesa la bomba es unidireccional pero si las condiciones del sistema requieren que la bomba trabaje fuera de sus posibilidades, EPANET intentara desconectarla.

5.1.3.7 *Válvulas*

Las válvulas son líneas que limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Sus principales parámetros característicos son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Consigna
- Estado

Los valores de salida que arroja el programa suelen ser el caudal y las pérdidas.

Los diferentes tipos de válvulas que incluye EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (VRP)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (VSP)
- Válvulas de Rotura de Carga (VRC)
- Válvulas Controladoras de Caudal (VCQ)
- Válvulas Reguladoras por Estrangulación (VRG)
- Válvulas de Propósito General (VPG)

Cada tipo de válvula tiene un parámetro consigna que define su punto de operación (presión para las VRPs, VSPs y vecS; caudal para las VCQs; coeficiente de pérdida para las VRGs, y curva característica de pérdidas para las VPGs)

Las válvulas pueden caracterizar su estado de control especificando si están completamente abiertas o completamente cerradas. El estado de una válvula y su consigna o tarado puede cambiarse durante la simulación utilizando los controles de estado.

5.1.4 Componentes No Físicos

Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de objetos informativos – curvas, patrones y controles – que describen el comportamiento y los aspectos operacionales de un sistema de distribución.

6.1.4.1 Curvas

Las curvas son objetos que representan la relación existente entre pares de datos por medio de dos magnitudes o cantidades. Dos o más objetos pueden formar parte de la misma curva. Un modelo de EPANET puede utilizar los siguientes tipos de curvas:

- Curva de Características de una Bomba
- Curva de Rendimiento
- Curva de Volumen
- Curva de Pérdidas

Paso a detallar brevemente cada una de las curvas mencionadas. La curva característica representa la relación entre la altura y el caudal que puede desarrollar a su velocidad nominal. La altura es la energía que la bomba aporta al agua y se representa en el eje vertical (Y) en metros. El caudal se representa en el eje horizontal (X) en unidades de caudal. Esta curva debe disminuir la altura a medida que aumenta el caudal.

La curva de rendimiento determina el rendimiento de la bomba como función del caudal de la bomba. Esta curva se usa únicamente para cálculos energéticos.

La curva de volumen determina como el volumen de agua en el tanque varía en función del nivel de agua. Se usa cuando es necesario representar exactamente tanques cuya sección transversal varía con la altura. Los valores máximos y mínimos de niveles de agua representados por la curva deben ser los niveles máximos y mínimos entre los que trabaja el tanque.

La curva de pérdidas se usa para representar las pérdidas en una válvula de propósito general en función del caudal. Esto nos da la posibilidad de modelizar dispositivos y situaciones con una relación de pérdidas-caudal específica, tales como válvulas de control de flujo o control de flujo inverso, turbinas y descenso dinámico del nivel en pozos.

5.1.4.2 Patrones de tiempo

Un patrón de tiempo es una colección de factores que pueden aplicarse a una cantidad para representar que varía a lo largo del tiempo.

Los patrones de tiempo pueden asociarse a demandas en los nudos, alturas de depósitos, programas de bombas y fuentes de calidad de agua. El intervalo de tiempo utilizado en todos los patrones es un valor fijo, determinado con las opciones de tiempo del proyecto. Dentro de este intervalo la cantidad asociada permanece constante, igual al producto de su valor nominal y el factor en ese periodo de tiempo. Además todos los patrones deben utilizar el mismo intervalo de tiempo, cada uno puede tener un diferente número de periodos.

5.1.4.3 Controles

Los controles son consignas que determinan como la red trabaja a lo largo del tiempo. En ellos se especifica el comportamiento de las líneas seleccionadas como una función del tiempo, niveles de agua del tanque y presiones en puntos determinados del sistema. Existen dos categorías de controles que pueden utilizarse:

- Controles Simples
- Controles Programados

Es de destacar que los controles simples cambian el estado o el tarado de un elemento basándose en:

- El nivel de agua en el tanque
- La presión en una conexión
- El tiempo de simulación
- Hora diaria

Los controles programados permiten determinar el estado de un elemento y su caracterización por medio de una combinación de condiciones que podrían existir en el sistema después de que el estado inicial hidráulico este programado.

5.1.5 Modelo De Simulacion Hidraulica

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultaneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el “Algoritmo del Gradiente” con este propósito.

Un valor de intervalo bastante usado es el de 1 hora. Pueden darse intervalos de cálculo inferiores al normal cuando ocurra alguno de los sucesos:

- Cuando ocurre el siguiente periodo de obtención de resultados
- Cuando ocurre el siguiente periodo del patrón de tiempos
- Cuando se produce el llenado o vaciado de un tanque
- Cuando se activa un control simple o un control programado

5.1.6 Modelo De Simulacion De La Calidad Del Agua

5.1.6.1 Transporte Básico

El simulador de la calidad del agua de EPANET utiliza el Lagrangiano para aproximar el movimiento del agua a volúmenes discretos de agua que se mueven a lo largo de las tuberías y se mezclan en las conexiones en intervalos de longitud fija. Estos intervalos de tiempo para la calidad del agua son mucho más cortos que los intervalos de tiempo del modelo hidráulico para acomodarlos dentro de los intervalos de tiempo de desplazamiento dentro de las tuberías.

Para cada periodo de calidad del agua, el contenido de cada segmento está sujeto a una reacción, un incremento de la cantidad de la masa total y del volumen de caudal que entra en cada nudo se mantiene, y las posiciones de los segmentos son actualizadas

5.2 Hipótesis Y Ecuaciones Utilizadas En EPANET

5.2.1 Hipótesis Simplificativas

Cuando las variaciones de caudal y presión son pequeñas, podemos despreciarlas sin conducir a demasiados errores, considerando el sistema como permanente. De este modo, las hipótesis simplificativas serán las siguientes:

a. Hipótesis referentes al flujo:

- flujo unidimensional en el sentido del eje de la conducción.
- invariabilidad temporal de las variables relacionadas con el flujo.
- distribución uniforme de velocidad y presión en secciones transversales.

b. Hipótesis referentes al fluido:

- incompresible
- monofásico
- homogéneo
- newtoniano

c. Hipótesis referentes a las conducciones:

- homogeneidad y constancia en:
- material

- sección transversal
- espesor

5.2.2 Ecuaciones Fundamentales

Se aplican los principios de conservación de masa y energía. De modo que las ecuaciones planteadas serán:

a. La *ecuación de continuidad en nudos*: enunciada de la siguiente manera:

“la suma algebraica de los caudales másicos (o volumétricos, ya que el fluido es incompresible) que confluyen en el nudo debe ser 0”.

lo que queda representado en la figura 4.1, en la que se ha adoptado como criterio de signos el positivo si el caudal se dirige del nudo i al j , si se trata de caudales que circulan por líneas de la red, siendo también de signo positivo aquellos caudales que salen de la red a través del nudo i , es decir, los consumos.

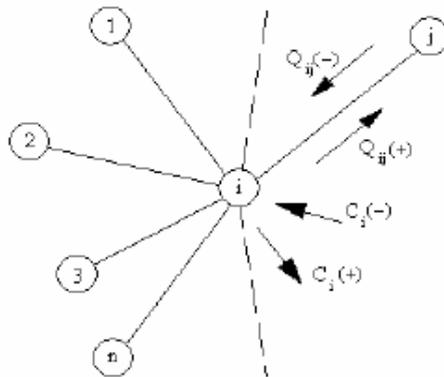


Fig. 4.1. Ecuación de continuidad para el nudo genérico i .

$$\sum_{j=1}^{nt_i} Q_{ij} = C_i$$

donde:

Q_{ij} : caudal que circula en la línea que une el nudo i al j ;

nt_i : número total de líneas que convergen en el nudo i ;

C_i : caudal de alimentación o consumo en el nudo i .

En lo que respecta a la conservación de energía, se aplica:

b. La *ecuación de Bernoulli*: expresada como sigue:

“la energía por unidad de peso del fluido en la sección aguas arriba (E1), más la energía por unidad de peso cedida al mismo a través de elementos activos, tales como bombas (hb) en el trayecto de 1 a 2 es igual a la energía por unidad de peso en la sección aguas abajo (E2) más las pérdidas de energía por unidad de peso entre las secciones 1 y 2 (h1-2)”.

$$E_1 + h_b = E_2 + h_{1-2}$$

La energía por unidad de peso en una determinada sección consta de tres componentes:

$$E = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g}$$

donde:

p/γ: altura de presión.

Z: cota geométrica.

v²/2g: altura cinética.

5.2.3 Ecuaciones De Comportamiento De Los Elementos De La Red

Son aquellas que establecen una relación entre la diferencia de alturas piezométricas entre los extremos del elemento y el caudal circulante.

5.2.3.1. Tuberías

La pérdida de carga o altura piezométrica en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse con EPANET utilizando las siguientes formulaciones:

- Darcy-Weisbach (para todo tipo de líquidos y regímenes)
- Hazen-Williams (sólo para agua)
- Chezy-Manning (para canales y tuberías de gran diámetro)

La ecuación básica de estas tres fórmulas es:

$$h_L = A Q^B$$

donde:

hL: pérdida de carga

Q: caudal

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

Los valores de los parámetros A y B se encuentran representados en la tabla 4.1.:

<i>Fórmula</i>	<i>Coeficiente de Resistencia (A)</i>	<i>Exponente de Caudal (B)</i>
Hazen-Williams	$10.674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\epsilon, d, Q) d^5 L$	2
Chezy-Manning	$10.294 n^2 d^{-5.33} L$	2

donde:

- C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
- ϵ : coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)
- f: factor de fricción (depende de ϵ , d y Q)
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- d: diámetro de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)
- Q: caudal (m³/seg)

Tabla 4.1. Fórmulas de Pérdida de Carga para tubería en presión

Los coeficientes de rugosidad que aparecen en las tres formulaciones se encuentran clasificados según el tipo de tuberías en la tabla 4.2.

<i>Material</i>	<i>C Hazen-Williams (universal)</i>	<i>ϵ Darcy-Weisbach (mm)</i>	<i>n Manning (universal)</i>
fundición	130 – 140	0.26	0.012 – 0.015
hormigón	120 – 140	0.3 – 3.0	0.012 – 0.017
hierro galvanizado	120	0.15	0.015 – 0.017
plástico	140 – 150	0.0015	0.011 – 0.015
acero	140 – 150	0.045	0.015 – 0.017
cerámica	110	0.3	0.013 – 0.015

Tabla 4.2. Coeficientes de Rugosidad para Tubería Nueva

El factor de fricción f de la fórmula de Darcy-Weisbach se calcula, según el tipo de régimen, con uno de los siguientes métodos:

- Para flujo laminar ($Re < 2.000$) emplea la fórmula de Hazen-Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

- Para flujo turbulento ($Re > 4.000$) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

- Para el flujo de transición ($2000 < Re < 4000$) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody:

5.2.3.2. Bombas

En caso de bombas, la altura suministrada al fluido se considerará como pérdidas cambiadas de signo, según la siguiente expresión:

$$h_{ij} = -\omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

donde:

h_0 : altura a caudal nulo

ω : velocidad relativa de giro

r y n : son parámetros de la curva de la bomba

Q_{ij} : caudal que circula en la línea que une el nudo i al j .

El estado de las bombas se comprueba en cada instante de cálculo tras cada iteración sólo en las 10 primeras iteraciones. En las siguientes iteraciones deja de comprobarse hasta que se produce la convergencia.

Como consecuencia de la comprobación del estado, las bombas se paran si la altura que debe suministrar es superior a su altura a caudal cero. En este caso se fuerza el caudal de paso a un valor de 10^{-6} pies³/seg ($2.8316 \cdot 10^{-8}$ m³/seg), lo que se puede considerar como un caudal nulo que representa el cierre de la bomba. Ésta se pondrá en marcha de nuevo cuando dejen de darse altas demandas, siendo entonces el caudal de paso el que se obtiene al entrar en la curva característica de la bomba con la altura requerida en el nuevo intervalo.

5.2.4 Proceso Analítico De Resolución

EPANET aplica el método de iteraciones sucesivas conocido como Método del Gradiente, propuesto en 1987 por Todini y Pilati. Aúna técnicas basadas en métodos de optimización, así como técnicas basadas en el método de Newton-Raphson nodal. Comienza aplicando las técnicas de optimización, las cuales garantizan la existencia y unicidad de la solución minimizando la función objetivo, condiciones indispensables para que se produzca la convergencia posteriormente al utilizar las técnicas del método de Newton-Raphson. El problema es finalmente conducido a una solución algebraica mediante el proceso iterativo conocido como Algoritmo de Factorización Incompleta de Choleski / Gradiente Conjugado Modificado, cuyas siglas en inglés corresponden a ICF/MCG (Incomplete Choleski Factorization / Modified Conjugate Gradiente).

Propone dos sistemas de ecuaciones, uno basado en las pérdidas de carga de los elementos de la red, y otro aplicando la ecuación de continuidad en nudos, de modo que en ambos casos, las incógnitas son los caudales circulantes.

El método de resolución del gradiente comienza estimando inicialmente el caudal que atraviesa cada tubería, sin necesidad de cumplir la ecuación de continuidad. Este caudal será el correspondiente a una velocidad de 1 pie/s (0,3048 m/s).

En cada iteración, el método calcula las alturas piezométricas en los nudos resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\mathbf{TH} = \mathbf{F}$$

donde:

T: matriz Jacobiana (n, n)

H: vector de incógnitas nodales (n, 1)

F: vector de términos independientes (n, 1)

Los elementos de la diagonal principal de la matriz jacobiana vienen dados por:

$$T_{ii} = \sum_j p_{ij}$$

Los elementos no nulos que quedan fuera de la diagonal principal por:

$$T_{ij} = -p_{ij}$$

donde p_{ij} es la inversa de la derivada respecto al caudal, de la pérdida de carga en la línea que va del nudo i al j:

$$P_{ij} = \frac{1}{BA|Q_{ij}|^{B-1} + 2m|Q_{ij}|}$$

donde:

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

m: coeficiente de pérdidas menores

y para bombas:

$$P_{ij} = \frac{1}{n\omega^2 r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^{n-1}}$$

donde:

n y r: parámetros de la curva de la bomba

Los términos independientes son la suma del caudal residual no equilibrado en el nudo más el factor de corrección y_{ij} según la siguiente expresión:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_f p_{if} H_f$$

Donde f es un nudo de altura conocida.

El factor de corrección del caudal se calcula en tuberías como:

$$y_{ij} = P_{ij} \left(A|Q_{ij}|^B + m|Q_{ij}|^2 \right) \text{sgn}(Q_{ij})$$

La función $\text{sgn}(Q_{ij})$ vale 1 cuando el caudal circula del nudo i al j y negativo en caso contrario.

En bombas el factor de corrección es de la forma:

$$y_{ij} = -P_{ij} \omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

Una vez que se ha resuelto el sistema matricial obteniéndose las alturas, los nuevos caudales se calculan como:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - (y_{ij} - p_{ij}(H_i - H_j))$$

Si la suma, extendida a todas las líneas, del valor absoluto de la variación del caudal respecto al caudal total de cada línea es mayor que una cierta tolerancia se calcula de nuevo el sistema matricial.

Sin embargo, la mayoría de las veces la simulación tendrá lugar en periodo extendido, es decir, a lo largo de un cierto periodo de tiempo. En este caso EPANET tiene en cuenta una serie de consideraciones:

- Una vez que se ha solucionado el modelo para el instante actual, el incremento de tiempo adoptado para avanzar al instante siguiente será el mínimo entre los siguientes:

- el instante en que comienza un nuevo periodo de demanda
- el menor intervalo de tiempo que hace que se llene o vacíe algún depósito
- el menor intervalo de tiempo en el que tiene lugar el cambio de estado de una línea
- el próximo instante en el que debe actuar algunas de las leyes de control reguladas por tiempo o produzcan un cambio en la red.

Para calcular el instante en el que se alcanza un determinado nivel en un depósito, se supone que éste evoluciona linealmente según los caudales entrantes o salientes.

El instante de reactivación de las leyes de control basadas en reglas, se determina del siguiente modo:

- las reglas se analizan a intervalos de tiempo fijos, cuyo valor por defecto es 1/10 del intervalo de cálculo hidráulico.
- según este intervalo de tiempo, se actualizan la hora de la simulación y los niveles de agua en los depósitos.
- las actuaciones derivadas del cumplimiento de reglas se añaden a una lista, prevaleciendo la actuación de prioridad más alta, o bien la que ya estaba en la lista.
- si como consecuencia de dichas actuaciones el estado de una o más líneas cambia, se obtiene una nueva solución.

- una vez determinado el intervalo de avance, se actualiza el tiempo de la simulación, se calculan las nuevas demandas, se ajustan los niveles en los depósitos y se verifican las reglas de control.

- finalmente se desencadena un nuevo proceso iterativo para resolver el sistema de ecuaciones, partiendo de los caudales actuales.

Una vez que se conocen las posibilidades y limitaciones de EPANET en la modelización hidráulica de redes de abastecimiento se procede al cálculo del acueducto.

5.3 Desarrollo del Modelo

Utilizando el software Google Earth y Global Mapper, obtuvimos las imágenes de la ciudad de Salsipuedes en alta definición geo referenciadas según sistema de coordenadas Gauss Kruger Argentina (UTM 1984); que luego se importaron a Autocad y de aquí sobre estas se trazo en escala la red de agua potable de la ciudad. La misma red actual fue provista por la Dirección de Agua de la localidad.

Vale aclarar que los puntos en cada tramo se le tuvo que asignar la coordenada en el eje z, que vendría a representar la cota en la realidad. Además se debió trazar la cañería con la Poli línea 3D, esto fue para acompañar el relieve de los puntos.

Una vez finalizado el dibujo, con la ayuda del programa EPACAD, se convierte el archivo para utilizarlo con el programa EPANET

Ilustración 4: Plano de red superpuesto con imágenes



Ilustración 6: Modelo en Epanet/sin almacenamientos

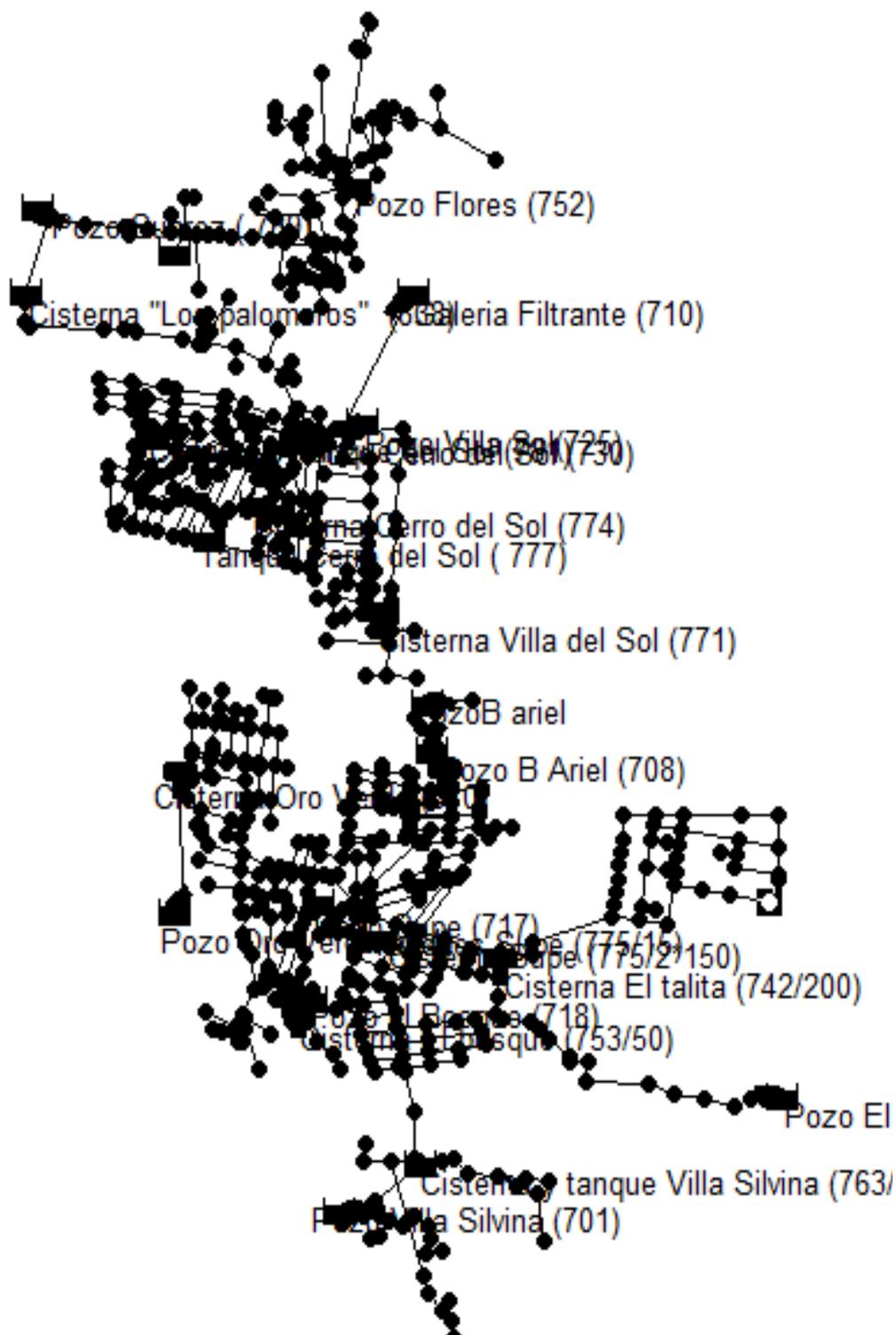


Ilustración 8: Modelo Con Almacenamientos

CAPITULO VI
CALCULO BASE

6. CALCULOS Y ENFOQUES

6.1. Introducción y enfoque de los cálculos

Los enfoques que se eligió para desarrollar el trabajo, son, en una primera parte suponer que “la oferta” de agua es ilimitada, así se analiza el comportamiento de la red, en particular las cañerías que son las responsables de la distribución del servicio.

El segundo análisis que vamos a realizar es comparar la demanda de agua vs. la oferta de la misma, de esta manera su busca dejar en evidencia si los caudales aportados por las fuentes son capaces de abastecer al su sector.

Por último y en función de la población se calculó los almacenamientos mínimos que se requiere y se los comparo con los existentes.

De esta manera lo que se busca es poder encontrar los puntos débiles de la red, para, a partir de estas comparaciones, poder proponer soluciones a corto plazo.

6.2. Dotación De Agua – Caudal De Diseño

En base a lo expuesto, se presentan los cálculos de los consumos anteriormente citados para la localidad teniendo en cuenta el análisis poblacional (población de diseño) y las dotaciones suministrados por las Dirección de Agua. Por otro lado, se cotejaron estos cálculos con los suministrados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba:

CÁLCULO GENERAL DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

A) DATOS GENERALES

Población Actual:	9958	hab
Tasa de Crecimiento:	4,12	(%)
Período de Diseño:	20	años
Población Futura:	25205	hab
Dotación de Diseño:	250	l/hab.día

B) CAUDALES DE DISEÑO

Caudal Medio Diario (Qcn)

Actual:

2490

 m3/día
Futuro:

6301

 m3/día

Caudal Máximo Diario (Qdn)

Coeficiente de pico:

1,4

 (α_1)
Actual:

3485,3

 m3/día
Futuro:

8822

 m3/día

Caudal Máximo Horario (Qen)

Coeficiente de pico:

1,7

 (α)
Actual:

4232

 m3/día
Futuro:

10712

 m3/día

C) VOLUMEN DEL ALMACENAMIENTO_ACTUAL

Mínimo

622

 m3

C) VOLUMEN DEL ALMACENAMIENTO_FUTURO

Mínimo

1575

 m3

Vale aclarar que el caudal medio diario es utilizado para evaluar los almacenamientos, ya que se adopta como criterio que la diferencia con el pico horario puede ser “amortiguado con los tanques residenciales.

Mientras que el máximo horario es utilizado para evaluar la cañería, ya que es la que tiene que soportar esta demanda extrema.

6.2.1 Justificación de valores adoptados

Tasa de Crecimiento: El valor se obtuvo a partir de los valores de CENSOS de años anteriores, con los mismos se hizo un ajuste, y utilizando el método de la tasa decreciente definimos el valor.

6.3 Calculo de Almacenamientos

Después de la captación y posterior tratamiento de potabilización, el sistema de distribución debe entregar el agua potabilizada a los consumidores.

Para ser adecuado, un sistema de distribución debe poder proporcionar un amplio suministro tanto en calidad (concepto sanitario) como en cantidad cuando y donde sea necesario dentro de la zona del radio servido, lo que lleva a considerar los aspectos de presión y de almacenamiento para la operación, la lucha contra incendios y para emergencias.

En relación a las presiones el sistema debe mantener valores adecuados para los usos residenciales, comerciales, industriales y públicos normales, al igual que, cuando las normas a aplicar así lo determinen, proporcionar el abastecimiento contra incendio y emergencias.

Por lo general es necesario elevar el agua a una altura suficiente para disponer de las presiones necesarias para su distribución a través de las tuberías de la red principal y secundaria y vencer las pérdidas de energía en las conexiones y medidores de consumo en algunas o en todas las zonas del radio servido, situación que estará en función de la topografía del lugar.

En ciudades de topografía plana esto puede lograrse mediante la instalación de reservas y tanques elevados ubicados a una cota adecuada; pero en ciudades de topografía variada como la localidad analizada, grandes diferencias relativas de cotas llevan a excesos de presión en determinadas zonas, lo que plantea el caso de definir "terrazas de presión" y la necesidad de disponer de elementos limitadores tales como válvulas reguladoras de presión o de los denominados tanques rompecarga.

En lo referente a su función de almacenamiento las cisternas deben instalarse para cumplir, por otra parte, las funciones operacionales o compensadoras de volúmenes, debiéndose cumplir que en un período de tiempo determinado el volumen disponible sea capaz de compensar el suministro al mismo (ingresos) con las demandas (egresos), a fin de regular caudales, en base a hipótesis planteadas de alimentación y consumo.

En relación a las necesidades para incendio, diversos entes han realizado estudios, determinando volúmenes exigidos de reservas ante eventos serios,

usualmente en función del tipo de edificación, de la población y de una supuesta duración del evento.

Finalmente puede disponerse de un volumen de reserva para emergencias el que deberá ser determinado por la relación interrupción del servicio versus tiempo de demora en las reparaciones.

El volumen total de las reservas será la suma de los volúmenes parciales indicados, pero la selección final estará íntimamente relacionada con consideraciones económicas y en consecuencia el volumen a adoptar reflejará la relación seguridad de servicio – inversión necesaria posible.

Resumiendo, las funciones principales de los almacenamientos son:

- 1) Uniformizar las demandas sobre la fuente de abastecimiento, medios de producción y tuberías de conducción y distribución, por lo que no necesitarán ser de mayor tamaño dichos elementos.
- 2) Mejorar cuando es necesario las presiones del sistema buscando estabilizar el servicio a los clientes en la zona del radio servido.
- 3) Disponer cuando corresponda de los volúmenes necesarios para casos de contingencias: lucha contra incendios y fallas de servicio.

6.3.1 Capacidad de Almacenamientos

Como se ha expresado, la capacidad total de almacenamiento será la suma de los volúmenes correspondientes a:

- Necesidades operacionales o compensadoras.
- Combate de incendio.
- Emergencias ante fallas del servicio.

6.3.1.1 Determinación del Volumen Operacional

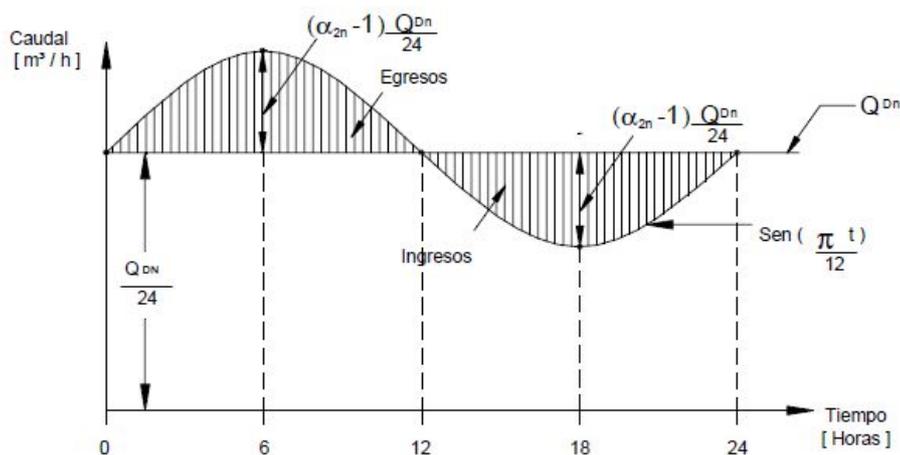
El volumen necesario a los fines operacionales o compensatorios, que surge de adoptar para la o las fuentes de provisión, tomas, aducciones, planta de tratamiento, estaciones elevadoras e impulsiones como consigna de diseño, el caudal del día de máximo consumo anual al horizonte de proyecto (QD) lleva, a fin de satisfacer los requerimientos para la hora pico máxima, a que la red de

distribución sea dimensionada con el caudal máximo horario del día de máximo consumo anual (QE) correspondiente al fin del período de diseño.

Surge así la necesidad de contar con una masa compensatoria diaria de dichas diferencias que se materializa en el volumen operacional.

Para poder determinar dicho volumen se utilizó el Método basado en asimilar la curva de consumo a una senoide, debido a que no se contaba con las mediciones de consumo necesarias para poder determinar sus valores horarios; mediciones que deben ser realizadas con anterioridad, con la precisión necesaria a los fines propuestos y en la suficiente cantidad para eliminar los errores sistemáticos y aleatorios (por aplicación de técnicas estadísticas) para poder llevar a cabo el Método en la aplicación del Diagrama de Masas.

Si se admite que la curva de consumos reales puede ser asimilada por aproximación a una senoide (lo que es una situación conservadora) se tendrá, como se observa en la figura, que:



Curva de consumos sinusoidal

Siendo:

Q = caudal correspondiente al tiempo t [m³/hr]

α_{2n} = coeficiente para la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo anual (Q_E/Q_D)

Q_{Dn} = caudal máximo diario anual del año horizonte de proyecto [m^3/hr]

t = tiempo [hr]

Las áreas sombreadas representan respectivamente el exceso (área inferior) y el defecto (área superior) en relación al caudal medio diario del día de máximo consumo.

Por lo tanto el volumen de almacenamiento operacional corresponderá a la integral de cualquiera de dichas superficies, que puede expresarse como:

En la tabla se observan los valores del V.O. (volumen operacional) en función de α_{2n} :

Coeficiente α_{2n}	V.O. [m^3]
1,3	0,10 Q_{Dn}
1,4	0,13 Q_{Dn}
1,5	0,16 Q_{Dn}
1,6	0,19 Q_{Dn}
1,7	0,22 Q_{Dn}
1,8	0,25 Q_{Dn}
1,9	0,29 Q_{Dn}
2,0	0,32 Q_{Dn}

Valores del volumen operacional en función del coeficiente α_2 (máximo horario del día de máximo consumo anual)

En nuestro caso, como $\alpha_{2n}=1,70$, el valor del volumen de operación será:

6.3.1.2 Determinación del Volumen para Incendio

El volumen de reserva necesario para combatir incendios debe ser acordado en cada caso con la compañía de bomberos a cargo del servicio en la localidad.

Su determinación dependerá del tipo de viviendas y construcciones en general, de los equipos que disponga la compañía (en particular la existencia de camiones, tanques), de las instalaciones internas en las viviendas (en particular los tanques domiciliarios) y de los equipamientos contra incendios en los edificios.

El caudal, para localidades comprendidas entre 1.000 y 200.000 habitantes se halla definido por:

Siendo:

G = caudal en [m³/día]

P = población futura en miles

Es de hacer notar que una tercera parte del valor G tiene en cuenta las pérdidas probables por conexiones en mal estado o rotas, hidrantes fuera de servicio o por causas variadas pero relacionadas con un incendio importante en un distrito de alto valor.

Con ésta fórmula, la relación volumen incendio a volumen operacional está en un rango aproximado a 10:1.

Otros entes y países proponen volúmenes más acordes en relación a la capacidad de inversión disponible, por lo que se propone arbitrariamente disminuir el coeficiente de la fórmula a 250 con lo que finalmente se tendría:

Por lo tanto, el volumen para incendio será:

6.3.1.3 Determinación del Volumen para Emergencias

Si en una localidad o en un barrio no existen tanques domiciliarios en las viviendas o edificios puede ser eventualmente conveniente disponer en el almacenamiento de un volumen para emergencias separado del volumen operacional. El valor a adoptar dependerá de:

- Interrupción del influente por falla del abastecimiento (fallas del suministro de energía, rotura en conducciones principales, etc.).
- Tiempo requerido para las reparaciones o el mantenimiento correctivo.
- Tiempo requerido para operaciones de mantenimiento preventivo.

Como en Salsipuedes eso no ocurre no será necesario destinar un volumen de almacenamiento para emergencias.

6.3.1.4 Determinación del Volumen Total de Almacenamiento

Como se mencionó anteriormente, el volumen total de almacenamiento será igual a la suma de los volúmenes calculados previamente, es decir:

Debemos recordar que como criterio general se establece que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento, debe ser en todos los casos, como mínimo, el 25% del gasto medio diario (Q_{Cn}) para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo. Por lo tanto:

6.3.2 Fraccionamiento del Almacenamiento por barrios

El volumen total debe ser fragmentando y distribuido en los distintos que componen la ciudad. A continuación se muestra dicha distribución para el año de proyecto (2033):

Barrio	Población [hab]	Volúmenes [m3]		
		Operacional	Incendio	Total
El Bosque	731	53	8	61
Villa Silvina	1836	134	19	153
Sección J-K	1071	78	11	89
El Pueblito	915	67	10	76
El Talita	1591	116	17	133
Ariel	1800	131	18	149
Villa Sol	1651	120	17	138
Sección M	994	72	10	83
Cerro del Sol	1115	81	12	93
Centro	10934	798	112	910
Oro Verde	3013	220	30	250
TOTAL		1871	263	2134

6.3.3 Formas y Dimensiones más económicas

Fijada la capacidad de almacenamiento se pueden adoptar diversas formas para las reservas y tanques elevados y dentro de ellas, las que minimicen su costo.

Para las reservas, la forma con planta circular tiene ventajas en relación a la rectangular dado que sus paredes estarán principalmente dimensionadas a la tracción (presión interna del agua) y a la compresión por carga externa (empuje del terreno), dado que en las de planta rectangular los momentos flexores son dominantes para el dimensionamiento.

En general también puede decirse que la relación ancho largo $\frac{3}{4}$ tiende a minimizar los volúmenes de estructuras para planta rectangular.

En cuanto a los tanques elevados también la planta circular, por las razones antedichas, sería la adopción lógica pero, razones estéticas y de arquitectura, pueden priorizar otras soluciones.

Los principales aspectos a tener en cuenta son:

- Hay necesidad de disponer de los correspondientes estudios de suelos y de geotecnia previamente a fin de contar con la información necesaria para decidir su ubicación, forma y tipo, eliminando mayores costos innecesarios y evitar demoras en los cronogramas de obra supuestos por las postergaciones ocasionadas.
- El costo dependerá del tipo de suelo y su tensión admisible, la forma, el tipo y material adoptado.
- Para las reservas una menor altura aumenta la necesidad del área requerida.
- Suelos con dificultades para su excavación, caso de rocas, presencia de capa freática, etc., conducen a mayor altura en las reservas, su ubicación semienterrada o sobre la cota de terreno natural.
- Las consideraciones estéticas y de arquitectura paisajística pueden conducir a mayores costos.

Desde el punto de vista estructural, en el cálculo de las reservas enterradas y semienterradas, el diseño estructural debe prever las siguientes condiciones de carga:

- Con agua y sin empuje a tierra.
- Con empuje de tierra y vacía.
- Con agua y empuje de tierra.
- Vacío considerando la subpresión originada por la capa freática.

6.4. Cálculo De Consumos

6.4.1 Estudio Demográfico

De los métodos de proyección desarrollados previamente, se utilizó el método de la Tasa Geométrica Decreciente para determinar el crecimiento de la población.

Para determinar la población inicial se tomaron los datos del Censos Nacionales de Población, Hogares y Vivienda del año 2001 y 2010, y el Censo Provincial del año 2008. Los datos recopilados se presentan en la siguiente tabla:

Año	Habitantes	Crecimiento intercensal [%]	Tasa media anual [%]
2001	6411		
2008	8982	40,10	3,93
2010	9959	10,88	4,30

Se puede observar que en el primer período ('01 - '08) la tasa media anual ascendía a 3,93%, mientras que en el periodo siguiente experimentó un leve crecimiento, aumentando un 0,37%, hasta alcanzar el valor de 4,30%.

6.4.2 Hipótesis de Crecimiento Adoptada

En la siguiente tabla se presentan los resultados que surgen de la aplicación del método de la tasa decreciente, como así también la representación gráfica de dicha proyección:

Año	Proyección Histórica	Tasa decreciente
2001	6411	
2008	8982	
2010	9959	
2013		11241
2023		16832
2033		25205

Se debe aclarar que los métodos mencionados, se basan en algoritmos y procedimientos matemáticos que no toman en cuenta los aspectos socioeconómicos involucrados en todo proceso de crecimiento demográfico. Por lo tanto si se quiere llegar a valores que estén del lado de la seguridad, sin tomar tasas excesivamente altas, se adoptan las estimaciones que surgen del método de incrementos relativos.

Si bien éste último, también utiliza procedimientos matemáticos, se basa en el comportamiento de las áreas mayores, cuyos resultados han sido extraídos de los análisis realizados por el INDEC a través de la aplicación de métodos de las componentes e incrementos relativos.

6.4.3 Distribución de la Población

6.4.3.1 Densidad de Población

Para el año de proyecto (2033), en el área en estudio se distinguen cuatro zonas de diferentes densidades de población:

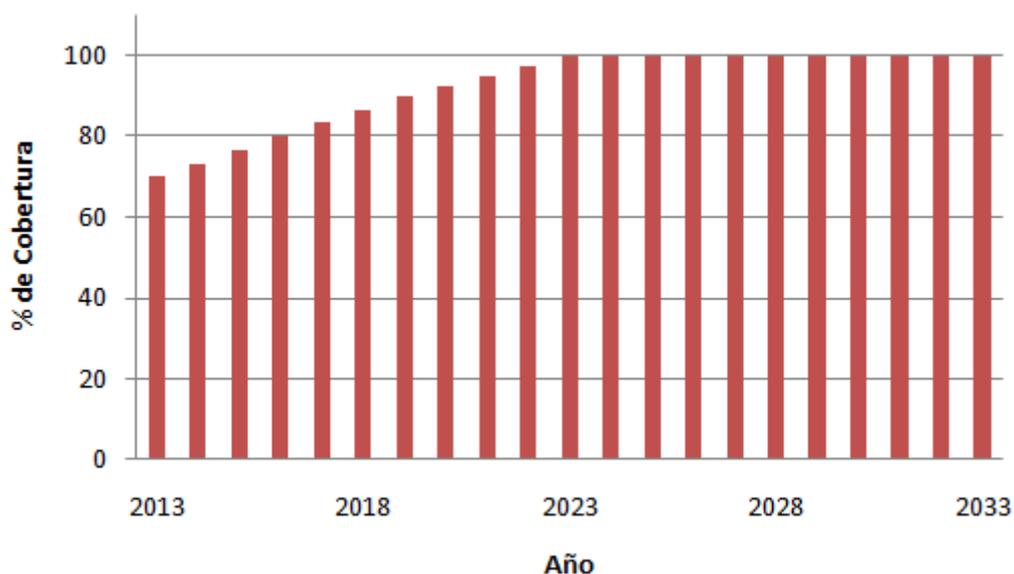
Denominación de la zona	Barrio	Area	Densidad	Habitantes
		[ha]	[hab/ha]	[hab]
A1	El Bosque	17,10	43	731
	Oro Verde	70,07	43	3013
	Centro	254,28	43	10934
A2	Villa Sol	127	13	1651
	Cerro del Sol	86	13	1115
A3	Villa Silvina	244,35	8	1836
	Sección J-K	127,57	8	1071
	El Talita	188,21	8	1591
	Ariel	215,89	8	1800
	Sección M	117,26	8	994
A4	El Pueblito	173,06	5	915

6.4.3.2 Cobertura del Servicio

Se define como la relación porcentual entre habitantes servidos y el total de habitantes de la localidad.

En la primera etapa se ejecutará la obra para abastecer las zonas más densas (A1).

Dada la fuerte demanda de abastecimiento de agua potable, se considera que al ejecutar las obras se producirá un pedido de conexión masivo a la red de distribución por lo tanto se estima que se alcanzará, en el primer año de servicio el 75 % de cobertura. En la medida que la demanda lo requiera se irán incorporando nuevas conexiones aumentando paulatinamente el porcentaje de cobertura hasta alcanzar el 100 % en el año 2023, valor que se mantendrá hasta el final del periodo de diseño, como puede observarse en el siguiente gráfico:



6.4.3.3 Población de Diseño

En base a la población total proyectada y la cobertura estimada se determina la población servida. Los resultados de la misma se presentan en la siguiente tabla cada 5 años:

Año	Pob Servida Acumulada
-----	-----------------------

2013	7869
2018	11920
2023	16832
2028	20597
2033	25205

6.4.4 Dotación

6.4.4.1 Consumo y Dotaciones

La dotación de consumo media de agua puede surgir de valores medios o de la aplicación de las Normas de Diseño de Agua Potable. Se adopta una dotación de 250 l/hab*día.

Debido a la situación en la que se encuentra la localidad en relación a la obtención de agua potable, en el diseño de esta red en particular se aconseja establecer políticas de restricción al derroche y al consumo excesivo, y se adopta el criterio de no abastecer desde la red a grandes consumidores, como por ejemplo los industriales para el proceso productivo, piletas de natación, riego de espacios verdes públicos, etc. los que deberán abastecerse con perforaciones individuales o utilizando otros sistemas alternativos de provisión de agua o aplicando políticas de reuso de agua residual, etc.

Para estimar un valor aceptable de dotación de diseño, es necesario conocer los consumos no residenciales y estimar el agua no contabilizada en el sistema.

6.4.4.2 Consumos No Residenciales

Como no se dispone de los datos necesarios para el cálculo del consumo no residencial, se considera que el mismo será igual al 15% del consumo residencial, el cual se calcula sobre la base de la cantidad y capacidad de:

- Establecimientos educacionales.
- Establecimientos hospitalarios, sanatorios, etc.
- Institucionales, locales comerciales, industrias.

- Grandes usuarios comerciales.

6.4.4.3 Agua No Contabilizada

Una parte del agua producida no llega a los usuarios pues se consume en:

- Pérdidas y fugas en almacenamiento y distribución.
- Usos en la producción.
- Usos contra incendios, usos municipales, etc.

El agua no contabilizada (ANC) representa una pérdida económica para el prestador del servicio, que puede ser importante. Su medición con precisión razonable requiere contar con macro y micromedición y con registros de no menos de un año. En el proyecto bajo estudio, no se cuenta con instrumental ni registros por lo que se estimarán valores usuales sobre la base de estado, tipo y antigüedad de la red.

El agua no contabilizada se separa en pérdidas físicas o reales y pérdidas comerciales o aparentes. En el presente proyecto no se considerarán estas últimas.

Las pérdidas físicas del sistema varían en función del estado de cada una de las partes que componen el sistema, de la antigüedad del mismo, del material de las cañerías usado, etc.

Al ser una red nueva, las especificaciones de construcción exigirán que se tomen los recaudos necesarios para minimizar las pérdidas. Con los nuevos materiales y sistemas de construcción se reducirán notoriamente las mismas.

Una meta razonable para el agua no contabilizada, es del orden del 20% de la dotación media aparente de producción. Esta meta se mantendrá a lo largo del período de diseño si se implementan acciones comerciales para la detección de clandestinos y acciones para la reducción de fugas.

6.4.4.4 Caudal Medio Anual a Producir

El caudal medio anual a producir (o producido) es la suma de los consumos medios anuales residenciales y no residenciales y del porcentaje de Agua no Contabilizada.

6.4.4.5 Dotación Media Aparente de Producción

Corresponde al cociente entre el caudal medio anual producido dividido en el promedio anual de los habitantes servidos.

Este valor no representa la dotación producida para cada habitante, sino que incluye además, lo necesario para comercios, industrias, usos públicos (consumos no residenciales) y el agua no contabilizada del sistema.

Se calculan, las dotaciones medias de producción aparente que se corresponden con las dotaciones medias de consumo.

6.4.5 Coeficientes de caudal

Para el diseño de la red de distribución de agua será necesario fijar los valores de coeficiente pico correspondientes a los valores de caudales residenciales, α_1 y α_2 .

6.4.5.1 Coeficiente Máximo Diario α_1

El coeficiente máximo diario relaciona, el volumen consumido durante el día de mayor consumo del último año del periodo de diseño, con el volumen diario promedio de ese año. Se adopta un valor de $\alpha_1 = 1,4$ el cual se encuentra dentro de los límites exigidos por la ENOHSA.

6.4.5.2 Coeficiente Máximo Horario α_2

El coeficiente máximo horario α_2 es la relación entre la demanda máxima horaria y la demanda media del día de mayor consumo.

Al no contar con registros horarios, la definición de α_2 se realiza en función de estimaciones basadas en las normas vigentes. Se adopta un valor de $\alpha_2 = 1,7$.

6.4.5.3 Coeficiente Máximo Total Para Agua Potable

En función de los coeficientes máximo diario y horario adoptados anteriormente se obtiene el coeficiente máximo total:

α = relación entre la demanda máxima horaria y la media anual.

El cual se supone que permanecerá constante para todo el periodo de diseño.

6.4.5.4 Comparación con Valores Obtenidos con Fórmulas Usuales

A los efectos de comparación se realiza el cálculo del coeficiente según las expresiones de Babbit, Harmon y Flores, quienes proponen distintas fórmulas para definir el coeficiente de pico horario α (relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio) según el siguiente detalle:

Babbit:

Harmon:

Flores:

Siendo P la población, expresada en miles de habitantes.

Aplicando cada una de estas expresiones para la población inicial y final del periodo de diseño, se obtiene:

Año	Población	Valores de α		
		Babbit	Harmon	Flores

2033	25205	2,62	2,55	2,54
------	-------	------	------	------

6.5. Habitantes por vivienda

Con la cantidad de conexiones y la población relevada se obtuvo el promedio de personas por vivienda.

Población = 25205

Conexiones= 8402

Habitantes por vivienda = 3 personas

6.6. Asignación de Demandas

Una vez obtenidos los consumos por barrio, se paso a discretizar estos valores por tramos de red, ya que, como se desarrolla en la unidad siguiente en el modelo se debe cargar por nodo.

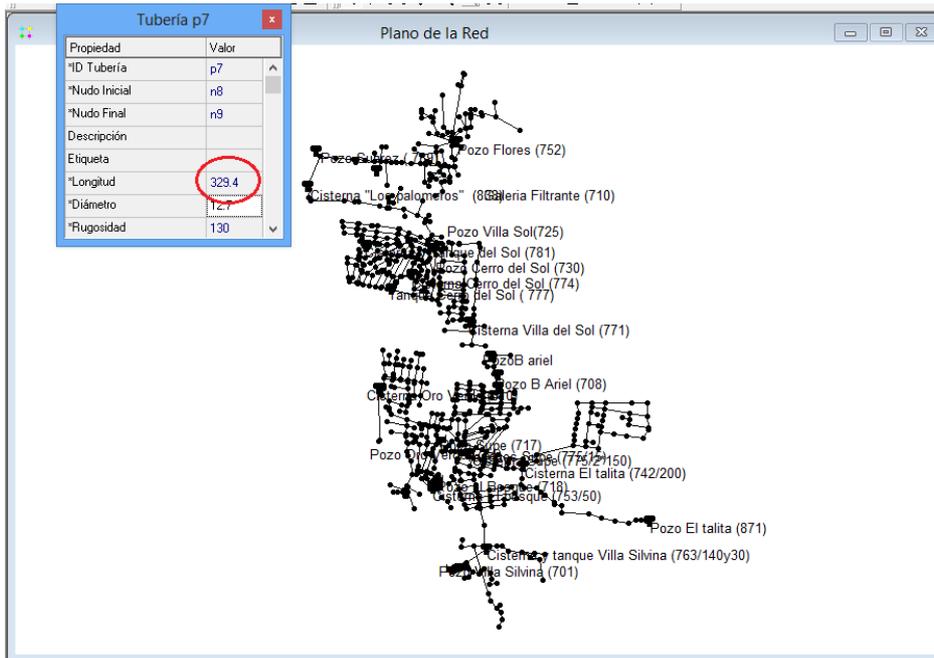
Se trabajó de la siguiente manera: Con el consumo que se obtuvo de cada barrio, la cantidad de conexiones del mismo y los metros lineales de cañería se calculo cuando conexiones y caudal se consumía por metro lineal de cañería. Una vez calculado este valor, se lo multiplico por el tramo correspondiente y así se obtuvo el caudal consumido en ese sector de cañería.

A continuación el desarrollo del mismo.

6.6.1 Metodología de trabajo

El método que se eligió para asignar los valores, fue sintetizar la demanda por metro lineal de cañería, luego con el valor de cada tramo, se obtenia la demanda en el nudo de la cañería.

La planilla con la que se trabajó, se explica de la siguiente manera:



Primero se obtuvo el valor de consumo del barrio y las conexiones. Luego, se detalló tramo por tramo de tubería con el nodo de inicio y final, su longitud y su diámetro.

Con la suma de todos los tramos, se obtuvo la longitud total de cañería de ese barrio, que dividiendo el valor por el consumo, obtuvimos la demanda por metro lineal de cañería

N° Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Ø (mm)	Conex x Tramo	Qxmts (l/s)	QxConc (l/s)		
P34	34	35	64,82	75	1	0,01	0,01	EL TALITA	
P35	35	36	76,60	90	1	0,01	0,01		
P36	36	37	100,20	90	2	0,01	0,01		QT= 0,40 l/seg
P37	37	38	173,70	90	3	0,02	0,02		Qxm 0,0001 l/seg/m
P38	38	39	172,10	90	3	0,02	0,02		Ql 0,008 (l/s*cx)
P39	39	40	162,70	75	3	0,01	0,02		Conex 49
P40	40	41	346,20	90	6	0,05	0,05		Conex/m 0,017
P41	41	42	99,66	90	2	0,01	0,01		
P42	42	43	94,32	75	2	0,01	0,01		
P59	59	60	139,20	75	2	0,02	0,02		
P60	60	61	68,72	75	1	0,01	0,01		
P61	61	62	14,22	75	0	0,00	0,00		
28	62	Tanque	2802,72	90	0	0,00	0,00		
					49		0,40		

De la misma forma se obtiene las conexiones por metro lineal. Luego, multiplicando la longitud de cada tramo por la demanda por metro, se obtiene el valor que se le asignará al nodo en el modelo.

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Ø (mm)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)			
P34	34	35	64,82	75	1	0,01	0,01	EL TALITA		
P35	35	36	76,60	90	1	0,01	0,01			
P36	36	37	100,20	90	2	0,01	0,01	QT=	0,40	l/seg
P37	37	38	173,70	90	3	0,02	0,02	Q/m	0,0001	l/seg/m
P38	38	39	172,10	90	3	0,02	0,02	Q/c	0,008	lts/(s*cx)
P39	39	40	162,70	75	3	0,02	0,02	Conex	49	
P40	40	41	346,20	90	6	0,05	0,05	Conex/m	0,017	
P41	41	42	99,66	90	2	0,01	0,01			
P42	42	43	94,32	75	2	0,01	0,01			
P43	43	44	26,64	90	0	0,00	0,00			
P44	44	45	149,80	90	3	0,02	0,02			
P45	45	46	78,72	90	1	0,01	0,01			
P46	46	47	66,15	90	1	0,01	0,01			
P47	47	48	152,60	90	3	0,02	0,02			
P48	48	49	51,00	110	1	0,01	0,01			

EPANET 2 - Salsipuedes Final.rev3.NET

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

Conexión n45

Propiedad	Valor
ID Conexión	n45
Coordenada:X	4377910.3
Coordenada:Y	6654173.7
Descripción	
Etiqueta	
Cota	716.73
Demanda Base	0.01
Patrón de Demanda	

Plano de la Red

Es importante aclarar que a modo ilustrativo se presentarán las tablas de algunos de los barrios. No se presentan todos los barrios debido a la longitud que representa la presentación de todos juntos y el objetivo de la práctica no se centra en presentar dichos valores sino en el posterior análisis de la red futura de la ciudad.

N° Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTra mo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/ s)
P263	267	268	45,17	4	0,05	0,05
P264	268	269	110,10	9	0,13	0,13
P265	269	270	27,59	2	0,03	0,03
P266	270	271	92,70	7	0,11	0,11
P267	271	272	274,80	22	0,32	0,32
P268	270	273	121,10	10	0,14	0,14
P269	273	274	36,49	3	0,04	0,04
P270	274	275	50,80	4	0,06	0,06
P271	275	276	16,94	1	0,02	0,02
P272	276	277	56,33	5	0,07	0,07
P273	277	278	73,23	6	0,09	0,09
P276	275	280	92,28	7	0,11	0,11
P277	280	281	96,36	8	0,11	0,11
P278	281	282	73,88	6	0,09	0,09
P279	282	283	56,19	4	0,07	0,07
P296	282	300	97,97	8	0,12	0,12
P293	298	283	214,00	17	0,25	0,25
P280	283	284	57,08	5	0,07	0,07
P2705	278	284	81,25	7	0,10	0,10
P274	274	278	232,90	19	0,27	0,27
P275	278	279	51,69	4	0,06	0,06
P1294	272	279	53,90	4	0,06	0,06
P285	279	290	121,70	10	0,14	0,14
P286	290	291	159,10	13	0,19	0,19
P287	291	292	24,29	2	0,03	0,03
P288	292	293	16,79	1	0,02	0,02
P284	288	289	50,75	4	0,06	0,06
P295	299	288	40,02	3	0,05	0,05
P294	299	285	55,65	4	0,07	0,07
P281	284	285	47,89	4	0,06	0,06
P282	285	286	90,85	7	0,11	0,11

BARIO EL BOSQUE UE

QT=
Q/m
Q/c
Conex
Conex/n

P283	286	287	51,59	4	0,06	0,06
P289	292	294	61,54	5	0,07	0,07
P290	294	295	119,60	10	0,14	0,14
P291	295	296	100,90	8	0,12	0,12
P292	296	297	92,86	7	0,11	0,11

N° Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
P2455	1770	1771	104,90	2	0,02	0,02
P2456	1771	1772	157,60	2	0,03	0,03
P2457	1772	1769	78,94	1	0,02	0,02
P2458	1772	1766	182,90	3	0,04	0,04
P2451	1767	1766	94,04	1	0,02	0,02
P2449	1765	1766	85,27	1	0,02	0,02
P2448	1764	1765	85,54	1	0,02	0,02
P2470	1779	1764	162,50	2	0,04	0,04
P2447	1763	1764	46,86	1	0,01	0,01
P2446	1762	1763	63,60	1	0,01	0,01
P2450	1763	1767	86,89	1	0,02	0,02
P2452	1767	1768	62,66	1	0,01	0,01
P2467	1778	1768	96,87	1	0,02	0,02
P2453	1768	1769	122,10	2	0,03	0,03
P2454	1769	1770	111,90	2	0,02	0,02
P2461	1775	1770	90,54	1	0,02	0,02
P2460	1774	1775	81,75	1	0,02	0,02
P2468	1778	1775	200,60	3	0,04	0,04
P2466	1778	1776	92,46	1	0,02	0,02
P2469	1762	1778	170,30	3	0,04	0,04
P2474	1780	1762	91,04	1	0,02	0,02
P2471	1779	1780	72,64	1	0,02	0,02
P2472	1780	1781	57,20	1	0,01	0,01
P2480	1786	1781	82,41	1	0,02	0,02
P2473	1781	1776	223,90	3	0,05	0,05
P2463	1776	1777	81,75	1	0,02	0,02
P2465	1776	1774	192,90	3	0,04	0,04
P2459	1773	1774	127,70	2	0,03	0,03
P2462	306	1773	165,60	2	0,04	0,04
P2464	1777	1773	157,90	2	0,03	0,03
P2477	1785	1777	92,31	1	0,02	0,02
P2478	1785	1784	100,20	2	0,02	0,02
P2746	1783	1784	68,24	1	0,02	0,02
P2481	1786	1784	91,67	1	0,02	0,02
P2479	1782	1786	95,26	1	0,02	0,02
P2502	1802	1786	72,41	1	0,02	0,02
P2503	1802	1801	121,20	2	0,03	0,03
P2507	1804	1802	81,80	1	0,02	0,02
P2505	1779	1802	136,20	2	0,03	0,03
P2510	1805	1779	80,80	1	0,02	0,02
P2509	1804	1805	134,30	2	0,03	0,03
P2506	1803	1804	135,00	2	0,03	0,03
P2515	1808	1803	211,30	3	0,05	0,05
P2508	1803	1801	96,57	1	0,02	0,02

**SECCIÓN
J-K**

QT=	5,27	l/seg
Q/m	0,00022	l/seg/m
Q/c	0,015	l/seg/conex
Conex	357	
Conex/m	0,015	

P2500	1800	1801	108,00	2	0,02	0,02
P2501	1801	1782	56,00	1	0,01	0,01
P2475	1782	1783	71,48	1	0,02	0,02
P2482	1783	1787	60,68	1	0,01	0,01
P2498	1799	1787	151,20	2	0,03	0,03
P2483	1787	1788	70,70	1	0,02	0,02
P2496	1798	1788	118,60	2	0,03	0,03
P2489	1788	1793	126,60	2	0,03	0,03
P2491	1793	1794	109,50	2	0,02	0,02
P2490	1793	1792	79,69	1	0,02	0,02
P2487	1787	1792	148,50	2	0,03	0,03
P2488	1792	1790	93,97	1	0,02	0,02
P2485	1790	1791	38,77	1	0,01	0,01
P2486	1791	1789	58,00	1	0,01	0,01
P2484	1789	306	55,91	1	0,01	0,01
P299	305	306	302,70	5	0,07	0,07
P2493	305	1796	98,27	1	0,02	0,02
P2492	1795	305	92,66	1	0,02	0,02
P2524	1814	1795	187,10	3	0,04	0,04
P2514	1807	1795	96,34	1	0,02	0,02
P2513	1807	1796	131,30	2	0,03	0,03
P2512	1806	1807	92,95	1	0,02	0,02
P2523	1813	1806	92,01	1	0,02	0,02
P2511	1797	1806	177,50	3	0,04	0,04
P2494	1797	1794	139,10	2	0,03	0,03
P2495	1798	1797	79,01	1	0,02	0,02
P2522	1813	1798	244,30	4	0,05	0,05
P2497	1798	1799	70,76	1	0,02	0,02
P2499	1799	1800	67,03	1	0,01	0,01
P2518	1811	1799	188,30	3	0,04	0,04
P2520	1812	1811	118,00	2	0,03	0,03
P2519	1810	1811	58,90	1	0,01	0,01
P2517	1809	1810	48,59	1	0,01	0,01
P2516	1809	1808	106,40	2	0,02	0,02
P2590	1862	1809	274,10	4	0,06	0,06
P2589	1862	1817	97,60	1	0,02	0,02
P2528	1812	1817	121,70	2	0,03	0,03
P2521	1812	1813	95,46	1	0,02	0,02
P2533	1818	1817	36,52	1	0,01	0,01
P2529	1818	1819	70,02	1	0,02	0,02
P2530	1819	1820	54,03	1	0,01	0,01
P2531	1820	1821	79,36	1	0,02	0,02
P2534	1820	1822	103,30	2	0,02	0,02
P2535	1822	1823	81,31	1	0,02	0,02
P2537	1823	1824	71,58	1	0,02	0,02
P2536	1823	1821	112,90	2	0,02	0,02

P2532	1821	1815	74,07	1	0,02	0,02
P2525	1815	1816	73,92	1	0,02	0,02
P2538	1824	1815	121,50	2	0,03	0,03
P2539	1824	1825	69,33	1	0,02	0,02
P2541	1825	1826	76,27	1	0,02	0,02
P2540	1825	1816	126,70	2	0,03	0,03
P2526	1816	308	69,56	1	0,02	0,02
P2527	308	1814	35,20	1	0,01	0,01
Correc27	308	1826	124,27	2	0,03	0,03
Correc28	1826	1835	48,52	1	0,01	0,01
P2542	1826	1827	93,20	1	0,02	0,02
P2543	1827	1828	110,80	2	0,02	0,02
P2586	1860	1827	115,50	2	0,03	0,03
P2588	1860	1861	207,80	3	0,05	0,05
P2587	1861	312	229,50	3	0,05	0,05
P303	312	313	106,40	2	0,02	0,02
P311	326	313	56,77	1	0,01	0,01
P2444	1761	326	137,70	2	0,03	0,03
P2445	1761	1760	43,37	1	0,01	0,01
P2443	1759	1760	171,90	3	0,04	0,04
P2442	326	1759	106,90	2	0,02	0,02
P2546	1831	1759	63,49	1	0,01	0,01
P2547	1831	1832	124,50	2	0,03	0,03
P2548	1832	1833	47,87	1	0,01	0,01
P2549	1833	1834	125,20	2	0,03	0,03
P2550	1834	1830	142,20	2	0,03	0,03
P2545	1828	1830	54,98	1	0,01	0,01
P2544	1828	1829	44,74	1	0,01	0,01
Correc30	1829	307	193,66	3	0,04	0,04
Correc29	1835	1829	71,02	1	0,02	0,02
P2551	1835	1836	24,32	0	0,01	0,01
P2554	1836	1838	32,09	0	0,01	0,01
P2552	1836	1837	126,70	2	0,03	0,03
P2553	1837	1814	34,85	1	0,01	0,01
P2557	1837	1841	73,65	1	0,02	0,02
P2559	1841	1842	19,71	0	0,00	0,00
P2558	1841	1839	74,44	1	0,02	0,02
P2555	1838	1839	58,07	1	0,01	0,01
P2556	1838	1840	120,40	2	0,03	0,03
P2566	1840	1847	79,88	1	0,02	0,02
P2565	1846	1840	125,20	2	0,03	0,03
P2564	1846	1842	49,38	1	0,01	0,01
P2560	1842	1843	101,20	2	0,02	0,02
P2561	1843	1844	134,50	2	0,03	0,03
P2573	1844	1851	77,96	1	0,02	0,02
P2562	1844	1845	178,40	3	0,04	0,04

P2563	1845	1846	35,38	1	0,01	0,01
P2569	1845	1848	41,06	1	0,01	0,01
P2567	1847	1848	98,45	1	0,02	0,02
P2570	1848	1849	66,82	1	0,01	0,01
P2571	1849	1850	57,25	1	0,01	0,01
P2572	1850	309	180,30	3	0,04	0,04
P301	307	309	110,80	2	0,02	0,02
P2575	1853	1849	94,74	1	0,02	0,02
P2574	1852	1853	90,71	1	0,02	0,02
P2579	1851	1852	52,55	1	0,01	0,01
P2578	1855	1852	92,06	1	0,02	0,02
P2577	1854	1855	63,03	1	0,01	0,01
P2576	1850	1854	49,53	1	0,01	0,01
P2583	1854	1858	131,50	2	0,03	0,03
P2584	1858	1859	61,82	1	0,01	0,01
P2585	1859	1856	67,86	1	0,02	0,02
P2580	1855	1856	203,40	3	0,05	0,05
P2582	1857	1855	174,70	3	0,04	0,04
P2581	1856	1857	141,50	2	0,03	0,03
P2722	1857	1329	326,10	5	0,07	0,07
P1796	1329	1331	174,60	3	0,04	0,04
P1795	1329	1330	42,44	1	0,01	0,01
P1798	1332	1330	160,90	2	0,04	0,04
P1799	1330	1333	69,47	1	0,02	0,02
P1800	1333	1334	137,90	2	0,03	0,03
P1804	1336	1333	69,99	1	0,02	0,02
P1803	1335	1336	119,40	2	0,03	0,03
P1805	1336	1337	69,64	1	0,02	0,02
P1806	1337	1338	100,50	2	0,02	0,02
P1809	1337	1319	126,60	2	0,03	0,03
P1786	1319	1320	75,96	1	0,02	0,02
P1787	1320	1321	48,18	1	0,01	0,01
P1788	1321	1322	70,23	1	0,02	0,02
P1808	1338	1321	83,60	1	0,02	0,02
P1807	1338	1335	63,86	1	0,01	0,01
P1802	1334	1335	72,28	1	0,02	0,02
P1810	1334	1339	75,77	1	0,02	0,02
P1801	1334	1332	69,02	1	0,02	0,02
P1833	1353	1332	159,60	2	0,04	0,04
P1797	1331	1332	34,30	1	0,01	0,01
P1826	1331	1350	162,50	2	0,04	0,04
P1827	1350	1351	159,90	2	0,04	0,04
P1831	1353	1350	35,22	1	0,01	0,01
P1832	13535	1352	165,30	2	0,04	0,04
P1830	1353	1342	69,96	1	0,02	0,02
P1815	1342	1343	93,95	1	0,02	0,02

P1817	1342	1345	70,30	1	0,02	0,02
P1814	1339	1342	87,60	1	0,02	0,02
P1811	1339	1340	42,73	1	0,01	0,01
P1812	1340	1341	86,67	1	0,02	0,02
P1813	1341	1322	85,69	1	0,02	0,02
P1789	1322	1323	72,07	1	0,02	0,02
P1790	1323	1324	35,94	1	0,01	0,01
P1791	1325	1324	135,50	2	0,03	0,03
P1792	1324	1326	67,27	1	0,01	0,01
P1793	1326	1327	54,12	1	0,01	0,01
P1794	1327	1328	85,18	1	0,02	0,02
P1825	1346	1327	136,80	2	0,03	0,03
P1818	1345	1346	63,47	1	0,01	0,01
P1819	1346	1347	26,78	0	0,01	0,01
P1820	1347	1343	68,23	1	0,02	0,02
P1822	1348	1347	71,26	1	0,02	0,02
P1823	1348	1349	47,20	1	0,01	0,01
P1824	1349	1328	77,98	1	0,02	0,02
P1857	1367	1348	159,70	2	0,04	0,04
P1821	1344	1348	68,73	1	0,02	0,02
P1816	1343	1344	70,08	1	0,02	0,02
P1841	1360	1344	158,90	2	0,04	0,04
P1829	1352	1344	70,10	1	0,02	0,02
P1844	1361	1352	160,40	2	0,04	0,04
P1828	1351	1352	35,34	1	0,01	0,01
P1834	1351	1354	161,20	2	0,04	0,04
P1835	1354	1355	162,80	2	0,04	0,04
P1843	1361	1354	38,99	1	0,01	0,01
P1845	1361	1362	162,10	2	0,04	0,04
P1842	1361	1360	65,94	1	0,01	0,01
P1840	1359	1360	164,60	2	0,04	0,04
P1855	1360	1367	67,44	1	0,01	0,01
P1856	1367	1365	163,10	2	0,04	0,04
P1858	1367	1368	159,90	2	0,04	0,04
P1862	1368	1328	153,90	2	0,03	0,03
P1859	1368	1369	66,30	1	0,01	0,01
P1860	1369	1370	73,87	1	0,02	0,02
P1861	1370	1366	115,40	2	0,03	0,03
P1854	1366	1364	197,50	3	0,04	0,04
P1853	1365	1366	58,85	1	0,01	0,01
P1852	1365	1363	175,40	3	0,04	0,04
P1851	1359	1365	70,01	1	0,02	0,02
P1839	1358	1359	156,10	2	0,03	0,03
P1848	1362	1359	67,44	1	0,01	0,01
P1846	1362	1357	135,80	2	0,03	0,03
P1847	1362	1355	35,90	1	0,01	0,01

P1836	1355	1356	125,60	2	0,03	0,03
P1837	1356	1357	43,35	1	0,01	0,01
P1838	1357	1358	64,71	1	0,01	0,01
P1849	1358	1363	70,84	1	0,02	0,02
P1850	1363	1364	81,44	1	0,02	0,02

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTra mo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
P2658	1898	1904	161,20	2	0,02	0,02
P2646	1897	1898	91,69	1	0,01	0,01
P2657	1903	1897	121,50	1	0,02	0,02
P2645	1896	1897	85,10	1	0,01	0,01
P2655	1896	1902	79,22	1	0,01	0,01
P2644	1895	1896	87,22	1	0,01	0,01
P2653	1895	1901	185,80	2	0,03	0,03
P2643	1894	1895	91,03	1	0,01	0,01
P2651	1894	1900	131,10	1	0,02	0,02
P2642	1893	1894	89,46	1	0,01	0,01
P2641	1892	1893	107,80	1	0,02	0,02
P2649	1893	1899	77,84	1	0,01	0,01
P2667	1900	1899	71,14	1	0,01	0,01
P2666	1901	1900	71,10	1	0,01	0,01
P2665	1907	1901	73,84	1	0,01	0,01
P2662	1906	1907	72,46	1	0,01	0,01
P2663	1907	1902	158,50	2	0,02	0,02
P2656	1902	1903	71,09	1	0,01	0,01
P2659	1904	1903	80,67	1	0,01	0,01
P2664	1903	1906	158,40	2	0,02	0,02
P2661	1905	1906	80,85	1	0,01	0,01
P2660	1904	1905	165,30	2	0,02	0,02
P2670	1905	1864	165,90	2	0,02	0,02
P2592	1864	1865	82,13	1	0,01	0,01
P2669	1906	1865	167,30	2	0,02	0,02
P2627	1884	1865	75,24	1	0,01	0,01
P2668	1907	1884	164,70	2	0,02	0,02
P2633	1889	1884	72,46	1	0,01	0,01
P2654	1901	1889	166,00	2	0,02	0,02
P2632	1888	1889	68,41	1	0,01	0,01
P2652	1900	1888	164,60	2	0,02	0,02
P2631	1887	1888	73,83	1	0,01	0,01
P2650	1899	1887	167,40	2	0,02	0,02
P2630	1886	1887	88,96	1	0,01	0,01
P2629	1885	1886	71,10	1	0,01	0,01
P2647	1892	1886	180,30	2	0,03	0,03

**EL
PUEB
ITO**

QT=
Q/m
Q/c
Conex
Conex/n

P2640	1891	1892	112,30	1	0,02	0,02
P2648	1891	1885	94,24	1	0,01	0,01
P2639	1890	1891	153,90	2	0,02	0,02
P2638	1890	1880	177,50	2	0,03	0,03
P2620	1880	1881	77,94	1	0,01	0,01
P2628	1885	1881	164,00	2	0,02	0,02
P2621	1881	1882	72,51	1	0,01	0,01
P2637	1886	1882	165,30	2	0,02	0,02
P2622	1882	1883	86,13	1	0,01	0,01
P2636	1887	1883	161,30	2	0,02	0,02
P2623	1883	1874	34,25	0	0,01	0,01
P2605	1874	1875	23,51	0	0,00	0,00
P2604	1873	1874	82,74	1	0,01	0,01
P2635	1888	1873	153,10	2	0,02	0,02
P2603	1872	1873	87,95	1	0,01	0,01
P2634	1889	1872	102,40	1	0,02	0,02
P2602	1871	1872	86,80	1	0,01	0,01
P2626	1884	1871	54,64	1	0,01	0,01
P2612	1871	1877	110,60	1	0,02	0,02
P2601	1865	1871	92,49	1	0,01	0,01
P2593	1865	1866	163,90	2	0,02	0,02
P2613	1877	1866	75,20	1	0,01	0,01
P2593	1865	1866	163,90	2	0,02	0,02
P2597	1867	1866	79,29	1	0,01	0,01
P2596	1867	1864	159,90	2	0,02	0,02
P2595	1867	1747	165,00	2	0,02	0,02
P2419	1747	1748	79,34	1	0,01	0,01
P2594	1866	1748	163,80	2	0,02	0,02
P2424	1749	1748	74,46	1	0,01	0,01
P2614	1877	1749	163,90	2	0,02	0,02
P2434	1749	1755	73,27	1	0,01	0,01
P2611	1872	1755	224,30	2	0,03	0,03
P2436	1755	1756	73,67	1	0,01	0,01
P2610	1873	1756	172,00	2	0,03	0,03
P2437	1756	1757	87,61	1	0,01	0,01
P2609	1875	1757	113,20	1	0,02	0,02
P2606	1875	1876	87,66	1	0,01	0,01
P2624	1882	1876	93,02	1	0,01	0,01
P2607	1876	1750	87,83	1	0,01	0,01
P2625	1881	1750	146,70	1	0,02	0,02
P2439	1750	1758	90,40	1	0,01	0,01
P2616	1879	1758	82,21	1	0,01	0,01
P2615	1878	1879	84,71	1	0,01	0,01
P2619	1878	1880	28,71	0	0,00	0,00
P2618	1878	1863	208,80	2	0,03	0,03
P2591	1863	311	87,55	1	0,01	0,01

P2617	1879	311	187,20	2	0,03	0,03
P302	310	311	75,35	1	0,01	0,01
P2598	310	1868	180,00	2	0,03	0,03
P2440	1758	310	164,20	2	0,02	0,02
P2441	1758	1719	198,80	2	0,03	0,03
P2384	1718	1719	76,80	1	0,01	0,01
P2385	1719	1720	134,10	1	0,02	0,02
P2386	1720	315	71,54	1	0,01	0,01
Correc1	315	1870	431,03	4	0,06	0,06
P2389	1722	315	68,33	1	0,01	0,01
P2383	315	1718	130,30	1	0,02	0,02
P2387	1718	1721	66,76	1	0,01	0,01
P2426	1751	1718	157,60	2	0,02	0,02
P2425	1750	1751	91,46	1	0,01	0,01
P2429	1753	1751	72,05	1	0,01	0,01
P2608	1876	1753	144,90	1	0,02	0,02
P2428	1752	1753	72,01	1	0,01	0,01
P2430	1753	1721	157,40	2	0,02	0,02
P2390	1721	1723	72,17	1	0,01	0,01
P2388	1721	1722	118,30	1	0,02	0,02
P2392	1724	1722	88,54	1	0,01	0,01
P2391	1723	1724	60,81	1	0,01	0,01
P2432	1754	1723	83,04	1	0,01	0,01
P2433	1754	1725	207,40	2	0,03	0,03
P2431	1752	1754	79,25	1	0,01	0,01
P2438	1757	1752	76,89	1	0,01	0,01
P2427	1745	1752	177,90	2	0,03	0,03
P2416	1745	1741	72,53	1	0,01	0,01
P2415	1744	1745	48,76	0	0,01	0,01
P2435	1755	1744	98,87	1	0,01	0,01
P2418	1746	1744	75,68	1	0,01	0,01
P2423	1746	1749	97,56	1	0,01	0,01
P2417	1741	1746	56,40	1	0,01	0,01
P2411	1741	1725	97,71	1	0,01	0,01
P2410	1736	1741	55,14	1	0,01	0,01
P2404	1736	1737	74,52	1	0,01	0,01
P2406	1736	1738	20,64	0	0,00	0,00
P2422	1738	1748	157,60	2	0,02	0,02
P2421	1738	1739	82,02	1	0,01	0,01
P2420	1747	1739	161,10	2	0,02	0,02
P2407	1739	1740	70,71	1	0,01	0,01
P2409	1740	1737	107,40	1	0,02	0,02
P2408	1740	1735	94,72	1	0,01	0,01
P2403	1735	1733	97,89	1	0,01	0,01
P2402	1728	1735	84,44	1	0,01	0,01
P2398	1798	1732	105,30	1	0,02	0,02

P2395	1727	1728	23,70	0	0,00	0,00
P2405	1737	1727	79,24	1	0,01	0,01
P2394	1726	1727	90,87	1	0,01	0,01
P2393	1725	1726	50,93	1	0,01	0,01
P2412	1725	1742	83,17	1	0,01	0,01
P2413	1742	1743	44,36	0	0,01	0,01
P2414	321	1743	74,58	1	0,01	0,01
P308	320	321	214,86	2	0,03	0,03
P2397	1730	1731	41,82	0	0,01	0,01
P2396	1729	1730	102,30	1	0,02	0,02
P2399	1732	1729	65,92	1	0,01	0,01
P2398	1728	1732	105,30	1	0,02	0,02
P2400	1733	1734	219,70	2	0,03	0,03
P2401	1733	1717	88,05	1	0,01	0,01
P2382	1717	1705	188,40	2	0,03	0,03
P2381	1716	1717	254,50	3	0,04	0,04
P2380	319	1716	48,92	0	0,01	0,01
Correc7	320	319	113,56	1	0,02	0,02
Correc6	317	320	28,40	0	0,00	0,00
Correc4	317	1715	199,23	2	0,03	0,03
P2379	1714	1715	80,33	1	0,01	0,01
Correc5	1715	316	190,93	2	0,03	0,03
Correc2	1870	316	53,64	1	0,01	0,01
P2600	1869	1870	222,10	2	0,03	0,03
P2599	1868	1869	211,60	2	0,03	0,03
Correc3	316	314	64,49	1	0,01	0,01
P2360	314	1698	199,90	2	0,03	0,03
P2359	1700	314	202,40	2	0,03	0,03
P2378	1714	314	175,60	2	0,03	0,03
P2377	1710	1714	128,90	1	0,02	0,02
P2372	1710	1711	84,71	1	0,01	0,01
P2374	1710	1712	123,60	1	0,02	0,02
P2375	1712	1713	136,70	1	0,02	0,02
P2376	1713	1705	110,10	1	0,02	0,02
P2365	1705	1706	86,40	1	0,01	0,01
P2366	1706	1680	104,90	1	0,02	0,02
P2368	1707	1706	152,40	2	0,02	0,02
P2367	1707	323	127,10	1	0,02	0,02
P2369	1707	1708	65,97	1	0,01	0,01
P2370	1708	1709	30,67	0	0,00	0,00
P2373	1711	1709	100,20	1	0,01	0,01
P2371	1709	1701	33,41	0	0,00	0,00
P2356	1702	1701	116,60	1	0,02	0,02
P2355	1701	324	149,90	1	0,02	0,02
Correc31	323	324	145,58	1	0,02	0,02
P310	324	325	168,40	2	0,02	0,02

Correc32	324	1703	92,88	1	0,01	0,01
Correc33	1703	1699	102,66	1	0,02	0,02
P2357	1702	1703	109,70	1	0,02	0,02
P2358	1702	1700	108,93	1	0,02	0,02
P2354	1699	1700	75,35	1	0,01	0,01
Correc34	1699	322	168,15	2	0,02	0,02
P2353	1696	1699	51,25	1	0,01	0,01
P2349	1696	1697	105,50	1	0,02	0,02
P2350	1697	331	91,81	1	0,01	0,01
P2351	1697	1698	88,40	1	0,01	0,01
P2352	1698	1695	124,50	1	0,02	0,02
P2345	324	1695	71,37	1	0,01	0,01
P2344	327	331	40,96	0	0,01	0,01
P313	327	328	435,40	4	0,06	0,06
P2343	1693	1694	103,50	1	0,02	0,02
P2342	1692	1693	112,80	1	0,02	0,02
P2341	1688	1692	80,29	1	0,01	0,01
P2334	1688	1687	96,15	1	0,01	0,01
P2333	1686	1687	85,93	1	0,01	0,01
P2332	1685	1686	75,03	1	0,01	0,01
P2338	1691	1686	138,60	1	0,02	0,02
P2337	1691	1658	93,03	1	0,01	0,01
P2336	1689	1691	65,97	1	0,01	0,01
P2335	1689	1690	32,45	0	0,00	0,00
P2340	1690	1688	62,43	1	0,01	0,01
P2339	330	1690	127,80	1	0,02	0,02
P315	330	331	95,62	1	0,01	0,01
P2348	322	331	77,37	1	0,01	0,01
P2347	325	322	90,08	1	0,01	0,01
P2346	1658	325	81,09	1	0,01	0,01
P2287	1656	1658	63,37	1	0,01	0,01
P2286	1656	1657	106,50	1	0,02	0,02
P2330	1656	1685	188,80	2	0,03	0,03
P2331	1685	1684	101,50	1	0,01	0,01
P2328	1683	1684	115,10	1	0,02	0,02
P2329	1684	1657	134,30	1	0,02	0,02
P2288	1657	1659	123,70	1	0,02	0,02
P2363	1704	1657	106,80	1	0,02	0,02
P2362	1704	1681	144,50	1	0,02	0,02
P2361	323	1704	83,64	1	0,01	0,01
P2364	323	1680	156,20	2	0,02	0,02
P2323	1680	1681	87,26	1	0,01	0,01
P2325	1681	1682	52,58	1	0,01	0,01
P2324	1681	1659	111,70	1	0,02	0,02
P2327	1659	1683	90,02	1	0,01	0,01
P2289	1659	1660	69,81	1	0,01	0,01

P2326	1682	1660	106,80	1	0,02	0,02
P2290	1660	1661	61,96	1	0,01	0,01
P2291	1661	1662	68,72	1	0,01	0,01
P2320	1679	1661	194,50	2	0,03	0,03
P2322	1679	1680	108,50	1	0,02	0,02
P2321	1679	304	67,87	1	0,01	0,01
Correc35	304	1677	66,39	1	0,01	0,01
P2301	304	1662	191,10	2	0,03	0,03
P2292	1662	303	72,81	1	0,01	0,01
P2298	1665	1662	97,72	1	0,01	0,01
P2299	1665	1666	55,24	1	0,01	0,01
P2300	1666	1667	150,00	2	0,02	0,02
P2297	1664	1665	69,78	1	0,01	0,01
P2296	1664	1655	71,96	1	0,01	0,01
P2295	303	1664	99,04	1	0,01	0,01
P2293	303	487	70,39	1	0,01	0,01
Correc36	1677	303	189,06	2	0,03	0,03
P2317	1677	1678	77,66	1	0,01	0,01
P2318	1678	1675	263,00	3	0,04	0,04
P2319	1678	488	89,86	1	0,01	0,01
P2302	488	1668	164,00	2	0,02	0,02
P408	487	488	97,18	1	0,01	0,01
P2285	1655	487	103,90	1	0,02	0,02
P2294	487	1663	125,00	1	0,02	0,02
P2304	1669	1663	41,45	0	0,01	0,01
P2303	1668	1669	52,94	1	0,01	0,01
P2305	1669	1670	81,53	1	0,01	0,01
P2306	1671	1670	53,10	1	0,01	0,01
P2307	1671	1645	188,70	2	0,03	0,03
P2308	1671	1672	77,01	1	0,01	0,01
P2311	1672	1674	98,87	1	0,01	0,01
P2309	1672	1673	32,30	0	0,00	0,00
P2310	1673	1668	112,50	1	0,02	0,02
P2313	1675	1673	76,47	1	0,01	0,01
P2314	1675	1676	145,30	1	0,02	0,02
P2315	1676	1674	69,46	1	0,01	0,01
P2316	1676	1647	106,60	1	0,02	0,02
P2272	1647	1610	109,30	1	0,02	0,02
P2271	1646	1647	54,35	1	0,01	0,01
P2312	1674	1646	107,80	1	0,02	0,02
P2270	1645	1646	92,19	1	0,01	0,01
P2274	1648	1645	67,67	1	0,01	0,01
P2273	1639	1645	83,43	1	0,01	0,01
P2258	1639	1616	80,21	1	0,01	0,01
P2228	1615	1616	69,02	1	0,01	0,01
P2229	1616	1610	77,51	1	0,01	0,01

P2223	1610	1611	67,85	1	0,01	0,01
P2224	1611	1612	211,70	2	0,03	0,03
P2230	1611	1615	78,27	1	0,01	0,01
P2242	1615	1627	89,02	1	0,01	0,01
P2227	1614	1615	72,64	1	0,01	0,01
P2231	1614	1617	19,40	0	0,00	0,00
P2226	1612	1614	163,00	2	0,02	0,02
P2225	1612	1613	65,04	1	0,01	0,01
P2232	1618	1613	98,14	1	0,01	0,01
P2238	1618	1624	74,71	1	0,01	0,01
P2233	1618	1617	204,40	2	0,03	0,03
P2235	1617	1621	44,25	0	0,01	0,01
P2236	1621	1622	25,10	0	0,00	0,00
P2240	1624	1621	208,00	2	0,03	0,03
P2239	1624	1625	70,62	1	0,01	0,01

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTram o	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
P1221	1002	1004	91,95	1	0,02	0,02
P1223	1005	1004	97,67	1	0,02	0,02
P1222	1003	1005	82,69	1	0,02	0,02
P1218	1002	1003	52,23	1	0,01	0,01
P1220	1003	1000	94,40	1	0,02	0,02
P1217	1000	1002	104,10	2	0,02	0,02
P1214	1000	987	377,00	6	0,08	0,08
P1213	995	1000	153,30	2	0,03	0,03
P1205	991	995	86,66	1	0,02	0,02
P1206	995	996	90,17	1	0,02	0,02
P1219	1003	996	148,40	2	0,03	0,03
P1216	1001	996	81,63	1	0,02	0,02
P1224	1005	1001	143,30	2	0,03	0,03
P1215	1001	999	144,70	2	0,03	0,03
P1211	999	998	81,59	1	0,02	0,02
P1209	992	998	89,32	1	0,02	0,02
P1210	998	997	70,79	1	0,02	0,02
P1207	996	997	72,08	1	0,02	0,02
P1208	997	990	171,50	3	0,04	0,04

**EL
TALI
A**

QT=
Q/m
Q/c
Conex
Conex/m

P1197	990	991	68,12	1	0,02	0,02
P1196	989	990	73,53	1	0,02	0,02
P1199	992	989	84,06	1	0,02	0,02
P1195	983	989	87,24	1	0,02	0,02
P1185	982	983	173,70	3	0,04	0,04
P1189	985	983	75,10	1	0,02	0,02
P1190	986	985	170,60	3	0,04	0,04
P1193	988	985	67,26	1	0,01	0,01
P1198	991	988	85,69	1	0,02	0,02
P1194	988	987	174,40	3	0,04	0,04
P1192	987	986	65,81	1	0,01	0,01
P1191	986	982	75,93	1	0,02	0,02
P1184	982	2	65,55	1	0,01	0,01
P1188	984	2	174,50	3	0,04	0,04
P1186	983	984	70,67	1	0,02	0,02
P1201	993	984	173,60	3	0,04	0,04
P1200	993	992	74,88	1	0,02	0,02
P1204	994	993	167,40	3	0,04	0,04
P1212	999	994	74,22	1	0,02	0,02
P1203	994	981	68,02	1	0,02	0,02
P1182	980	981	169,00	3	0,04	0,04
P1202	993	980	67,11	1	0,01	0,01
P1180	979	980	172,90	3	0,04	0,04
P1187	984	979	69,46	1	0,02	0,02
P1178	943	979	173,10	3	0,04	0,04
P1114	2	943	71,92	1	0,02	0,02
P1115	943	41	74,35	1	0,02	0,02
P1173	975	41	178,20	3	0,04	0,04
P1179	979	975	72,88	1	0,02	0,02
P1174	976	975	170,10	3	0,04	0,04
P1181	980	976	72,42	1	0,02	0,02
P1175	976	977	169,10	3	0,04	0,04
P1183	981	977	75,14	1	0,02	0,02
P1176	977	978	68,01	1	0,02	0,02
P2678	1910	978	167,20	3	0,04	0,04
P2674	1910	976	72,67	1	0,02	0,02
P2676	1910	974	172,60	3	0,04	0,04
P1172	975	974	71,17	1	0,02	0,02
P1170	974	940	171,90	3	0,04	0,04
P1106	41	940	75,12	1	0,02	0,02
P1107	940	937	76,69	1	0,02	0,02
P1169	972	937	175,70	3	0,04	0,04
P1171	974	972	78,06	1	0,02	0,02
P1166	972	973	169,90	3	0,04	0,04
P2677	1910	973	77,84	1	0,02	0,02
P1167	973	971	171,50	3	0,04	0,04

P1177	978	971	77,11	1	0,02	0,02
P1164	971	970	77,77	1	0,02	0,02
P1162	969	970	170,50	3	0,04	0,04
P1168	973	969	75,49	1	0,02	0,02
P1160	968	969	169,30	3	0,04	0,04
P1165	972	968	76,77	1	0,02	0,02
P1158	933	968	175,40	3	0,04	0,04
P1101	937	933	75,88	1	0,02	0,02
P1093	933	934	65,74	1	0,01	0,01
P1157	967	934	173,10	3	0,04	0,04
P1159	968	967	64,75	1	0,01	0,01
P1155	966	967	171,70	3	0,04	0,04
P1161	969	966	66,65	1	0,01	0,01
P1153	965	966	169,70	3	0,04	0,04
P1163	970	965	66,59	1	0,01	0,01
P1152	965	964	73,41	1	0,02	0,02
P1151	964	962	169,00	3	0,04	0,04
P1154	966	962	72,94	1	0,02	0,02
P1147	962	963	171,70	3	0,04	0,04
P1156	967	963	72,94	1	0,02	0,02
P1149	963	931	173,20	3	0,04	0,04
P1094	934	931	74,75	1	0,02	0,02
P1089	931	930	72,44	1	0,02	0,02
P1144	930	957	171,80	3	0,04	0,04
P1148	963	957	76,19	1	0,02	0,02
P1138	957	958	175,00	3	0,04	0,04
P1146	962	958	73,13	1	0,02	0,02
P1145	958	961	173,80	3	0,04	0,04
P1150	964	961	72,65	1	0,02	0,02
P1139	958	959	70,82	1	0,02	0,02
P1140	959	960	167,10	3	0,04	0,04
P1141	960	957	71,25	1	0,02	0,02
P1143	960	928	175,50	3	0,04	0,04
P1087	930	928	69,79	1	0,02	0,02
P1084	928	926	71,79	1	0,02	0,02
P1137	926	956	173,00	3	0,04	0,04
P1142	960	956	70,80	1	0,02	0,02
P1083	926	927	66,82	1	0,01	0,01
P1082	926	919	230,60	3	0,05	0,05
P1070	919	920	68,35	1	0,02	0,02
P1073	914	919	165,10	2	0,04	0,04
P1060	914	915	81,69	1	0,02	0,02
P1061	914	906	163,20	2	0,04	0,04
P1048	906	907	30,76	0	0,01	0,01
P1046	905	906	41,75	1	0,01	0,01
P1045	904	905	51,03	1	0,01	0,01

P1047	905	868	152,90	2	0,03	0,03
P988	868	869	64,02	1	0,01	0,01
P987	866	868	73,19	1	0,02	0,02
P986	867	866	94,03	1	0,02	0,02
P1049	907	866	154,90	2	0,03	0,03
P1050	908	907	43,44	1	0,01	0,01
P1052	910	908	51,59	1	0,01	0,01
P1062	913	908	161,00	2	0,04	0,04
P1059	913	914	71,39	1	0,02	0,02
P1064	916	913	70,51	1	0,02	0,02
P1072	921	913	166,50	2	0,04	0,04
P1071	919	921	70,32	1	0,02	0,02
P1085	928	921	249,10	4	0,06	0,06
P1074	922	921	74,53	1	0,02	0,02
P1086	929	930	102,20	2	0,02	0,02
P1091	932	929	70,16	1	0,02	0,02
P1088	929	922	166,50	2	0,04	0,04
P1076	923	922	70,51	1	0,02	0,02
P1075	922	916	165,90	2	0,04	0,04
P1065	917	916	77,28	1	0,02	0,02
P1063	916	909	158,80	2	0,04	0,04
P1058	912	909	72,78	1	0,02	0,02
P1051	909	910	20,59	0	0,00	0,00
P1053	910	867	157,10	2	0,03	0,03
P985	856	867	90,45	1	0,02	0,02
P1044	903	856	67,02	1	0,01	0,01
P1057	912	856	155,30	2	0,03	0,03
P1056	911	912	73,17	1	0,02	0,02
P1066	917	912	163,20	2	0,04	0,04
P1069	918	917	71,74	1	0,02	0,02
P1077	923	917	163,30	2	0,04	0,04
P1081	925	923	71,94	1	0,02	0,02
P1092	932	923	164,10	2	0,04	0,04
P1090	931	932	124,70	2	0,03	0,03
P1099	936	932	71,74	1	0,02	0,02
P1098	936	934	145,60	2	0,03	0,03
P1097	935	936	73,17	1	0,02	0,02
P1100	936	925	162,90	2	0,04	0,04
P1079	924	925	71,74	1	0,02	0,02
P1080	925	918	164,50	2	0,04	0,04
P1067	38	918	69,49	1	0,02	0,02
P1068	918	911	162,10	2	0,04	0,04
P1054	34	911	75,91	1	0,02	0,02
P1055	911	903	156,00	2	0,03	0,03
P1043	19	903	79,28	1	0,02	0,02
P15	18	19	64,65	1	0,01	0,01

P36	34	19	155,50	2	0,03	0,03
P31	32	34	71,07	1	0,02	0,02
P37	34	38	163,60	2	0,04	0,04
Correc39	33	38	71,64	1	0,02	0,02
P1078	924	38	162,20	2	0,04	0,04
P1105	939	924	75,42	1	0,02	0,02
P1095	924	935	163,90	2	0,04	0,04
P1096	935	933	162,50	2	0,04	0,04
P1103	938	935	75,42	1	0,02	0,02
P1102	937	938	182,30	3	0,04	0,04
P1111	942	938	69,49	1	0,02	0,02
P1104	938	939	163,90	2	0,04	0,04
P1112	941	939	70,72	1	0,02	0,02
P1134	33	939	161,50	2	0,04	0,04
Correc38	955	33	71,83	1	0,02	0,02
P30	32	33	163,60	2	0,04	0,04
Correc49	951	32	55,57	1	0,01	0,01
P1125	947	18	153,10	2	0,03	0,03
P14	17	18	70,46	1	0,02	0,02
P13	16	17	68,95	1	0,02	0,02
P1129	951	17	155,50	2	0,03	0,03
Correc48	954	951	15,84	0	0,00	0,00
Correc47	950	954	51,97	1	0,01	0,01
P1132	954	955	159,60	2	0,04	0,04
Correc37	23	955	73,58	1	0,02	0,02
P1133	955	941	165,10	2	0,04	0,04
P1108	39	941	72,50	1	0,02	0,02
P1109	941	942	164,10	2	0,04	0,04
P1113	942	940	203,20	3	0,04	0,04
P1110	40	942	73,46	1	0,02	0,02
P41	40	41	219,60	3	0,05	0,05
P1118	644	40	73,64	1	0,02	0,02
P40	39	40	162,40	2	0,04	0,04
P1124	946	39	70,62	1	0,02	0,02
P39	23	39	166,80	3	0,04	0,04
P20	22	23	69,78	1	0,02	0,02
P1127	949	23	159,50	2	0,04	0,04
Correc46	949	950	19,21	0	0,00	0,00
P1128	950	16	155,60	2	0,03	0,03
P12	15	16	75,63	1	0,02	0,02
P11	14	15	68,44	1	0,02	0,02
P1126	15	948	157,30	2	0,03	0,03
Correc45	948	949	55,76	1	0,01	0,01
Correc44	31	948	19,26	0	0,00	0,00
Correc43	953	31	48,58	1	0,01	0,01
P28	31	22	161,20	2	0,04	0,04

P19	21	22	75,36	1	0,02	0,02
P1122	946	22	164,70	2	0,04	0,04
P1120	945	946	73,87	1	0,02	0,02
P1121	946	944	164,90	2	0,04	0,04
P1117	944	943	240,90	4	0,05	0,05
P1116	24	944	70,48	1	0,02	0,02
P21	2	24	257,90	4	0,06	0,06
P1	1	2	81,36	1	0,02	0,02
P1135	1	9	71,21	1	0,02	0,02
P1136	1	25	240,00	4	0,05	0,05
P24	25	27	70,37	1	0,02	0,02
P23	25	26	91,13	1	0,02	0,02
P22	24	25	73,32	1	0,02	0,02
P1119	945	24	166,40	2	0,04	0,04
P1123	945	21	164,00	2	0,04	0,04
P18	20	21	72,04	1	0,02	0,02
P1130	952	21	162,10	2	0,04	0,04
Correc41	1058	952	42,03	1	0,01	0,01
Correc42	952	953	22,01	0	0,00	0,00
P1131	953	14	156,90	2	0,03	0,03
P10	13	14	62,40	1	0,01	0,01
P1327	13	1058	160,00	2	0,04	0,04
Correc40	29	1058	32,68	0	0,01	0,01
P26	29	30	83,85	1	0,02	0,02
P25	28	29	39,87	1	0,01	0,01
P1326	1057	28	167,00	3	0,04	0,04
P1328	28	4	34,49	1	0,01	0,01
P3	4	5	52,57	1	0,01	0,01
P2	3	4	162,70	2	0,04	0,04
P17	3	20	76,03	1	0,02	0,02
P16	6	3	79,51	1	0,02	0,02
P35	27	3	325,60	5	0,07	0,07
P34	9	27	228,40	3	0,05	0,05
P7	8	9	168,80	3	0,04	0,04
P6	7	8	202,70	3	0,04	0,04
P5	6	7	329,30	5	0,07	0,07
P4	5	6	165,30	2	0,04	0,04
P8	5	10	175,70	3	0,04	0,04
P1320	1051	13	160,10	2	0,04	0,04
P1319	1050	1051	121,80	2	0,03	0,03
P1317	1049	1050	44,20	1	0,01	0,01
P1316	1043	1049	162,80	2	0,04	0,04
P1302	1042	1043	53,77	1	0,01	0,01
P1318	1050	894	74,65	1	0,02	0,02
P1042	894	15	274,40	4	0,06	0,06
P1026	894	880	75,74	1	0,02	0,02

P1027	894	895	81,95	1	0,02	0,02
P1028	895	885	168,60	3	0,04	0,04
P1013	884	885	20,40	0	0,00	0,00
P1024	892	885	47,77	1	0,01	0,01
P1025	892	893	26,20	0	0,01	0,01
P1023	892	886	141,20	2	0,03	0,03
P1021	890	886	56,58	1	0,01	0,01
P1017	886	849	263,70	4	0,06	0,06
P1016	886	879	43,76	1	0,01	0,01
P1006	879	876	141,20	2	0,03	0,03
P1005	878	879	84,59	1	0,02	0,02
P1015	883	879	86,52	1	0,02	0,02
P1011	882	883	215,50	3	0,05	0,05
P1014	884	883	72,00	1	0,02	0,02
P1012	880	884	221,50	3	0,05	0,05
P1008	880	881	41,60	1	0,01	0,01
P1009	881	882	29,40	0	0,01	0,01
P1010	882	877	56,58	1	0,01	0,01
P1007	17	877	261,90	4	0,06	0,06
P1004	877	878	149,70	2	0,03	0,03
P1003	877	875	69,12	1	0,02	0,02
P1000	875	18	256,60	4	0,06	0,06
P999	874	875	47,50	1	0,01	0,01
P1001	874	876	212,10	3	0,05	0,05
P998	874	873	87,85	1	0,02	0,02
P992	872	873	52,20	1	0,01	0,01
P991	871	872	69,75	1	0,02	0,02
P990	870	871	71,17	1	0,02	0,02
P989	19	870	77,16	1	0,02	0,02
P997	870	855	140,00	2	0,03	0,03
P971	855	856	57,18	1	0,01	0,01
P984	865	855	160,40	2	0,04	0,04
P983	865	866	36,68	1	0,01	0,01
P982	863	865	45,67	1	0,01	0,01
P981	863	864	139,40	2	0,03	0,03
P979	862	863	26,75	0	0,01	0,01
P980	862	854	137,00	2	0,03	0,03
P970	854	855	74,68	1	0,02	0,02
P996	871	854	139,00	2	0,03	0,03
P969	853	854	45,34	1	0,01	0,01
P968	852	853	24,03	0	0,01	0,01
P995	872	852	135,10	2	0,03	0,03
P976	860	853	121,30	2	0,03	0,03
P978	860	862	44,24	1	0,01	0,01
P977	860	861	141,50	2	0,03	0,03
P975	858	860	67,72	1	0,01	0,01

P974	858	859	138,60	2	0,03	0,03
P973	851	858	94,21	1	0,02	0,02
P967	851	852	54,64	1	0,01	0,01
P994	873	851	138,20	2	0,03	0,03
P993	873	35	202,60	3	0,04	0,04
P1002	876	35	83,00	1	0,02	0,02
P964	849	35	83,77	1	0,02	0,02
P963	848	849	92,91	1	0,02	0,02
P32	35	36	70,24	1	0,02	0,02
P33	36	37	173,00	3	0,04	0,04
P962	36	845	68,80	1	0,02	0,02
P965	845	850	102,30	2	0,02	0,02
P966	850	851	89,56	1	0,02	0,02
P972	850	857	201,40	3	0,04	0,04
P960	845	846	164,60	2	0,04	0,04
P959	844	845	79,25	1	0,02	0,02
P961	844	847	142,60	2	0,03	0,03
P958	843	844	104,20	2	0,02	0,02

N° Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTra mo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
P2016	1462	1452	65,57	1	0,02	0,02
P1998	1452	1451	60,32	1	0,02	0,02
P1997	1450	1451	39,99	1	0,01	0,01
P2000	1453	1450	76,76	2	0,02	0,02
P1999	1452	1453	35,32	1	0,01	0,01
P2014	1461	1453	71,03	1	0,02	0,02
P2015	1461	1462	37,69	1	0,01	0,01
P2013	1460	1461	63,86	1	0,02	0,02
P2012	1460	1455	81,36	2	0,02	0,02
P2003	1455	1453	65,07	1	0,02	0,02
P2004	1455	1449	100,70	2	0,03	0,03
P1996	1449	1450	71,15	1	0,02	0,02
P1995	1448	1449	70,52	1	0,02	0,02
P2001	1454	1448	115,20	2	0,03	0,03
P2002	1454	1455	71,09	1	0,02	0,02
P2010	1459	1454	90,63	2	0,03	0,03
P2011	1459	1460	68,52	1	0,02	0,02
P2009	1458	1459	78,11	2	0,02	0,02
P2007	1457	1458	29,87	1	0,01	0,01
P2008	1457	1454	111,90	2	0,03	0,03
P2006	1456	1457	124,50	2	0,04	0,04
P2005	1456	1444	139,00	3	0,04	0,04
P1994	1448	1444	123,60	2	0,04	0,04
P1989	1444	1446	125,10	3	0,04	0,04

**VILL
SOL**

QT=
Q/m
Q/c
Conex
Conex/n

P1987	1444	1445	74,12	1	0,02	0,02
P1988	1445	1441	101,50	2	0,03	0,03
P1984	1441	1442	46,08	1	0,01	0,01
P1985	1442	1443	64,63	1	0,02	0,02
P1986	1443	1438	33,90	1	0,01	0,01
P1978	1438	1433	114,90	2	0,03	0,03
P1969	1432	1433	53,92	1	0,02	0,02
P1976	1437	1433	126,00	3	0,04	0,04
P1975	1436	1437	109,30	2	0,03	0,03
P1977	1437	1421	202,50	4	0,06	0,06
P1953	1421	1402	104,30	2	0,03	0,03
P1952	1420	1421	144,00	3	0,04	0,04
P1951	1418	1420	44,96	1	0,01	0,01
P1950	1418	1406	151,70	3	0,04	0,04
P1948	1418	1419	164,80	3	0,05	0,05
P1974	1436	1418	81,40	2	0,02	0,02
P1973	1435	1436	105,30	2	0,03	0,03
P1972	1434	1435	36,03	1	0,01	0,01
P1971	1434	1431	67,97	1	0,02	0,02
P1970	1432	1434	25,74	1	0,01	0,01
P1968	1430	1432	90,29	2	0,03	0,03
P1981	1439	1430	76,09	2	0,02	0,02
P1983	1441	1439	58,61	1	0,02	0,02
P1993	1446	1441	165,90	3	0,05	0,05
P1990	1446	1447	64,65	1	0,02	0,02
P1992	1447	1439	176,70	4	0,05	0,05
P1979	1439	1440	60,42	1	0,02	0,02
P1980	1440	1431	59,97	1	0,02	0,02
P1966	1430	1431	62,00	1	0,02	0,02
P1967	1431	1427	67,75	1	0,02	0,02
P1959	1427	1428	69,72	1	0,02	0,02
P1958	1427	1426	79,66	2	0,02	0,02
P1982	1440	1426	73,61	1	0,02	0,02
P1961	1429	1426	108,10	2	0,03	0,03
P1957	1426	1422	119,40	2	0,04	0,04
P1991	1447	1422	71,62	1	0,02	0,02
P1963	1425	1422	115,60	2	0,03	0,03
P1954	1422	1423	209,70	4	0,06	0,06
P1955	1423	1424	84,28	2	0,02	0,02
P1965	1424	1414	129,70	3	0,04	0,04
P1956	1424	1425	169,70	3	0,05	0,05
P1962	1429	1425	95,24	2	0,03	0,03
P1960	1428	1429	61,95	1	0,02	0,02
P1964	1429	1415	130,10	3	0,04	0,04
P1943	1414	1415	113,00	2	0,03	0,03
P1944	1415	1416	45,25	1	0,01	0,01

P1949	1419	1416	58,51	1	0,02	0,02
P1945	1416	1417	66,10	1	0,02	0,02
P1946	1417	1410	59,06	1	0,02	0,02
P1937	1410	1409	65,10	1	0,02	0,02
P1936	1409	1408	110,40	2	0,03	0,03
P1939	1411	1409	130,00	3	0,04	0,04
P1942	1412	1409	84,37	2	0,02	0,02
P1947	1412	1414	93,80	2	0,03	0,03
P1940	1412	1413	157,90	3	0,05	0,05
P1941	1413	1411	227,80	5	0,07	0,07
P1938	1411	1403	163,60	3	0,05	0,05
P1925	1403	1404	159,40	3	0,05	0,05
P1927	1404	1401	158,30	3	0,05	0,05
P1934	1408	1404	85,06	2	0,03	0,03
P1933	1407	1408	176,00	4	0,05	0,05
P1935	1407	1401	84,67	2	0,02	0,02
P1932	1406	1407	160,10	3	0,05	0,05
P1931	1406	1405	79,94	2	0,02	0,02
P1928	1401	1405	166,30	3	0,05	0,05
P1930	1405	1402	102,00	2	0,03	0,03
P1923	1402	1400	68,59	1	0,02	0,02
P1919	1399	1400	105,50	2	0,03	0,03
P1929	1405	1399	68,74	1	0,02	0,02
P1917	1398	1399	169,80	3	0,05	0,05
P1921	1401	1398	64,00	1	0,02	0,02
P1916	1397	1398	156,40	3	0,05	0,05
P1926	1404	1397	65,10	1	0,02	0,02
P1914	1396	1397	159,10	3	0,05	0,05
P1924	1403	1396	62,41	1	0,02	0,02
P1913	1396	1392	74,25	1	0,02	0,02
P1906	1392	1393	160,50	3	0,05	0,05
P1915	1397	1393	72,02	1	0,02	0,02
P1908	1393	1394	154,40	3	0,05	0,05
P1922	1398	1394	69,46	1	0,02	0,02
P1910	1394	1395	171,20	3	0,05	0,05
P1918	1399	1395	72,01	1	0,02	0,02
P1912	1395	1391	108,50	2	0,03	0,03
P1920	1400	1391	72,86	1	0,02	0,02
P1904	1391	1390	75,70	2	0,02	0,02
P1900	1389	1390	115,10	2	0,03	0,03
P1911	1395	1389	73,51	1	0,02	0,02
P1899	1388	1389	172,10	3	0,05	0,05
P1909	1394	1388	77,77	2	0,02	0,02
P1898	1387	1388	154,20	3	0,05	0,05
P1907	1393	1387	81,89	2	0,02	0,02
P1896	1389	1387	160,10	3	0,05	0,05

P1905	1391	1386	80,86	2	0,02	0,02
P1895	1386	1382	67,33	1	0,02	0,02
P1888	1382	1383	162,80	3	0,05	0,05
P1897	1387	1383	63,84	1	0,02	0,02
P1890	1383	1384	153,30	3	0,05	0,05
P1903	1388	1384	68,73	1	0,02	0,02
P1892	1384	1385	172,00	3	0,05	0,05
P1902	1389	1385	72,64	1	0,02	0,02
P1893	1385	350	115,70	2	0,03	0,03
P1901	1390	350	67,61	1	0,02	0,02
P326	349	350	74,55	1	0,02	0,02
P1880	349	1378	119,00	2	0,04	0,04
P1894	1385	1378	74,14	1	0,02	0,02
P1881	1378	1379	172,90	3	0,05	0,05
P1891	1384	1379	72,54	1	0,02	0,02
P1883	1379	1380	155,40	3	0,05	0,05
P1889	1383	1380	78,79	2	0,02	0,02
P1884	1380	1381	160,80	3	0,05	0,05
P1887	1382	1381	77,11	2	0,02	0,02
P1886	1381	1375	76,38	2	0,02	0,02
P1871	1375	1372	160,60	3	0,05	0,05
P1885	1380	1372	72,69	1	0,02	0,02
P1868	1372	1373	154,80	3	0,05	0,05
P1882	1379	1373	75,76	2	0,02	0,02
P1874	1373	1376	173,70	3	0,05	0,05
P1879	1378	1376	71,76	1	0,02	0,02
P1875	1376	1377	121,00	2	0,04	0,04
P1878	349	1377	73,19	1	0,02	0,02
P1876	1377	1371	80,91	2	0,02	0,02
P1864	346	137	120,50	2	0,04	0,04
P1877	1376	346	77,24	2	0,02	0,02
Correc52	346	347	170,32	3	0,05	0,05
P1873	347	1373	78,65	2	0,02	0,02
P325	347	348	155,50	3	0,05	0,05
P1866	1372	348	74,76	1	0,02	0,02
P1872	1374	348	162,00	3	0,05	0,05
P1870	1374	1375	70,37	1	0,02	0,02
P1869	1374	1231	73,41	1	0,02	0,02
P1641	345	1231	159,50	3	0,05	0,05
P1867	348	345	75,09	2	0,02	0,02
P323	344	345	157,20	3	0,05	0,05
Correc53	347	344	77,33	2	0,02	0,02
P1633	344	343	167,80	3	0,05	0,05
P1865	346	343	77,14	2	0,02	0,02
P1631	1226	343	122,60	2	0,04	0,04
P1863	1371	1226	74,68	1	0,02	0,02

P1632	1226	342	76,01	2	0,02	0,02
P321	341	342	121,90	2	0,04	0,04
P322	341	343	75,27	2	0,02	0,02
Correc55	341	1227	168,65	3	0,05	0,05
P1634	344	1227	76,66	2	0,02	0,02
P1636	1227	1228	156,10	3	0,05	0,05
P1637	1228	345	76,88	2	0,02	0,02
P1646	1232	1228	159,50	3	0,05	0,05
P1642	1231	1232	74,63	1	0,02	0,02
P1643	1232	1233	68,27	1	0,02	0,02
P1645	1233	1229	159,80	3	0,05	0,05
P1638	1228	1229	71,67	1	0,02	0,02
P1640	1229	339	43,62	1	0,01	0,01
P409	339	332	17,19	0	0,01	0,01
Correc57	351	339	120,06	2	0,04	0,04
Correc56	1227	351	68,97	1	0,02	0,02
P327	351	340	163,50	3	0,05	0,05
Correc54	340	341	72,58	1	0,02	0,02
P1628	1225	340	116,50	2	0,03	0,03
P1627	342	1225	70,31	1	0,02	0,02
P1630	1225	1221	76,63	2	0,02	0,02
P1621	1221	1222	121,00	2	0,04	0,04
P1629	340	1222	75,18	2	0,02	0,02
P1622	1222	335	160,60	3	0,05	0,05
P1635	351	335	75,64	2	0,02	0,02
P317	334	335	165,10	3	0,05	0,05
Correc59	1230	334	54,22	1	0,02	0,02
Correc58	332	1230	40,52	1	0,01	0,01
P1639	1229	1230	18,60	0	0,01	0,01
Correc60	334	333	160,90	3	0,05	0,05
P1644	1233	333	77,81	2	0,02	0,02
P1616	333	1216	71,28	1	0,02	0,02
P1609	1216	1217	81,18	2	0,02	0,02
P1611	1217	1218	84,35	2	0,02	0,02
P1615	1218	334	69,78	1	0,02	0,02
P1619	1220	1218	101,30	2	0,03	0,03
P1618	1219	1220	60,04	1	0,02	0,02
P1617	335	1219	72,00	1	0,02	0,02
P1624	1223	1219	161,60	3	0,05	0,05
P1623	1222	1223	76,05	2	0,02	0,02
P1625	1223	1224	124,70	2	0,04	0,04
P1626	1224	1221	78,34	2	0,02	0,02
P1608	1215	1216	103,90	2	0,03	0,03
P1606	1214	1215	82,06	2	0,02	0,02
P1610	1217	1214	101,60	2	0,03	0,03
P1605	1213	1214	84,72	2	0,03	0,03

P1614	1213	1218	102,20	2	0,03	0,03
P1603	1212	1213	116,40	2	0,03	0,03
P1620	1220	1212	100,40	2	0,03	0,03
P1604	1212	338	72,08	1	0,02	0,02
P319	337	338	122,90	2	0,04	0,04
P1613	337	1213	70,56	1	0,02	0,02
P1612	337	1211	167,90	3	0,05	0,05
P1607	1215	1211	73,12	1	0,02	0,02
P1600	1211	1208	75,91	2	0,02	0,02
P1595	1207	1208	164,40	3	0,05	0,05
P1601	1207	337	77,73	2	0,02	0,02
P1593	1206	1207	140,40	3	0,04	0,04
P1602	338	1206	74,71	1	0,02	0,02
P1592	1206	1195	80,07	2	0,02	0,02
P1577	1195	1196	153,00	3	0,05	0,05
P1594	1207	1196	73,96	1	0,02	0,02
P1580	1196	1197	161,10	3	0,05	0,05
P1596	1208	1197	69,78	1	0,02	0,02
P1581	1197	1198	77,63	2	0,02	0,02
P1582	1198	1193	161,80	3	0,05	0,05
P1578	1196	1193	73,10	1	0,02	0,02
P1575	1193	1194	155,10	3	0,05	0,05
P1579	1195	1194	73,26	1	0,02	0,02
P1576	1194	1187	73,28	1	0,02	0,02
P1564	1187	1188	102,10	2	0,03	0,03
P1568	1189	1188	77,91	2	0,02	0,02
P1569	1189	1190	160,40	3	0,05	0,05
P1573	1192	1189	66,83	1	0,02	0,02
P1574	1192	1193	67,58	1	0,02	0,02
P1572	1191	1192	159,00	3	0,05	0,05
P1583	1198	1191	67,36	1	0,02	0,02
P1571	1191	1190	65,66	1	0,02	0,02
P1570	1190	1186	73,42	1	0,02	0,02
P1561	1185	1186	158,80	3	0,05	0,05
P1567	1189	1185	73,00	1	0,02	0,02
P1559	1184	1185	67,73	1	0,02	0,02
P1565	1188	1184	118,20	2	0,03	0,03
P1558	1183	1184	100,20	2	0,03	0,03
P1566	1183	1187	132,70	3	0,04	0,04
P1563	1183	98	77,77	2	0,02	0,02
P97	97	98	161,70	3	0,05	0,05
P1560	1185	97	76,94	2	0,02	0,02
P96	96	97	149,40	3	0,04	0,04
P1562	1186	96	76,17	2	0,02	0,02
P1557	101	96	57,45	1	0,02	0,02
P100	100	101	147,30	3	0,04	0,04

P1547	97	100	56,90	1	0,02	0,02
P99	99	100	161,70	3	0,05	0,05
P98	98	99	55,19	1	0,02	0,02
P101	99	102	71,62	1	0,02	0,02
P2685	1912	102	162,70	3	0,05	0,05
P2683	1912	100	70,18	1	0,02	0,02
P2682	1912	1180	148,00	3	0,04	0,04
P1549	1179	1180	39,51	1	0,01	0,01
P1548	101	1179	29,19	1	0,01	0,01
P1554	1178	1180	32,97	1	0,01	0,01
P1546	105	1178	24,99	0	0,01	0,01
P104	104	105	147,30	3	0,04	0,04
P2684	104	1912	64,56	1	0,02	0,02
P103	103	104	164,50	3	0,05	0,05
P102	102	103	75,01	2	0,02	0,02
P105	103	106	16,65	0	0,00	0,00
P106	106	107	88,24	2	0,03	0,03
P107	107	108	70,51	1	0,02	0,02
P108	108	109	184,90	4	0,05	0,05
P2712	1177	109	138,60	3	0,04	0,04
P1545	1177	129	55,79	1	0,02	0,02
P125	128	129	72,51	1	0,02	0,02
P1555	105	128	38,88	1	0,01	0,01

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
P1673	371	352	81,07	6	0,10	0,10
P1672	368	371	93,99	8	0,11	0,11
P1671	362	368	91,02	7	0,11	0,11
P1670	358	362	90,69	7	0,11	0,11
Correc13	358	359	96,05	8	0,11	0,11
P332	359	360	90,34	7	0,11	0,11
P1663	360	1241	73,10	6	0,09	0,09
P1665	1241	1242	173,60	14	0,20	0,20
P1666	1242	356	72,40	6	0,09	0,09
P1664	350	356	171,00	14	0,20	0,20
P1667	356	1243	87,44	7	0,10	0,10
Correc14	359	1243	175,87	14	0,21	0,21
P1669	1243	363	89,77	7	0,11	0,11
P333	361	358	171,21	14	0,20	0,20
Correc149	361	363	178,76	14	0,21	0,21
Correc16	364	363	94,24	8	0,11	0,11
Correc15	362	364	171,05	14	0,20	0,20
P335	364	365	90,64	7	0,11	0,11

**ORO
VERI
E**

QT=
Q/m
Q/c
Conex
Conex/n

Correc19	368	365	169,65	14	0,20	0,20
Correc17	370	365	92,27	7	0,11	0,11
P339	370	371	172,60	14	0,20	0,20
Correc18	369	370	50,13	4	0,06	0,06
Correc9	352	369	179,29	14	0,21	0,21
Correc10	369	353	175,21	14	0,21	0,21
Correc21	353	367	99,09	8	0,12	0,12
Correc20	365	367	179,35	14	0,21	0,21
Correc22	367	366	95,75	8	0,11	0,11
P336	364	366	178,90	14	0,21	0,21
Correc23	366	361	93,72	7	0,11	0,11
P333	361	358	349,90	28	0,41	0,41
Correc24	361	357	90,60	7	0,11	0,11
Correc25	357	355	93,43	7	0,11	0,11
P330	355	356	185,50	15	0,22	0,22
Correc26	355	354	61,37	5	0,07	0,07
P1668	1242	354	182,50	15	0,22	0,22
P1543	1176	354	164,40	13	0,19	0,19
P1542	1176	260	69,57	6	0,08	0,08
P1541	1176	1175	221,00	18	0,26	0,26
P1540	1175	1173	133,80	11	0,16	0,16
P1650	261	1175	69,36	6	0,08	0,08
P1651	261	266	168,50	13	0,20	0,20
P256	260	261	193,10	15	0,23	0,23
P416	260	355	167,20	13	0,20	0,20
P255	259	260	70,72	6	0,08	0,08
P1660	259	357	176,70	14	0,21	0,21
P254	258	259	71,79	6	0,08	0,08
P257	258	262	64,02	5	0,08	0,08
P415	495	258	88,87	7	0,10	0,10
P1661	495	361	101,60	8	0,12	0,12
P1662	495	1238	208,80	17	0,25	0,25
P1656	367	1238	108,50	9	0,13	0,13
P1658	1239	1238	72,65	6	0,09	0,09
P1657	1239	1235	114,40	9	0,14	0,14
P1659	1239	1240	117,00	9	0,14	0,14
Correc11	353	1240	112,70	9	0,13	0,13
Correc12	1240	256	42,00	3	0,05	0,05
P252	255	256	59,68	5	0,07	0,07
P251	254	255	46,27	4	0,05	0,05
P250	253	254	113,70	9	0,13	0,13
P249	251	253	89,45	7	0,11	0,11
P253	253	257	175,60	14	0,21	0,21
P1652	253	1235	109,70	9	0,13	0,13
P1653	1235	1236	72,42	6	0,09	0,09
P1654	1236	1237	70,11	6	0,08	0,08

P1655	1237	262	63,97	5	0,08	0,08
P259	262	264	36,96	3	0,04	0,04
P260	264	265	58,40	5	0,07	0,07
P261	265	266	87,00	7	0,10	0,10
P262	266	251	223,40	18	0,26	0,26
P248	251	252	125,60	10	0,15	0,15
P247	250	251	30,29	2	0,04	0,04
P246	249	250	66,09	5	0,08	0,08
P1648	249	1234	37,24	3	0,04	0,04
P245	247	249	199,70	16	0,24	0,24
P1647	266	247	79,13	6	0,09	0,09
P1651	261	266	168,50	13	0,20	0,20
P1650	261	1175	69,36	6	0,08	0,08
P1540	1175	1173	133,80	11	0,16	0,16
P1538	1173	248	27,12	2	0,03	0,03
P2708	245	248	85,12	7	0,10	0,10
P244	247	248	166,40	13	0,20	0,20
P243	244	247	84,67	7	0,10	0,10
P242	244	246	256,50	21	0,30	0,30
P1649	1234	246	78,62	6	0,09	0,09
P2710	246	243	146,40	12	0,17	0,17
P238	242	243	193,00	15	0,23	0,23
P239	242	244	112,30	9	0,13	0,13
P241	244	245	96,19	8	0,11	0,11
P2707	241	245	95,01	8	0,11	0,11
P237	241	242	71,78	6	0,08	0,08
P240	237	242	5,67	0	0,01	0,01
P234	236	237	97,85	8	0,12	0,12
P235	237	238	129,20	10	0,15	0,15
P236	239	240	58,67	5	0,07	0,07
P2709	240	235	99,15	8	0,12	0,12
P233	235	236	9,73	1	0,01	0,01
P232	234	235	118,60	9	0,14	0,14
P231	233	234	47,54	4	0,06	0,06
P230	232	233	73,73	6	0,09	0,09
P229	231	232	182,00	15	0,21	0,21
P228	222	231	152,80	12	0,18	0,18
P219	221	222	8,10	1	0,01	0,01
P227	221	230	174,70	14	0,21	0,21
P218	220	221	70,12	6	0,08	0,08
P217	219	220	226,00	18	0,27	0,27
P220	222	223	81,33	7	0,10	0,10
P224	223	227	179,60	14	0,21	0,21
P225	223	228	74,57	6	0,09	0,09
P226	228	229	48,40	4	0,06	0,06
P221	223	224	19,98	2	0,02	0,02

P222	224	225	70,27	6	0,08	0,08
P223	225	226	19,95	2	0,02	0,02

CAPITULO VII
DATOS DE ENTRADA EN MODELO

7 DATOS ENTRADAS

7.1. Asignación de Valores y características del Modelo

7.1.2. Características de entrada

El programa EPANET te exige varios datos de entrada para poder luego simular la red.

-TUBERIA:

- Diametros, rugosidad(tipo de tubería)



Propiedad	Valor
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	357.7
*Diámetro	50.8
*Rugosidad	130
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	

Ilustración 7: Asignación propiedades Tuberías

Tanto los valores de diámetro como las rugosidades fueron sacadas a partir de tablas de tuberías comerciales.

Con la tabla 5.4 asignamos a cada nodo en el modelo realizado en EPANET, los valores de demanda base obtenida.

Con las tablas de diámetros comerciales asignamos las propiedades de los tubos



Cuadro 6.1: Diámetros hidráulicos de tuberías de PVC

Diámetro Nominal	Presión nominal de trabajo en Kg/cm ²			
	4	6	10	16
25			22.0	21.2
32			28.4	27.2
40		36.4	36.0	35.2
50	47.2	46.4	45.2	42.6
63	59.4	59.2	57.0	53.6
75	71.4	70.6	67.8	63.8
90	86.4	84.6	81.4	76.6
110	105.6	103.6	99.4	93.6
125	120.0	117.6	113.0	106.4
140	134.4	131.8	126.6	119.2
160	153.6	150.6	144.5	136.2
180	172.8	169.4	162.8	
200	192.0	188.2	180.8	
250	240.2	235.4	226.2	
315	302.6	296.6	285.0	
355	341.0	334.2		
400	384.2	376.6		
500	480.4			

Ilustración 8: Diámetros Comerciales PVC

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA PARA CONDUCCIÓN DE AGUA, GAS Y AIRE NMX-B-177

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR		CÉD	PESO EXT. LISO		PESO POR TUBO (kg.)		TUBOS/TON.	PRESIÓN DE PRUEBA ASTM-A-53-A		SISTEMA PARA EMPACAR peso por paquete			
	pulg.	mm.	pulg.	mm.		lb./pie	kg./m.	extr. liso	c/rosca y cople		lb./pulg. ²	kg./cm. ²	Tubos/Paq.	kg.	lb.	
1/2	13	0.840	21.3	0.109	2.77	40	0.85	1.27	8.13	8.20	123	700	50	127	1033	2277
				0.147	3.73	80	1.09	1.62	10.37	10.44	97	850	60	127	1317	2903
3/4	19	1.050	26.7	0.113	2.87	40	1.13	1.69	10.82	10.92	93	700	50	127	1374	3029
				0.154	3.91	80	1.47	2.20	14.08	14.12	71	850	60	127	1781	3926
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	40	1.68	2.50	16.00	16.16	63	700	50	91	1456	3210
				0.179	4.55	80	2.17	3.24	20.74	20.90	48	850	60	91	1887	4160
1 1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	40	2.27	3.39	21.70	21.90	46	1200	85	91	1975	4354
				0.191	4.85	80	3.00	4.47	28.61	28.81	35	1800	127	61	1745	3847
1 1/2	38	1.900	48.3	0.145	3.68	40	2.72	4.05	25.92	26.20	39	1200	85	91	2359	5201
				0.200	5.08	80	3.63	5.41	34.62	34.90	29	1800	127	61	2112	4656
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	40	3.65	5.44	34.82	35.28	29	2300	162	61	2124	4683
				0.218	5.54	80	5.02	7.48	47.87	48.34	21	2500	176	32	1532	3377
2 1/2	64	2.875	73.0	0.203	5.15	40	5.79	8.63	55.23	56.28	18	2500	176	37	2041	4500
				0.160	4.06	NX	4.64	6.91	44.23	45.35	22	1950	137	37	1637	3609
3	76	3.500	88.9	0.216	5.49	40	7.58	11.29	72.26	73.78	14	2220	156	19	1373	3027
				0.170	4.32	NX	6.05	9.01	57.66	59.19	17	1930	136	19	1096	2416
4	102	4.500	114.3	0.237	6.02	40	10.79	16.07	102.85	104.82	10	1900	134	19	1963	4306
				0.188	4.76	NX	8.66	12.91	82.62	84.48	12	1500	105	19	1568	3457

Largo: 6.40 m.

Ilustración 9: Diámetros Comerciales

TUBERÍA DE PEAD SEGÚN NORMA IRAM 13485*



Tubos de PE con tensión de diseño (ss) de 6.3 Mpa
Correspondiente a PE - 80 Factor de seguridad 1.25

Diámetro Externo (mm)	SDR 32 PN 4 Kg/cm2		SDR 21 PN 6 Kg/cm2		SDR 17 PN 8 Kg/cm2		SDR 13.6 PN 10 Kg/cm2		SDR 11 PN 12,5 Kg/cm2		SDR 9 PN 16 Kg/cm2	
	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)
20	-	-	-	-	-	-	1,8	16,4	2,0	16	2,4	15,2
25	-	-	-	-	-	-	2,0	21	2,3	20,4	2,8	19,4
32	-	-	-	-	2,0	28,0	2,4	27,2	3,0	26,0	3,6	24,8
40	-	-	2,0	36,0	2,4	35,2	3,0	34,0	3,7	32,6	4,5	31,0
50	2,0	46,0	2,3	45,4	3,0	44,0	3,7	42,6	4,6	40,8	5,6	38,8
63	2,3	58,4	2,8	57,4	3,8	55,4	4,7	53,6	5,8	51,4	7,1	48,8
75	2,4	70,2	3,4	68,2	4,5	66,0	5,6	63,8	6,8	61,4	8,4	58,2
90	2,8	84,4	4,3	81,4	5,4	79,2	6,7	76,6	8,2	73,6	10,1	69,8
110	3,4	103,2	5,3	99,4	6,6	96,8	8,1	93,8	10,0	90,0	12,3	85,4
125	3,9	117,2	6,0	113,0	7,4	110,2	9,2	106,6	11,4	102,2	14	97,0
140	4,3	131,4	6,7	126,6	8,3	123,4	10,3	119,4	12,7	114,6	15,7	108,6
160	5,0	150,0	7,7	144,6	9,5	141,0	11,8	136,4	14,6	130,8	17,9	124,2
180	5,6	168,8	8,6	162,8	10,7	158,6	13,3	153,4	16,4	147,2	20,1	139,8
200	6,2	187,6	9,6	180,8	11,9	176,2	14,7	170,6	18,2	163,6	22,4	155,2

LAS MEDIDAS SOMBRADAS SE PUEDEN ENTREGAR EN ROLLOS, EL RESTO EN BARRAS DE 12 A 14 MTS.

Ilustración 10: Diametros Comerciales II

-NODO

En los nodo las propiedades que asignamos son: coordenadas x,y,z (que las asignamos desde el autoad), demanda base que se asigna en función de los valores obtenidos en la tabla 5.5

Propiedad	Valor
*ID Conexión	n427
Coordenada-X	4377596.3
Coordenada-Y	6558817.4
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	730
Demanda Base	0.13
Patrón de Demanda	

Ilustración 11: Asignación propiedades nodo

-ALMACENAMIENTOS

Recordando que nosotros hacemos el supuesto que la oferta es ilimitada, las característica que nos importo al asignar un almacenamiento fue la cota del mismo.



Propiedad	Valor
*ID Depósito	39
Coordenada-X	4379222.7
Coordenada-Y	6553849.7
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	871
*Nivel Inicial	10
*Nivel Mínimo	0

Ilustración 12: Asignación propiedades almacenamiento

Las propiedades de los almacenamientos fueron relevados con la Secretaria de Agua de la ciudad.

7.2. Corrida del Modelo

Una vez asignado todos los valores al programa, se lo corrió para luego analizar los datos obtenidos.

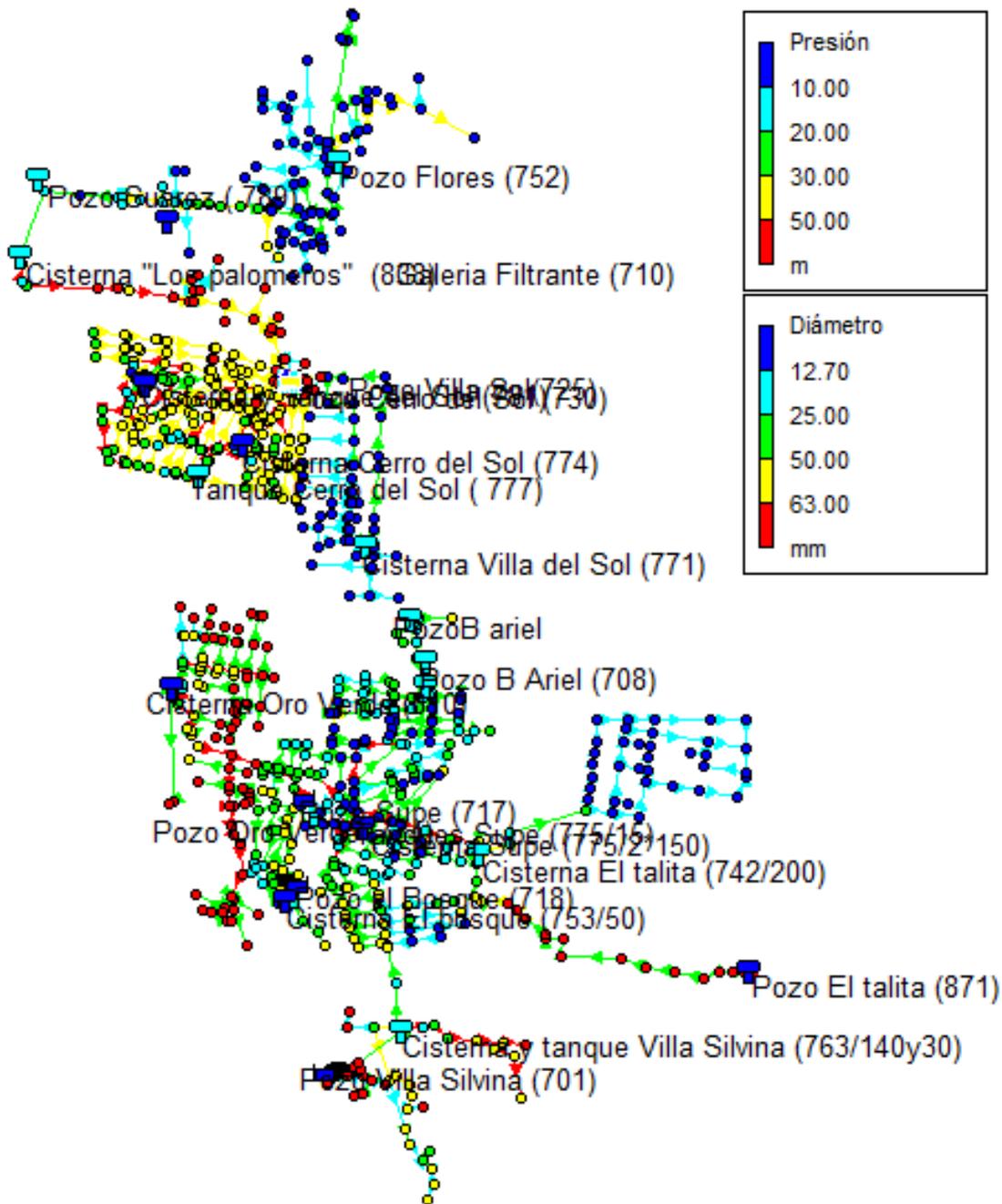


Ilustración 13: Ejecución de modelo

CAPITULO VIII
DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

8. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

8.1. Introducción

Analizando los valores obtenidos en el modelo se trata de encontrar los problemas que tiene la Red, por la cual no puede prestar un servicio con normalidad.

8.2 Posibles Problemas en la Red

Las condiciones por las que la red puede no brindar el servicio o ser insuficiente es debido a presiones menores a las mínimas (8mca) o negativas, ya que se considera que se cuenta con la oferta necesaria para la ciudad gracias al aporte que genera el nuevo acueducto de El Carnero. El mismo llegará a la cisterna La Virgen (ubicada en un punto estratégico de la ciudad), para luego distribuir a los distintos barrios de la ciudad el agua entrante.

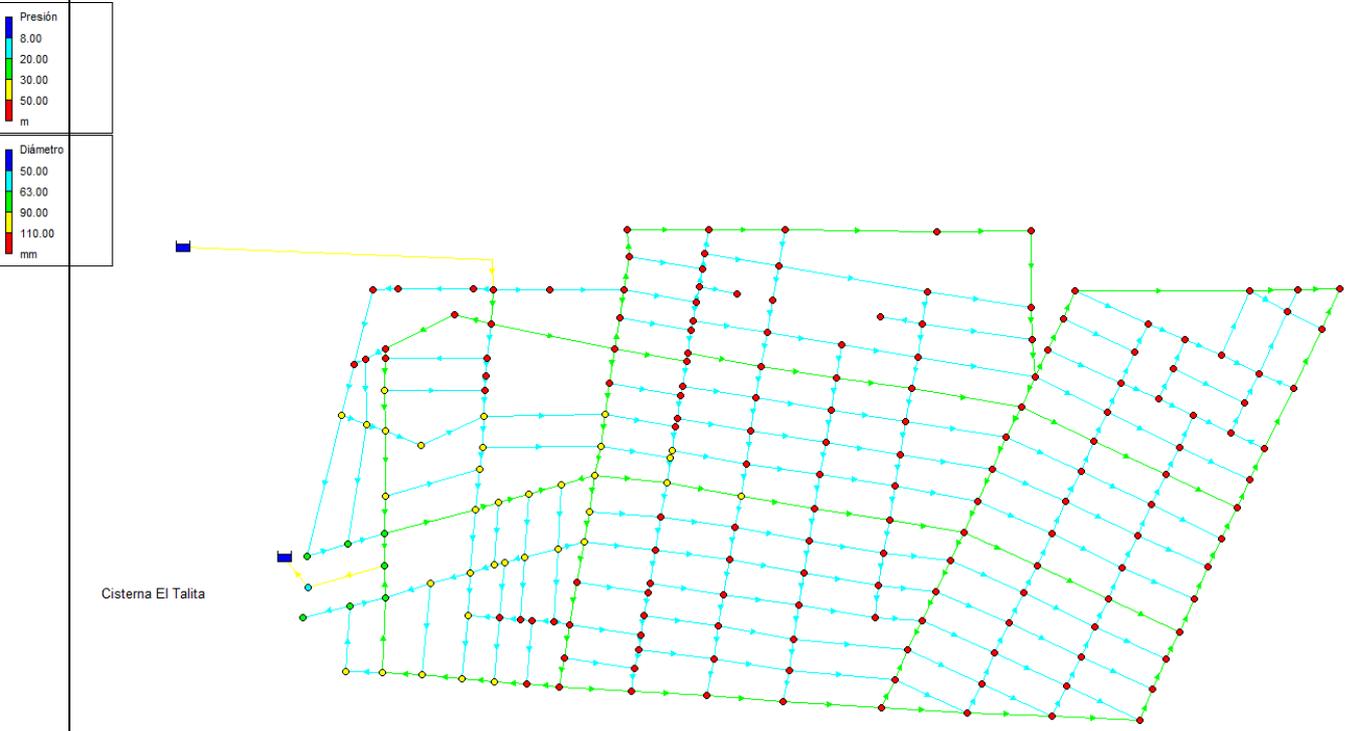
El problema de no tener suficiente presión en cada punto de la red, significa que el agua no puede llegar al tanque de cada vivienda, con lo cual el servicio es imposible de brindarlo.

Por otro lado se fijó como presión máxima para la red una presión de 50mca. Si se supera ese valor se colocarán valvulas reductoras de presión. El funcionamiento de las mismas fueron explicadas previamente.

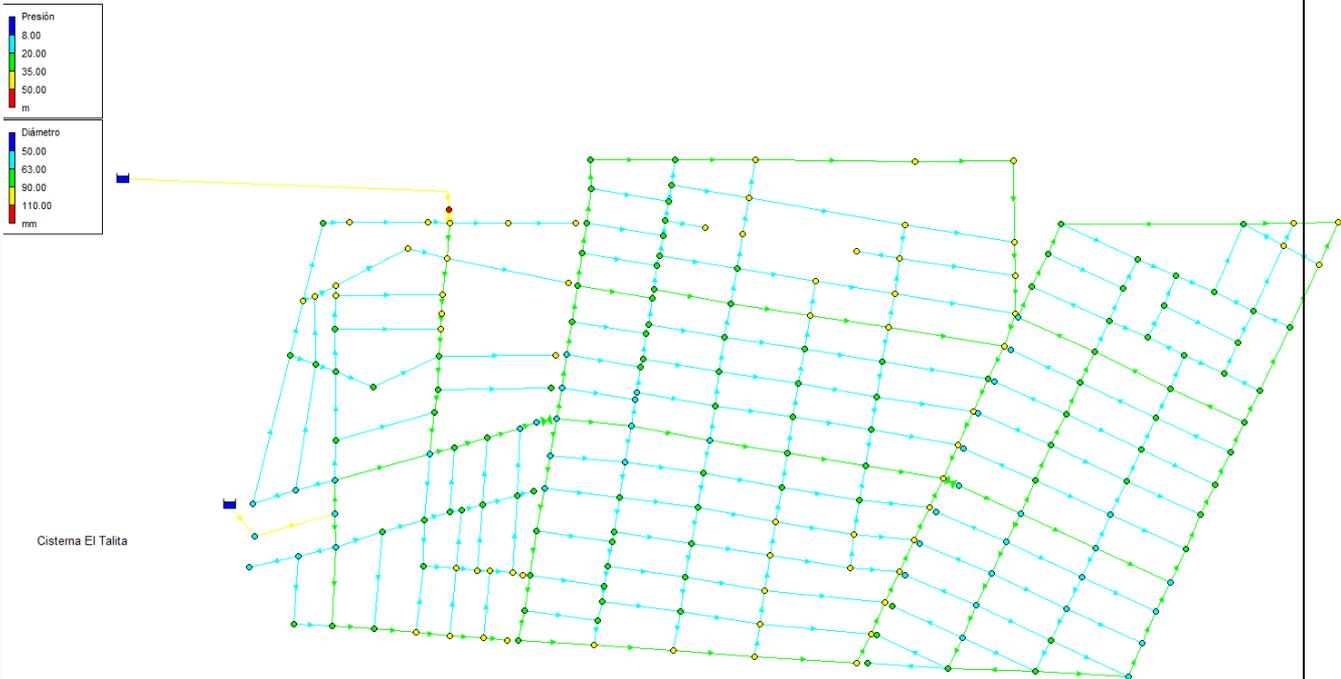
8.3 Análisis de los barrios

A continuación se presetarán los modelos en Epanet de los distintos barrios que componen la ciudad. Como la metodología aplicada fue la misma en todos los casos, se presentan solo algunos de los barrios analizados.

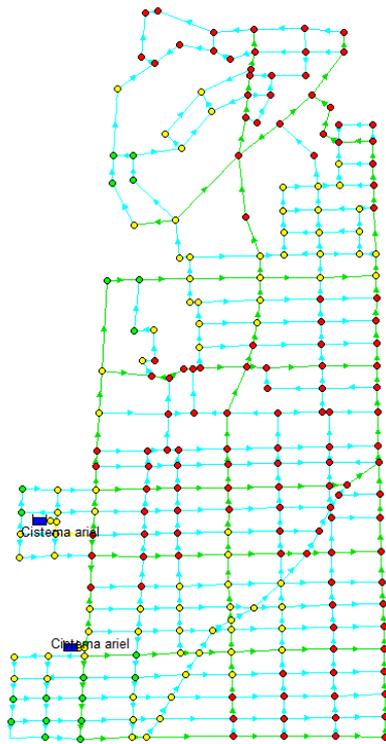
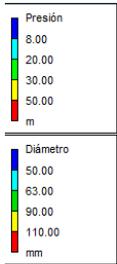
Barrio El Talita sin válvulas reductoras de presión:



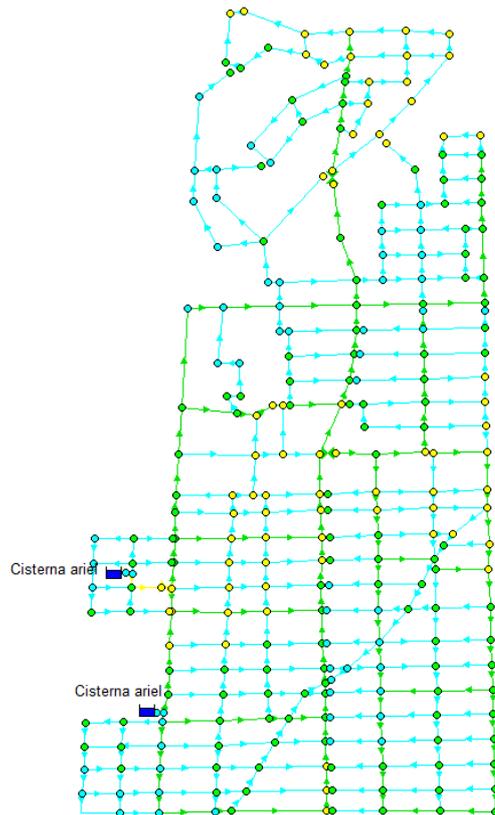
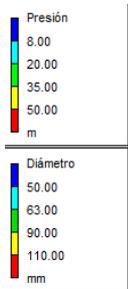
Barrio El Talita con válvulas reductoras de presión:



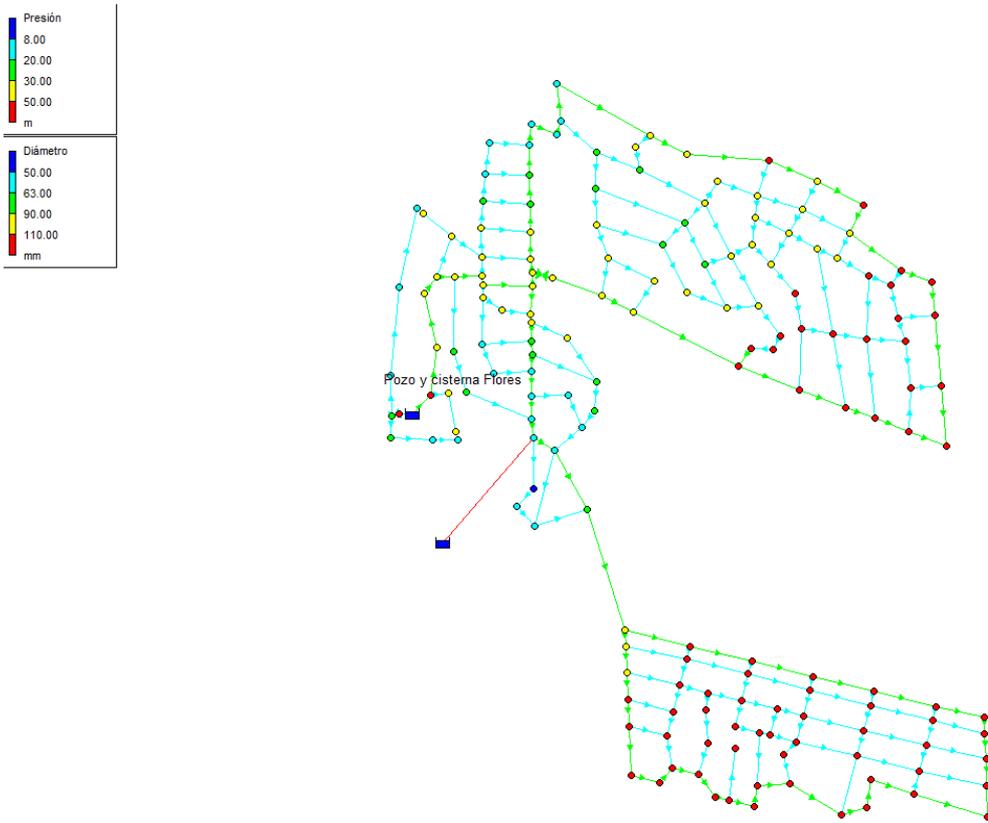
Barrio Ariel sin válvulas reductoras de presión:



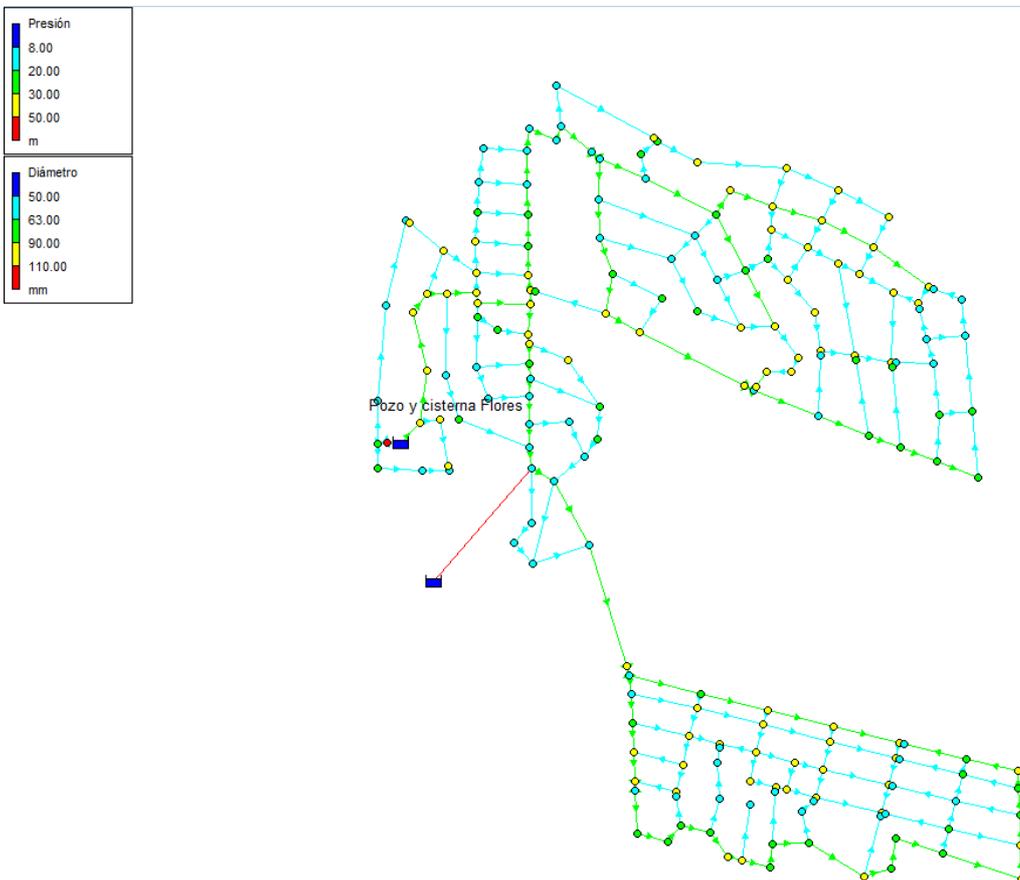
Barrio Ariel con válvulas reductoras de presión:



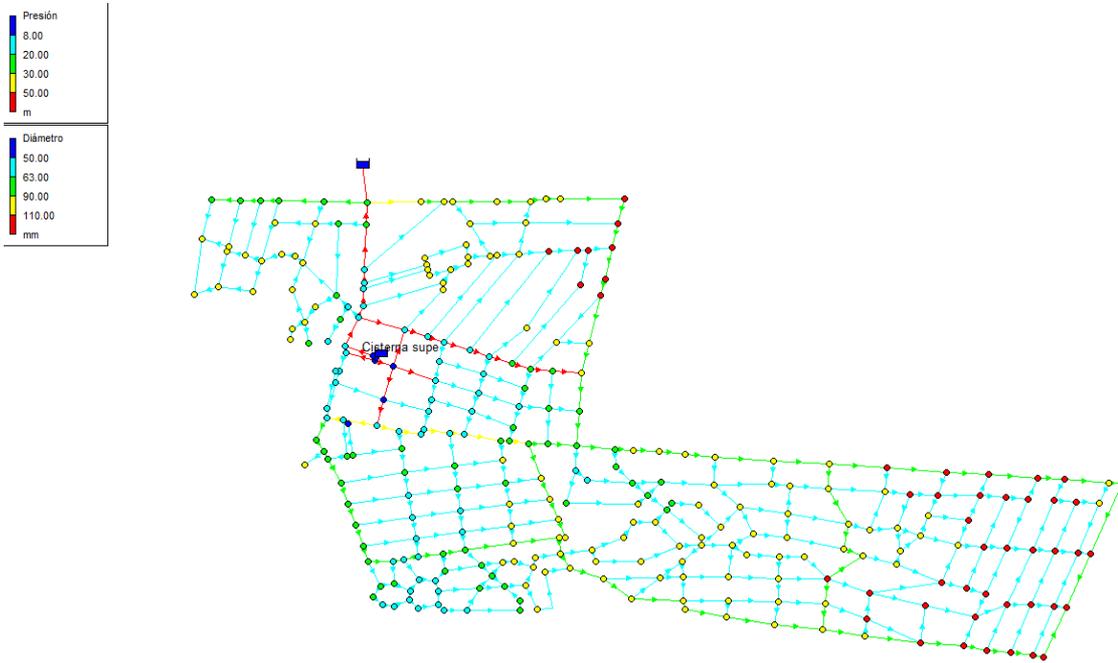
Sección J-K sin válvulas reductoras de presión:



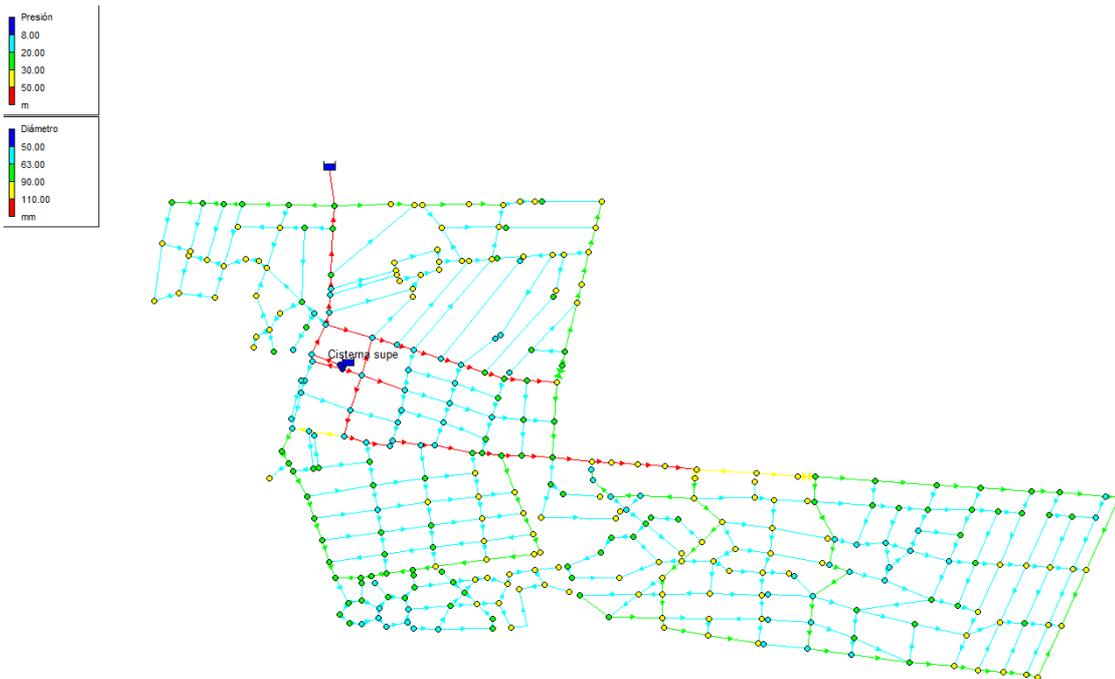
Sección J-K con válvulas reductoras de presión:



Barrio Supe (centro) sin válvulas reductoras de presión:



Barrio Supe (centro) con válvulas reductoras de presión:



CAPITULO IX
CONCLUSION

9. CONCLUSION

En base a lo analizado en el presente trabajo de investigación, se puede observar las falencias que está teniendo la red de agua potable de la ciudad de Salsipuedes, probablemente producto de falta de políticas para desarrollar y planificar la misma.

- En primer lugar se pudieron hallar errores técnicos dentro de la red, como por ejemplo un aumento en la secciones del caño a medida que avanzaba un tramo de la red.
- La falta de macro y micro mediciones en algunos barrios (existen muchas conexiones clandestinas) no permite tener un control preciso de las demandas que se están teniendo ni tampoco del aporte que puede dar cada fuente. Además de un gravísimo problema en no poder detectar perdidas en la red.
- La falta de una cooperativa de agua, hace que al estar el municipio encargado del abastecimiento de agua, no se solucionen los problemas de fondo con un plan a largo plazo sino que se tomen acciones a corto plazo.
- El tener mallas abiertas no te permite alimentar la red desde otro punto en caso de que por algún motivo la fuente no pueda proveer agua (rotura, falta de caudal, mantenimiento, etc). A largo plazo se debiera prever un cierre en las mallas.
- Por último, en cuanto a mí se refiere, con la realización del presente Trabajo Final pude entender que el verdadero legado que la Facultad nos deja es adquirir una lógica de razonamiento y entendimiento acorde a los problemas que cotidianamente como ingeniero tendré que afrontar en la vida profesional, brindándome herramientas básicas de aplicación universal y fuentes de información a donde recurrir para entender los fenómenos, enseñándome los caminos a seguir para la obtención de resultados adecuados, correctos y exitosos, pero principalmente convirtiéndonos en profesionales de bien y útiles a la sociedad a la cual pertenecemos

CAPITULO XI
BIOGRAFIA

11. BIBLIOGRAFIA

- Manual Epanet.
<http://personales.upv.es/piglesia/descarga/ManualEPANETv2E.pdf>
(2012)
- Manual Epacad.
http://www.ita.upv.es/software/data/ayuda_epacad_ES.pdf (2012)
- Walter Sanz. (1988). *Equipos de Extracción y Bombeo de Agua*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- Hugo Porchietto. (1988). *Instalaciones de Reserva*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- Silvia Simonian. (1990). *Conducción de las Aguas*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- ENOHSA. *Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento*.
- KSB *Meganorm Extension. manual Técnico y curvas*.
- *Hidráulica de Tuberías y Canales Arturo Rocha*