



REPUBLICA DEL ECUADOR
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
Dirección de Postgrado
Maestría en Hidráulica
Mención en Ingeniería de los Recursos Hídricos.

Proyecto de Investigación

TEMA DE TESIS

Modelación Hidráulica de red de distribución de agua potable.

TÍTULO DE TESIS

Evaluación de la Eficiencia Hídrica del Plano de Presiones mediante un Modelo Hidráulico con el software EPANET, de los Circuitos No. 4 y 6 de la Red de Distribución de Agua Potable del Cantón Jipijapa.

Autor:

Gregory Leonel Pinargote Véliz

Tutor:

Ing. Stephenson Xavier Molina Arce, MSc.

Manta – Ecuador

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, **PINARGOTE VÉLIZ GREGORY LEONEL**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Propuesta Evaluación de la Eficiencia Hídrica del Plano de Presiones mediante un Modelo Hidráulico con el software EPANET, de los Circuitos No. 4 y 6 de la Red de Distribución de Agua Potable del Cantón Jipijapa**, previo a la obtención del título en **Maestría en Hidráulica Mención en Ingeniería de los Recursos Hídricos**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Manta, a los 29 del mes de diciembre del año 2022

EL AUTOR

f. _____

(PINARGOTE VÉLIZ GREGORY LEONEL)

APROBACION DEL DIRECTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Dios, que me permitió cumplir con esta etapa de preparación profesional, que, sin duda en aquellos momentos complicados de la vida, estuvo presente para darme fuerzas y continuar. Un agradecimiento a mis padres, Tagle Pinargote y Aracely Véliz, por ese apoyo incondicional y por ese ejemplo de vida, que hoy día forman parte de mi personalidad. También un agradecimiento a mi esposa Vanessa Silva y a mis Hijos Samin, Barín y Zahara, por sacrificar ese tiempo valioso que me permitió dedicarme a cursar por esta maestría.

Agradezco a mi tutor el Ing. Xavier Molina por sus esfuerzo y empeño por el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este título a mis padres, Tagle Pinargote y Aracely Véliz al igual que a mi esposa Vanessa Silva, quienes fueron los que me motivaron para continuar y terminar esta etapa de estudios, una dedicación especial a mis hijos Samín, Barín y Zahara, por sacrificar largos fines de semanas durante mucho tiempo en el que por motivos de estudios no podía compartir y jugar con ellos.

RESUMEN

En este documento se realizó la modelación hidráulica y calibración de los circuitos No. 4 y 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa, el mismo que originalmente se estiman pérdidas de agua no contabilizadas promedios de 78.9%, y que con la evaluación de la eficiencia hídrica a través de la regulación del plano de presiones con la implementación de válvulas reguladores de presión, se logró disminuir las pérdidas a un 75.3%, que diariamente representa hasta 1.492 m³/día que es el 25% de la producción de agua potable de la planta San Manuel que diariamente produce 5.725m³/día. Al momento de instalar las válvulas reguladoras de presión, estas se deberán ajustar gradualmente a las condiciones de operación real de la red de distribución de agua potable más desfavorable.

PALABRAS CLAVE

Modelación hidráulica – Calibración - Agua no contabilizada - Plano de presiones - Válvulas reguladoras de presiones.

ABSTRACT

In this document, the hydraulic modeling and calibration of circuits No. 4 and 6 of the drinking water distribution network of the Jipijapa canton was carried out, the same as originally estimated unaccounted for average water losses of 78.9%, and that with the evaluation of water efficiency through the regulation of the pressure plane with the implementation of pressure regulating valves, it was possible to reduce losses to 75.3%, which daily represents up to 1,492 m³/day, which is 25% of the production of drinking water from the San Manuel plant, which produces 5,725m³/day daily. When installing the pressure regulating valves, these should be gradually adjusted to the actual operating conditions of the most unfavorable potable water distribution network.

KEYWORDS

Hydraulic modeling - Calibration - Unaccounted for water - Pressure map - Pressure regulating valves

INDICE

1	CAPITULO I	1
1.1	Introducción	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Planteamiento del problema.....	3
1.3.1	Variables independientes y dependientes.....	4
1.4	Justificación	4
1.5	Hipótesis de investigación	5
1.6	Objetivos	5
1.6.1	Objetivo general	5
1.6.2	Objetivos específicos.....	5
2	CAPITULO II: MARCO TEORICO	6
2.1	Pérdidas de agua.....	6
2.1.1	Definición de pérdidas de agua.....	6
2.1.2	Métodos para cuantificar las pérdidas de agua	8
2.2	Definiciones y componentes del balance hídrico	9
2.2.1	Volumen de entrada al sistema	11
2.2.2	Consumo autorizado.....	11
2.2.3	Pérdidas reales	12
2.2.4	Pérdidas aparentes	12
2.2.5	Agua no facturada	13
2.3	Gestión de la presión de servicio en redes de distribución de agua potable.....	14
2.3.1	Hidráulica de fugas	14
2.3.2	Teoría de FAVAD.....	14
2.3.3	Gestión de la presión.....	16
2.3.4	Válvulas reductoras de presión.....	17
2.4	Modelación hidráulica de sistemas presurizados	23
2.4.1	Generalidades de un modelo hidráulico	23
2.4.2	Construcción del modelo hidráulico	24
2.4.3	Carga del modelo hidráulico	26
2.4.4	Válvulas en EPANET	27
3	CAPITULO III. METODOLOGIA.....	30

3.1	Construcción del modelo hidráulico	31
3.1.1	Esquematación de la red en EPANET.....	31
3.1.2	Carga de los consumos	32
3.1.3	Cálculo del caudal de fugas.....	34
3.1.4	Carga de las fugas	35
3.2	Dimensionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión	36
3.2.1	Determinación de caudales y presiones de diseño	36
3.2.2	Cálculo de diámetro según Kv requerido	38
3.2.3	Comprobación de dimensionamiento	40
3.3	Simulación de funcionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión	41
4	CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	43
4.1	Construcción del modelo hidráulico	43
4.1.1	Modelo hidráulico de los circuitos No. 4 y No. 6	43
4.1.2	Cálculo de la demanda base y carga del modelo hidráulico de los circuitos No. 4 y No. 6	46
4.1.3	Carga de fugas en el modelo hidráulico	52
4.2	Dimensionamiento de elementos para reducción de presiones	55
4.2.1	Determinación de caudales y presiones	55
4.2.2	Cálculo del diámetro según Kv requerido	62
4.2.3	Simulación de funcionamiento de VRPs en el modelo hidráulico	69
4.3	Resultados de la reducción de presiones: fugas & IANC.....	73
4.3.1	Circuito No. 6.....	73
4.3.2	Subcircuito No. 4-1	73
4.3.3	Subcircuito No. 4-2	74
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1	CONCLUSIONES	75
5.2	RECOMENDACIONES	77
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79

1 CAPITULO I

1.1 Introducción

El agua es un elemento vital para las personas, esta después de pasar el proceso captación, potabilización, y distribución para el abastecimiento de la demanda de agua de la población, presenta desafíos debido a las pérdidas de agua que se presentan en los sistemas de captación distribución de agua potable, ya sean estas por conexiones ilícitas, o pérdidas por fugas en los sistemas. El desafío principal que presentan las empresas de aguas públicas o privadas, son las pérdidas de agua. Según el Banco Mundial se estiman pérdidas de 48 mil millones de metros cúbicos de agua al año en todo el mundo que, económicamente representa alrededor de 14 mil millones de dólares cada año. Respecto a Ecuador, la Agencia de Regulación y Control del Agua determinó que en 2020 se pierde alrededor del 48% del agua inyectada a los sistemas de distribución de agua potable.

1.2 Antecedentes

La infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable (conducción y distribución, captación, potabilización, bombeo) fue construido en varias etapas bajo la gestión de Centro de rehabilitación de Manabí (CRM) y la Junta de Recursos Hidráulicos y Obras Básicas de los cantones Jipijapa, Paján y Puerto López (JRH); y actualmente es gestionado por la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de Jipijapa.

La prestación del servicio de agua potable está a cargo de la Empresa pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Jipijapa EPMAPAS -J. Para la conducción de aproximadamente 31 Km de longitud (en diámetros de 450mm en PVC y

400mm en hierro dúctil) desde la captación de Cazalagarto cuenta con un sistema de impulsión que transporta agua pretratada hasta la Planta de Tratamiento San Manuel. El sistema incluye cinco estaciones de bombeo: Cazalagarto-Captación, Cazalagarto-Impulsión, Las Balsas, Las Anonas y Güesbol (EPMAPASP-J, 2022).

El sistema de distribución de agua potable está conformado por 216-km de tuberías con diámetros que van desde 63mm hasta 250mm de PVC; y está conformado por 9 circuitos que están abastecidos por 19 tanques de reserva. Los circuitos están subdivididos en 21 subcircuitos (ver Figura 1), los cuales son zonas hidráulicamente independientes abastecidas desde uno o varios de los 19 tanques de reserva listados de en la Tabla 1, y cuyo volumen total alcanza los 11,400 m³ (EPMAPASP-J, 2022).

Tabla 1 Tanques de reserva del sistema de distribución de agua potable de Jipijapa.

Sector	Volumen (Metros Cúbicos)						No. Tanques
	800	600	400	300	100	Total	
La Mona	1	3		1		2900	5
La Mona – El Calvario					1	100	1
El Calvario	2				1	1700	3
Eloy Alfaro	1	2				2000	3
Mirador San Antonio	1					800	1
San Vicente	1					800	1
Cristo del consuelo	1			1		1100	2
Las Antenas			1			400	1
Tanques planta tratamiento	2					1600	2

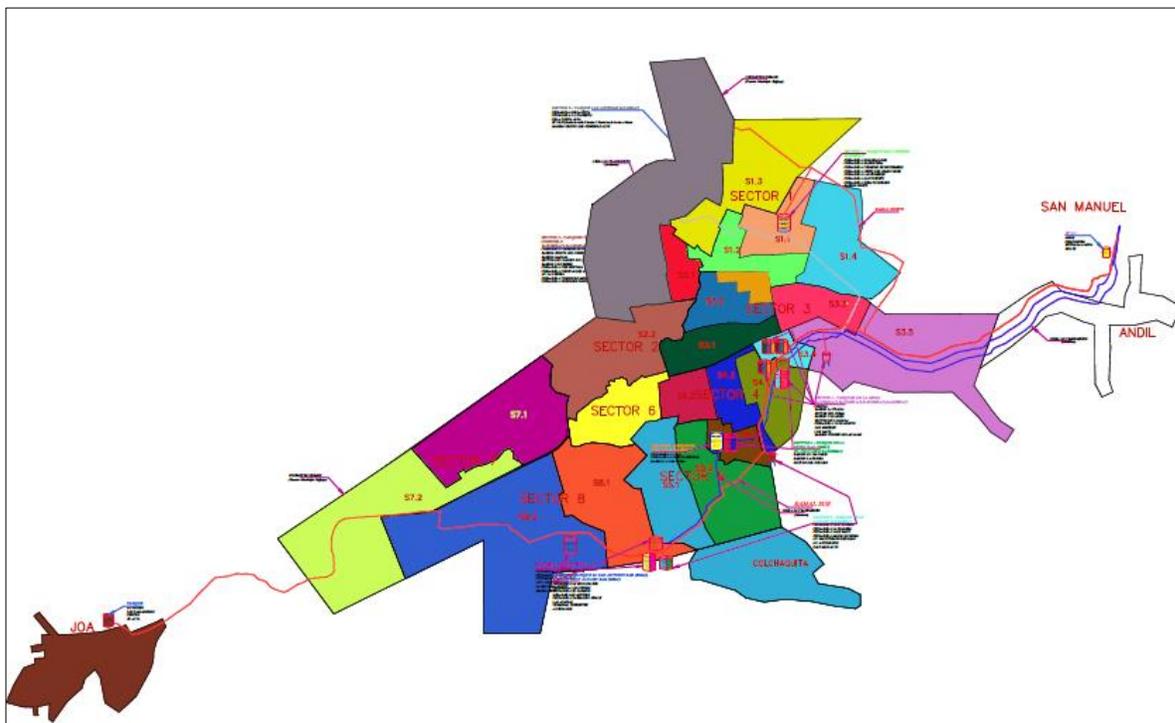


Figura 1 Subcircuitos hidráulicos en el sistema de distribución de agua potable del cantón Jipijapa

1.3 Planteamiento del problema

La EPMAPAS-J, prestadora de los servicios de agua potable y alcantarillado en el cantón Jipijapa; atraviesa dificultades técnicas y financieras, evidenciada principalmente por la discontinuidad de servicio de agua potable y la baja cobertura de micromedición.

El sistema de conducción de agua cruda experimenta problemas de obsolescencia y falta de mantenimiento en los componentes electromecánico e hidráulico como en el hidráulico; ocasionando baja confiabilidad en el sistema de abastecimiento de agua a la planta potabilizadora de San Manuel. Por otro lado, durante la construcción de la nueva red de agua potable como parte de la ejecución del Plan Maestro entre 2009 y 2010, las redes tuberías antiguas no fueron taponadas; infraestructura que presenta daños y pérdidas por fugas no detectables.

La falta de micromedidores conlleva a que no se tengan registros reales de consumos, limitando la aplicación del pliego tarifario aprobado mediante resolución del Directorio de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable. La falta de taponamiento de las redes antiguas ha permitido que exista un alto número de guías clandestinas.

En los circuitos hidráulicos identificados como No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del Cantón Jipijapa no tienen servicio continuo, y su índice de Agua No Contabilizada se estima en 85%.

1.3.1 Variables independientes y dependientes

1.3.1.1 Variables independientes

- Consumo de agua.
- Pérdidas de agua por fugas.
- Pérdidas aparentes de agua.
- Capacidad y elevación de tanques de almacenamiento.
- Capacidad de planta potabilizadora.
- Cotas de los nudos de la red de distribución.
- Geometría de las tuberías (longitud y diámetro).

1.3.1.2 Variables dependientes

- Presión en los nudos de la red de distribución.

1.4 Justificación

El uso de modelos hidráulicos para simular el comportamiento de redes de distribución de agua se emplea para realizar tareas de planificación, diseño, evaluación de la operación, y análisis de calidad del agua; siendo una herramienta indispensable para la gestión de los sistemas urbanos presurizados.

Este proyecto de titulación pretende explotar el modelo hidráulico de los circuitos hidráulicos No. 4 y No. 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa, para analizar alternativas de solución al elevado nivel de pérdidas que experimentan los circuitos estudiados.

1.5 Hipótesis de investigación

La gestión de la presión de servicio en la red de los circuitos No. 4 y No. 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa permitirá disminuir las pérdidas de agua debidas a fugas.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Simular en el software EPANET el comportamiento hidráulico de la red de distribución de los circuitos No. 4 y No. 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa, y las actuaciones necesarias para disminuir la presión de servicio en la red.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Construir en EPANET un modelo hidráulico de los circuitos No 4 y No 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa.
- Representar en el modelo hidráulico de los circuitos No 4 y No 6 las pérdidas de agua debidas a fugas (pérdidas reales).
- Simular el funcionamiento de válvulas reductoras de presión en los circuitos No 4 y No 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa

2 CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Pérdidas de agua.

2.1.1 Definición de pérdidas de agua.

Las pérdidas de agua es la fuente principal que evidencia la ineficiencia de las entidades administradoras del abastecimiento de agua (Alegre e. a., 2006). Estas generan pérdidas económicas importantes; al tratarse de cantidades de volumen de agua captada, tratada, almacenada, y distribuida que se pierde en los determinados puntos del trayecto antes de ser consumida (Molina Arce, 2009).

Según la Asociación Internacional de Agua (IWA, por sus siglas en inglés) plantea las siguientes definiciones para las pérdidas de agua, enmarcadas en el balance de redes de distribución (Lambert & Hirner, 2000) como:

$$\text{Pérdidas de agua} = \text{Volumen inyectado al sistema} - \text{Consumo Autorizado}$$

$$\text{Pérdidas de agua} = \text{Pérdidas "aparentes"} + \text{Pérdidas "reales"}$$

Las pérdidas aparentes se componen del consumo no autorizado (conexiones ilícitas), las imprecisiones de medidas, y la mala toma de lecturas. En otras palabras, las pérdidas aparentes son los volúmenes de agua que llegan correctamente a los clientes pero que por conexiones ilícitas o errores de medición no se registran con precisión (AwwaRF, 2007). Las pérdidas aparentes generan un fuerte impacto sobre la economía de la entidad administrativa de agua potable, siendo este incluso mayor que el generado por las pérdidas reales, dado que las pérdidas aparentes se calculan en base a la tarifa mínima cobrada a los usuarios, mientras que las pérdidas reales son en base a los costos de producción (Cabrera & García-Serra, 1999).

Las pérdidas reales corresponden a todas las pérdidas de agua producto de fugas, roturas o estallidos en las tuberías, embalses y por malas conexiones, que comprenden la red colectora o de distribución de agua potable. Generalmente estas pérdidas son producidas por distintos factores como son las condiciones del suelo, la presión del sistema, el tipo y la calidad de las tuberías, la longitud de las tuberías y la ubicación de los puntos de acometida en la red (Mckenzie, Hamilton, & Seago, 2001).

Por otro lado, el análisis de componentes de las pérdidas reales según su tamaño y duración clasifica las fugas en tres categorías: fugas reportadas, fugas no reportadas y fugas de fondo (Lambert & Hirner, 2000).

Tabla 2 Clasificación de fugas según tamaño y duración

Clasificación	Características
Fugas reportadas	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas visibles y provienen de roturas en tuberías de transporte o distribución, por lo que ocasionan disminución de la presión o interrupción del servicio. • Fugas de caudales altos, pero de corto período de duración
Fugas no reportadas	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas usualmente no visibles, por lo que no se detectan fácilmente, y para esto se requiere de equipos acústicos. • Fugas de caudales moderados cuya duración depende del método de detección y de las políticas de control activo de fugas de la empresa gestora del abastecimiento.
Fugas de fondo	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas no visibles y de caudales muy bajos para ser localizadas por métodos acústicos, razón por la cual el tiempo de duración promedio de estas puede llegar a ser muy alto. • Fugas muy pequeñas en accesorios y juntas de conexión.

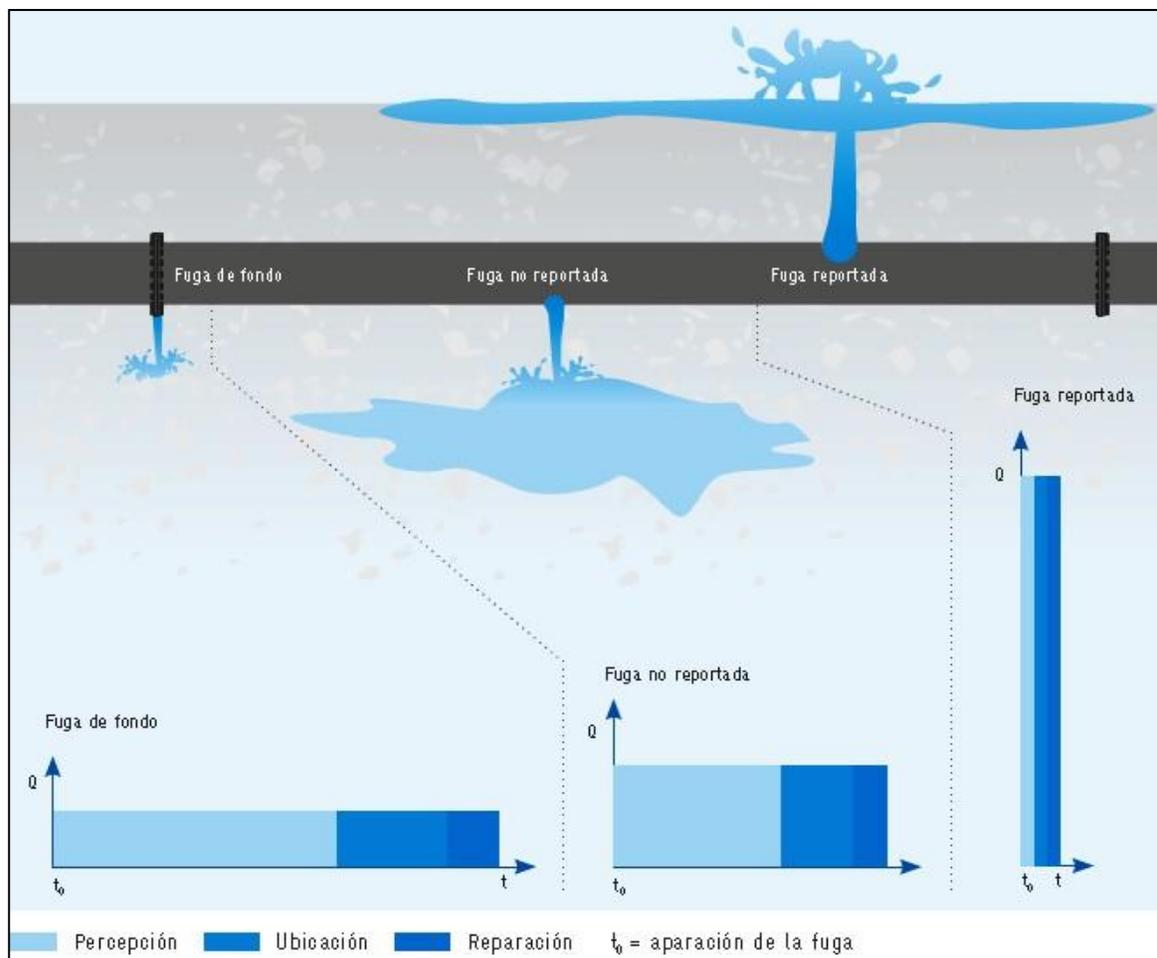


Figura 2 Clasificación de las fugas según su tamaño y duración

2.1.2 Métodos para cuantificar las pérdidas de agua

Las pérdidas de agua pueden ser estimadas por los siguientes métodos: Análisis del caudal mínimo nocturno o Bottom Up y el balance de agua Top Down.

El método BOTTON-UP, denominado como el método de caudales nocturnos, está basado en el análisis de los caudales nocturnos suministrados en zonas de pequeña dimensión (Pilcher, 2006). Generalmente, el caudal mínimo nocturno en zonas residenciales ocurre entre las 02h00 y 04h00, durante el cual el caudal consumido por los abonados es mínimo y el comportamiento de las pérdidas reales es inverso, puesto que se incrementa el caudal de fugas suministrados en la red. La estimación de las

pérdidas reales se realiza quitando el valor estimado del caudal de consumo nocturno del caudal mínimo nocturno suministrado a la red de distribución en estudio. Con el fin de encontrar el volumen diario de pérdidas reales, es necesario extrapolarla para el resto del día utilizando la relación entre caudal de fuga y la variación de la presión a lo largo del día (Mckenzie R. , 1999). La calidad de los resultados obtenidos dependerá de la precisión de las medidas de caudal y presión, del método empleado para estimar el uso nocturno y principalmente de la capacidad del nudo en el cual se registra presión para representar la presión de servicio existente en toda la red de distribución evaluada (García-Serra, Cabrera, & Cabrera, 2006).

El método TOP-DOWN, también llamado Balance Hídrico, estima el volumen anual de pérdidas totales a partir de los registros de caudales suministrados a la red de distribución y el volumen correspondiente a los diferentes tipos de consumos. El balance hídrico busca cuantificar los volúmenes totales entregados a la red de distribución, es decir, los consumos autorizados facturados, no facturados, medidos y no medidos (Cabrera & García-Serra, 1999).

2.2 Definiciones y componentes del balance hídrico

Las definiciones, la terminología y la elección de indicadores de desempeño de pérdidas de agua utilizadas en este documento se basan en el trabajo del Grupo de Trabajo sobre Pérdidas de Agua de la IWA. La Figura 3 muestran el balance hídrico propuesto por la IWA que cubre la totalidad del ciclo del suministro de agua, es decir, desde su captación hasta su entrega al abonado (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

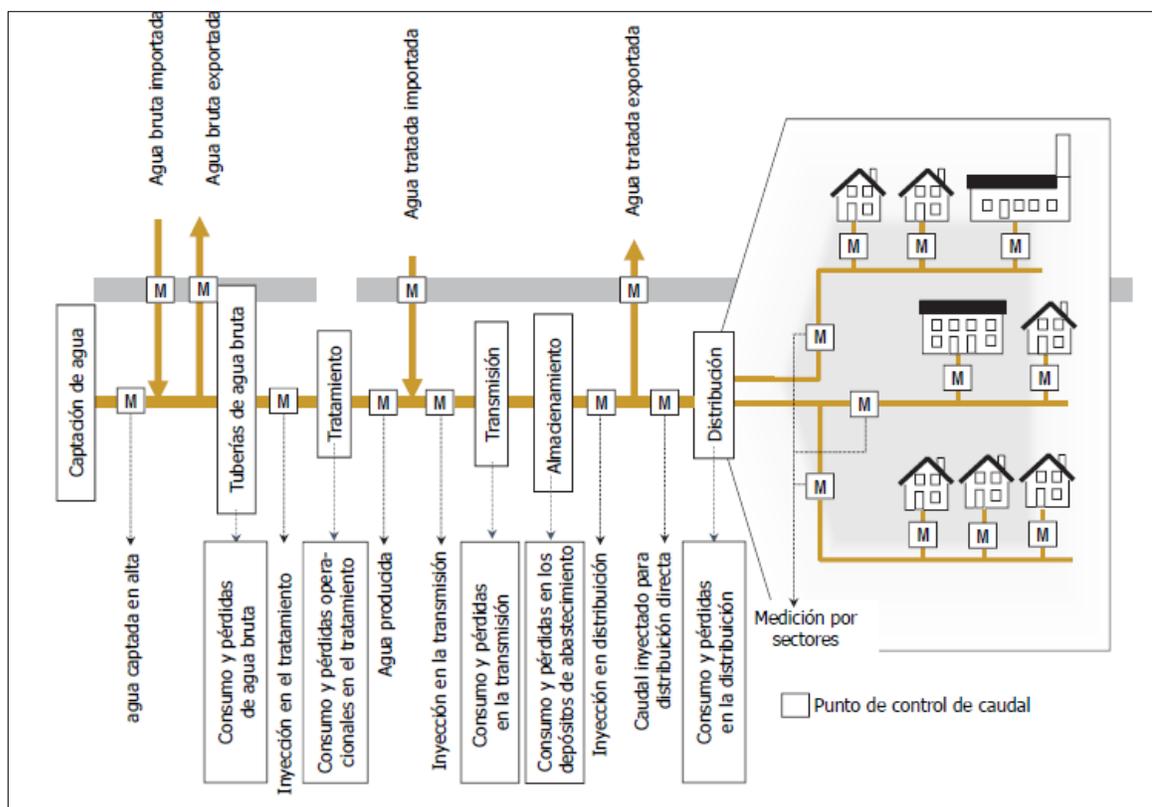


Figura 3 Definición de las entradas y salidas de un sistema de abastecimiento de agua

La Tabla 3 muestra el formato estándar y la terminología recomendados para los cálculos del balance hídrico en una o más secciones de un sistema de abastecimiento de agua (por ejemplo, tuberías de agua bruta, transmisión y distribución). Si los datos originales sobre el balance hídrico están disponibles en cualquier formato o terminología alternativa, deberán expresarse en función de los componentes de la Tabla 3, en volumen por año (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018); pues, el balance hídrico se calcula normalmente para un período de 12 meses y, por lo tanto, representa el promedio anual de todos los componentes.

Tabla 3. Balance hídrico estandarizado propuesto por la IWA

Volumen inyectado al sistema	Consumo autorizado	Consumo Autorizado facturado	Consumo facturado medido	Agua Facturada
			Consumo facturado no-medido	
		Consumo Autorizado no facturado	Consumo no-facturado medido	Agua No Facturada
			Consumo no-facturado no- medido	
	Pérdidas de agua	Pérdidas aparentes	Consumo no autorizado	
			Imprecisiones de medida	
			Errores sistemáticos en el manejo de datos	
		Pérdidas reales	Fugas en tuberías de transporte y distribución	
			Fugas y reboses en depósitos de almacenamiento	
			Fugas en acometidas hasta el punto de medida	

2.2.1 Volumen de entrada al sistema

Es el volumen de agua inyectada en aquella parte del sistema al que hace referencia el cálculo del balance hídrico durante el periodo de evaluación; es decir, si el cálculo del balance de agua se relaciona con una parte del sistema global, el volumen de entrada del sistema debe corresponder a esa parte (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

2.2.2 Consumo autorizado

Es el volumen de agua, ya sea medido o no medido, utilizado por los usuarios activos registrados en la base de datos del prestador de servicio de agua potable, la misma empresa pública y por otros usuarios que estén implícita o explícitamente autorizados para uso doméstico, comercial e industrial (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

2.2.3 Pérdidas reales

Son pérdidas físicas de agua cuando el sistema está presurizado, contabilizadas hasta el punto de medida del usuario. Es el volumen perdido a través de todos los tipos de fugas, roturas de tuberías reboses en depósitos, etc. Estas pérdidas dependen de la frecuencia, los caudales y la duración promedio de cada fuga en particular (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

Las fugas en transporte y/o conducciones de distribución son las fugas en tuberías (estallidos debido a causas foráneas o a corrosión), uniones (desconexión, empaquetaduras dañadas) y válvulas (falla operativa o de mantenimiento), y que usualmente tiene tasas de flujo medianas a altas y tiempos de fuga de cortos a medianos.

Las fugas en acometidas hasta el punto de medida son las fugas ocurridas desde el collarín hasta el punto del medidor del cliente. Las fugas en las conexiones de servicio son difíciles de detectar debido a sus tasas de flujo comparativamente bajas y por lo tanto tienen tiempos de fuga largos.

Las fugas y/o desbordamientos en depósitos de almacenamiento son las fugas causadas por controles del nivel que son deficientes o están dañados. Además, puede ocurrir filtración de las paredes de concreto o de la construcción que no son herméticas.

2.2.4 Pérdidas aparentes

Están conformadas por consumos no autorizados (fraudes y consumos clandestinos), así como a las inexactitudes de los medidores de usuarios y errores en el manejo de datos durante el proceso de facturación de los clientes (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

El consumo no autorizado es el volumen consumido por los usuarios que no es facturado debido al uso de conexiones ilegales, sean estas dispersas o localizadas en asentamientos masivos; así como el volumen consumido por usuarios legales que no es facturado a causa del uso de conexiones paralelas a la acometida oficial o por adulteraciones del medidor. También incluyen consumos no autorizados a través de hidrantes.

Las imprecisiones de medida es el volumen consumido por usuarios que no es facturado a causa del subregistro colectivo de los medidores de agua de los clientes, debido al deterioro de exactitud con el tiempo del aparato de medición, instalación incorrecta, aplicación inadecuada del medidor (tipo o tamaño de medidor incorrecto para el perfil del consumidor), y falta de sensibilidad a caudales bajos.

Los errores sistemáticos en el manejo de datos es el volumen de agua correspondiente a omisiones contables, programación informática errónea, lagunas en la política, procedimiento y la autorización/activación de nuevas cuentas; y cualquier tipo de fallo en los datos que dé lugar a que el consumo de agua de los clientes esté infravalorado.

2.2.5 Agua no facturada

Es la diferencia entre el volumen anual de entrada al sistema y el consumo autorizado facturado. El agua no facturada (NRW, según sus cifras en inglés, Non-revenue Water) no sólo incluye las pérdidas reales y las pérdidas aparentes, sino también el consumo autorizado no facturado (Alegre, Cabrera, Melo, & Merkel, 2018).

2.3 Gestión de la presión de servicio en redes de distribución de agua potable

2.3.1 Hidráulica de fugas

Las pérdidas de distintos tipos (agujeros, rajaduras longitudinales y circunferenciales, uniones que fugan, etc.) en los tubos de la red de distribución son el factor principal de las pérdidas. El comportamiento hidráulico de las fugas en los tubos se puede describir comúnmente utilizando una versión simplificada de la ecuación del orificio, tal como se ilustra en la Ecuación 1, donde q es el caudal de fuga, c es el coeficiente de fuga, H es la presión, α es el exponente de fuga. El caudal de las fugas está conectada directamente a la presión del agua en la tubería defectuosa y se puede calcular utilizando la Ecuación 1 para una fuga en particular.

$q = cH^\alpha$	Ecuación 1
-----------------	------------

El exponente de fuga α es el factor que más influencia el caudal desde una fuga debido a su posición como exponente en la Ecuación 1. Por otro lado, según la literatura técnica revisada el exponente de fuga α tendrá un rango entre 0.5 (acero, hierro fundido, hierro dúctil) y 1.5 (materiales flexibles como PEAD o PVC) dependiendo del tipo de materiales, y se puede asumir una relación lineal ($\alpha = 1,0$) entre presión y caudal de fuga para las redes grandes de abastecimiento de agua (Thornton, 2009).

2.3.2 Teoría de FAVAD

La teoría para trayectos de descarga de área fija y variable conocida como FAVAD (Fix And Variable Area Discharge) trata de explicar la variabilidad de los exponentes de fuga; y afirma que “al igual que la velocidad de flujo está función de la presión, tal vez el área del orificio de fuga varía con la presión en algunas situaciones”. Por lo tanto, una red con fugas predominantemente de agujeros de superficie fija tendría exponentes de

fuga cercanos a 0.5. En las redes donde los agujeros varían en tamaño proporcionalmente con la presión el exponente se aproximaría a 1,5; lo que implica que el área varía con exponente de 1.0 y la velocidad varía con exponente 0.5. Los valores superiores a 1.5 se explican por la existencia de trayectorias de fuga que aumentan de tamaño en dos direcciones, con un exponente de hasta 2.0 (UKWIR, 2011).

La teoría FAVAD explicaría la capacidad que tiene la fuga de expandirse con una presión que se va elevando, lo cual depende del material del tubo y la forma de la fuga, pues, los orificios redondos se expanden menos que las rajaduras longitudinales a medida que se eleva la presión. Por lo tanto, el material de la tubería tiene una gran influencia en la relación presión-fuga.

Esta relación presión y fuga explica como elevar la presión incrementará la fuga de acuerdo con la función de potencia que se mostró en la Ecuación 1. Al contrario, la fuga se reduce a menor presión en el tubo. La Figura 4 muestra de manera gráfica el efecto de la presión reducida en el caudal de fuga para redes con valores de α entre 0,5 y 2,5.

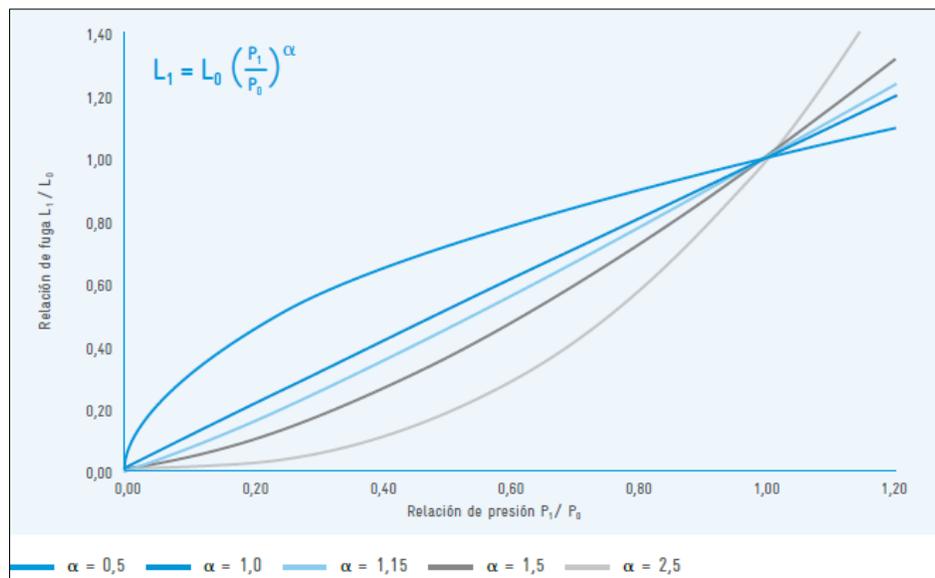


Figura 4 Interacción entre presión y fuga para diferentes valores de α .

2.3.3 Gestión de la presión

La gestión de la presión comprende el ajuste y control de la presión del agua en los sistemas de suministro de agua a un nivel óptimo. (Thornton, 2009) definió a la gestión de la presión como la acción de modificar las presiones del sistema de abastecimiento a niveles óptimos, reduciendo las presiones excesivas innecesarias y asegurando la presión de suministro mínima definida por la empresa de agua, las autoridades de agua o la legislación local suficiente y las necesidades de los clientes.

(Lambert & Taylor, 2010) afirman que la gestión de la presión tiene los siguientes beneficios:

- Reducción de los caudales de fuga existentes y futuras, y algunos componentes del consumo.
- Posible reducción de la frecuencia de nuevas roturas, y la extensión de la vida útil de la infraestructura.

Estos beneficios se pueden predecir mediante la estimación de los cambios en los caudales de fugas utilizando las "Mejores Prácticas" basadas en la ecuación que relaciona la presión y caudal de fugas (Ecuación 1), junto con una versión simplificada de la ecuación de FAVAD que se muestra a continuación, donde L_0 es el caudal de fuga inicial a presión P_0 , L_1 es el caudal de fuga a presión ajustada P_1 , P_0 es la presión promedio inicial en la red, P_1 es la presión promedio ajustada en la red, α es el exponente de fugas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la gestión de la presión no repara ni una sola fuga, pero puede reducir considerablemente los caudales de las fugas.

$L_1 = L_0 \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^\alpha$	Ecuación 2
---	------------

2.3.4 Válvulas reductoras de presión

La reducción de la presión de operación aplicada como estrategia para la reducción de fugas involucra proyectos que requieren la instalación de válvulas reguladoras de presión. La instalación de una válvula reguladora de presión (VRP) en un sistema de distribución de agua potable reduce la presión de entrada a un valor predeterminado aguas abajo, independiente de las variaciones de flujo o de presión de entrada (Molina, 2014).

2.3.4.1 Tipos de válvulas reductoras de presión

Los dos tipos más comunes de VRPs en el mercado son las válvulas de diafragma y las válvulas de paso anular.

Las válvulas de diafragma consisten en un circuito piloto y una válvula principal operada hidráulicamente; esta última compuesta de tres partes principales: el cuerpo, la cubierta y el diafragma. El ensamblaje del diafragma es la única parte móvil en la válvula principal. El diafragma, usualmente de caucho sintético, está fijado entre el cuerpo y la cubierta para separar la presión de control desde la presión de la línea.

La Figura 5 muestra el funcionamiento de una válvula de diafragma. La imagen de la izquierda muestra la válvula totalmente cerrada, la imagen del centro representa la válvula abierta al 50%, y la imagen de la derecha muestra la válvula totalmente abierta. Cuando se reduce la abertura del orificio de la válvula piloto, se fuerza más agua dentro del espacio entre la cubierta y el diafragma y la válvula se modula a su posición cerrada y viceversa. La presión de salida de la válvula se puede ajustar simplemente girando un tornillo en la válvula piloto hasta que se alcance la presión fija deseada.

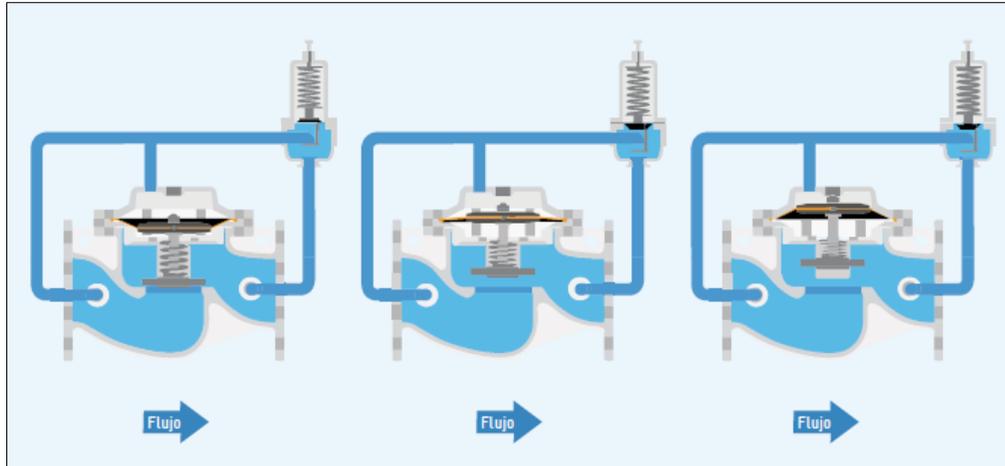


Figura 5 Funcionamiento de una válvula de diafragma

Las válvulas de paso anular, también conocidas como válvulas de pistón o válvulas de aguja, son igualmente convenientes para reducir y controlar presiones. A diferencia de las válvulas de diafragma accionadas hidráulicamente, las válvulas de paso anular requieren actuadores externos que se energizan de manera manual, neumática o eléctrica.

Las presiones se controlan variando la sección transversal interna de la válvula; por lo tanto, las válvulas de paso anular consisten usualmente del cuerpo de la válvula y de un émbolo que se desliza y está guiado axialmente. La Figura 6 muestra una válvula de paso anular cerrada (izquierda), abierta al 50% (centro) y completamente abierta (derecha).

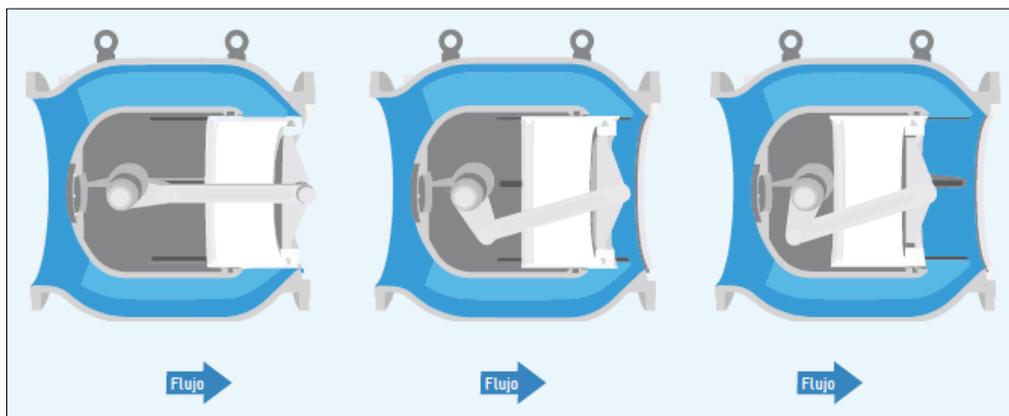


Figura 6 Funcionamiento de una válvula de paso anular

2.3.4.2 Caracterización de una válvula reguladora de presión

La manera de relacionar el caudal con la pérdida de carga en la válvula es cuantificarla mediante un coeficiente adimensional de pérdidas k , que relaciona la pérdida de carga en la válvula h_v con la energía cinética específica (ver Ecuación 3); donde v es la velocidad del fluido tomada en la entrada del cuerpo de la válvula, $k(\theta)$ es el coeficiente adimensional de pérdidas k intrínsecamente variable con el grado de apertura θ .

$h_v = k(\theta) \frac{v^2}{2g}$	Ecuación 3
----------------------------------	------------

Cuando se calcula una instalación, es posible utilizar una expresión con el caudal que circula por la conducción en lugar de utilizar la velocidad media del flujo (ver Ecuación 4). El nuevo coeficiente $K(\theta)$ de pérdidas ya no es adimensional, y se expresa en $\text{mca}/(\text{m}^3/\text{s})^2$ en unidades del Sistema Internacional.

$h_v = k(\theta) \frac{v^2}{2g} = k(\theta) \frac{Q^2}{2gA^2} = \left(\frac{8k(\theta)}{g\pi^2 D^4} \right) Q^2 = K(\theta) Q^2$	Ecuación 4
---	------------

Aunque no posee la universalidad del coeficiente adimensional k , suele ser mucho más habitual trabajar con caudales. Precisamente por esta preferencia, una de las expresiones preferidas por la industria de las válvulas es el llamado coeficiente de caudal K_v , que se define según la Ecuación 5, donde ΔP es la pérdida de carga en la válvula. Conceptualmente el valor K_v es un coeficiente de flujo que equivale a un caudal de agua que atraviesa la válvula a una presión diferencial de 1 bar y una temperatura del agua entre 5°C y 30°C. Las unidades de K_v dependen de las unidades empleadas para el caudal y la pérdida de carga.

$Q = K_v(\theta)\sqrt{\Delta P}$	Ecuación 5
----------------------------------	------------

El diámetro de las válvulas reductoras de presión está determinado por el caudal que la atraviesa y no por el diámetro de la conducción donde va instalada. El rango de caudal es también una variable importante, puesto que cada modelo de válvula reductora funciona a partir de cierto caudal o velocidad umbral. Para el manejo de pequeños caudales puede utilizarse un dispositivo de cierre en “V”, y para grandes caudales puede ser conveniente una disposición de varias VRP en paralelo (Iglesias, 2003).

2.3.4.3 Cavitación en válvulas

El gran peligro en las válvulas reguladoras de presión es la cavitación, que aparece en el momento en que la presión alcanza valores cercanos a la presión de vapor de agua a la temperatura de operación.

Esto ocurre cuando en el interior del cuerpo de una válvula de regulación, que se encuentra parcialmente cerrada, la velocidad local del flujo a su paso por el cierre puede alcanzar valores muy elevados. El incremento de la energía cinética del flujo en la zona del cierre de la válvula se consigue por intercambio con la energía de presión de modo que la presión, localmente, puede alcanzar los valores de la presión de vapor del agua. La aparición de burbujas de vapor reduce la sección efectiva de paso de fluido, con lo que la velocidad puede tomar valores aún mayores, incrementando el problema. Por otra parte, cuando se produce una recuperación de la presión en el flujo al ensancharse la sección de paso, las burbujas se colapsan muy rápidamente, pudiendo dañar el material de la válvula (Iglesias, 2003).

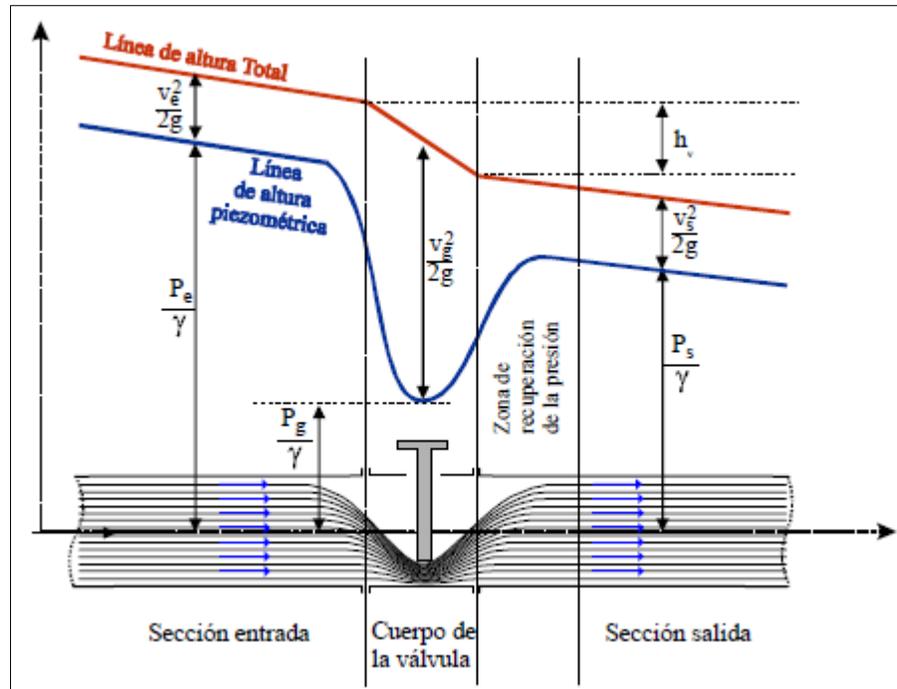


Figura 7 Caída de presión en el interior de una válvula

(Iglesias, 2003) define una clasificación de la intensidad de la cavitación en cuatro condiciones (Iglesias, 2003):

- Cavitación incipiente: La cavitación comienza a ser detectable con sonidos suaves e intermitentes que pueden ser detectados por el oído humano o mediante la asistencia de acelerómetros. Para valores mayores que los correspondientes a la cavitación incipiente no existirá cavitación, aunque la mayoría de las válvulas pueden trabajar con valores de σ_1 hasta un 10% o 15% por debajo de los valores de cavitación incipiente sin que la válvula sufra efectos negativos sobre su funcionamiento.
- Cavitación constante o crítica: Este segundo límite de cavitación se define como la situación del flujo en la que aparece cavitación continua en un grado moderado. Puede identificarse por medios de detección sonora (se caracteriza por ruidos de intensidad inferior a 80 dB) y su principal característica es que el grado de cavitación permanece constante, y su incremento relacionado con la pérdida en la válvula es mucho menor

que en el caso de la cavitación incipiente. Usualmente el valor de σ_1 correspondiente a cavitación constante es aproximadamente el 80% del correspondiente a cavitación incipiente.

- Cavitación con daños incipientes: Se caracteriza por el comienzo de la erosión de los contornos de la válvula. Este nivel de cavitación no es estable y es la antesala de la situación de bloqueo del caudal debido a la reducción de la sección de paso, ocupada por las burbujas gaseosas en una parte importante.
- Cavitación con bloqueo: En este nivel extremo se bloquea el caudal circulante debido a la obstaculización provocada por las burbujas. Llegados a este extremo, el caudal no aumentará aunque se reduzca la presión a la salida de la válvula.

Los fabricantes de válvulas de control hidráulico suelen presentar gráficos para determinar las condiciones bajo las cuales la válvula cavita. En la Figura 8 se definen zonas de funcionamiento (2, 3, 4 y 5). La zona 1 corresponde a una zona imposible en la que la presión aguas arriba es inferior a la presión aguas abajo. En la zona 2 no existe cavitación. En las zonas 3, 4 y 5 la válvula estará trabajando en condiciones más o menos severas de cavitación.

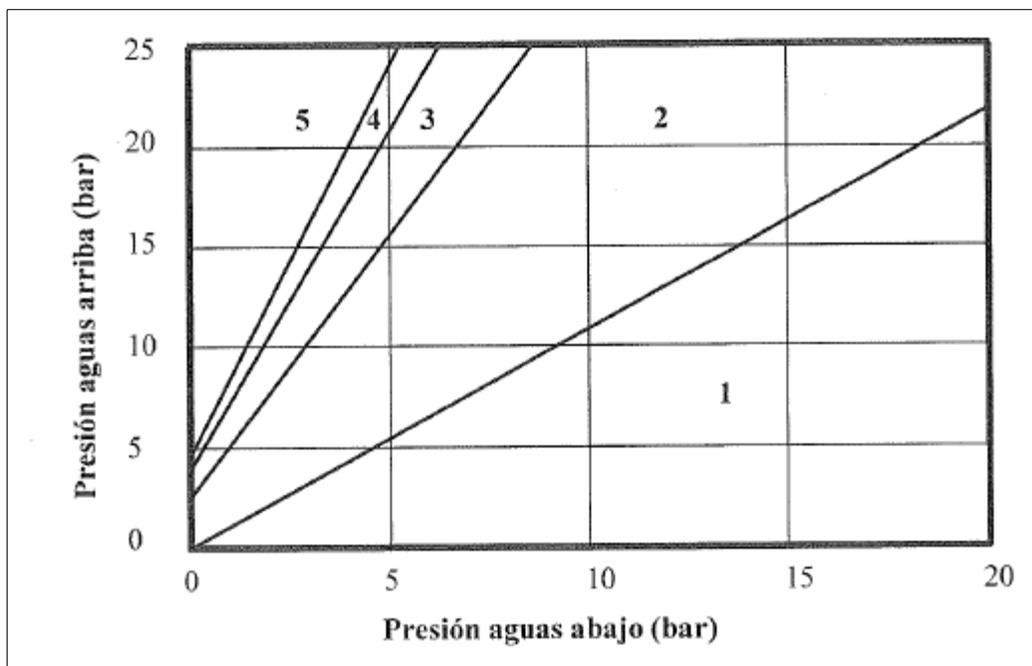


Figura 8 Zonas de funcionamiento donde existe cavitación para una válvula de control hidráulico

2.4 Modelación hidráulica de sistemas presurizados

Un modelo hidráulico es la representación matemática de un sistema real de suministro de agua, el cual es utilizado para simular el comportamiento de sistemas existentes o planificados bajo una amplia gama de condiciones; y está compuesto por tres componentes (Alegre e. a., 2006):

- Datos de las características físicas del sistema, de los consumos, y de las condiciones de operación.
- Ecuaciones matemáticas que reproducen el comportamiento hidráulico de los componentes individuales del sistema.
- Algoritmos numéricos necesarios para resolver las ecuaciones del sistema.

2.4.1 Generalidades de un modelo hidráulico

(Alegre e. a., 2006) afirma que el desarrollo de un modelo hidráulico debe ser establecido de forma estructurada y sistemática, cumpliendo tres etapas generales: i)

construcción, ii) carga del modelo, iii) calibración del modelo. La construcción del modelo hace referencia a la estructuración de los datos físicos (tuberías, nudos, depósitos, válvulas, bombas) a ser representados en el modelo mediante líneas y nudos. Con esto se realiza la esqueletización o reducción de la red de distribución real.

Luego se realiza la carga del modelo hidráulico, que incluye la evaluación de los consumos existentes, incluyéndolos en los nudos del modelo. Al concluir la construcción del modelo, se obtiene un modelo totalmente funcional, aunque los resultados de la simulación puedan ser diferentes a los medidos en la red real.

En la etapa de calibración se solucionan mediante ajustes a los parámetros para así corregir las posibles diferencias mediante la rugosidad de tuberías, demandas en los nudos y fugas. Durante el desarrollo del modelo se recopilan información de campo; referentes a sus características físicas operacionales del sistema y su comportamiento hidráulico.

2.4.2 Construcción del modelo hidráulico

Un modelo hidráulico está compuesto por un conjunto finito de nudos y líneas, siendo necesario asignar un nudo inicial y un nudo final a cada línea. Los nudos designan cambios físicos en una sección de tubo, por ejemplo, material que cambia, diámetro que cambia o ramales de tubos. Por otro lado, se utilizan nudos para modelar puntos donde el agua entra y sale del sistema, así como para los tanques, consumidores y puntos finales de tubos. Las particularidades físicas y no físicas de todos los componentes del sistema (diámetro del tubo, material, curva de la bomba, niveles de agua mínimos y máximos en los tanques, etc.) se establecen a las uniones y nudos como atributos

(AWWA, 2012). La Figura 9 muestra una red de distribución de agua simplificada que representa los elementos que componen un modelo hidráulico.

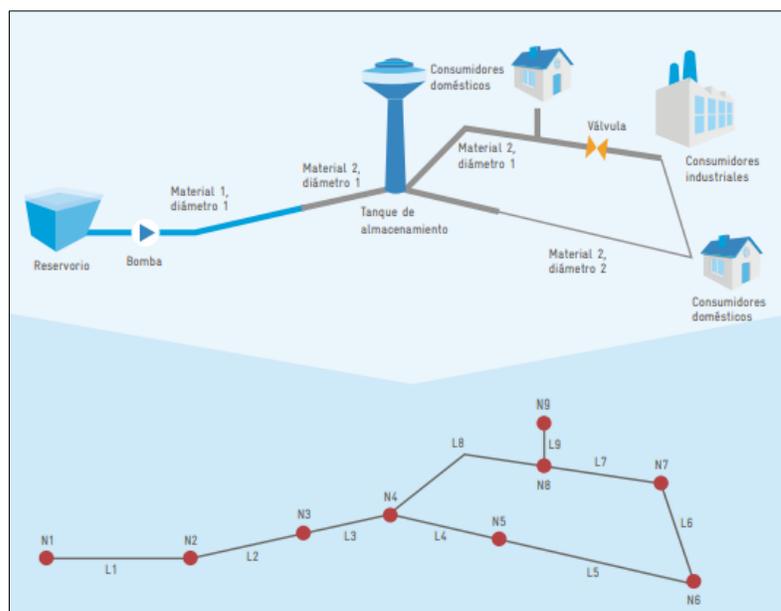


Figura 9 Representación de una red simplificada de distribución de agua en un modelo hidráulico

Las propiedades de nudos y tuberías se pueden subdividir en parámetros y variables conocidas. Los parámetros de variables conocidas de un modelo hidráulico incluyen todos los componentes del sistema (tubos, bombas, válvulas, tanques), puntos de suministro de agua. El modelo hidráulico deduce variables como presiones de nudos, caudales, velocidades de flujo, cambios en el nivel de agua de tanques, calidad y otros componentes. Los parámetros ingresados para la modelación hidráulica son muy importantes, ya que de estos depende directamente la calidad y exactitud de los resultados de la simulación (AWWA, 2012).

Los parámetros del modelo para los esfuerzos y calidad de adquisición de datos se pueden clasificar de la manera siguiente:

- Parámetros que se pueden medir directa y exactamente (por ejemplo, la ubicación de la red de tubos, las geometrías de los tanques, las características de las bombas y los controles del sistema).
- Parámetros que se pueden medir directamente, pero con exactitud insuficiente (por ejemplo, consumo de agua de los consumidores domésticos).
- Parámetros que no se pueden medir directamente (por ejemplo, rugosidad del tubo, diámetro interno, pérdidas de agua). Este parámetro se lo determina a través de la calibración del modelo.

2.4.3 Carga del modelo hidráulico

La carga del modelo hidráulico es la asignación a los nudos del modelo las demandas de agua presumidas en la red de distribución (AWWA, 2012). (Cesario & Lee, 1980) proponen dos métodos basados en la agregación del consumo por categoría de uso, en los cuales los consumos comerciales e industriales se asignan a los nudos espacialmente respectivos; diferenciándose en la forma en la que se asignan los consumos domésticos y el agua no contabilizada.

En el primer método los consumos domésticos se obtienen multiplicando el número de viviendas relacionadas espacialmente a cada nudo por el consumo promedio por vivienda correspondiente a cada sector, distrito o barrio. La diferencia entre el volumen promedio diario de agua inyectada y la suma de todos los consumos asignados se considera como agua no registrada, y se reparte uniformemente entre todos los nudos del modelo. En el segundo método propuesto, el valor del consumo doméstico asignado a cada nudo se obtiene prorrateando la diferencia entre el volumen promedio diario de agua inyectada y la suma de los consumos comerciales e industriales.

Estos enfoques no tienen en cuenta la sensibilidad de las fugas a la variación de la presión, por lo que es necesario realizar la asignación de consumos y fugas por separado. Es así que con la finalidad de tener en cuenta la relación entre las fugas y la presión, las fugas deben ser tratadas como una demanda dependiente de la presión (Molina, 2014); siendo el enfoque más simple para modelar las fugas en un modelo hidráulico consiste en utilizar la Ecuación 6 de emisores de flujo. Esta ecuación asume el mismo coeficiente emisor para todos los nudos del modelo, no considera las características físicas de la red de distribución, tales como la longitud o la condición estructural de las tuberías, el número de conexiones de servicio (Wu, Farley, & Turtle, 2011). Donde Q_F es el caudal de fugas en la red de distribución, K es el coeficiente emisor global, ND es el número de nudos de demanda del modelo, P_i es la presión en el nudo i , $N1$ es el exponente de fugas.

$Q_F = K \sum_{i=1}^{ND} (P_i)^{N1}$	Ecuación 6
--------------------------------------	------------

2.4.4 Válvulas en EPANET

Las válvulas son líneas que limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Sus principales parámetros característicos son: i) Nudos de entrada y salida, ii) Diámetro, iii) Consigna (tarado), iv) Estado.

Los diferentes tipos de válvulas que incluye EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (VRP en inglés PRV)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (VSP en inglés PSV)
- Válvulas de Rotura de Carga (VRC en inglés PBV)
- Válvulas Controladoras de Caudal (VCQ en inglés FCV)

- Válvulas Reguladoras por Estrangulación (VRG en inglés TCV)
- Válvulas de Propósito General (VPG en inglés GPV).

Cada tipo de válvula tiene un parámetro consigna que define su punto de operación. Es así que el parámetro presión se utiliza como consigna para las VRPs, VSPs, y VRCs. El caudal se utiliza como consigna para las VCQs, el coeficiente de pérdidas para las VRGs, y la curva característica de pérdidas para las VPGs.

Las VRPs limitan la presión en un punto de la red de tuberías. EPANET diferencia tres estados en los que puede trabajar:

- 1) Parcialmente abierta (es decir, activa) para mantener una presión aguas abajo siempre que la presión aguas arriba sea superior a esta
- 2) Totalmente abierta cuando la presión aguas arriba está por debajo de la de tarado
- 3) Cerrada, si la presión aguas abajo es superior a la presión aguas arriba, para impedir el flujo inverso.

Las válvulas reductoras de presión (VRP) no deben ser confundidas con las válvulas reguladoras de presión, VRGs según la nomenclatura de utiliza EPANET. Pues estas últimas simulan una válvula parcialmente cerrada ajustando adecuadamente el valor del coeficiente de pérdidas menores.

La Tabla 4 muestra las propiedades (y sus respectivas descripciones) que tienen las válvulas en EPANET, entre las cuales está definida la válvula reductora de presión o VRP.

Tabla 4. Propiedades de válvulas en EPANET

Propiedad	Descripción
ID Válvula	Etiqueta de identificación. Puede contener hasta 15 dígitos o caracteres. No puede ser la misma que la etiqueta ID de otra línea. Ésta es una propiedad necesaria

Propiedad	Descripción
Nudo Inicio	La ID del nudo aguas arriba de la válvula (VRPs y VSPs mantienen el caudal en una única dirección). Es una propiedad necesaria
Nudo Fin	La ID del nudo aguas abajo de la válvula. Es una propiedad necesaria
Descripción	Texto opcional donde escribir información significativa de la válvula
Marca	Texto opcional (sin espacios en blanco) que se utiliza para asignar a la válvula a una categoría, así como una zona de presión
Diámetro	Diámetro de la válvula en mm (pulgadas). Es una propiedad necesaria
Clase	Tipo de válvula (VRP, VSP, VRC, VCQ, VRG, o VPG). Es una propiedad necesaria
Tarado	Un parámetro necesario para describir el tipo de funcionamiento de la válvula <u>Tipo de Válvula</u> <u>Parámetro de operación</u> VRP Presión (mca o psi) VSP Presión (mca o psi) VRC Presión (mca o psi) VCQ Caudal (en unidades de caudal) VRG Coeficiente de pérdidas (adimensional) VPG ID o curva de pérdidas
Coeficiente de pérdidas	Coeficiente adimensional de pérdidas menores que se aplica cuando la válvula está completamente abierta. Si se deja en blanco se supone 0
Estado Fijo	Estado de la válvula al inicio de la simulación. Si se elige ABIERTO o CERRADO entonces se ignora el control de la válvula y ésta empieza como una línea abierta o cerrada respectivamente. Si se elige NINGUNO, entonces la válvula comenzará según lo determinado. El Estado Fijo y el Funcionamiento de una válvula puede hacerse variar a lo largo de la simulación con el uso de los controles de estado. Si el estado de una válvula se fija en ABIERTO / CERRADO, entonces puede hacerse activar de nuevo utilizando un control que le asigne un nuevo parámetro numérico

3 CAPITULO III. METODOLOGIA

La metodología desarrollada como parte de este trabajo de titulación permitió alcanzar cada uno de los objetivos específicos, así como el objetivo general definido en el Capítulo I; es decir, simular el comportamiento hidráulico de la red de distribución de los circuitos No. 4 y No. 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa y las actuaciones necesarias para disminuir la presión de servicio en la red; esto a través del cumplimiento de las cuatro etapas listadas a continuación:

- 1) Construcción del modelo hidráulico de la red de distribución
- 2) Análisis de la red de distribución utilizando el modelo hidráulico
- 3) Dimensionamiento de las válvulas reductoras de presión
- 4) Simulación de las válvulas reductoras de presión en el modelo hidráulico

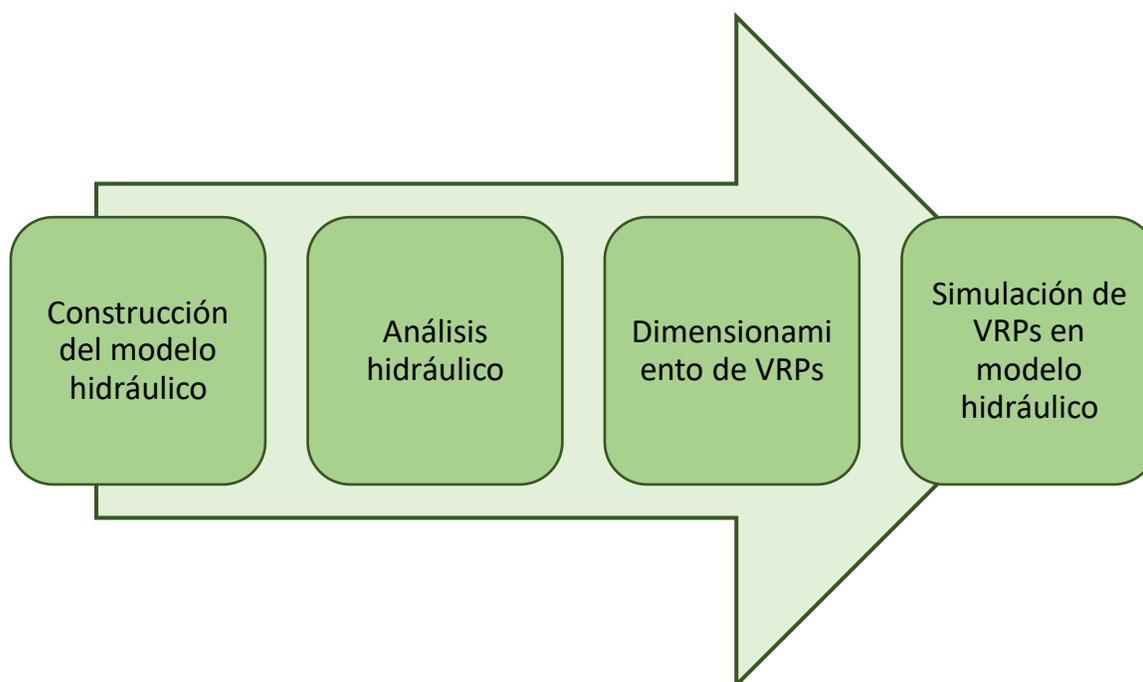


Figura 10 Etapas de la metodología propuesta para el trabajo de titulación

3.1 Construcción del modelo hidráulico

La primera etapa de la metodología está compuesta por 3 actividades secuenciales que abarcan desde la esquematización de la red de distribución en el modelo hidráulico que represente la topología del sistema con sus respectivos elementos y características físicas, hasta obtener un modelo que represente los consumos y las fugas. Las 4 tareas incluidas en esta fase se mencionan a continuación:

- 1) Esquematización de la red en EPANET
- 2) Carga de los consumos
- 3) Cálculo del caudal de fugas
- 4) Carga de las fugas

3.1.1 Esquematización de la red en EPANET

La esquematización de la red de distribución de los circuitos en estudio consistió en un proceso de tratamiento de datos gráficos desde el archivo original en formato CAD (Computer Aided Design), su posterior migración a un archivo GIS tipo SHP (ShapeFile) y finalmente su conversión a un archivo INP a través del ejecutable LectorSHP v1.1 (Martínez, 1994).

El procesamiento de los datos gráficos en el archivo de formato CAD se realizó con el objetivo de garantizar, antes de su migración al formato SHP, que las líneas y polilíneas representen adecuadamente la topología de las tuberías; pues, el ejecutable LectorSHP v1.1 asigna un nudo en el extremo de cada línea.

La migración desde el archivo SHP permite obtener el INP (“archivo de entrada” o “modelo de datos”) que contiene datos de los nudos (elevación, demanda, patrón de consumo), reservorios (altura, patrón), tanques (elevación , nivel inicial, nivel mínimo,

nivel máximo, diámetro, volumen mínimo), tuberías (nodos inicial y final, longitud, diámetro, rugosidad, coeficiente de pérdidas, status), bombas, válvulas, patrones, curvas, controles, y parámetros (calidad, hidráulicos, tiempo); que representen de manera general la red con su conectividad y características físicas, así como la ubicación de los consumos.

1	[TITLE]							
2								
3	[JUNCTIONS]							
4	;ID	Elev	Demand	Pattern				
5								
6	[RESERVOIRS]							
7	;ID	Head	Pattern					
8								
9	[TANKS]							
10	;ID	Elevation	InitLevel	MinLevel	MaxLevel	Diameter	MinVol	VolCurve
11								
12	[PIPES]							
13	;ID	Node1	Node2	Length	Diameter	Roughness	MinorLoss	Status
14								
15	[PUMPS]							
16	;ID	Node1	Node2	Parameters				
17								
18	[VALVES]							
19	;ID	Node1	Node2	Diameter	Type	Setting	MinorLoss	
20								
21	[TAGS]							
22								
23	[DEMANDS]							
24	;Junction	Demand	Pattern	Category				
25								
26	[STATUS]							
27	;ID	Status/Setting						
28								
29	[PATTERNS]							
30	;ID	Multipliers						
31								
32	[CURVES]							
33	;ID	X-Value	Y-Value					
34								
35	[CONTROLS]							
36								
37	[RULES]							
38								

Figura 11 Modelo de datos de EPANET

3.1.2 Carga de los consumos

Una vez obtenido el modelo de datos de EPANET es posible afirmar que se tiene estructurado el modelo hidráulico de la red de distribución en estudio. La metodología prevé como siguiente paso la carga de los consumos, es decir, la asignación espacial de los consumos autorizados o demanda neta en los nudos del modelo; tarea a la cual se la denomina carga de la demanda base.

En esta fase se debe ubicar espacialmente los consumos, lo que se logra a través de relacionar espacialmente los puntos donde ocurren los consumos (predios) con los nudos del modelo hidráulico.

Lo descrito en el párrafo anterior se logra definiendo un polígono alrededor de cada nudo, tal como el método de Polígonos de Thiessen (o Diagramas de Voronoi); mismos que crean un espacio bidimensional alrededor de puntos de control, de manera que el perímetro de cada polígono resulte equidistante a los puntos vecinos y sea posible precisar el área de influencia alrededor de cada punto. La aplicación de este enfoque permite asignar a cada nudo del modelo hidráulico aquellos consumos de los predios que están dentro de cada polígono. Por lo tanto, la demanda base de cada nudo corresponderá a la sumatoria de los consumos cuyos puntos de demanda se encuentren en el interior de su polígono.

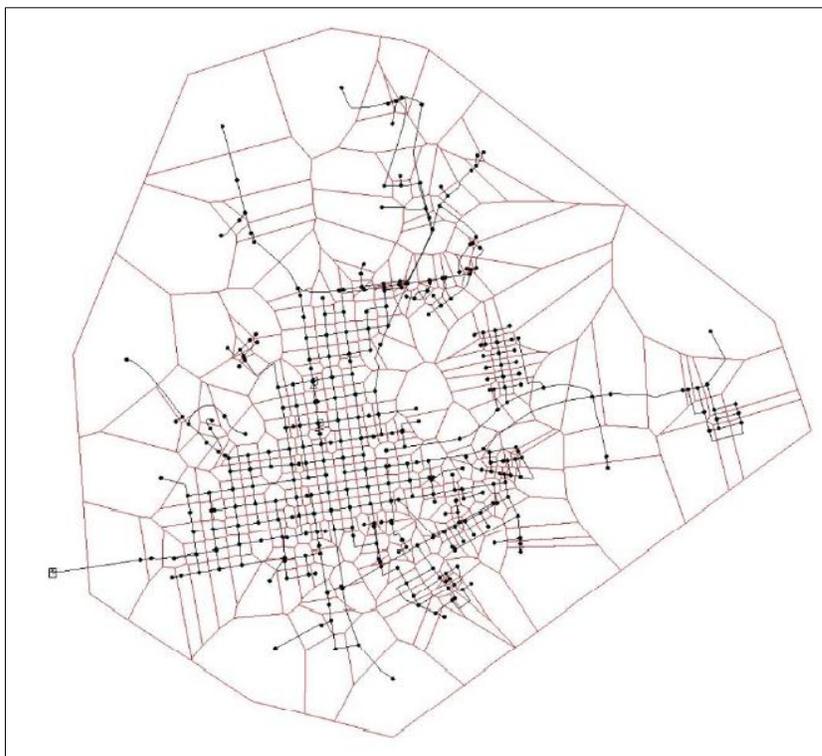


Figura 12 Aplicación del método de polígonos de Thiessen en un modelo hidráulico

La Ecuación 7 representa en forma matemática la demanda base q_{db} del nudo i como la sumatoria de los n caudales de consumo q existentes dentro del polígono j .

$q_{db,i} = \sum q_{n,j}$	Ecuación 7
---------------------------	------------

3.1.3 Cálculo del caudal de fugas

El caudal promedio de fugas, a partir del cual se calculará posteriormente el valor del coeficiente global de fugas, y los coeficientes de fuga de cada nudo; debe ser obtenido a partir de la Ecuación 8; donde Q_F es el caudal (estimado) de fugas, Q_s es el caudal suministrado a la red de distribución, Q_c es el caudal contabilizado.

$Q_F = Q_s - Q_c$	Ecuación 8
-------------------	------------

A su vez, para aquellos casos en los que no es posible disponer de mediciones de caudal o volumen suministrado a la red de distribución es posible estimar este caudal a partir de la Ecuación 9, donde Q_c es el caudal contabilizado, $IANC$ es el índice de Agua No Contabilizada, Q_s es el caudal suministrado a la red de distribución.

$Q_s = \frac{Q_c}{(1 - IANC)}$	Ecuación 9
--------------------------------	------------

Para el uso de esta última ecuación se debe considerar que: i) las pérdidas aparentes se incluyen dentro del caudal de fugas, ii) el caudal contabilizado corresponde al consumo autorizado; hipótesis que se esquematizan en el balance hídrico simplificado mostrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Balance hídrico simplificado

Caudal/volumen suministrado al sistema	Consumo autorizado
	Pérdidas de agua = Fugas

3.1.4 Carga de las fugas

La construcción del modelo hidráulico incluye la carga del modelo hidráulico, tanto de caudales independientes de la presión (como EPANET considera a los consumos de los clientes) como de los caudales dependientes de la presión (fugas). Por lo tanto, la tercera fase de la metodología propuesta y aplicada consiste en representar los caudales de fuga como descargas a la atmósfera.

EPANET simula el caudal de salida a través de orificio descargando a la atmósfera a través de la Ecuación 1. Una aplicación de dicha ecuación es utilizada para calcular el valor del emisor global de fugas de la red de distribución (ver Ecuación 10); donde K es el emisor global de fugas de la red de distribución, Q_F es el caudal de fugas existente en la red de distribución, \bar{P} es la presión promedio de la red de distribución, $N1$ es el exponente de fugas.

$K = \frac{Q_F}{\bar{P}^{N1}}$	Ecuación 10
--------------------------------	-------------

EPANET calcula el caudal de fuga para cada nudo a través de la Ecuación 11; donde $q_{F,i}$ es el caudal de fuga en el nudo i , K_i es el coeficiente emisor de fugas en el nudo i , P_i es la presión en el nudo i , N es el exponente de fugas. Es necesario mencionar

que el emisor de fugas para cada nudo i del modelo hidráulico se obtiene dividiendo el emisor global de fugas para el total de nudos del modelo hidráulico.

$q_{F,i} = K_i P_i^N$	Ecuación 11
-----------------------	-------------

3.2 Dimensionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión

La metodología aplicada en este trabajo de titulación incluye 4 tareas secuenciales para definir el diámetro de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión:

- 1) Determinación de caudales y presiones de diseño
- 2) Cálculo de diámetro según Kv
- 3) Comprobación de dimensionamiento
- 4) Simulación de funcionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión

3.2.1 Determinación de caudales y presiones de diseño

Para el dimensionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión se requiere conocer el caudal y presión para los instantes de caudal máximo horario y caudal mínimo nocturno. Durante el instante de caudal máximo horario el caudal circulante a través de la válvula será máximo y la presión estática a la entrada de la válvula será mínima. Por otro lado, durante el instante de caudal mínimo nocturno el caudal circulante a través de la válvula corresponderá al caudal más bajo esperado a lo largo de 24 horas y la presión estática a la entrada de la válvula será máxima.

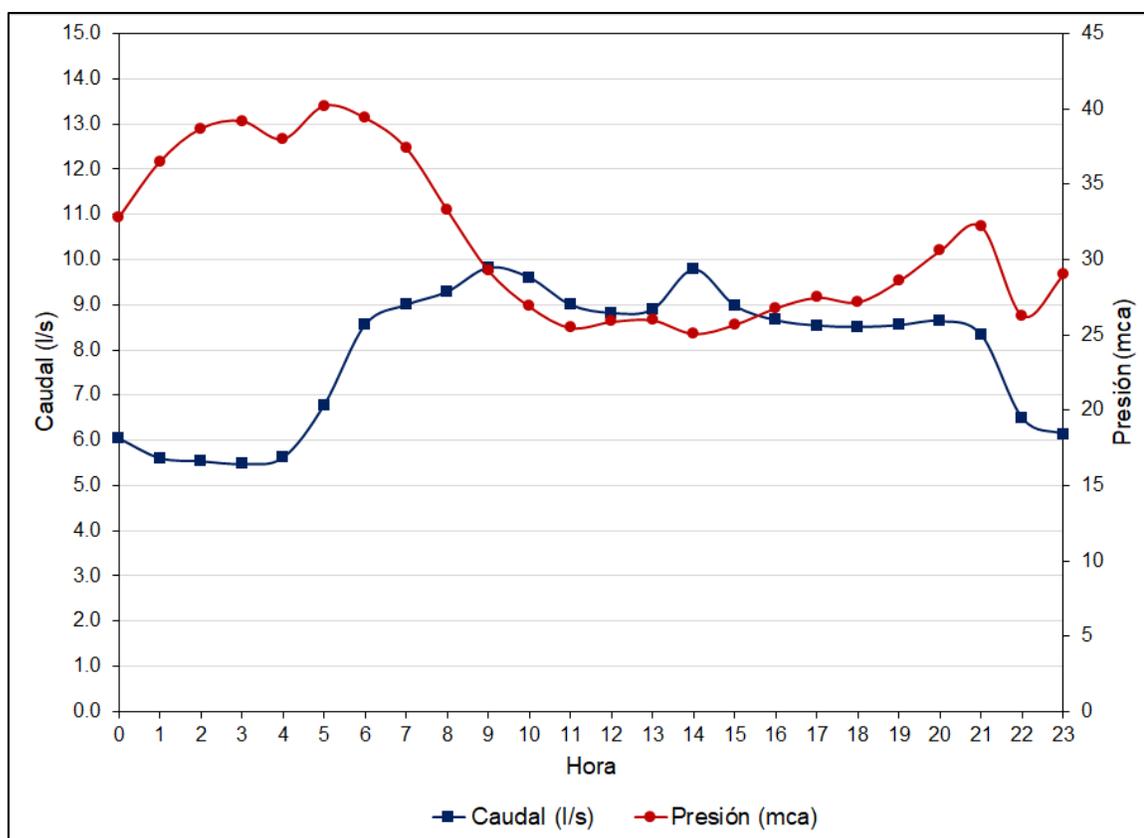


Figura 13 Variación del caudal y presión diaria en sistema de abastecimiento de agua potable

Para la determinación del caudal máximo (y la presión mínima) en el punto de implementación de la reductora de presión se debe mayorar el consumo promedio tal como se indica en el ítem 4.1.5 Variaciones de Consumo de la NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES (SENAGUA, 1992). En el ítem antes mencionado se define que el coeficiente de variación de consumo máximo horario debe ser un valor entre 2.0 y 2.3.

La determinación del caudal mínimo (y la presión máxima) se debe multiplicar el consumo promedio por el coeficiente horario correspondiente al instante del caudal mínimo nocturno, que usualmente ocurre entre las 00h00 y 05h00 para zonas residenciales. La literatura técnica no especifica un valor específico para el coeficiente de

uso nocturno, sin embargo, sugiere que valores mayores a 0.40 indican la sospecha de existencia de fugas en el sector, aunque la AWWA recomienda el uso de 0.35 (Wallace, 1987).

Tanto el coeficiente de variación de consumo máximo horario como el coeficiente de uso nocturno definidos deben ser aplicados en la Propiedad “Factor de demanda” de las Opciones Hidráulicas de EPANET.

Opciones de Hidráulica	
Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	D-W
Peso Específico	1
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Sistema no equilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1
Factor de Demanda	1.0
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

Figura 14 Ventana de “Opciones Hidráulicas” en EPANET

3.2.2 Cálculo de diámetro según K_v requerido

Los cálculos basados en el llamado método del cálculo del K_v requerido conducen a resultados lo suficientemente exactos sin necesidad de realizar cálculos complejos como los especificados en la norma UNE-EN IEC 60534-3-1:2019 (Válvulas de regulación de procesos industriales).

Con base al valor K_v se puede determinar el caudal de paso máximo posible en una válvula. Como se mencionó anteriormente, el valor K_v es un coeficiente de flujo que equivale a un caudal de agua (en m^3/h) que atraviesa la válvula a una presión diferencial de 1 bar y una temperatura del agua entre $5^\circ C$ y $30^\circ C$. El sistema imperial británico utiliza el coeficiente de flujo C_v que equivale a un caudal de agua en (galonesUS/min) a una presión diferencial de 1 psi y una temperatura de $60^\circ F$. La relación entre y está expresada en la Ecuación 12.

$K_v = 0.86C_v$	Ecuación 12
-----------------	-------------

Para el dimensionamiento de una válvula se calcula el K_{vs} (coeficiente de caudal requerido) partiendo de los datos de servicio de la red con los cuales debe trabajar la válvula, tales como caudal (en m^3/h o m^3/s), presión de entrada P_1 (Bar), presión de salida de la válvula P_2 (Bar), y consecuentemente la diferencia de presión ΔP ; según la Ecuación 13.

$K_{vs} = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$	Ecuación 13
--------------------------------------	-------------

Al valor K_{vs} determinado de los datos de servicio es posible mayorarlo en 30 % y con ello obtener el valor de K_v , pues este último es el valor previsto para válvulas de una serie a diámetro nominal en documentaciones técnicas. Se debe tener en cuenta que el diámetro nominal de la válvula reguladora puede estar uno hasta dos diámetros por debajo del diámetro nominal de la tubería.

El valor K_v de la válvula elegida debería corresponder o ser ligeramente superior al valor K_{vs} calculado y provisto de los suplementos necesarios.

3.2.3 Comprobación de dimensionamiento

Cuando las válvulas trabajan con escasa abertura y caudales importantes, tal como puede ocurrir con una válvula reductora de presión; provocan una enorme disipación energética dada la resistencia que ofrecen al paso del agua; y la velocidad en el interior de la válvula se incrementa considerablemente como consecuencia de la disminución de la sección efectiva de paso. Todo esto conlleva una brusca disminución de la presión que puede llegar hasta la presión de vapor, con lo que ocurrirá el fenómeno de cavitación.

La metodología aplicada en este trabajo de titulación prevé evitar la presencia de la cavitación a través de la determinación de la zona de cavitación donde trabajará la válvula reductora en la Figura 15, la cual muestra que para una presión agua arriba dada, cuanto mayor es el caudal mayor es la presión agua abajo mínima permitida para que no exista cavitación.

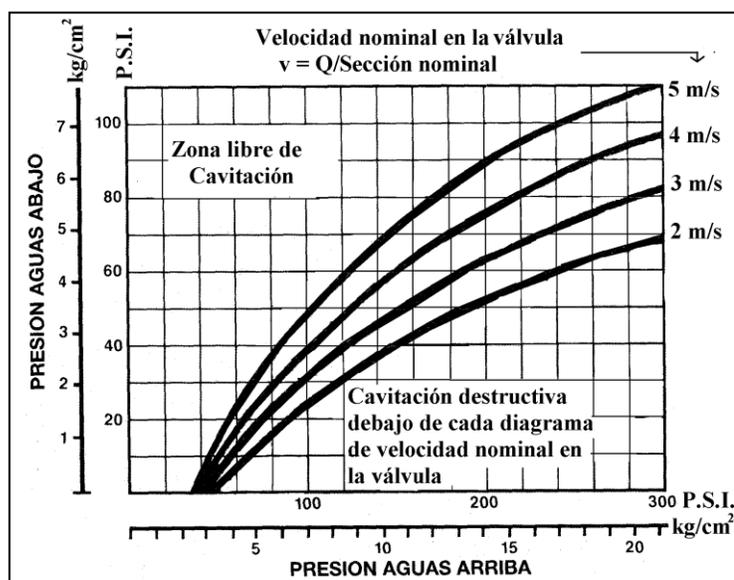


Figura 15 Zonas de cavitación en válvula de asiento plano

En la Figura 15 el parámetro principal a utilizar es el parámetro de la velocidad en la válvula, calculado considerando la sección nominal de la válvula. Se debe “graficar” el punto resultante de la intersección de las rectas proyectadas desde el valor de presión aguas arriba y aguas abajo, expresadas en PSI o kg/cm² (equivalente a Bar).

Si el punto de intersección se ubica por encima de la curva de velocidad, la válvula trabajará en zona fuera de cavitación. Por el contrario, si el punto de intersección se ubica por debajo de la curva de velocidad, la válvula trabajará en zona de cavitación destructiva. En caso de comprobarse esto último, se debe seleccionar un nuevo diámetro de válvula, o un tipo diferente de paso de la válvula entre: i) paso total, ii) paso reducido, iii) paso en “V”.

De manera complementaria, se debe comprobar que el porcentaje de apertura de la válvula seleccionada, calculado con el ratio K_{vs}/K_v debe ser superior al 10% debido a que algunos tipos de válvula no deben funcionar con pequeños grados de apertura debido al daño potencial en el asiento de cierre causado por las elevadas velocidades del flujo y la cavitación.

3.3 Simulación de funcionamiento de la(s) válvula(s) reductora(s) de presión

La tarea final para el dimensionamiento corresponde a la simulación del funcionamiento de la red de distribución con la(s) válvula(s) reductora(s) de presión garantizando una presión estática mayor a 10.0 mca en todos los puntos de la red para el instante de caudal máximo horario. Dicho valor se precisa en la NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES (SENAGUA, 1992) a través del texto “En lo que a presión se refiere, se establece un mínimo de 10 m de

columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red. Para el caso de proyectos en los que el abastecimiento se realiza a través de grifos públicos, esta presión podrá ser reducida a 5 m”; que forma parte del ítem 4.2.3 Caudal de diseño y presiones.

La Figura 16 muestra la ventana de Propiedades a través de la cual se ingresa el DIÁMETRO seleccionado para la VRP, la CONSIGNA correspondiente a la presión definida aguas abajo de la VRP, y el COEFICIENTE DE PÉRDIDAS adimensional para la condición de válvula completamente abierta.

Válvula 1	
Propiedad	Valor
*ID Válvula	1
*Nudo Inicial	1
*Nudo Final	2
Descripción	
Etiqueta	
*Diámetro	100
*Tipo	Reductora
*Consigna	Reductora
Coef. Pérdidas	Sostenedora
Estado Fijo	Rotura Carga
Caudal	Limitadora Caudal
Velocidad	Regulación
Pérdidas	Propósito General
Calidad	No Disponible
Estado	No Disponible

Figura 16 Propiedades de una Válvula Reductora de Presión en EPANET

Si la presión estática en el punto más desfavorable de la red de distribución es superior a la presión mínima de 10.0 mca, definida en la norma de SENAGUA mencionada en párrafos anteriores; se debe ensayar la reducción de la presión de servicio aguas abajo de la VRP, correspondiente a la CONSIGNA. Por lo tanto, se deberán repetir las tareas de cálculo de diámetro según K_v y la comprobación.

4 CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Construcción del modelo hidráulico

4.1.1 Modelo hidráulico de los circuitos No. 4 y No. 6

La información de la red de distribución de agua potable de los circuitos No. 4 y No. 6, fue inicialmente disponible en formato CAD y su topología fue depurada previamente a su migración a formato SHP (ShapeFile) para obtener líneas y polilíneas con extremos en los puntos de intersección entre ellas.

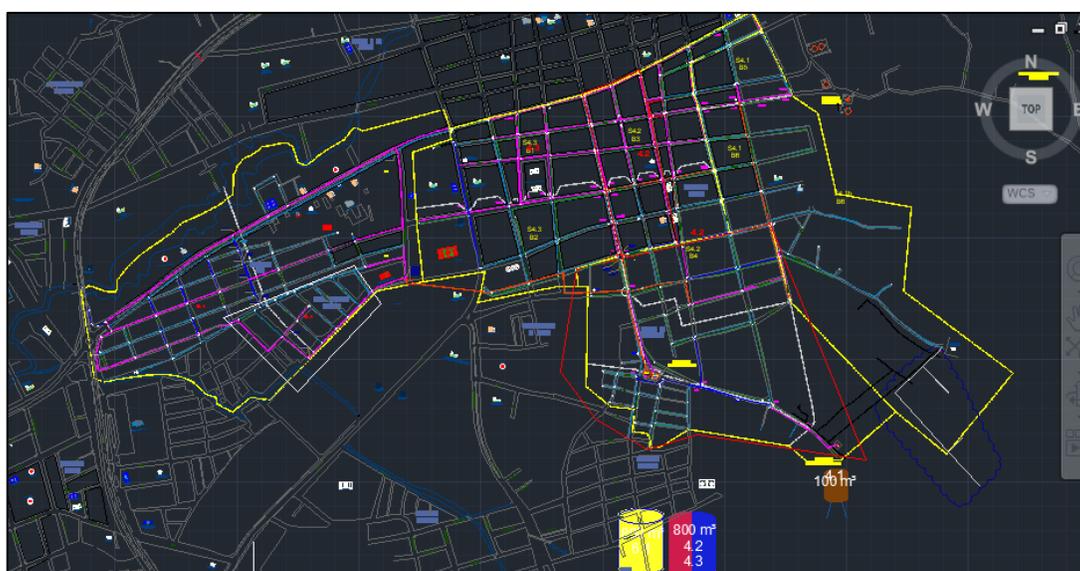


Figura 17 Modelo del archivo CAD con tuberías de los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa

La migración de la información disponible en formato DWG (archivo tipo CAD, Computer-Aided Design) hacia un shapefile de Línea en ArcGis consistió en el uso de la opción “Exportar Data”. A partir de esta información disponible en GIS es posible obtener la información gráfica contenida en la Figura 18 y la Figura 19, así como la información mostrada en la Tabla 6 en la cual se detalla la longitud total de tuberías para los circuitos hidráulicos No. 4 y No. 6, y la longitud de tuberías catastrada para cada diámetro y material.

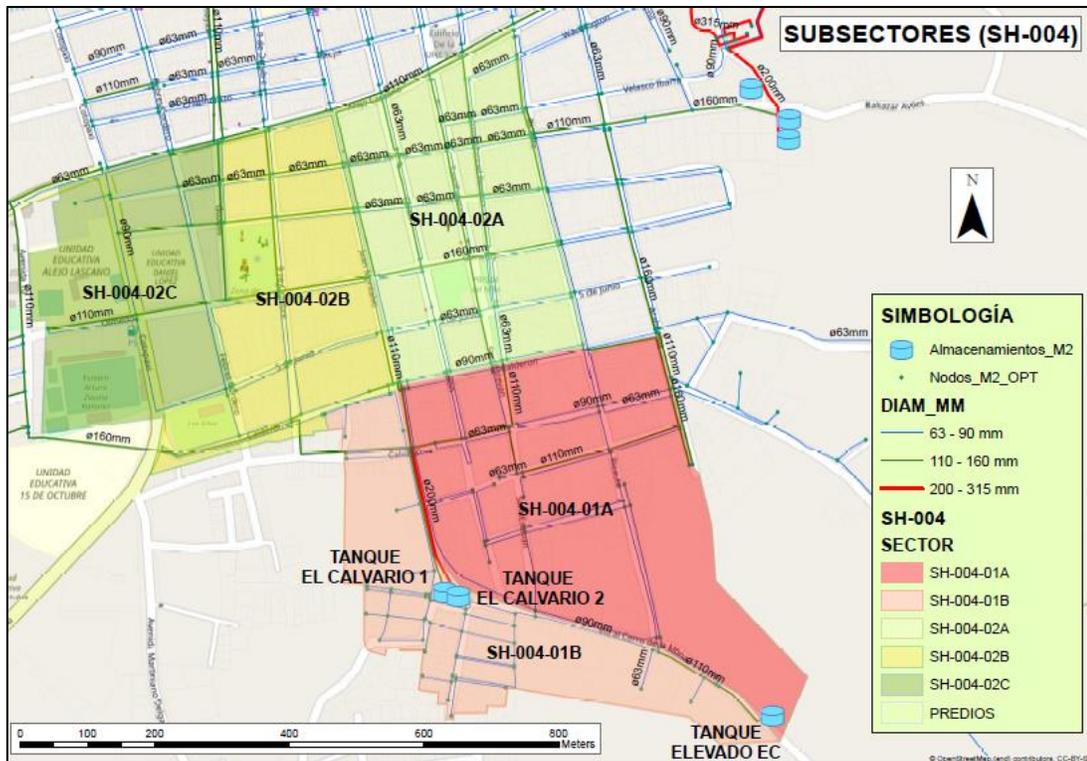


Figura 18 Plano de la red de distribución del circuito No. 4 obtenido del ShapeFile depurado

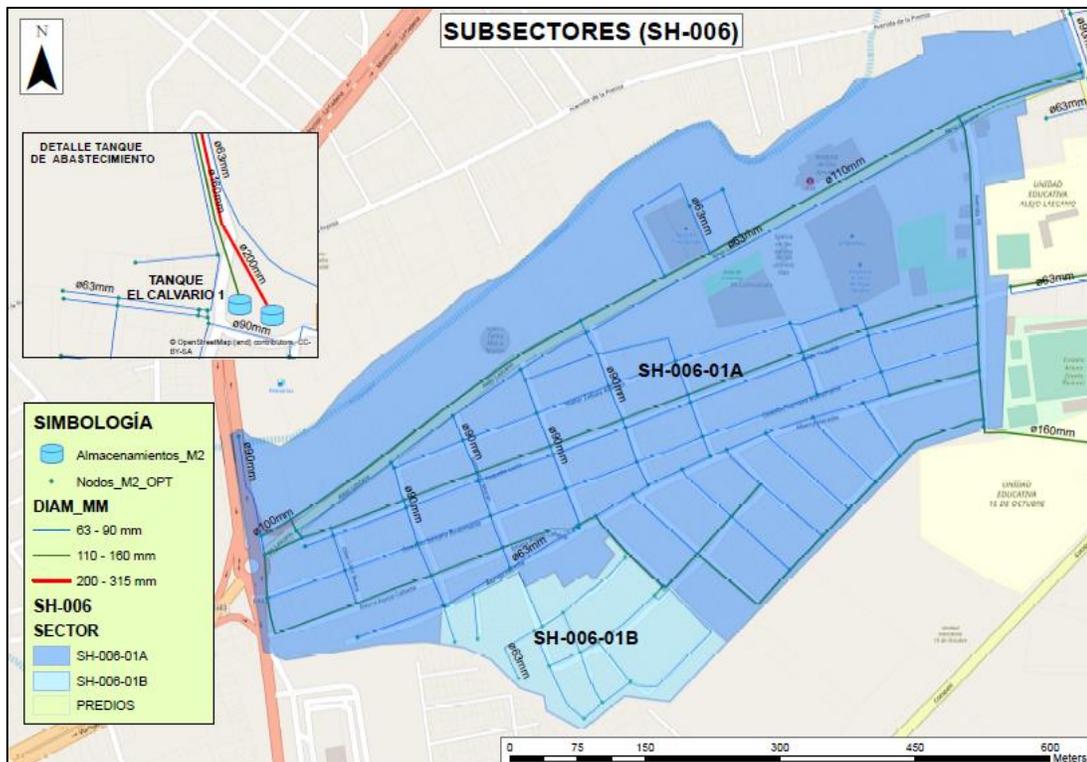


Figura 19 Plano de la red de distribución del circuito No. 6 obtenido del ShapeFile depurado

Tabla 6 Longitud y diámetro de tuberías en circuitos No. 4 y No. 6

Circuito hidráulico	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)
No. 4	63	12,202	18,712
	90	1,068	
	110	4.386	
	160	1,056	
No. 6	63	4,043	8,306
	90	799	
	110	3,464	

El modelo hidráulico del sistema de distribución de agua potable de los circuitos No. 4 y No. 6 fue obtenido a partir de los archivos SHP tipo Línea mostrados anteriormente. Utilizando el ejecutable LectorSHP v1.1 (Martínez, 1994) se obtuvo el archivo INP (“archivo de entrada” o “modelo de datos”) de EPANET.

El modelo hidráulico está compuesto por 304 nudos y 453 líneas (tuberías) y 3 embalses; estos últimos representan los dos reservorios que abastecen al circuito No. 4 (800 m³ y 100 m³) y un reservorio (800 m³) que abastece al circuito No. 6.

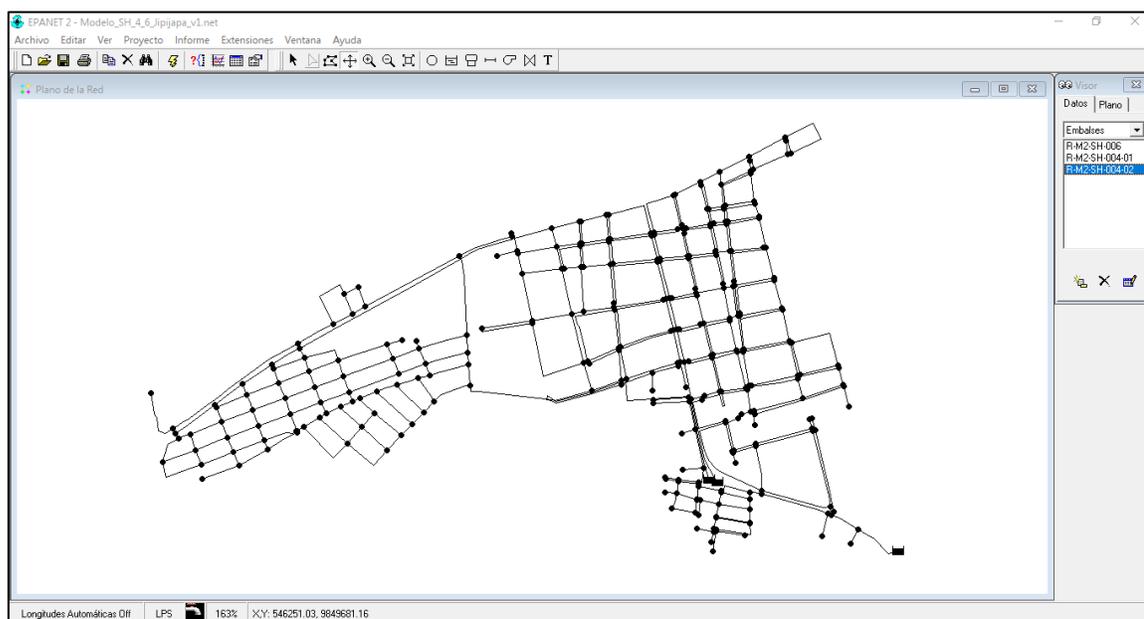


Figura 20 Modelo hidráulico (en EPANET) de la red de distribución de los circuitos No. 4 y No. 6

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra una vista general del modelo hidráulico de los sistemas de distribución de agua potable de los circuitos hidráulicos No. 4 y No. 6. En la sección ANEXOS se incluye la información contenida en el archivo INP de este modelo hidráulico.

Las cotas de terreno fueron extraídas a partir de la información topográfica del modelo digital del terreno desarrollado por el SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE TIERRAS RURALES E INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA (SIGTIERRAS).

El circuito No. 4 se abastece a través de 2 tanques de 800 m³ y 100 m³ ubicados a en las cotas 332.17 msnm y 382.08 msnm. El circuito No.6 se abastece desde un tanque de 800 m³ ubicado en la cota 331.38 msnm.

4.1.2 Cálculo de la demanda base y carga del modelo hidráulico de los circuitos

No. 4 y No. 6

Para determinar la demanda base de los nudos del modelo se realizaron dos cálculos. El primer cálculo corresponde a la estimación de la población para la situación actual de análisis (año 2022); y el segundo cálculo, al cálculo del caudal de diseño a partir de su respectiva dotación.

4.1.2.1 Estimación de la población

La estimación de la población se realizó partiendo de la información poblacional correspondiente al Censo del año 2010 para los polígonos censales definidos en un archivo GIS elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Existen 17 polígonos censales relacionados espacialmente con los límites de los circuitos No. 4 y No. 6; sin embargo, es necesario mencionar que varios de ellos no coinciden de manera precisa (ver Figura 21). La suma de los habitantes al año 2010 dentro de dichos polígonos

censales suma un total de 8,898. En el ANEXO 1 se presenta una tabla donde se detalla el número de habitantes de los polígonos censales correspondiente a los circuitos hidráulicos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa.

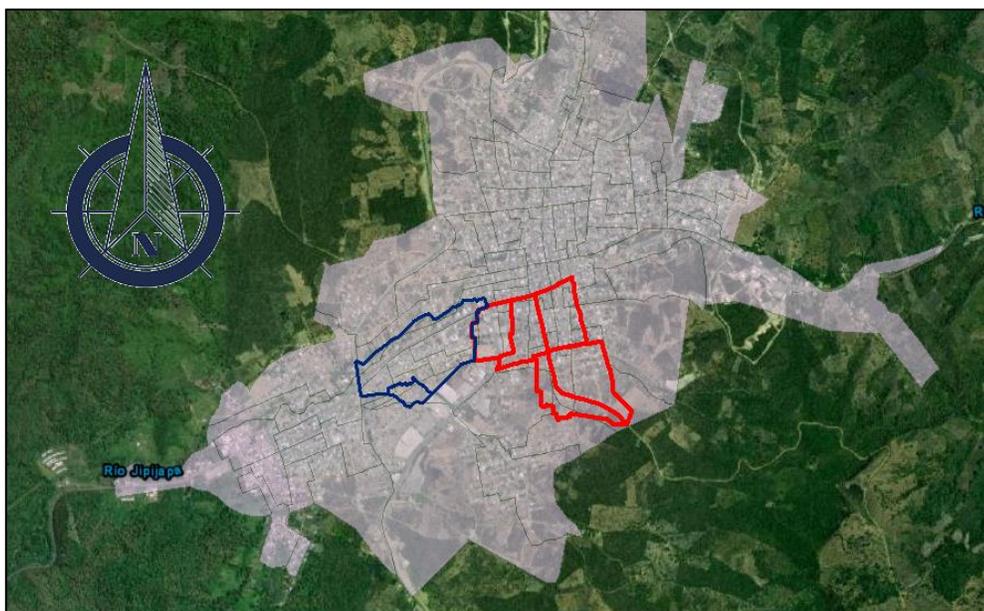


Figura 21 Polígonos Censales del censo 2010 realizado por el INEC para el cantón Jipijapa

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censo proporciona los datos mostrados en la Tabla 7 como proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, para el cantón Jipijapa para el periodo entre los años 2010 y 2020. Tomando el promedio de la tasa de crecimiento poblacional estimada por el INEC para los últimos 5 años tenemos el valor de 0.14%; el cual ha sido utilizado para extrapolar la población al año 2022.

Tabla 7 Proyección de población (según INEC) para el cantón Jipijapa, para el periodo 2010-2020

Año	Población	Tasa
2010	73,951	
2011	74,182	0.31%
2012	74,378	0.29%
2013	74,540	0.26%
2014	74,665	0.24%
2015	74,754	0.22%
2016	74,804	0.19%
2017	74,819	0.17%
2018	74,797	0.14%
2019	74,739	0.12%

2020	74,645	0.09%
------	--------	-------

Con los datos de partida correspondientes a población inicial al año 2010 (8,898 habitantes), tasa de crecimiento interanual (0.14%) y un periodo de tiempo de t (expresado en años) se ha calculado la población por el método geométrico para los años 2022, 2032 y 2042, resultados que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Estimación poblacional de la ciudadela El Recreo, cantón Durán

Año	r_geom.	Población estimada
2010	-	-
2011	0.31%	8,898
2012	0.29%	8,926
2013	0.26%	8,952
2014	0.24%	8,975
2015	0.22%	8,997
2016	0.19%	9,016
2017	0.17%	9,034
2018	0.14%	9,049
2019	0.12%	9,061
2020	0.09%	9,072
2022	0.14%	9,106
2032	0.14%	9,234
2042	0.14%	9,364

4.1.2.2 Cálculo del caudal medio anual diario

El tamaño de la población de la ciudadela El Recreo del cantón Jipijapa es superior a 50,000 habitantes, por lo que siguiendo la sugerencia de dotaciones especificadas por

(SENAGUA, 1992) en su acápite 4.1.4, se utilizó como dotación un valor de 230 l/hab/día (ver Tabla 9).

Tabla 9 Dotaciones recomendadas por SENAGUA

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Respecto a la demanda base total, equivalente para nuestro caso al consumo medio anual diario (SENAGUA, 1992) especifica que se debe calcular mediante la Ecuación 13; donde Q_{med} es el consumo medio anual diario (en m³/s), q es la dotación tomada de la Tabla 9 en l/hab/día, N es el número de habitantes.

$Q_{med} = q \frac{N}{(1000 \times 86400)}$	Ecuación 14
---	-------------

Es así que el caudal medio anual diario para los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa es de 24,24 l/s para el año 2022, 24.58 l/s para el año 2032, y 24.92 l/s para el año 2042. Estos valores son muy próximos entre sí, variando en menos del 5% entre los años 2022 y 2042, debido a la baja tasa de crecimiento anual utilizada para la proyección de la población.

Tabla 10 Proyección de población y demanda base para circuitos No. 4 y No. 6

Año	Población	Dotación (l/hab/día)	Demanda base (l/s)
2022	9,106	230	24.24

2032	9,234	230	24.58
2042	9,364	230	24.92

4.1.2.3 Carga de la demanda base en el modelo hidráulico

De los 304 nudos existentes en el modelo hidráulico se seleccionaron 279 como nudos de consumo, a los cuales se les ha sido asignada la demanda base para representar los consumos de los habitantes de los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable, para el año 2042. Por lo tanto, al dividir la demanda base total de 24.92 para 279 nudos se tiene un valor de demanda base individual (para cada nudo) de 0.089319 l/s.

```

EpaE64D.tmp: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
[TITLE]
Scenario: QMH 2021
Date: 18/12/2022 22:42:34

[JUNCTIONS]
;ID          Elev          Demand          Pattern
NM2-SH-004-001  300.09      0.089319
NM2-SH-004-002  288.96      0.089319
NM2-SH-004-003  289.22      0.089319
NM2-SH-004-004  283.02      0.089319
NM2-SH-004-005  282.96      0.089319
NM2-SH-004-006  291.07      0.089319
NM2-SH-004-007  291.45      0.089319
NM2-SH-004-008  298.4       0
NM2-SH-004-009  298.26      0.089319
NM2-SH-004-010  283.79      0.089319
NM2-SH-004-011  284.05      0.089319
NM2-SH-004-012  294.37      0.089319
NM2-SH-004-013  293.73      0.089319
NM2-SH-004-014  291.14      0.089319
NM2-SH-004-015  294.73      0.089319
NM2-SH-004-016  300         0.089319
NM2-SH-004-017  299.68      0.089319
NM2-SH-004-018  294.93      0.089319
NM2-SH-004-019  295.87      0.089319
NM2-SH-004-020  287.38      0.089319
NM2-SH-004-021  286.99      0.089319
NM2-SH-004-022  291.2       0.089319
NM2-SH-004-023  289.93      0.089319
NM2-SH-004-024  288.67      0.089319

```

Línea 1, columna 1 100% Windows (CRLF) UTF-8

Figura 22 Modelo de datos con demanda base asignada en nudos de consumo

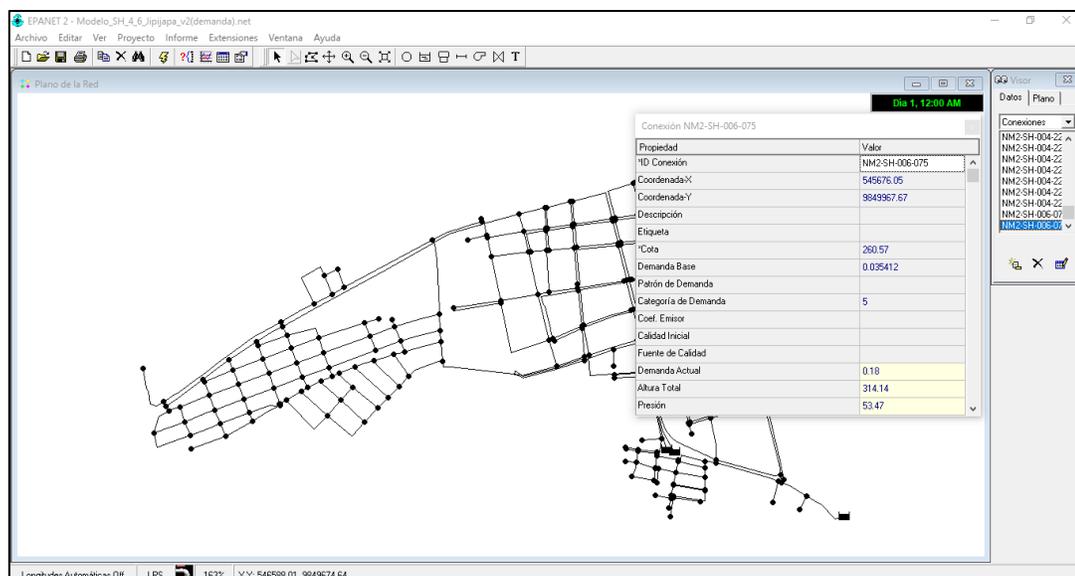


Figura 23 Asignación de demanda base en el nudo NM2-SH-006-075

4.1.3 Carga de fugas en el modelo hidráulico

4.1.3.1 Estimación del caudal de fugas

En el trabajo de titulación “Propuesta de cálculo de balance hídrico de sistemas de abastecimiento de agua potable incorporando un enfoque BOTTOM UP de pérdidas reales de una red de distribución de agua potable con intermitencia del servicio en el cantón Jipijapa” el autor (Rodríguez, 2020) realiza la estimación del Índice de Agua No Contabilizada en aproximadamente 81% para el subcircuito No. 6.1 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa.

Este valor es calculado a partir de la Ecuación 8, para lo cual previamente calculó el volumen suministrado en 36,634 m³ durante el mes de junio del 2021, y el volumen contabilizado en 7,016 m³ para el mismo periodo; siendo 29,618 m³ el volumen de pérdidas relacionados con caudales incontrolados debidos a fugas.

Tabla 11 Cálculo de %ANC para el sector 6.1

Componente del balance	Valor
Volumen suministrado (m3)	36,634
Consumo mensual (m3)	7,016
Volumen de Agua No Contabilizada (m3)	29,618
IANC	80.85%

Con esta información disponible es posible estimar el caudal suministrado (Q_s) y el caudal de fugas (Q_F) de los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa; para el año 2042 con la demanda base calculada en el acápite anterior, utilizando la Ecuación 9 y la Ecuación 8 respectivamente.

$$Q_s = \frac{Q_c}{(1 - IANC)} = \frac{24.92 \text{ l/s}}{(1 - 81\%)} = 131.16 \text{ l/s}$$

$$Q_F = Q_s - Q_c = 131.16 \text{ l/s} - 24.92 \text{ l/s} = 106.24 \text{ l/s}$$

4.1.3.2 Cálculo y carga de emisores de fugas

De manera inicial se realiza el cálculo del emisor global de fugas utilizando la Ecuación 10, donde el caudal de fugas Q_F corresponde a 106.24 l/s calculado, y la presión promedio de la red de distribución \bar{P} es obtenido en el modelo hidráulico con la demanda base asignada a los nudos (ver Figura 24).

La presión promedio de la red de distribución se obtiene calculando el valor promedio de las presiones en los nudos obtenido a través de una consulta de Tabla (Figura 25). El valor calculado de la forma antes descrita es de 49.6 mca.

Es así que el valor del emisor global de fugas calculado con 106.24 l/s, presión promedio de 49.6 mca, y un exponente de fugas teórico de 0.5; resulta en el valor de 15.09 l/s/mca^{0.5}. Este valor dividido para los 304 nudos existentes en el modelo hidráulico permite calcular el emisor de fugas de cada nudo en 0.04964 l/s/mca^{0.5}.

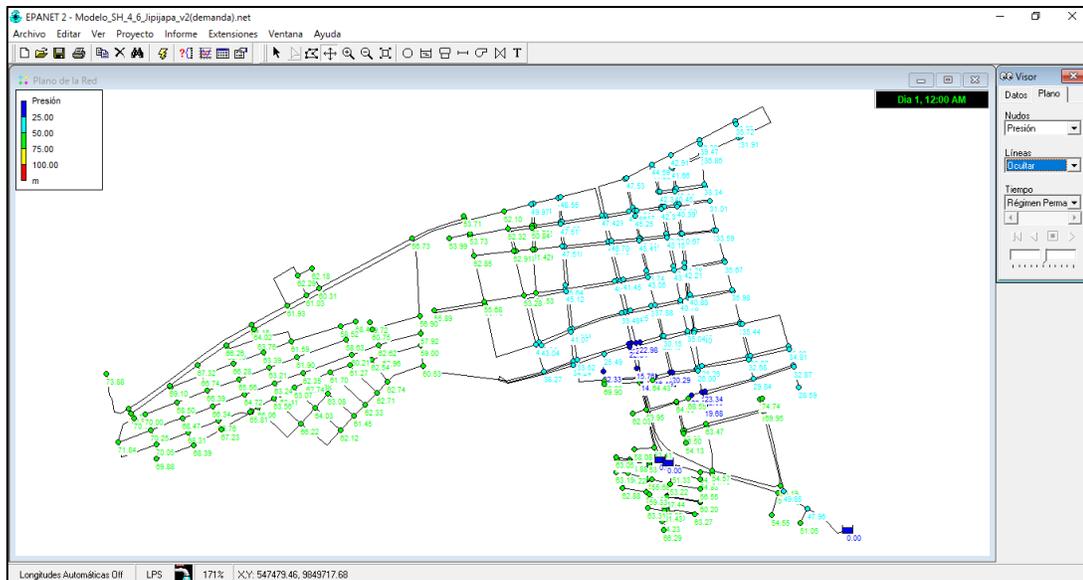


Figura 24 Presiones simuladas en el modelo hidráulico con la demanda base cargada en nudos

ID Nudo	Demanda LPS	Presión m
Conexión NM2-SH-004-001	0.09	31.52
Conexión NM2-SH-004-002	0.09	42.63
Conexión NM2-SH-004-003	0.09	42.37
Conexión NM2-SH-004-004	0.09	48.49
Conexión NM2-SH-004-005	0.09	48.55
Conexión NM2-SH-004-006	0.09	40.52
Conexión NM2-SH-004-007	0.09	40.14
Conexión NM2-SH-004-008	0.00	33.20
Conexión NM2-SH-004-009	0.09	33.34
Conexión NM2-SH-004-010	0.09	47.79
Conexión NM2-SH-004-011	0.09	47.53
Conexión NM2-SH-004-012	0.09	37.22
Conexión NM2-SH-004-013	0.09	37.86
Conexión NM2-SH-004-014	0.09	40.45

Figura 25 Consulta de Tabla con demanda base y presión (incremento) para los nudos del modelo

4.2 Dimensionamiento de elementos para reducción de presiones

4.2.1 Determinación de caudales y presiones

Un vez que se dispone de un modelo hidráulico con la demanda base y fugas asignadas en los nudos es posible simular el comportamiento de la red de distribución de agua potable de los circuitos No. 4 y No. 6 para dos escenarios: i) instante de consumo máximo horario, ii) instante de caudal mínimo nocturno.

Para el circuito No. 6 se ha identificado el nudo NM2-SH-006-66 como el punto de inyección a la red de distribución de agua potable, el cual recibe agua de la tubería TM2-SH-006-119 de diámetro nominal 160mm, que a su vez trasega agua desde uno de los tanques de 800 m³ ubicado en el sitio denominado El Calvario. El punto más desfavorable de la red de distribución del circuito No. 6 es el NM2-SH-006-001, ubicado en la cota 276.9 msnm.

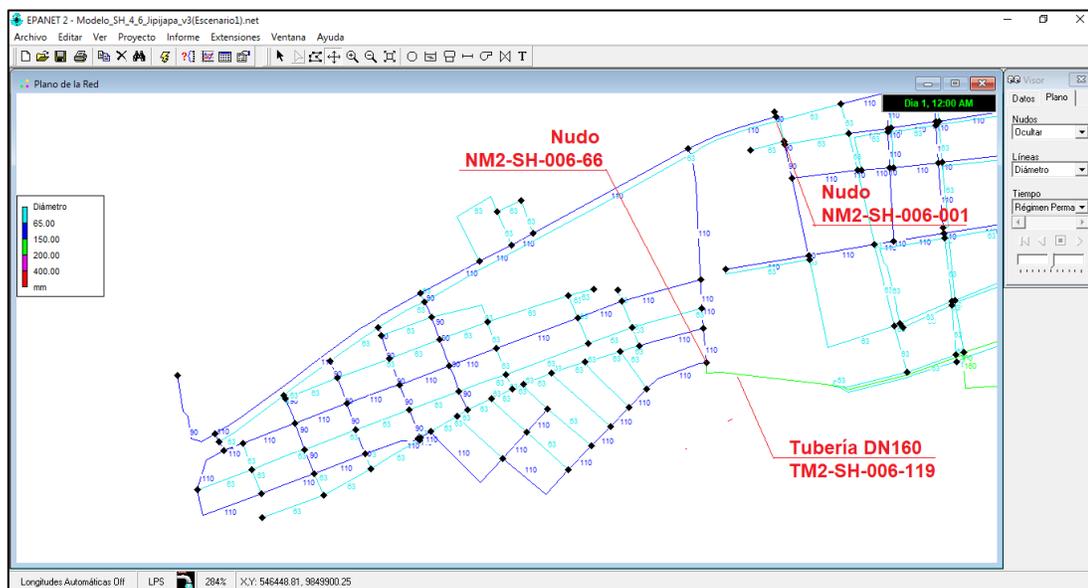


Figura 26 Nudo de ingreso a red de distribución del circuito No. 6

Para el caso del circuito No. 4 se debe precisar que está dividido en dos subsectores: subsector No. 4-1 abastecido desde un tanque de 800 m³ ubicado en sitio

llamado El Calvario, y el subsector No. 4-2 abastecido desde un tanque de 100 m³ ubicado en la Vía a la Mona.

Para el subcircuito No. 4-1 se ha identificado al nudo NM2-SH-004-170 como aquel que representa el punto en el cual la tubería TM2-SH-004-334 de diámetro nominal 200mm entrega agua para ser distribuida a la red. Sin embargo, es la tubería TM2-SH-004-101 (de 160mm de diámetro) la que divide en dos zonas el subcircuito No. 4-1 para conformar una zona de red delimitada y abastecida desde una única tubería; de tal forma que resulta factible implementar una zona de presión, y cuyo nudo aguas arriba es el NM2-SH-004-158. El punto más desfavorable de esta sección de la red de distribución es el NM2-SH-004-173, ubicado en la cota 309.5 msnm.

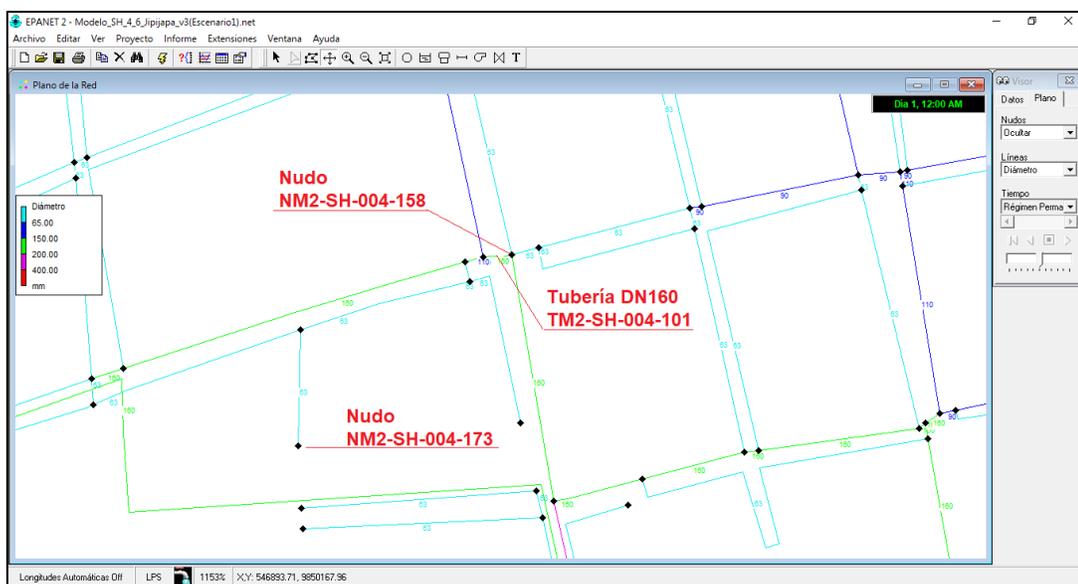


Figura 27 Nudo de ingreso y crítico de la zona de presión delimitada del subcircuito No. 4-1

El caudal que ingresa al subcircuito No. 4-2 desde el tanque de 100 m³ lo hace a través de las tuberías TM2-SH-004-301 y TM2-SH-004-232, ambas de 110mm de diámetro. En este caso el nudo NM2-SH-004-204 puede ser considerado como punto de

ingreso a la red de distribución, es decir, el punto donde la tubería TM2-SH-004-232, de diámetro nominal 110mm, entrega agua para consumo de los clientes.

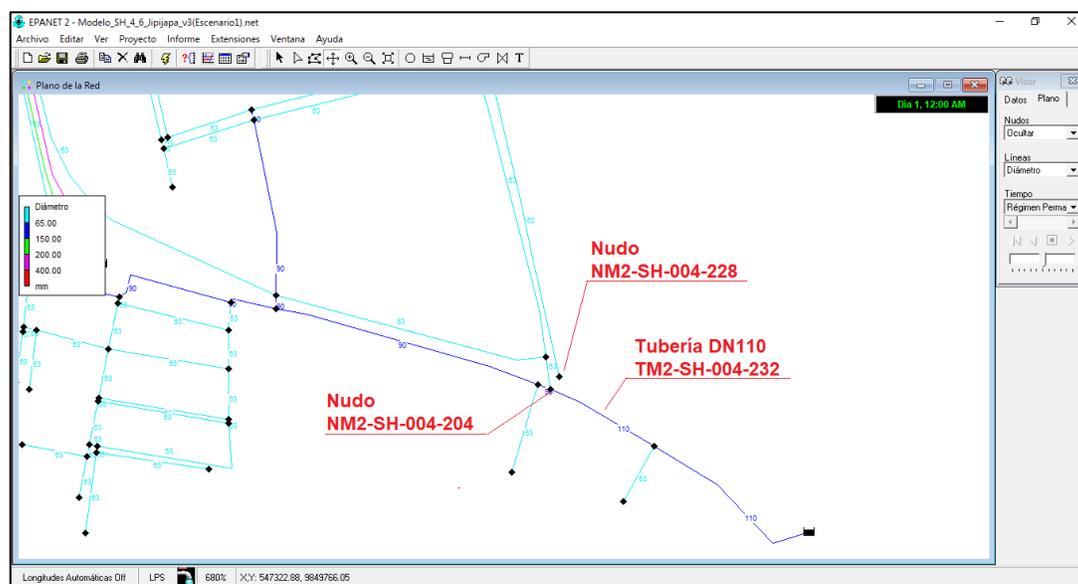


Figura 28 Nudo de ingreso a subcircuito No. 4-2

4.2.1.1 Escenario 1: Máximo consumo horario

Para el escenario de consumo máximo horario se utiliza un coeficiente 2.1, mismo que es el valor promedio entre los dos valores indicados en el ítem 4.1.5 Variaciones de Consumo de la NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES (SENAGUA, 1992)

Para obtener los caudales y presiones para este primer escenario la demanda base total (equivalente al concepto de caudal medio anual diario) de 24.92 l/s cargada en los nudos del modelo ha sido multiplicada por el factor de mayoración definida en la ventana de Opciones Hidráulicas del modelo hidráulico.

Opciones de Hidráulica	
Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	D-W
Peso Específico	0.998
Viscosidad Relativa	0.982157861
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Sistema no equilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1
Factor de Demanda	2.1
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

Figura 29 Definición del Factor de Demanda para el Escenario 1

Como resultado de la simulación de este escenario se obtienen presiones estáticas en los nudos del modelo entre 11.4 mca y 59.8 mca. La Figura 30 corresponde a un gráfico de contorno de presiones en intervalos de 10.0 mca, y en el cual se identifica que la totalidad de la red de distribución del circuito No. 6 tiene presiones simuladas sobre los 40.0 mca, al igual que una gran parte de la subdivisión de la red del subcircuito No. 4-1 que fue identificado previamente como una posible zona de presión. La fracción restante de la red de distribución del subcircuito No. 4-1 tiene presiones simuladas entre 20.0 mca y 40.0 mca; al igual que la totalidad de la red de distribución del subcircuito No. 4-2.

La Tabla 12 detalla los valores de presión y caudal simulados (para el instante de máximo consumo horario) y que ocurren para los nudos y tuberías de interés para una posible implementación de reducción de presiones en los circuitos No. 4 y No. 6.

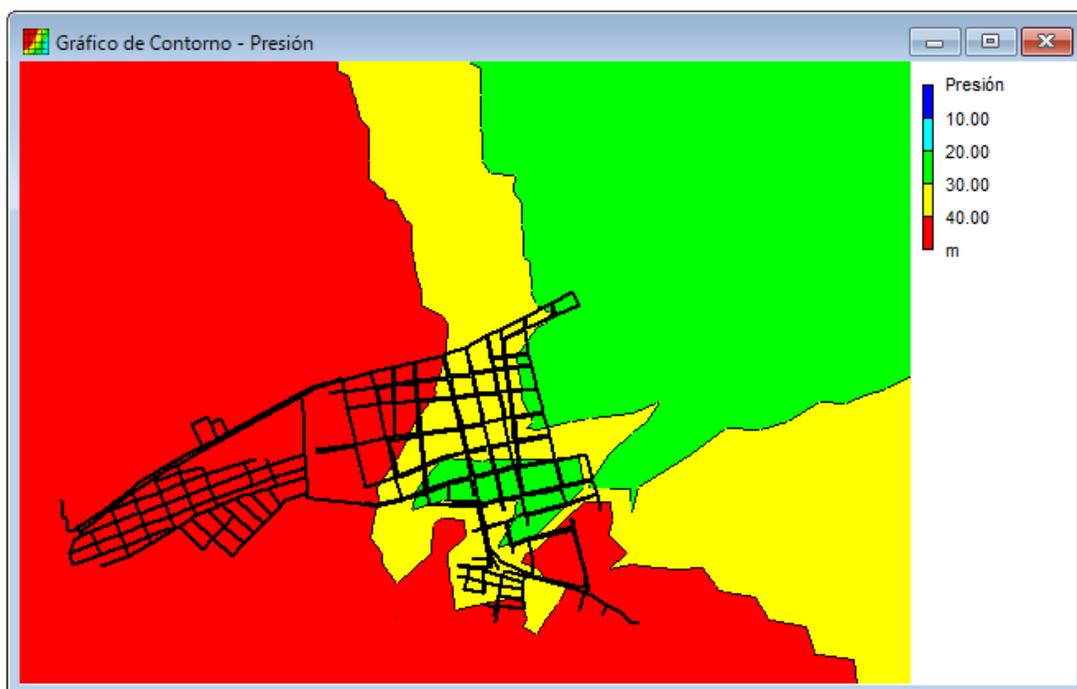


Figura 30 Mapa de contorno de presiones para el Escenario 1

Tabla 12 Caudales y presiones en nudos y tuberías de interés, instante de caudal máximo horario

Circuito	Elemento	Parámetro	Valor	Unidad
No. 6	Nudo	Presión	46.32	mca
	Tubería	Caudal	38.89	l/s
	Nudo crítico	Presión	35.21	mca
No. 4-1	Nudo	Presión	17.71	mca
	Tubería	Caudal	25.51	l/s
	Nudo crítico	Presión	16.45	mca
No. 4-2	Nudo	Presión	38.49	mca
	Tubería	Caudal	28.62	l/s
	Nudo crítico	Presión	27.27	mca

4.2.1.2 Escenario 2: Caudal mínimo nocturno

Para el escenario de caudal mínimo nocturno se utiliza un coeficiente de 0.40, mismo que fue referenciado en el ítem 3.2.1 según (Wallace, 1987). Para obtener los caudales y presiones para este segundo escenario la demanda base total (equivalente al concepto de caudal medio anual diario) de 24.92 l/s cargada en los nudos del modelo ha

sido multiplicada por el factor de mayoración definida en la ventana de Opciones Hidráulicas del modelo hidráulico.

Opciones de Hidráulica	
Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	D-W
Peso Específico	0.998
Viscosidad Relativa	0.982157861
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Sistema no equilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1
Factor de Demanda	0.40
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

Figura 31 Definición del Factor de Demanda para el Escenario 2

Como resultado de la simulación de este escenario se obtienen presiones estáticas en los nudos del modelo entre 12.0 mca y 62.3 mca. La Figura 32 corresponde a un gráfico de contorno de presiones en intervalos de 10.0 mca, y en el cual se identifica que las condiciones de operación de la red de distribución de ambos circuitos son muy similar a la obtenida para el escenario 1.

La Tabla 13 detalla los valores de presión y caudal simulados (para el instante de máximo consumo horario) y que ocurren para los nudos y tuberías de interés para una posible implementación de reducción de presiones en los circuitos No. 4 y No. 6.



Figura 32 Mapa de contorno de presiones para el Escenario 2

Tabla 13 Caudales y presiones en nudos y tuberías de interés, instante de caudal mínimo nocturno

Circuito	Elemento	Parámetro	Valor	Unidad
No. 6	Nudo	Presión	52.08	mca
	Tubería	Caudal	29.64	l/s
	Nudo crítico	Presión	42.64	mca
No. 4-1	Nudo	Presión	20.30	mca
	Tubería	Caudal	18.41	l/s
	Nudo crítico	Presión	19.24	mca
No. 4-2	Nudo	Presión	43.04	mca
	Tubería	Caudal	22.53	l/s
	Nudo crítico	Presión	35.51	mca

4.2.2 Cálculo del diámetro según Kv requerido

4.2.2.1 Cálculo del Coeficiente de Caudal Requerido (K_{vs})

Tal como se mencionó en el apartado 3.2.2. el dimensionamiento de las válvulas reductoras de presión en este trabajo de titulación está basado en el uso del Coeficiente de Caudal Requerido (K_{vs}) a partir de los siguientes datos de servicio de la red: i) caudal, ii) presión de entrada P_1 , iii) presión de salida de la válvula P_2 , según la Ecuación 13.

Las tablas mostradas a continuación resumen los resultados de cálculo del Coeficiente de Caudal Requerido para los circuitos No. 6, No. 4-1 y No. 4-2, tanto para el escenario de caudal máximo horario como el escenario de caudal mínimo nocturno.

El nudo crítico del circuito No. 6 tiene como presión simulada el valor de 35.21 mca para el instante de caudal máximo horario (CMH) y 42.64 mca para el instante de caudal mínimo nocturno (CMN). Con base a estos valores es posible definir una capacidad de reducción de presión estática de al menos 20.0 mca en la válvula reductora de presión; con lo cual se aseguraría tener al menos 10.0 mca en horario de máxima demanda.

Tabla 14 Cálculo de Coeficiente de Caudal Requerido para VRP del circuito No. 6

Parámetro	Unidad	Valor para CMH	Valor para CMN
Caudal	l/s	38.9	29.4
Presión entrada	bar	4.6	5.2
ΔP	bar	2.0	2.6
Presión Salida	bar	2.6	2.6
Coeficiente de caudal requerido (K_{vs})	l/s/bar ^{0.5}	27.5	18.2
Coeficiente de caudal requerido mayorado 30%	l/s/bar ^{0.5}	35.8	23.7

Para la subdivisión de red del subcircuito No. 4-1 el nudo crítico tiene presiones de 16.46 mca y 19.24 mca para los escenarios de caudal máximo horario (CMH) y caudal mínimo nocturno (CMN), respectivamente. Por lo tanto, su potencial de reducción de presión para el instante de CMH es apenas cercano a 0.6 mca; valor que permitiría mantener una presión por encima de 10.0 mca en el nudo crítico.

Tabla 15 Cálculo de Coeficiente de Caudal Requerido para VRP del circuito No. 4-1

Parámetro	Unidad	Valor para CMH	Valor para CMN
Caudal	l/s	25.5	18.2
Presión entrada	bar	1.8	2.0
ΔP	bar	0.6	0.8
Presión Salida	bar	1.2	1.2
Coeficiente de caudal requerido (K_{vs})	l/s/bar ^{0.5}	32.9	20.3
Coeficiente de caudal requerido mayorado 30%	l/s/bar ^{0.5}	42.8	26.5

Finalmente, para el caso del subcircuito No. 4-2, el nudo crítico tiene presiones de 27.3 mca y 35.5 mca para los escenarios de caudal máximo horario (CMH) y caudal mínimo nocturno (CMN), respectivamente. Por lo tanto, su potencial de reducción de presión para el instante de CMH es aproximadamente 17.0 mca.

Tabla 16 Cálculo de Coeficiente de Caudal Requerido para VRP del circuito No. 4-2

Parámetro	Unidad	Valor para CMH	Valor para CMN
Caudal	l/s	28.6	22.5
Presión entrada	bar	3.8	4.3
ΔP	bar	1.7	2.2
Presión Salida	bar	2.1	2.1
Coeficiente de caudal requerido (K_{vs})	l/s/bar ^{0.5}	21.9	15.2
Coeficiente de caudal requerido mayorado 30%	l/s/bar ^{0.5}	28.5	19.7

4.2.2.2 Selección del diámetro comercial de las válvulas reductoras de presión

Para la selección del diámetro comercial de las válvulas reductoras de presión se seleccionaron válvulas tipo globo de los modelos 106PG y 206PG de la marca Singer Valve, las cuales se corresponden con válvulas de paso total y paso reducido respectivamente. La Tabla 17 contienen los valores de Coeficiente de Caudal (K_v) proporcionados por el fabricante para ambos modelos de válvula en su catálogo de productos.

Tabla 17 Valores de K_v para válvulas tipo globo marca Singer

Diámetro (mm)	K_v (l/s/bar^{0.5}) Modelo 106PG	K_v (l/s/bar^{0.5}) Modelo 206 PG
50	13	-
65	19	-
80	26	14
100	47	36
150	110	60
200	190	120

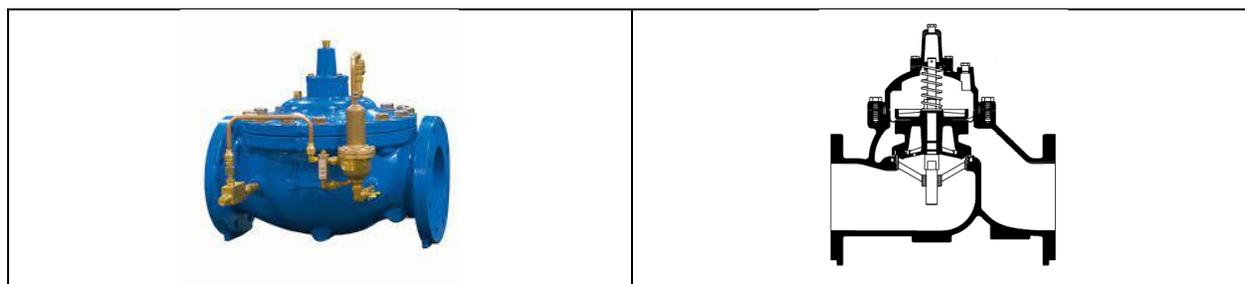


Figura 33 Válvula tipo globo de paso total. Marca Singer Valve, modelo 106 PG

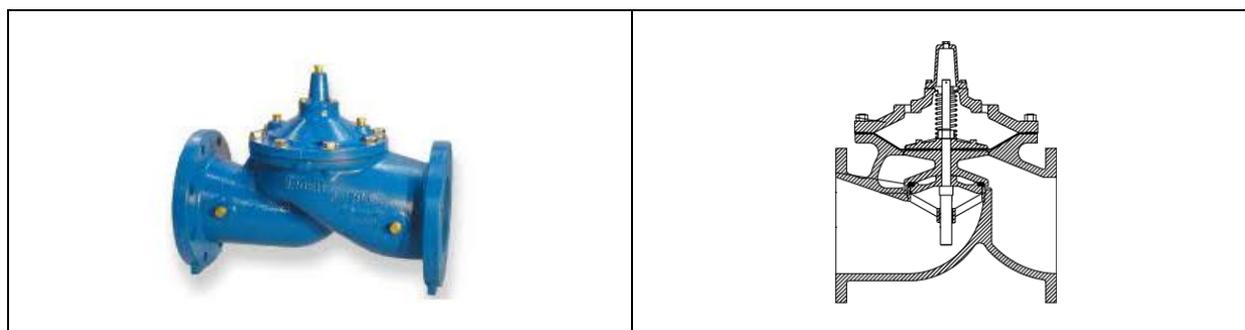


Figura 34 Válvula tipo globo de paso reducido. Marca Singer Valve, modelo 206 PG

A continuación, se presenta la Tabla 18 y la Tabla 19 con los valores de Coeficiente de Caudal requerido (K_{vs}) y Coeficiente de Caudal (K_v) respectivo para cada tipo de válvula y diámetro seleccionado. De manera complementaria se presenta el porcentaje de apertura calculado para cada válvula y escenario de funcionamiento, es decir, caudal máximo horario (CMH) y caudal mínimo nocturno (CMN). El cálculo del porcentaje de apertura ha sido calculado como el ratio entre K_{vs} y K_v ; parámetro a partir del cual se han seleccionado las válvulas de paso total para todos los casos.

Tabla 18 Selección de válvulas tipo globo paso total Singer Valve modelo 106 PG

Circuito	Diámetro (mm)	K_v	Caudal máximo horario (CMH)		Caudal mínimo nocturno (CMN)	
			K_{vs}	% apertura	K_{vs}	% apertura
No. 6	100	47	35.8	74.0%	23.7	49.6%
No. 4-1	150	110	42.8	38.9%	26.5	24.1%
No. 4-2	100	47	28.5	60.6%	19.7	41.9%

Tabla 19 Selección de válvulas tipo globo paso reducido Singer Valve modelo 206 PG

Circuito	Diámetro (mm)	K_v	Caudal máximo horario (CMH)		Caudal mínimo nocturno (CMN)	
			K_{vs}	% apertura	K_{vs}	% apertura
No. 6	100	36	35.8	96.9%	23.7	64.7%
No. 4-1	150	60	42.8	71.3%	26.5	44.2%
No. 4-2	100	36	28.5	79.2%	19.7	54.7%

4.2.2.3 Comprobación por cavitación

En el capítulo II se describió la metodología a ser aplicada en este trabajo de titulación. De manera específica, para comprobar si las válvulas reductoras de presión seleccionadas cavitación se utiliza la Figura 15, en la cual se determinará gráficamente la zona de cavitación donde trabajará la válvula reductora.

La válvula reductora de presión seleccionada para el circuito No. 6 corresponde a una válvula DN100 tipo paso total (Singer Valve modelo 106 PG). La Tabla 20 resume los valores de velocidad a través de la válvula seleccionada para los instantes de CMH y CMN, así como sus respectivas presiones aguas arriba y aguas abajo. Estas últimas han sido graficadas sobre la Figura 35, en la cual es posible observar que los puntos de intersección de las presiones están en zona libre de cavitación.

Tabla 20 Parámetros para comprobación gráfica de cavitación de VRP, circuito No. 6

Escenario	Caudal (l/s)	Area (m ²)	Velocidad (m/s)	P1 (kg/cm ²)	P2 (kg/cm ²)
CMH	38.9	0.007854	4.95	4.6	2.6
CMN	29.6	0.007854	3.77	5.2	2.6

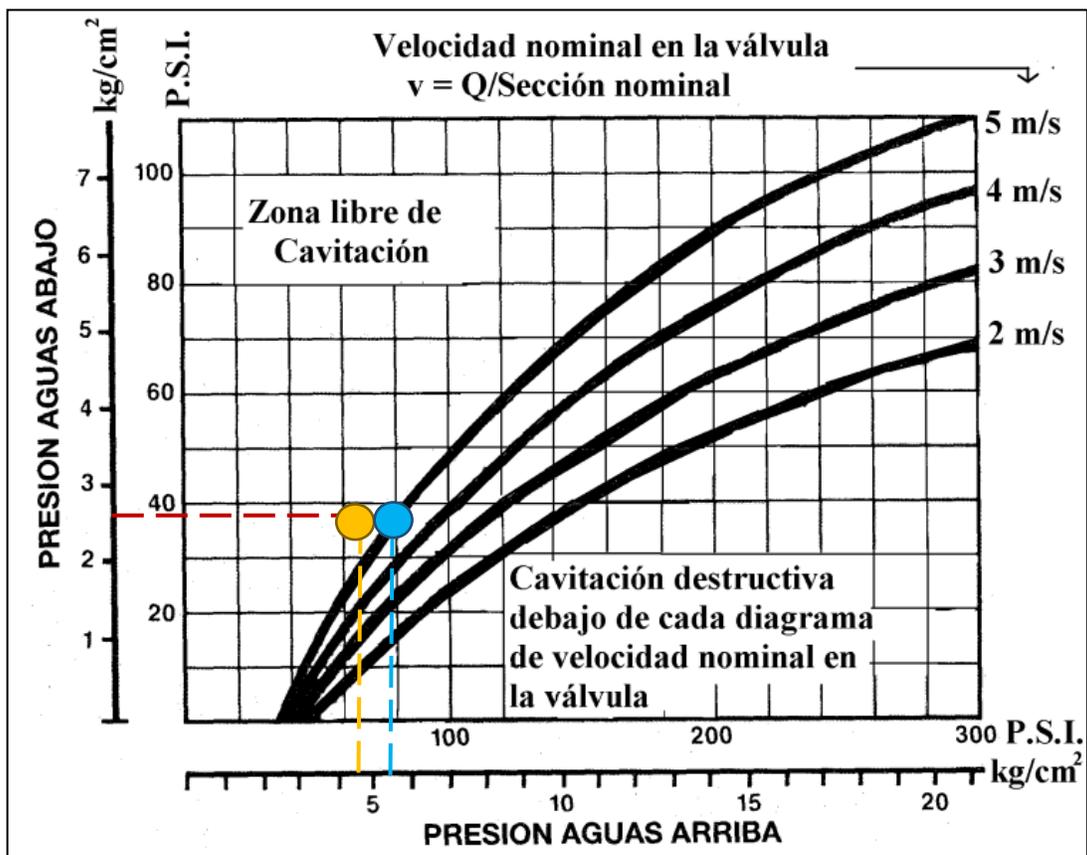


Figura 35 Zonas de cavitación en válvula del circuito No. 6

La válvula reductora de presión seleccionada para el circuito No. 4.1 corresponde a una válvula DN150 tipo paso total (Singer Valve modelo 106 PG). La Tabla 21 resume los valores de velocidad a través de la válvula seleccionada para los instantes de CMH y CMN, así como sus respectivas presiones aguas arriba y aguas abajo. Estas últimas han sido graficadas sobre la Figura 36, en la cual es posible observar que los puntos de intersección de las presiones están en zona libre de cavitación.

Tabla 21 Parámetros para comprobación gráfica de cavitación de VRP, circuito No. 4.1

Escenario	Caudal (l/s)	Area (m ²)	Velocidad (m/s)	P1 (kg/cm ²)	P2 (kg/cm ²)
CMH	25.5	0.01767	1.44	1.8	1.2
CMN	15.2	0.01767	0.86	2.0	1.2

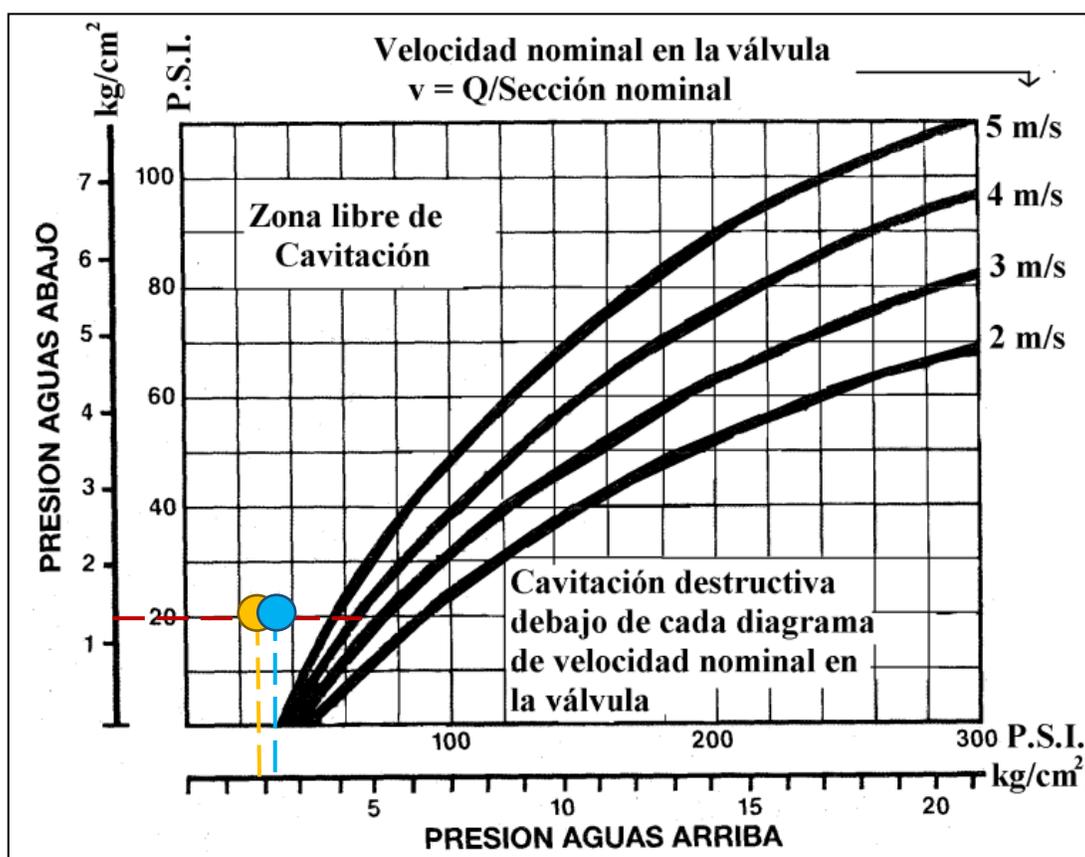


Figura 36 Zonas de cavitación en válvula del circuito No. 4-1

La válvula reductora de presión seleccionada para el circuito No. 4.2 corresponde a una válvula DN100 tipo paso total (Singer Valve modelo 106 PG). La Tabla 22 resume los valores de velocidad a través de la válvula seleccionada para los instantes de CMH y CMN, así como sus respectivas presiones aguas arriba y aguas abajo. Estas últimas han sido graficadas sobre la Figura 37, en la cual es posible observar que los puntos de intersección de las presiones están en zona libre de cavitación.

Tabla 22 Parámetros para comprobación gráfica de cavitación de VRP, circuito No. 4.2

Escenario	Caudal (l/s)	Area (m ²)	Velocidad (m/s)	P1 (kg/cm ²)	P2 (kg/cm ²)
CMH	28.6	0.007854	3.64	3.8	2.1
CMN	22.5	0.007854	2.86	4.3	2.1

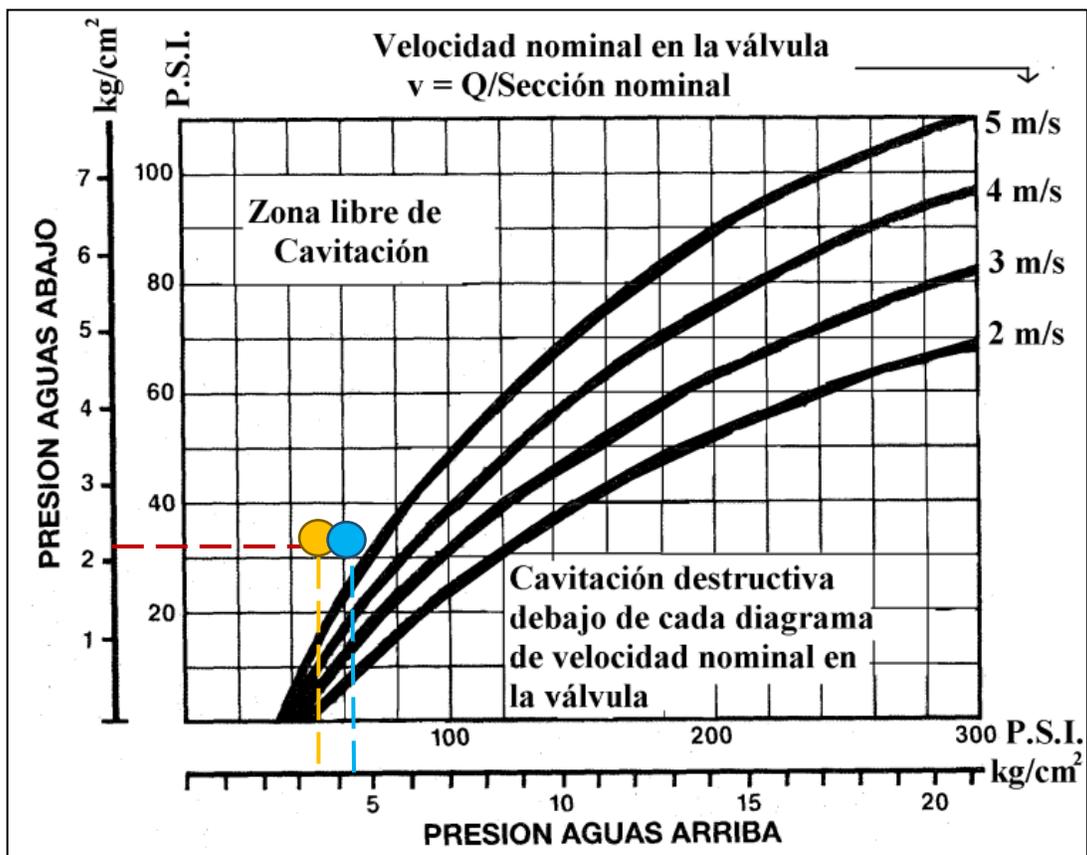


Figura 37 Zonas de cavitación en válvula del circuito No. 4-2

4.2.3 Simulación de funcionamiento de VRPs en el modelo hidráulico

4.2.3.1 Simulación de la VRP en el circuito No. 6

La instalación de la válvula reductora de presión DN100 en la tubería TM2-SH-006-119 de 160mm de diámetro, con una presión de tarado de 26.0 mca; permite obtener en el punto crítico valores de presiones de 16.1 mca y 17.7 mca para los instantes de CMH y CMN. Debido a que estas presiones están por encima de la presión mínima, definida en el literal 3.3; se ensayó en el modelo hidráulico una nueva presión de tarado.

Siendo 20.0 mca la nueva presión de salida de la VRP DN100, se obtuvo en el punto crítico presiones de 10.5 mca y 11.9 mca para los instantes de CMH y CMN, respectivamente. La Tabla 23 muestra el cálculo del nuevo valor de K_{vs} para las nuevas condiciones de operación de la válvula.

Tabla 23 Cálculo de Coeficiente de Caudal Requerido para VRP del circuito No. 6

Parámetro	Unidad	Valor para CMH	Valor para CMN
Caudal	l/s	38.9	29.4
Presión entrada	bar	4.6	5.2
ΔP	bar	2.6	3.2
Presión Salida	bar	2.0	2.0
Coeficiente de caudal requerido (K_{vs})	l/s/bar ^{0.5}	24.1	16.4
Coeficiente de caudal requerido mayorado 30%	l/s/bar ^{0.5}	31.4	21.4

Los nuevos valores del coeficiente de caudal requerido (mayorado) fueron comparados con el K_v tanto de la válvula de paso total (106 PG) como de paso reducido (206 PG). La Tabla 24 muestra los porcentajes de apertura que experimentarían las válvulas reductoras modelo 106 PG y 206 PG en los instantes de CMH y CMN.

La válvula de paso reducido experimenta un porcentaje de apertura cercano al 90% por lo tanto se descarta su uso y se confirma la selección de la válvula DN100 tipo paso total. Por otro lado, la Figura 38 muestra que las coordenadas de intersección de presiones aguas arriba y aguas abajo están en zona de NO cavitación; pues, los puntos para los instantes de CMH (color amarillo) y CMN (color cyan) están ubicados a la izquierda de las curvas de velocidad correspondiente a 5 m/s y 3.8 m/s, respectivamente.

Tabla 24 Comprobación de apertura de VRP para circuito No. 6

Tipo de válvula	Diámetro (mm)	K_v	Caudal máximo horario (CMH)		Caudal mínimo nocturno (CMN)	
			K_{vs}	% apertura	K_{vs}	% apertura
106 PG	100	47	31.4	66.8%	21.4	45.5%
206 PG	100	36	31.4	87.2%	21.4	59.4%

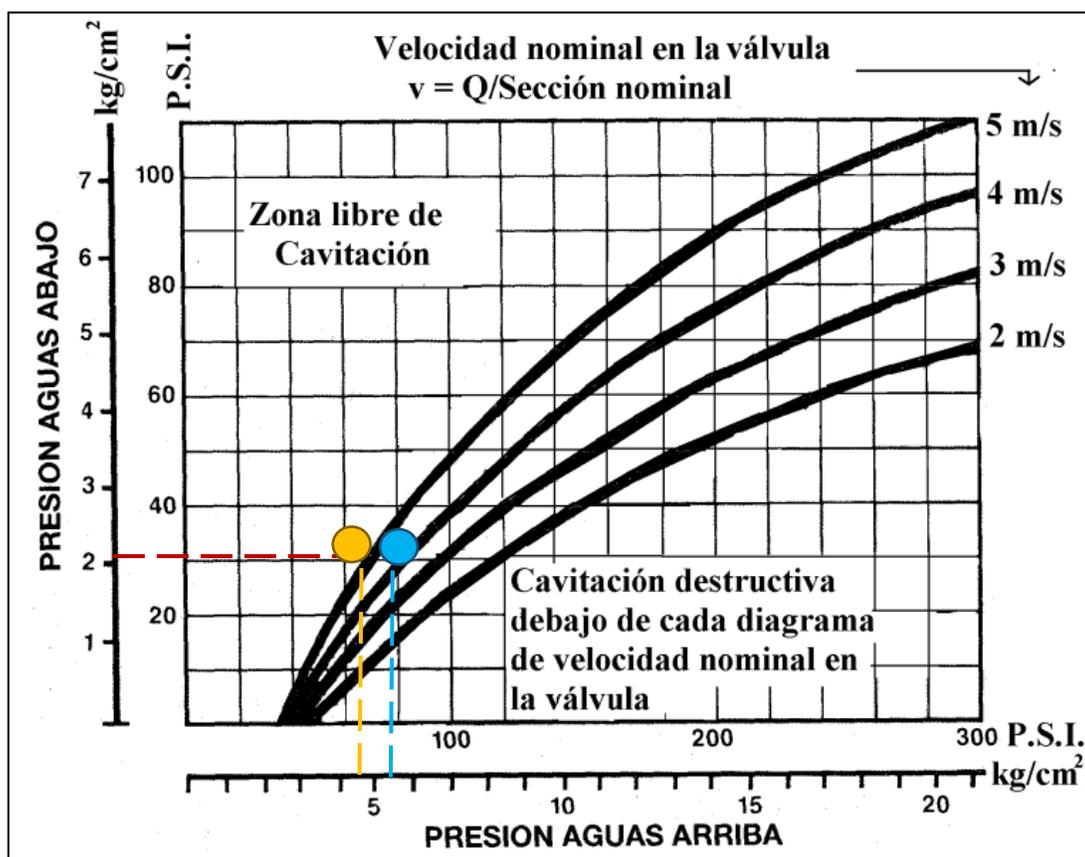


Figura 38 Zonas de cavitación en válvula del circuito No. 6

4.2.3.2 Simulación de la VRP en el subcircuito No. 4-2

La instalación de la válvula reductora de presión DN100 en la tubería TM2-SH-004-232 de 110mm de diámetro, con una presión de tarado de 21.0 mca; permite obtener en el punto crítico valores de presiones de 12.6 mca y 16.0 mca para los instantes de CMH y CMN. Debido a que estas presiones están por encima de la presión mínima, definida en el literal 3.3; se ensayó en el modelo hidráulico una nueva presión de tarado.

Siendo 18.0 mca la nueva presión de salida de la VRP DN100, se obtuvo en el punto crítico presiones de 10.1 mca y 13.4 mca para los instantes de CMH y CMN, respectivamente. La Tabla 25 muestra el cálculo del nuevo valor de K_{vs} para las nuevas condiciones de operación de la válvula.

Tabla 25 Cálculo de Coeficiente de Caudal Requerido para VRP del circuito No. 4-2

Parámetro	Unidad	Valor para CMH	Valor para CMN
Caudal	l/s	28.6	22.5
Presión entrada	bar	3.8	4.3
ΔP	bar	2.0	2.5
Presión Salida	bar	1.8	1.8
Coeficiente de caudal requerido (K_{vs})	l/s/bar ^{0.5}	20.2	14.2
Coeficiente de caudal requerido mayorado 30%	l/s/bar ^{0.5}	26.3	18.5

Los nuevos valores del coeficiente de caudal requerido (mayorado) fueron comparados con el K_v tanto de la válvula de paso total (106 PG) como de paso reducido (206 PG). La Tabla 26 muestra los porcentajes de apertura que experimentarían las válvulas reductoras modelo 106 PG y 206 PG en los instantes de CMH y CMN.

La válvula de paso reducido experimenta un porcentaje de apertura cercano al 90% por lo tanto se descarta su uso y se confirma la selección de la válvula DN100 tipo paso total. Por otro lado, la Figura 38 muestra que las coordenadas de intersección de presiones aguas arriba y aguas abajo están en zona de NO cavitación; pues, los puntos para los instantes de CMH (color amarillo) y CMN (color cian) se ubican a la izquierda de las curvas de velocidad correspondiente a 3.8 m/s y 4.3 m/s, respectivamente.

Tabla 26 Comprobación de apertura de VRP para circuito No. 4-2

Tipo de válvula	Diámetro (mm)	K_v	Caudal máximo horario (CMH)		Caudal mínimo nocturno (CMN)	
			K_{vs}	% apertura	K_{vs}	% apertura
106 PG	100	47	26.3	55.9%	18.5	39.4%
206 PG	100	36	26.3	73.1%	18.5	51.4%

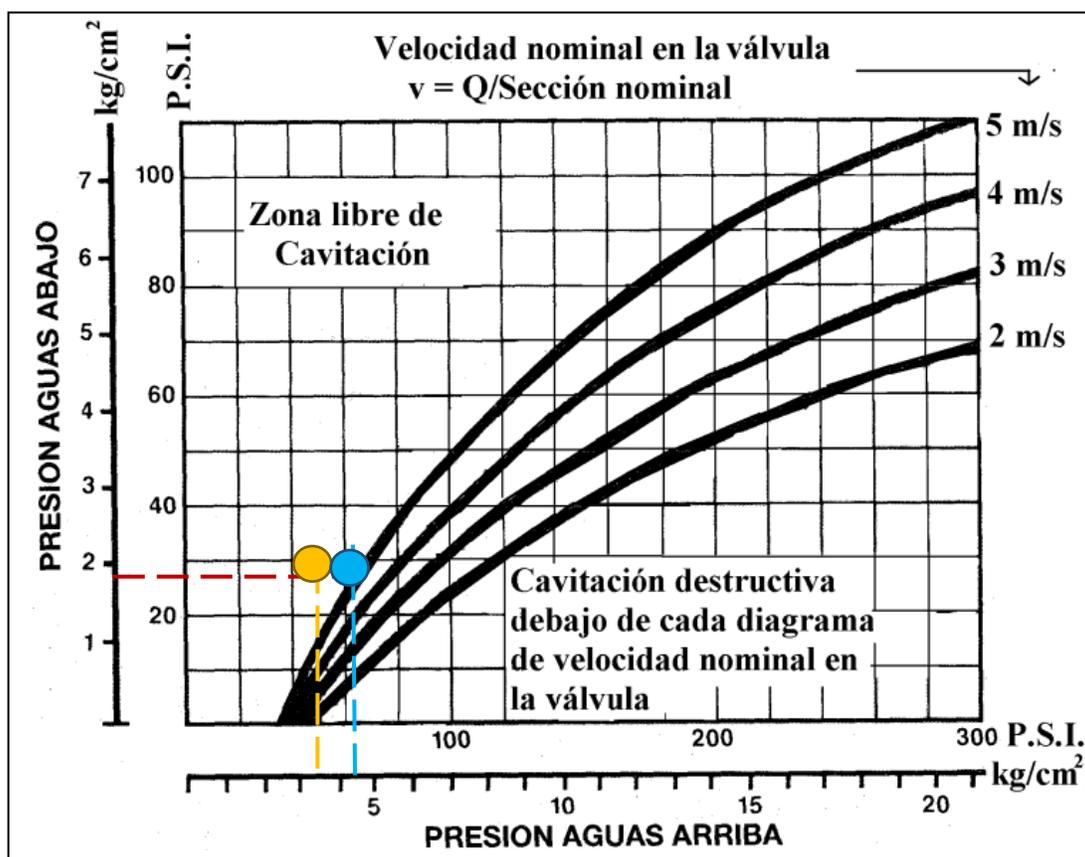


Figura 39 Zonas de cavitación en válvula del circuito No. 4-2

4.2.3.3 Simulación de la VRP en el subcircuito No. 4-1

La instalación de la válvula reductora de presión DN100 en la tubería TM2-SH-004-101 de 160mm de diámetro, con una presión de tarado de 12.0 mca; permite obtener en el punto crítico valores de presiones de 10.7 mca y 10.8 mca para los instantes de CMH y CMN. Debido a que estas presiones están muy cercanas a la presión mínima de 10.0 mca, definida en el literal 3.3; se mantiene la misma presión de tarado y tipo de válvula reductora DN150 seleccionada de tipo paso total.

4.3 Resultados de la reducción de presiones: fugas & IANC

4.3.1 Circuito No. 6

Siendo 32.87 l/s el caudal simulado para el escenario de caudal medio anual diario que inicialmente circula a través de la tubería de inyección de agua potable a la red de distribución del circuito No. 6; y 23.74 l/s para el escenario con la reductora de presión tipo globo DN100 paso total (Singer Valve 106 PG), se estima una reducción del caudal de fugas en 9.13 l/s.

Dicha reducción equivale a una disminución del 27.8% en el caudal promedio inyectado a la red de distribución, y aproximadamente una disminución de 7.6 puntos porcentuales de Índice de Agua No Contabilizada (IANC), desde 80.4% hasta un valor de 72.8%.

4.3.2 Subcircuito No. 4-1

El caudal simulado que ingresa a la red de distribución de agua potable del subcircuito No. 4-1, para el escenario de caudal medio anual diario sin reducción de presión, es de 59.89 l/s. Al simular la válvula reductora de presión tipo globo DN150 paso total (Singer Valve 106 PG) en la tubería TM2-SH-004-101 se obtiene un caudal simulado

de 58.24 l/s. La reducción esperada en el caudal de fugas es 1.65 l/s, que representa una disminución de aproximadamente 2.8% del caudal promedio inyectado a la red de distribución.

4.3.3 Subcircuito No. 4-2

En el escenario sin reductora de presión del subcircuito No. 4-2 se tiene un caudal simulado de 25.51 l/s circulando a través de la tubería TM2-SH-004-232 de 110mm de diámetro. Con la implementación de la válvula reductora de presión DN100 tipo globo paso total (Singer Valve 106 PG) se obtiene un nuevo valor de caudal circulante de 19.02 l/s; es decir, una reducción de 6.49 l/s en el caudal de fugas.

Siendo 4.47 l/s la demanda base total de los nudos correspondientes a este subcircuito, se estima un IANC inicial de 82.5% y un IANC de 76.5% luego de la reducción de presiones simulada; esto implica una reducción de 6 puntos porcentuales en el indicador volumétrico de pérdidas.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se pudo simular en el software EPANET, el comportamiento hidráulico de la red de distribución de los circuitos No. 4 y No. 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa, y las actuaciones necesarias para disminuir la presión de servicio en la red.

- Se Construyo en el software EPANET un modelo hidráulico de los circuitos No 4 y No 6 del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Jipijapa.
- En el modelo hidráulico se simuló las pérdidas de agua debido a fugas, esto se lo logró a través de la calibración del modelo hidráulico de los circuitos No 4 y No 6 las redes de distribución (pérdidas reales).
- Simular el funcionamiento de válvulas reductoras de presión en las redes en estudio, dio como resultado de la implementación de la reducción de presiones en los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa es cuantificado a través de la disminución del caudal medio anual diario inyectado a la red desde los 2 tanques de 800 m³ del sector El Calvario y el tanque de 100 m³ en la Vía a La Mona.

El caudal inicialmente inyectado a ambos circuitos suma un total de 118.27 l/s, y luego de la regulación de presiones disminuye hasta alcanzar los 101 l/s. Considerando una demanda base total de 24.92 l/s (equivalente al caudal contabilizado), se estima que el Índice de Agua No Contabilizada inicial de 78.9% alcanzaría hasta los 75.3% luego de la gestión de presiones en las 3 subdivisiones de la red.

En términos de volumen de agua recuperada, es posible estimar en 17.27 l/s el caudal de fugas recuperables con la implementación de la gestión de presiones en estos dos circuitos de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa. Esta recuperación es de 1,492 m³/día, es decir, aproximadamente el 25% de la capacidad de producción actual de la planta potabilizadora SAN MANUEL, la cual tiene una producción promedio de 5.725 m³/día.

Respecto al plano de presiones de la red de distribución de los circuitos No. 4 y No. 6, es posible afirmar que la gestión de la presión de servicio permitió reducir el plano de presiones de servicio en aproximadamente 30%. Esta reducción es comprobable a través de la comparación de la Figura 40 y la Figura 41; así como comparando el valor de la presión promedio antes y después de la regulación de presiones, cuyos valores extraídos del modelo hidráulico son 38.9 mca y 26.8 mca, respectivamente.

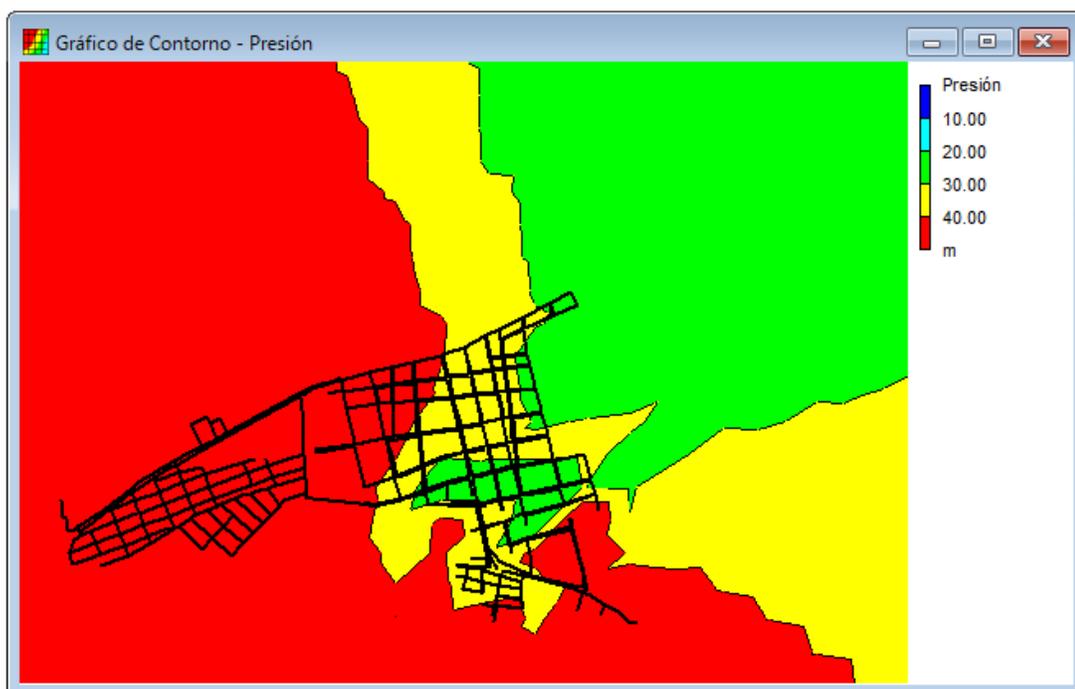


Figura 40 Mapa de contorno de presiones para el Escenario sin reducción de presiones

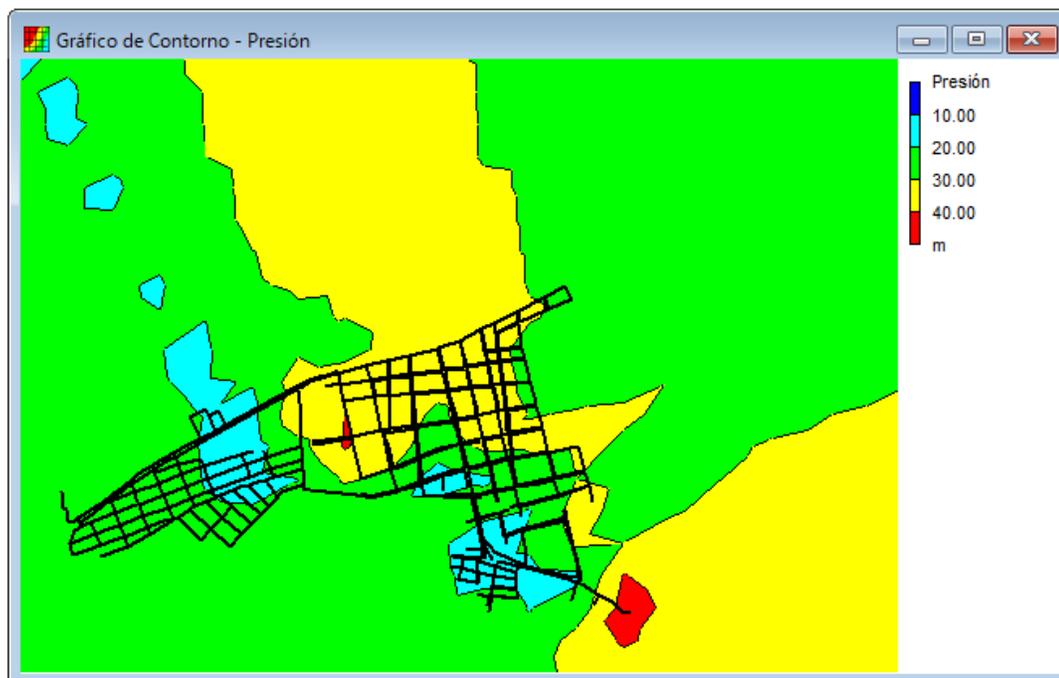


Figura 41 Mapa de contorno de presiones para el Escenario con reducción de presiones

5.2 RECOMENDACIONES

Habiéndose definido previamente que *“En lo que a presión se refiere, se establece un mínimo de 10 m de columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red”* según se indica en el ítem 4.2.3 Caudal de diseño y presiones de la NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES (SENAGUA, 1992); al momento de instalar y comisionar las válvula reguladoras de presión se deben realizar ajustes graduales a la presión de tarado de las mismas, tratando de ajustar este valor a las condiciones de operación real de la red de distribución en el punto más desfavorable de esta.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alegre, e. a. (2006). *MODELAÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil & Instituto Regulador de Águas e Resíduos.
- Alegre, H., Cabrera, E. J., Melo, J., & Merkel, W. (2018). *Indicadores de desempeño para servicios de abastecimiento de agua. Manual de Buenas Prácticas* (Tercera ed.). Valencia: IWA Publishing.
- AWWA. (2012). *Computer modeling of water distribution system (M32)*. American Water Works Association.
- AWWA. (2013). Committee Report: Defining model calibration. *Journal of American Water Works Association*, 105(7), 60-63.
- AWWA-ECAC, E. C. (1999). Calibration Guidelines for Water Distribution System Modeling. *Proceeding of Informatic Management and Technology Conference*. New Orleans.
- AwwaRF. (2007). *Leakage Management Technologies*. IWA Publishing.
- Cabrera, E., & García-Serra, J. A. (1999). Auditoría de redes de distribución de agua. *Ingeniería del Agua*, 6(4), 291-303.
- Cesario, A., & Lee, T. (1980). A computer method for loading model networks. *Journal of American Water Works Association*, 72(4).
- EPA. (2001). EPANET 2.0 Manual de usuario. España: Universitat Politecnica de Valencia.
- EPMAPASP-J. (2022).
- Galán, E. R. (2016). *Estado del arte de la calibración de modelos hidráulicos. Modelado de fugas Epanet*. Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/47948/Estado%20del%20arte%20de%20la%20calibraci%C3%83%C2%B3n%20de%20modelos%20hidr%C3%83%C2%A1ulicos.%20Modelado%20de%20fugas%20con%20Epanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García-Serra, J., Cabrera, E., & Cabrera, E. J. (2006). The Minimum Night Flow revisited. En ASCE (Ed.), *Water Systema Analysis Symposium*.
- Iglesias, e. a. (2003). *Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.
- Lambert, A. (1999). A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems . *IWA/AQUA*.
- Lambert, A. (2001). What Do We Know About Pressure: Leakage Relationships In Distribution Systems?" IWA Conference on System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management. Brno.
- Lambert, A., & Hirner, W. (2000). Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. *IWA the Blue Pages*.

- Lambert, A., & Taylor, R. (2010). *Water Loss Guidelines*. The New Zealand Water & Wastes Association.
- Llangarí, D. (2019). *LMODELADO HIDRÁULICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO-ECUADOR. DIAGNOSIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE MEJORAS*. Universidad Politecnica de Valencia, España.
- Martínez, J. (1994). Análisis y elaboración de un modelo matemático del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Jávea (Alicante). Valencia, España.
- Mckenzie, R. (1999). *South African Night Flow Analysis*. South African Water Research Commission.
- Mckenzie, R., Hamilton, S., & Seago, C. (2001). *A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems*. South Africa Water Research Commission.
- Molina Arce, S. X. (2009). Metodología para reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de aa.pp. del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil.
- Molina, S. X. (2014). *METODOLOGÍA PARA LA CALIBRACIÓN PRELIMINAR DE MODELOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN*. Valencia, España.
- Pilcher. (Diciembre de 2006). Leak Detection practices and techniques: a Practical approach. *Water 21*, 5(6).
- Rodriguez, H. (2020). Propuesta de cálculo de balance hídrico de sistemas de abastecimiento de agua potable incorporando un enfoque BOTTOM UP de pérdidas reales de una red de distribución de agua potable con intermitencia del servicio en el cantón Jipijapa.
- Rondán, E. (2016). *Estado del arte de la calibración de modelos hidráulicos. Modelado de fugas con Epanet*. Universidad de Sevilla - España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11441/47948>
- Saldarriaga, J. (2010). *Hidráulica de tuberías*. Bogotá: Alfa Omega.
- SENAGUA. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Ecuador.
- Thornton, J. (2009). *Water Loss Control*. McGraw-Hill.
- UKWIR. (2011). *Managing Leakage*. United Kingdom Water Institute of Research.
- Wallace, L. (1987). *Water and Revenue Losses: Unaccounted-For-Water*. AWWA Research Foundation.
- Walski, e. a. (2007). *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Bentley Institute Press.
- Wu, Z., Farley, M., & Turtle, D. K. (2011). *Water Loss Reduction*. Bentley Institute Press.

ANEXO 1 Datos poblacionales del censo 2010 para los polígonos censales que coinciden con los circuitos No. 4 y No. 6 de la red de AAPP del cantón Jipijapa

SECTORES	NOMPROV	NOMCANT	NOMPARR	1 Hombre	2 Mujer	Total
130650003003	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	284	301	585
130650005001	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	242	258	500
130650005002	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	313	308	621
130650005003	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	216	231	447
130650005004	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	283	260	543
130650005006	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	215	229	444
130650006001	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	258	251	509
130650006003	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	185	197	382
130650006004	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	246	243	489
130650006005	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	188	185	373
130650007001	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	202	234	436
130650007002	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	259	284	543
130650007003	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	226	273	499
130650007004	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	283	324	607
130650007005	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	251	313	564
130650007009	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	313	337	650
130650007010	MANABI	JIPIJAPA	JIPIJAPA	349	357	706

ANEXO 2 Datos en archivo INP del modelo hidráulico inicial

[TITLE]

Scenario: QMH 2021

Date: 18/12/2022 22:42:34

[JUNCTIONS]

;ID	Elev	Demand	Pattern	
NM2-SH-004-001	300.09	0.089319		;
NM2-SH-004-002	288.96	0.089319		;
NM2-SH-004-003	289.22	0.089319		;
NM2-SH-004-004	283.02	0.089319		;
NM2-SH-004-005	282.96	0.089319		;
NM2-SH-004-006	291.07	0.089319		;
NM2-SH-004-007	291.45	0.089319		;
NM2-SH-004-008	298.4	0		;
NM2-SH-004-009	298.26	0.089319		;
NM2-SH-004-010	283.79	0.089319		;
NM2-SH-004-011	284.05	0.089319		;
NM2-SH-004-012	294.37	0.089319		;
NM2-SH-004-013	293.73	0.089319		;
NM2-SH-004-014	291.14	0.089319		;
NM2-SH-004-015	294.73	0.089319		;
NM2-SH-004-016	300	0.089319		;
NM2-SH-004-017	299.68	0.089319		;
NM2-SH-004-018	294.93	0.089319		;
NM2-SH-004-019	295.87	0.089319		;
NM2-SH-004-020	287.38	0.089319		;

NM2-SH-004-021	286.99	0.089319	;
NM2-SH-004-022	291.2	0.089319	;
NM2-SH-004-023	289.93	0.089319	;
NM2-SH-004-024	288.67	0.089319	;
NM2-SH-004-025	292.12	0.089319	;
NM2-SH-004-026	286.29	0.089319	;
NM2-SH-004-027	286.29	0.089319	;
NM2-SH-004-028	290.56	0.089319	;
NM2-SH-004-029	290.93	0.089319	;
NM2-SH-004-030	289.05	0.089319	;
NM2-SH-004-031	289.28	0	;
NM2-SH-004-032	285.94	0.089319	;
NM2-SH-004-033	300.6	0.089319	;
NM2-SH-004-034	288.55	0.089319	;
NM2-SH-004-035	288.67	0.089319	;
NM2-SH-004-036	288.13	0.089319	;
NM2-SH-004-037	289.51	0.089319	;
NM2-SH-004-038	283.96	0.089319	;
NM2-SH-004-039	283.96	0.089319	;
NM2-SH-004-040	296.09	0.089319	;
NM2-SH-004-041	290.91	0	;
NM2-SH-004-042	291	0.089319	;
NM2-SH-004-043	291.27	0.089319	;
NM2-SH-004-044	291.7	0.089319	;
NM2-SH-004-045	280.98	0.089319	;
NM2-SH-004-046	280.71	0.089319	;
NM2-SH-004-047	289.24	0.089319	;

NM2-SH-004-048	281.76	0.089319	;
NM2-SH-004-049	281.53	0.089319	;
NM2-SH-004-050	284	0.089319	;
NM2-SH-004-051	280.66	0.089319	;
NM2-SH-004-052	297.64	0.089319	;
NM2-SH-004-053	298.02	0.089319	;
NM2-SH-004-054	280.72	0.089319	;
NM2-SH-004-055	280.08	0.089319	;
NM2-SH-004-056	297.49	0	;
NM2-SH-004-057	297.43	0.089319	;
NM2-SH-004-058	295.82	0.089319	;
NM2-SH-004-059	295.7	0.089319	;
NM2-SH-004-060	277.94	0.089319	;
NM2-SH-004-061	277.77	0.089319	;
NM2-SH-004-062	284.36	0.089319	;
NM2-SH-004-063	284.09	0.089319	;
NM2-SH-004-064	291.2	0.089319	;
NM2-SH-004-065	284	0.089319	;
NM2-SH-004-066	284	0.089319	;
NM2-SH-004-067	288.44	0.089319	;
NM2-SH-004-068	278.72	0.089319	;
NM2-SH-004-069	278.59	0	;
NM2-SH-004-070	286.18	0.089319	;
NM2-SH-004-071	284.29	0.089319	;
NM2-SH-004-072	284.09	0.089319	;
NM2-SH-004-073	284.81	0.089319	;
NM2-SH-004-074	284.81	0.089319	;

NM2-SH-004-075	284.88	0.089319	;
NM2-SH-004-076	284.88	0.089319	;
NM2-SH-004-077	291.11	0.089319	;
NM2-SH-004-078	290.89	0.089319	;
NM2-SH-004-079	275.72	0.089319	;
NM2-SH-004-080	275.82	0.089319	;
NM2-SH-004-081	290.91	0.089319	;
NM2-SH-004-082	291.04	0.089319	;
NM2-SH-004-083	286.03	0	;
NM2-SH-004-084	286.41	0.089319	;
NM2-SH-004-085	290.76	0.089319	;
NM2-SH-004-086	298.25	0.089319	;
NM2-SH-004-087	298.31	0.089319	;
NM2-SH-004-088	285.92	0	;
NM2-SH-004-089	285.89	0.089319	;
NM2-SH-004-090	294.79	0.089319	;
NM2-SH-004-091	293.79	0.089319	;
NM2-SH-004-092	288.12	0.089319	;
NM2-SH-004-093	288.38	0.089319	;
NM2-SH-004-094	287.85	0.089319	;
NM2-SH-004-095	289.66	0.089319	;
NM2-SH-004-096	289.83	0.089319	;
NM2-SH-004-097	285.72	0.089319	;
NM2-SH-004-098	286.33	0.089319	;
NM2-SH-004-099	279.98	0.089319	;
NM2-SH-004-100	278.23	0.089319	;
NM2-SH-004-101	279.18	0.089319	;

NM2-SH-004-102	279.4	0.089319	;
NM2-SH-004-103	278.65	0.089319	;
NM2-SH-004-104	277.51	0.089319	;
NM2-SH-004-105	290.28	0	;
NM2-SH-004-106	296.09	0.089319	;
NM2-SH-004-107	287.85	0.089319	;
NM2-SH-004-108	275.61	0.089319	;
NM2-SH-006-001	276.9	0	;
NM2-SH-006-002	276.81	0.089319	;
NM2-SH-006-003	270.81	0.089319	;
NM2-SH-006-004	270.17	0.089319	;
NM2-SH-006-005	269.45	0.089319	;
NM2-SH-006-006	272.08	0.089319	;
NM2-SH-006-007	268.3	0.089319	;
NM2-SH-006-008	268.18	0.089319	;
NM2-SH-006-009	273.65	0.089319	;
NM2-SH-006-010	268.54	0.089319	;
NM2-SH-006-011	273.79	0.089319	;
NM2-SH-004-109	286.42	0.089319	;
NM2-SH-004-110	290.16	0.089319	;
NM2-SH-004-111	288.56	0.089319	;
NM2-SH-004-112	289.4	0	;
NM2-SH-004-113	295.96	0.089319	;
NM2-SH-004-114	296	0	;
NM2-SH-004-115	295.76	0.089319	;
NM2-SH-004-116	316	0.089319	;
NM2-SH-004-117	316	0.089319	;

NM2-SH-004-118	305.46	0.089319	;
NM2-SH-004-119	305	0.089319	;
NM2-SH-004-120	323.95	0.089319	;
NM2-SH-004-121	323.95	0.089319	;
NM2-SH-004-122	298.72	0.089319	;
NM2-SH-004-123	298.91	0.089319	;
NM2-SH-004-124	296.26	0.089319	;
NM2-SH-004-125	291.04	0.089319	;
NM2-SH-004-126	290.34	0.089319	;
NM2-SH-004-127	296.33	0.089319	;
NM2-SH-004-128	312.23	0.089319	;
NM2-SH-004-129	311.58	0.089319	;
NM2-SH-004-130	296.36	0.089319	;
NM2-SH-004-131	310.98	0.089319	;
NM2-SH-004-132	311.77	0.089319	;
NM2-SH-004-133	324.48	0.089319	;
NM2-SH-004-134	297.13	0.089319	;
NM2-SH-004-135	296.7	0.089319	;
NM2-SH-004-136	290.57	0.089319	;
NM2-SH-004-137	304.55	0.089319	;
NM2-SH-004-138	303.56	0.089319	;
NM2-SH-004-139	318.77	0.089319	;
NM2-SH-004-140	317.51	0.089319	;
NM2-SH-004-141	298.72	0.089319	;
NM2-SH-004-142	298.72	0.089319	;
NM2-SH-004-143	308.52	0.089319	;
NM2-SH-004-144	308.88	0.089319	;

NM2-SH-004-145	296.78	0.089319	;
NM2-SH-004-146	296.97	0.089319	;
NM2-SH-004-147	311.03	0.089319	;
NM2-SH-004-148	299.11	0.089319	;
NM2-SH-004-149	309.5	0.089319	;
NM2-SH-004-150	303.33	0.089319	;
NM2-SH-004-151	302.69	0.089319	;
NM2-SH-004-152	296.8	0.089319	;
NM2-SH-004-153	297.57	0.089319	;
NM2-SH-004-154	317.56	0.089319	;
NM2-SH-004-155	317.91	0.089319	;
NM2-SH-004-156	288.35	0.089319	;
NM2-SH-004-157	289.14	0.089319	;
NM2-SH-004-158	308.68	0.089319	;
NM2-SH-004-159	308.84	0.089319	;
NM2-SH-004-160	298.29	0.089319	;
NM2-SH-004-161	326.85	0.089319	;
NM2-SH-004-162	306.97	0.089319	;
NM2-SH-004-163	309.21	0.089319	;
NM2-SH-004-164	311.31	0.089319	;
NM2-SH-004-165	308.87	0	;
NM2-SH-004-166	312.16	0.089319	;
NM2-SH-004-167	306.23	0.089319	;
NM2-SH-004-168	320.74	0.089319	;
NM2-SH-004-169	318.66	0	;
NM2-SH-004-170	317.8	0	;
NM2-SH-004-171	315.72	0.089319	;

NM2-SH-004-172	306.33	0.089319	;
NM2-SH-004-173	309.5	0.089319	;
NM2-SH-004-174	301.96	0.089319	;
NM2-SH-004-175	303.2	0.089319	;
NM2-SH-004-176	316.1	0.089319	;
NM2-SH-004-177	316.53	0.089319	;
NM2-SH-004-178	293.45	0.089319	;
NM2-SH-004-179	312.4	0.089319	;
NM2-SH-004-180	288.59	0.089319	;
NM2-SH-004-181	310.61	0.089319	;
NM2-SH-004-182	310.74	0.089319	;
NM2-SH-006-012	264.44	0.089319	;
NM2-SH-006-013	261.43	0.089319	;
NM2-SH-006-014	261.35	0.089319	;
NM2-SH-006-015	264.27	0.089319	;
NM2-SH-006-016	264.2	0.089319	;
NM2-SH-006-017	259.32	0.089319	;
NM2-SH-006-018	259.46	0	;
NM2-SH-006-019	266.32	0.089319	;
NM2-SH-006-020	259.67	0.089319	;
NM2-SH-006-021	267.06	0.089319	;
NM2-SH-006-022	266.91	0.089319	;
NM2-SH-006-023	264.65	0.089319	;
NM2-SH-006-024	265.41	0.089319	;
NM2-SH-006-025	269.78	0.089319	;
NM2-SH-006-026	268.11	0.089319	;
NM2-SH-006-027	267.75	0.089319	;

NM2-SH-006-028	263.7	0.089319	;
NM2-SH-006-029	263.23	0.089319	;
NM2-SH-006-030	268.13	0.089319	;
NM2-SH-006-031	266.71	0.089319	;
NM2-SH-006-032	263.72	0.089319	;
NM2-SH-006-033	263.13	0.089319	;
NM2-SH-006-034	267.62	0.089319	;
NM2-SH-006-035	268.04	0.089319	;
NM2-SH-006-036	267.92	0.089319	;
NM2-SH-006-037	260.45	0.089319	;
NM2-SH-006-038	267.23	0.089319	;
NM2-SH-006-039	271.6	0.089319	;
NM2-SH-006-040	267.41	0.089319	;
NM2-SH-006-041	262.14	0.089319	;
NM2-SH-006-042	267.08	0.089319	;
NM2-SH-006-043	271.98	0.089319	;
NM2-SH-006-044	271.88	0.089319	;
NM2-SH-006-045	264.18	0.089319	;
NM2-SH-006-046	267.85	0.089319	;
NM2-SH-006-047	267.86	0.089319	;
NM2-SH-006-048	260.2	0.089319	;
NM2-SH-006-049	260.4	0.089319	;
NM2-SH-006-050	261.98	0.089319	;
NM2-SH-006-051	264.12	0.089319	;
NM2-SH-006-052	261.95	0.089319	;
NM2-SH-006-053	269.08	0.089319	;
NM2-SH-006-054	268.21	0.089319	;

NM2-SH-006-055	265.74	0.089319	;
NM2-SH-006-056	264.9	0.089319	;
NM2-SH-006-057	267.26	0.089319	;
NM2-SH-006-058	270.3	0.089319	;
NM2-SH-006-059	264.07	0.089319	;
NM2-SH-006-060	268.58	0.089319	;
NM2-SH-006-061	268.89	0.089319	;
NM2-SH-006-062	268.83	0.089319	;
NM2-SH-006-063	266.46	0.089319	;
NM2-SH-006-064	267.41	0.089319	;
NM2-SH-006-065	268.39	0.089319	;
NM2-SH-006-066	270.15	0.089319	;
NM2-SH-006-067	269.29	0.089319	;
NM2-SH-006-068	264.27	0.089319	;
NM2-SH-006-069	258.6	0.089319	;
NM2-SH-006-070	266.45	0.089319	;
NM2-SH-006-071	256.56	0	;
NM2-SH-006-072	272.66	0.089319	;
NM2-SH-006-073	264.65	0.089319	;
NM2-SH-004-183	308.49	0.089319	;
NM2-SH-004-184	301.61	0.089319	;
NM2-SH-004-185	305.83	0	;
NM2-SH-004-186	323.87	0.089319	;
NM2-SH-004-187	323.35	0.089319	;
NM2-SH-004-188	320.06	0	;
NM2-SH-004-189	320.59	0.089319	;
NM2-SH-004-190	324.21	0	;

NM2-SH-004-191	324.47	0.089319	;
NM2-SH-004-192	329.77	0.089319	;
NM2-SH-004-193	329.51	0.089319	;
NM2-SH-004-194	320.19	0.089319	;
NM2-SH-004-195	319.67	0.089319	;
NM2-SH-004-196	322.05	0.089319	;
NM2-SH-004-197	321.91	0	;
NM2-SH-004-198	326.64	0.089319	;
NM2-SH-004-199	326.9	0	;
NM2-SH-004-200	320.39	0.089319	;
NM2-SH-004-201	327.16	0.089319	;
NM2-SH-004-202	319.34	0.089319	;
NM2-SH-004-203	325.12	0.089319	;
NM2-SH-004-204	330.7	0.089319	;
NM2-SH-004-205	330.28	0.089319	;
NM2-SH-004-206	326.82	0.089319	;
NM2-SH-004-207	326.03	0.089319	;
NM2-SH-004-208	331.14	0.089319	;
NM2-SH-004-209	324.27	0.089319	;
NM2-SH-004-210	316.53	0.089319	;
NM2-SH-004-211	326.24	0.089319	;
NM2-SH-004-212	320.57	0.089319	;
NM2-SH-004-213	317.59	0	;
NM2-SH-004-214	321.66	0.089319	;
NM2-SH-004-215	317.71	0.089319	;
NM2-SH-004-216	317.73	0	;
NM2-SH-004-217	327.35	0.089319	;

NM2-SH-004-218	321.46	0.089319	;
NM2-SH-004-219	330.6	0.089319	;
NM2-SH-004-220	317.9	0.089319	;
NM2-SH-004-221	317.45	0.089319	;
NM2-SH-004-222	327.6	0.089319	;
NM2-SH-004-223	314.47	0	;
NM2-SH-004-224	322.67	0.089319	;
NM2-SH-004-225	326.88	0.089319	;
NM2-SH-004-226	317.5	0.089319	;
NM2-SH-004-227	333.7	0.089319	;
NM2-SH-004-228	331.17	0	;
NM2-SH-006-074	262.06	0.089319	;
NM2-SH-006-075	260.57	0.089319	;
NM2-SH-004-229	326.43	0.089319	;

[RESERVOIRS]

;ID	Head	Pattern	
R-M2-SH-006	331.3866882		;
R-M2-SH-004-01	332.1673889		;
R-M2-SH-004-02	382.08		;

[TANKS]

;ID	Elevation	InitLevel	MinLevel	MaxLevel	Diameter	MinVol
	VolCurve					

[PIPES]

;ID	Node1	Node2	Length	Diameter
	Roughness	MinorLoss	Status	

TM2-SH-004-001 0.0015	NM2-SH-004-186 0	NM2-SH-004-187 Open ;	2.114884203	63
TM2-SH-004-002 0.0015	NM2-SH-004-188 0	NM2-SH-004-189 Open ;	2.273526842	63
TM2-SH-004-003 0.0015	NM2-SH-004-114 0	NM2-SH-004-115 Open ;	2.673893481	90
TM2-SH-004-004 0.0015	NM2-SH-004-116 0	NM2-SH-004-117 Open ;	2.681018983	63
TM2-SH-004-005 0.0015	NM2-SH-004-190 0	NM2-SH-004-191 Open ;	3.365928454	63
TM2-SH-006-001 0.0015	NM2-SH-006-023 0	NM2-SH-006-073 Open ;	3.142850662	110
TM2-SH-004-006 0.0015	NM2-SH-004-118 0	NM2-SH-004-119 Open ;	3.227484803	160
TM2-SH-006-002 0.0015	NM2-SH-006-073 0	NM2-SH-006-012 Open ;	3.366756922	63
TM2-SH-004-007 0.0015	NM2-SH-004-112 0	NM2-SH-004-095 Open ;	3.757263141	160
TM2-SH-004-008 0.0015	NM2-SH-004-026 0	NM2-SH-004-027 Open ;	3.926971837	110
TM2-SH-004-009 0.0015	NM2-SH-004-120 0	NM2-SH-004-121 Open ;	4.052809081	63
TM2-SH-004-010 0.0015	NM2-SH-004-028 0	NM2-SH-004-029 Open ;	4.187225508	110
TM2-SH-004-011 0.0015	NM2-SH-004-192 0	NM2-SH-004-193 Open ;	4.304584701	63
TM2-SH-004-012 0.0015	NM2-SH-004-122 0	NM2-SH-004-123 Open ;	4.324535936	160
TM2-SH-004-013 0.0015	NM2-SH-004-194 0	NM2-SH-004-195 Open ;	4.369110383	63
TM2-SH-004-014 0.0015	NM2-SH-004-030 0	NM2-SH-004-031 Open ;	4.390941124	110
TM2-SH-004-015 0.0015	NM2-SH-004-033 0	NM2-SH-004-001 Open ;	4.487364856	110

TM2-SH-004-016 0.0015	NM2-SH-004-034 0	NM2-SH-004-035 Open	4.516309965	110
TM2-SH-004-017 0.0015	NM2-SH-004-196 0	NM2-SH-004-197 Open	4.645841914	63
TM2-SH-004-018 0.0015	NM2-SH-004-151 0	NM2-SH-004-184 Open	4.67033171	90
TM2-SH-004-019 0.0015	NM2-SH-004-031 0	NM2-SH-004-037 Open	4.68711913	110
TM2-SH-004-020 0.0015	NM2-SH-004-038 0	NM2-SH-004-039 Open	4.799046361	110
TM2-SH-004-021 0.0015	NM2-SH-004-002 0	NM2-SH-004-003 Open	4.825248175	110
TM2-SH-004-022 0.0015	NM2-SH-004-124 0	NM2-SH-004-040 Open	4.970831827	63
TM2-SH-004-023 0.0015	NM2-SH-004-041 0	NM2-SH-004-042 Open	5.104257717	63
TM2-SH-004-024 0.0015	NM2-SH-004-004 0	NM2-SH-004-005 Open	5.120387905	110
TM2-SH-004-025 0.0015	NM2-SH-004-113 0	NM2-SH-004-106 Open	5.135751083	63
TM2-SH-004-026 0.0015	NM2-SH-004-006 0	NM2-SH-004-007 Open	5.23327136	63
TM2-SH-004-027 0.0015	NM2-SH-004-043 0	NM2-SH-004-044 Open	5.279698118	110
TM2-SH-004-028 0.0015	NM2-SH-004-125 0	NM2-SH-004-126 Open	5.288546315	63
TM2-SH-004-029 0.0015	NM2-SH-004-198 0	NM2-SH-004-199 Open	5.340515596	90
TM2-SH-004-030 0.0015	NM2-SH-004-008 0	NM2-SH-004-009 Open	5.352681165	110
TM2-SH-004-031 0.0015	NM2-SH-004-045 0	NM2-SH-004-046 Open	5.386456261	110
TM2-SH-004-032 0.0015	NM2-SH-004-200 0	NM2-SH-004-194 Open	5.384861605	63

TM2-SH-004-033 0.0015	NM2-SH-004-047 0	NM2-SH-004-030 Open ;	5.442013517	110
TM2-SH-004-034 0.0015	NM2-SH-004-048 0	NM2-SH-004-049 Open ;	5.456331061	110
TM2-SH-004-035 0.0015	NM2-SH-004-010 0	NM2-SH-004-011 Open ;	5.470790228	110
TM2-SH-004-036 0.0015	NM2-SH-004-124 0	NM2-SH-004-127 Open ;	5.54592798	160
TM2-SH-004-037 0.0015	NM2-SH-004-050 0	NM2-SH-004-038 Open ;	5.561201213	110
TM2-SH-004-038 0.0015	NM2-SH-004-051 0	NM2-SH-004-046 Open ;	5.647266644	110
TM2-SH-004-039 0.0015	NM2-SH-004-128 0	NM2-SH-004-129 Open ;	5.658203357	160
TM2-SH-004-040 0.0015	NM2-SH-004-062 0	NM2-SH-004-063 Open ;	5.659674332	110
TM2-SH-004-041 0.0015	NM2-SH-004-052 0	NM2-SH-004-053 Open ;	5.663791723	110
TM2-SH-004-042 0.0015	NM2-SH-004-199 0	NM2-SH-004-201 Open ;	5.707529211	90
TM2-SH-004-043 0.0015	NM2-SH-004-130 0	NM2-SH-004-114 Open ;	5.772562327	110
TM2-SH-004-044 0.0015	NM2-SH-004-054 0	NM2-SH-004-055 Open ;	5.851273449	110
TM2-SH-004-045 0.0015	NM2-SH-004-056 0	NM2-SH-004-057 Open ;	5.866938415	63
TM2-SH-004-046 0.0015	NM2-SH-004-058 0	NM2-SH-004-059 Open ;	5.867092285	63
TM2-SH-004-047 0.0015	NM2-SH-004-060 0	NM2-SH-004-061 Open ;	5.936459283	90
TM2-SH-004-048 0.0015	NM2-SH-004-131 0	NM2-SH-004-132 Open ;	5.961834287	63
TM2-SH-004-049 0.0015	NM2-SH-004-133 0	NM2-SH-004-121 Open ;	5.974539299	63

TM2-SH-004-050 0.0015	NM2-SH-004-134 0	NM2-SH-004-135 Open	6.021334846	63
TM2-SH-004-051 0.0015	NM2-SH-004-064 0	NM2-SH-004-043 Open	6.054753133	110
TM2-SH-004-052 0.0015	NM2-SH-004-065 0	NM2-SH-004-066 Open	6.122136397	110
TM2-SH-004-053 0.0015	NM2-SH-004-012 0	NM2-SH-004-013 Open	6.149867283	110
TM2-SH-004-054 0.0015	NM2-SH-004-136 0	NM2-SH-004-126 Open	6.151456173	63
TM2-SH-004-055 0.0015	NM2-SH-004-119 0	NM2-SH-004-185 Open	6.189642801	160
TM2-SH-006-003 0.0015	NM2-SH-006-013 0	NM2-SH-006-014 Open	6.1971794	63
TM2-SH-004-056 0.0015	NM2-SH-004-110 0	NM2-SH-004-105 Open	6.201624772	160
TM2-SH-004-057 0.0015	NM2-SH-004-111 0	NM2-SH-004-093 Open	6.22158755	63
TM2-SH-004-058 0.0015	NM2-SH-004-067 0	NM2-SH-004-034 Open	6.254170276	110
TM2-SH-004-059 0.0015	NM2-SH-004-137 0	NM2-SH-004-138 Open	6.331957421	90
TM2-SH-004-060 0.0015	NM2-SH-004-068 0	NM2-SH-004-069 Open	6.345710252	110
TM2-SH-004-061 0.0015	NM2-SH-004-070 0	NM2-SH-004-027 Open	6.357231221	110
TM2-SH-004-062 0.0015	NM2-SH-004-071 0	NM2-SH-004-072 Open	6.447419745	63
TM2-SH-004-063 0.0015	NM2-SH-004-073 0	NM2-SH-004-074 Open	6.538738334	63
TM2-SH-004-064 0.0015	NM2-SH-004-139 0	NM2-SH-004-140 Open	6.629279112	90
TM2-SH-004-065 0.0015	NM2-SH-004-119 0	NM2-SH-004-137 Open	6.645610502	160

TM2-SH-004-066 0.0015	NM2-SH-004-075 0	NM2-SH-004-076 Open	6.766629894	110
		;		
TM2-SH-004-067 0.0015	NM2-SH-004-077 0	NM2-SH-004-078 Open	6.861673789	110
		;		
TM2-SH-004-068 0.0015	NM2-SH-004-079 0	NM2-SH-004-080 Open	6.915582549	63
		;		
TM2-SH-004-069 0.0015	NM2-SH-004-081 0	NM2-SH-004-082 Open	7.064400622	110
		;		
TM2-SH-004-070 0.0015	NM2-SH-004-109 0	NM2-SH-004-088 Open	7.091950823	63
		;		
TM2-SH-004-071 0.0015	NM2-SH-004-141 0	NM2-SH-004-142 Open	7.114471476	90
		;		
TM2-SH-004-072 0.0015	NM2-SH-004-165 0	NM2-SH-004-183 Open	7.239484042	63
		;		
TM2-SH-004-073 0.0015	NM2-SH-004-143 0	NM2-SH-004-144 Open	7.245238482	160
		;		
TM2-SH-004-074 0.0015	NM2-SH-004-014 0	NM2-SH-004-006 Open	7.292479838	110
		;		
TM2-SH-004-075 0.0015	NM2-SH-004-083 0	NM2-SH-004-084 Open	7.302077565	110
		;		
TM2-SH-004-076 0.0015	NM2-SH-004-145 0	NM2-SH-004-146 Open	7.312134682	160
		;		
TM2-SH-004-077 0.0015	NM2-SH-004-132 0	NM2-SH-004-147 Open	7.370098104	63
		;		
TM2-SH-004-078 0.0015	NM2-SH-004-042 0	NM2-SH-004-085 Open	7.403804347	63
		;		
TM2-SH-004-079 0.0015	NM2-SH-004-013 0	NM2-SH-004-015 Open	7.600213792	63
		;		
TM2-SH-004-080 0.0015	NM2-SH-004-016 0	NM2-SH-004-017 Open	7.658904864	63
		;		
TM2-SH-004-081 0.0015	NM2-SH-004-086 0	NM2-SH-004-087 Open	7.701761656	63
		;		
TM2-SH-004-082 0.0015	NM2-SH-004-200 0	NM2-SH-004-202 Open	8.049785108	63
		;		

TM2-SH-004-083 0.0015	NM2-SH-004-148 0	NM2-SH-004-141 Open ;	7.762690809	63
TM2-SH-004-084 0.0015	NM2-SH-004-149 0	NM2-SH-004-144 Open ;	7.76785964	63
TM2-SH-006-004 0.0015	NM2-SH-006-001 0	NM2-SH-006-002 Open ;	8.034106391	90
TM2-SH-004-085 0.0015	NM2-SH-004-150 0	NM2-SH-004-151 Open ;	8.207699242	63
TM2-SH-004-086 0.0015	NM2-SH-004-163 0	NM2-SH-004-183 Open ;	8.317454072	110
TM2-SH-004-087 0.0015	NM2-SH-004-203 0	NM2-SH-004-191 Open ;	8.680801027	63
TM2-SH-004-088 0.0015	NM2-SH-004-211 0	NM2-SH-004-229 Open ;	8.845837379	90
TM2-SH-004-089 0.0015	NM2-SH-004-018 0	NM2-SH-004-019 Open ;	8.947416946	63
TM2-SH-004-090 0.0015	NM2-SH-004-204 0	NM2-SH-004-205 Open ;	9.182482503	90
TM2-SH-004-091 0.0015	NM2-SH-004-020 0	NM2-SH-004-021 Open ;	9.284357242	110
TM2-SH-004-092 0.0015	NM2-SH-004-083 0	NM2-SH-004-032 Open ;	9.601471224	110
TM2-SH-004-093 0.0015	NM2-SH-004-088 0	NM2-SH-004-089 Open ;	9.650993461	110
TM2-SH-004-094 0.0015	NM2-SH-004-090 0	NM2-SH-004-091 Open ;	9.759752885	63
TM2-SH-004-095 0.0015	NM2-SH-004-152 0	NM2-SH-004-153 Open ;	10.15241325	63
TM2-SH-004-096 0.0015	NM2-SH-004-025 0	NM2-SH-004-022 Open ;	10.40070603	63
TM2-SH-004-097 0.0015	NM2-SH-004-154 0	NM2-SH-004-155 Open ;	10.48234971	63
TM2-SH-004-098 0.0015	NM2-SH-004-156 0	NM2-SH-004-157 Open ;	10.67662639	63

TM2-SH-004-099 0.0015	NM2-SH-004-158 0	NM2-SH-004-159 Open	10.80890386	63
TM2-SH-004-100 0.0015	NM2-SH-004-092 0	NM2-SH-004-036 Open	10.94011223	110
TM2-SH-004-101 0.0015	NM2-SH-004-158 0	NM2-SH-004-143 Open	11.41552286	160
TM2-SH-004-102 0.0015	NM2-SH-004-093 0	NM2-SH-004-094 Open	11.38865044	110
TM2-SH-004-103 0.0015	NM2-SH-004-095 0	NM2-SH-004-096 Open	12.04878557	110
TM2-SH-006-005 0.0015	NM2-SH-006-015 0	NM2-SH-006-016 Open	12.44469289	90
TM2-SH-004-104 0.0015	NM2-SH-004-160 0	NM2-SH-004-152 Open	13.0150503	160
TM2-SH-004-105 0.0015	NM2-SH-004-097 0	NM2-SH-004-083 Open	13.02193205	110
TM2-SH-004-106 0.0015	NM2-SH-004-098 0	NM2-SH-004-083 Open	13.9290522	110
TM2-SH-006-006 0.0015	NM2-SH-006-017 0	NM2-SH-006-018 Open	14.06937454	110
TM2-SH-006-007 0.0015	NM2-SH-006-019 0	NM2-SH-006-070 Open	14.92409897	63
TM2-SH-006-008 0.0015	NM2-SH-006-020 0	NM2-SH-006-018 Open	15.62985361	110
TM2-SH-004-107 0.0015	NM2-SH-004-114 0	NM2-SH-004-135 Open	16.5815989	90
TM2-SH-004-108 0.0015	NM2-SH-004-206 0	NM2-SH-004-207 Open	17.94377561	63
TM2-SH-006-009 0.0015	NM2-SH-006-023 0	NM2-SH-006-024 Open	18.7674341	110
TM2-SH-006-010 0.0015	NM2-SH-006-025 0	NM2-SH-006-003 Open	19.31809186	63
TM2-SH-006-011 0.0015	NM2-SH-006-026 0	NM2-SH-006-027 Open	19.44267494	63

TM2-SH-006-012 0.0015	NM2-SH-006-021 0	NM2-SH-006-022 Open	19.61425827	63
		;		
TM2-SH-004-109 0.0015	NM2-SH-004-208 0	NM2-SH-004-204 Open	22.08240748	63
		;		
TM2-SH-004-110 0.0015	NM2-SH-004-078 0	NM2-SH-004-041 Open	22.87304043	63
		;		
TM2-SH-006-013 0.0015	NM2-SH-006-028 0	NM2-SH-006-029 Open	24.54521196	63
		;		
TM2-SH-006-014 0.0015	NM2-SH-006-027 0	NM2-SH-006-030 Open	25.07153333	63
		;		
TM2-SH-004-111 0.0015	NM2-SH-004-207 0	NM2-SH-004-209 Open	25.48286171	63
		;		
TM2-SH-004-112 0.0015	NM2-SH-004-092 0	NM2-SH-004-112 Open	25.68061064	160
		;		
TM2-SH-004-113 0.0015	NM2-SH-004-025 0	NM2-SH-004-015 Open	33.38621176	63
		;		
TM2-SH-006-015 0.0015	NM2-SH-006-070 0	NM2-SH-006-031 Open	25.96639715	90
		;		
TM2-SH-004-114 0.0015	NM2-SH-004-161 0	NM2-SH-004-133 Open	26.05031132	63
		;		
TM2-SH-004-115 0.0015	NM2-SH-004-131 0	NM2-SH-004-162 Open	26.0551487	63
		;		
TM2-SH-004-116 0.0015	NM2-SH-004-163 0	NM2-SH-004-164 Open	26.49609649	63
		;		
TM2-SH-004-117 0.0015	NM2-SH-004-013 0	NM2-SH-004-025 Open	26.86883434	63
		;		
TM2-SH-004-118 0.0015	NM2-SH-004-202 0	NM2-SH-004-210 Open	27.66962928	63
		;		
TM2-SH-004-119 0.0015	NM2-SH-004-165 0	NM2-SH-004-166 Open	33.24237923	63
		;		
TM2-SH-006-016 0.0015	NM2-SH-006-032 0	NM2-SH-006-033 Open	29.28940929	90
		;		
TM2-SH-004-120 0.0015	NM2-SH-004-187 0	NM2-SH-004-200 Open	29.25223272	63
		;		

TM2-SH-004-121 0.0015	NM2-SH-004-211 0	NM2-SH-004-206 Open	32.69515476	90
TM2-SH-004-122 0.0015	NM2-SH-004-099 0	NM2-SH-004-100 Open	30.59102009	110
TM2-SH-004-123 0.0015	NM2-SH-004-193 0	NM2-SH-004-222 Open	30.60283735	63
TM2-SH-004-124 0.0015	NM2-SH-004-212 0	NM2-SH-004-213 Open	30.78965923	63
TM2-SH-006-017 0.0015	NM2-SH-006-034 0	NM2-SH-006-035 Open	30.81298867	63
TM2-SH-006-018 0.0015	NM2-SH-006-036 0	NM2-SH-006-034 Open	31.13969733	63
TM2-SH-004-125 0.0015	NM2-SH-004-197 0	NM2-SH-004-212 Open	31.20151231	63
TM2-SH-004-126 0.0015	NM2-SH-004-037 0	NM2-SH-004-043 Open	31.32669018	110
TM2-SH-006-019 0.0015	NM2-SH-006-072 0	NM2-SH-006-039 Open	31.37780011	110
TM2-SH-006-020 0.0015	NM2-SH-006-020 0	NM2-SH-006-037 Open	31.73147898	110
TM2-SH-004-127 0.0015	NM2-SH-004-064 0	NM2-SH-004-037 Open	36.9456421	63
TM2-SH-006-021 0.0015	NM2-SH-006-038 0	NM2-SH-006-021 Open	31.81846733	90
TM2-SH-004-128 0.0015	NM2-SH-004-023 0	NM2-SH-004-024 Open	32.10121893	110
TM2-SH-004-129 0.0015	NM2-SH-004-147 0	NM2-SH-004-167 Open	32.7763721	63
TM2-SH-004-130 0.0015	NM2-SH-004-191 0	NM2-SH-004-198 Open	32.65465461	63
TM2-SH-004-131 0.0015	NM2-SH-004-222 0	NM2-SH-004-186 Open	33.03732856	63
TM2-SH-004-132 0.0015	NM2-SH-004-214 0	NM2-SH-004-190 Open	33.35158258	63

TM2-SH-004-133 0.0015	NM2-SH-004-043 0	NM2-SH-004-014 Open	33.54225978	110
TM2-SH-004-134 0.0015	NM2-SH-004-197 0	NM2-SH-004-215 Open	33.60351564	63
TM2-SH-004-135 0.0015	NM2-SH-004-189 0	NM2-SH-004-209 Open	33.80876125	63
TM2-SH-004-136 0.0015	NM2-SH-004-019 0	NM2-SH-004-017 Open	39.14407801	63
TM2-SH-006-022 0.0015	NM2-SH-006-027 0	NM2-SH-006-040 Open	34.73672372	63
TM2-SH-004-137 0.0015	NM2-SH-004-001 0	NM2-SH-004-008 Open	35.15422177	110
TM2-SH-004-138 0.0015	NM2-SH-004-168 0	NM2-SH-004-169 Open	35.44682956	63
TM2-SH-004-139 0.0015	NM2-SH-004-019 0	NM2-SH-004-016 Open	35.71715976	63
TM2-SH-004-140 0.0015	NM2-SH-004-170 0	NM2-SH-004-171 Open	35.77578509	160
TM2-SH-004-141 0.0015	NM2-SH-004-196 0	NM2-SH-004-216 Open	36.41745934	63
TM2-SH-006-023 0.0015	NM2-SH-006-041 0	NM2-SH-006-074 Open	36.63682302	63
TM2-SH-004-142 0.0015	NM2-SH-004-034 0	NM2-SH-004-028 Open	36.97822627	110
TM2-SH-006-024 0.0015	NM2-SH-006-031 0	NM2-SH-006-042 Open	37.4657149	90
TM2-SH-006-025 0.0015	NM2-SH-006-004 0	NM2-SH-006-005 Open	37.78301573	110
TM2-SH-006-026 0.0015	NM2-SH-006-043 0	NM2-SH-006-044 Open	38.10731427	63
TM2-SH-004-143 0.0015	NM2-SH-004-201 0	NM2-SH-004-217 Open	45.62283794	63
TM2-SH-006-027 0.0015	NM2-SH-006-045 0	NM2-SH-006-015 Open	38.95041532	90

TM2-SH-004-144 0.0015	NM2-SH-004-203 0 Open	NM2-SH-004-218 ;	39.4052725	63
TM2-SH-004-145 0.0015	NM2-SH-004-003 0 Open	NM2-SH-004-006 ;	39.13421805	110
TM2-SH-006-028 0.0015	NM2-SH-006-046 0 Open	NM2-SH-006-047 ;	39.77227286	110
TM2-SH-006-029 0.0015	NM2-SH-006-028 0 Open	NM2-SH-006-051 ;	40.0105967	90
TM2-SH-004-146 0.0015	NM2-SH-004-030 0 Open	NM2-SH-004-002 ;	40.2701316	110
TM2-SH-006-030 0.0015	NM2-SH-006-048 0 Open	NM2-SH-006-049 ;	40.4767195	63
TM2-SH-006-031 0.0015	NM2-SH-006-050 0 Open	NM2-SH-006-041 ;	40.65127775	90
TM2-SH-006-032 0.0015	NM2-SH-006-043 0 Open	NM2-SH-006-006 ;	40.75647816	63
TM2-SH-004-147 0.0015	NM2-SH-004-171 0 Open	NM2-SH-004-128 ;	40.82308165	160
TM2-SH-006-033 0.0015	NM2-SH-006-007 0 Open	NM2-SH-006-008 ;	40.88594783	63
TM2-SH-006-034 0.0015	NM2-SH-006-013 0 Open	NM2-SH-006-052 ;	41.19451018	90
TM2-SH-006-035 0.0015	NM2-SH-006-040 0 Open	NM2-SH-006-021 ;	41.4688241	63
TM2-SH-004-148 0.0015	NM2-SH-004-227 0 Open	NM2-SH-004-219 ;	41.48640991	63
TM2-SH-006-036 0.0015	NM2-SH-006-053 0 Open	NM2-SH-006-054 ;	41.62566149	110
TM2-SH-004-149 0.0015	NM2-SH-004-220 0 Open	NM2-SH-004-212 ;	42.55859487	63
TM2-SH-006-037 0.0015	NM2-SH-006-054 0 Open	NM2-SH-006-047 ;	42.10879082	110
TM2-SH-006-038 0.0015	NM2-SH-006-055 0 Open	NM2-SH-006-056 ;	42.33984312	90

TM2-SH-006-039 0.0015	NM2-SH-006-057 0	NM2-SH-006-038 Open	42.83318484	90
		;		
TM2-SH-006-040 0.0015	NM2-SH-006-044 0	NM2-SH-006-058 Open	42.87432691	63
		;		
TM2-SH-006-041 0.0015	NM2-SH-006-059 0	NM2-SH-006-032 Open	43.02416044	90
		;		
TM2-SH-006-042 0.0015	NM2-SH-006-030 0	NM2-SH-006-060 Open	43.2411931	63
		;		
TM2-SH-004-150 0.0015	NM2-SH-004-202 0	NM2-SH-004-221 Open	43.29746877	63
		;		
TM2-SH-004-151 0.0015	NM2-SH-004-017 0	NM2-SH-004-018 Open	214.0972951	63
		;		
TM2-SH-006-043 0.0015	NM2-SH-006-048 0	NM2-SH-006-037 Open	43.38900122	63
		;		
TM2-SH-006-044 0.0015	NM2-SH-006-036 0	NM2-SH-006-025 Open	43.54559749	63
		;		
TM2-SH-006-045 0.0015	NM2-SH-006-051 0	NM2-SH-006-059 Open	43.69471529	90
		;		
TM2-SH-006-046 0.0015	NM2-SH-006-052 0	NM2-SH-006-050 Open	43.75366941	90
		;		
TM2-SH-006-047 0.0015	NM2-SH-006-042 0	NM2-SH-006-057 Open	43.81365617	90
		;		
TM2-SH-006-048 0.0015	NM2-SH-006-056 0	NM2-SH-006-045 Open	43.8288333	90
		;		
TM2-SH-006-049 0.0015	NM2-SH-006-060 0	NM2-SH-006-061 Open	43.8678832	63
		;		
TM2-SH-004-152 0.0015	NM2-SH-004-055 0	NM2-SH-004-068 Open	44.15832223	110
		;		
TM2-SH-004-153 0.0015	NM2-SH-004-146 0	NM2-SH-004-122 Open	44.52993663	160
		;		
TM2-SH-004-154 0.0015	NM2-SH-004-172 0	NM2-SH-004-173 Open	45.36504213	63
		;		
TM2-SH-006-050 0.0015	NM2-SH-006-072 0	NM2-SH-006-009 Open	45.57905331	110
		;		

TM2-SH-006-051 0.0015	NM2-SH-006-023 0 Open	NM2-SH-006-055 ;	46.36078092	90
TM2-SH-006-052 0.0015	NM2-SH-006-062 0 Open	NM2-SH-006-026 ;	47.20836489	63
TM2-SH-006-053 0.0015	NM2-SH-006-022 0 Open	NM2-SH-006-024 ;	48.13620001	63
TM2-SH-004-155 0.0015	NM2-SH-004-101 0 Open	NM2-SH-004-102 ;	48.50187	63
TM2-SH-006-054 0.0015	NM2-SH-006-063 0 Open	NM2-SH-006-064 ;	48.59227627	110
TM2-SH-004-156 0.0015	NM2-SH-004-222 0 Open	NM2-SH-004-203 ;	49.23640768	63
TM2-SH-004-157 0.0015	NM2-SH-004-031 0 Open	NM2-SH-004-014 ;	72.19285992	63
TM2-SH-004-158 0.0015	NM2-SH-004-174 0 Open	NM2-SH-004-148 ;	52.21087982	63
TM2-SH-006-055 0.0015	NM2-SH-006-065 0 Open	NM2-SH-006-053 ;	52.26507149	110
TM2-SH-004-159 0.0015	NM2-SH-004-201 0 Open	NM2-SH-004-196 ;	52.85467505	63
TM2-SH-004-160 0.0015	NM2-SH-004-199 0 Open	NM2-SH-004-197 ;	53.14497945	63
TM2-SH-004-161 0.0015	NM2-SH-004-103 0 Open	NM2-SH-004-060 ;	53.2359962	90
TM2-SH-004-162 0.0015	NM2-SH-004-195 0 Open	NM2-SH-004-223 ;	53.26400081	63
TM2-SH-004-163 0.0015	NM2-SH-004-217 0 Open	NM2-SH-004-224 ;	53.41655142	63
TM2-SH-004-164 0.0015	NM2-SH-004-061 0 Open	NM2-SH-004-104 ;	53.73292294	63
TM2-SH-006-056 0.0015	NM2-SH-006-026 0 Open	NM2-SH-006-064 ;	54.33601643	63
TM2-SH-006-057 0.0015	NM2-SH-006-066 0 Open	NM2-SH-006-039 ;	54.31261868	110

TM2-SH-006-058 0.0015	NM2-SH-006-004 0	NM2-SH-006-007 Open ;	54.87982917	63
TM2-SH-004-165 0.0015	NM2-SH-004-057 0	NM2-SH-004-090 Open ;	69.74777107	63
TM2-SH-004-166 0.0015	NM2-SH-004-057 0	NM2-SH-004-090 Open ;	55.33983341	63
TM2-SH-006-059 0.0015	NM2-SH-006-067 0	NM2-SH-006-062 Open ;	55.40853578	63
TM2-SH-004-167 0.0015	NM2-SH-004-123 0	NM2-SH-004-175 Open ;	55.58983743	160
TM2-SH-004-168 0.0015	NM2-SH-004-021 0	NM2-SH-004-024 Open ;	55.60945029	110
TM2-SH-004-169 0.0015	NM2-SH-004-006 0	NM2-SH-004-023 Open ;	55.98313154	110
TM2-SH-006-060 0.0015	NM2-SH-006-068 0	NM2-SH-006-063 Open ;	56.15087294	110
TM2-SH-004-170 0.0015	NM2-SH-004-190 0	NM2-SH-004-212 Open ;	56.15116538	63
TM2-SH-004-171 0.0015	NM2-SH-004-055 0	NM2-SH-004-051 Open ;	56.18407226	110
TM2-SH-004-172 0.0015	NM2-SH-004-046 0	NM2-SH-004-049 Open ;	56.39137248	110
TM2-SH-006-061 0.0015	NM2-SH-006-005 0	NM2-SH-006-008 Open ;	56.5349894	63
TM2-SH-006-062 0.0015	NM2-SH-006-005 0	NM2-SH-006-010 Open ;	56.58425412	110
TM2-SH-004-173 0.0015	NM2-SH-004-048 0	NM2-SH-004-045 Open ;	56.91800514	63
TM2-SH-006-063 0.0015	NM2-SH-006-035 0	NM2-SH-006-067 Open ;	57.83862733	63
TM2-SH-004-174 0.0015	NM2-SH-004-185 0	NM2-SH-004-163 Open ;	58.01282495	160
TM2-SH-004-175 0.0015	NM2-SH-004-140 0	NM2-SH-004-120 Open ;	58.51261725	63

TM2-SH-004-176 0.0015	NM2-SH-004-149 0	NM2-SH-004-176 Open	66.34014907 ;	63
TM2-SH-004-177 0.0015	NM2-SH-004-066 0	NM2-SH-004-050 Open	58.77257299 ;	110
TM2-SH-004-178 0.0015	NM2-SH-004-027 0	NM2-SH-004-098 Open	63.28800119 ;	110
TM2-SH-004-179 0.0015	NM2-SH-004-069 0	NM2-SH-004-101 Open	59.13856799 ;	63
TM2-SH-004-180 0.0015	NM2-SH-004-098 0	NM2-SH-004-026 Open	59.26766894 ;	63
TM2-SH-004-181 0.0015	NM2-SH-004-205 0	NM2-SH-004-225 Open	60.13926206 ;	63
TM2-SH-004-182 0.0015	NM2-SH-004-159 0	NM2-SH-004-151 Open	60.73142612 ;	63
TM2-SH-004-183 0.0015	NM2-SH-004-159 0	NM2-SH-004-150 Open	69.30583903 ;	63
TM2-SH-004-184 0.0015	NM2-SH-004-192 0	NM2-SH-004-198 Open	61.51041622 ;	90
TM2-SH-004-185 0.0015	NM2-SH-004-046 0	NM2-SH-004-101 Open	61.93079946 ;	110
TM2-SH-004-186 0.0015	NM2-SH-004-184 0	NM2-SH-004-135 Open	62.16639313 ;	90
TM2-SH-004-187 0.0015	NM2-SH-004-139 0	NM2-SH-004-133 Open	62.31888129 ;	63
TM2-SH-004-188 0.0015	NM2-SH-004-002 0	NM2-SH-004-020 Open	62.73594321 ;	110
TM2-SH-004-189 0.0015	NM2-SH-004-214 0	NM2-SH-004-220 Open	63.02974503 ;	63
TM2-SH-004-190 0.0015	NM2-SH-004-074 0	NM2-SH-004-071 Open	63.07881382 ;	63
TM2-SH-004-191 0.0015	NM2-SH-004-038 0	NM2-SH-004-004 Open	63.17125302 ;	110
TM2-SH-004-192 0.0015	NM2-SH-004-097 0	NM2-SH-004-062 Open	68.65689378 ;	63

TM2-SH-004-193 0.0015	NM2-SH-004-063 0	NM2-SH-004-097 Open	63.21894687	110
TM2-SH-004-194 0.0015	NM2-SH-004-020 0	NM2-SH-004-003 Open	68.99888809	63
TM2-SH-004-195 0.0015	NM2-SH-004-129 0	NM2-SH-004-118 Open	63.32708457	160
TM2-SH-004-196 0.0015	NM2-SH-004-076 0	NM2-SH-004-062 Open	63.4360357	110
TM2-SH-004-197 0.0015	NM2-SH-004-005 0	NM2-SH-004-039 Open	63.70614014	63
TM2-SH-004-198 0.0015	NM2-SH-004-093 0	NM2-SH-004-110 Open	63.86649279	160
TM2-SH-004-199 0.0015	NM2-SH-004-110 0	NM2-SH-004-111 Open	69.81624366	63
TM2-SH-004-200 0.0015	NM2-SH-004-084 0	NM2-SH-004-030 Open	64.67665363	110
TM2-SH-004-201 0.0015	NM2-SH-004-084 0	NM2-SH-004-047 Open	70.54316944	63
TM2-SH-004-202 0.0015	NM2-SH-004-047 0	NM2-SH-004-035 Open	73.61797397	63
TM2-SH-004-203 0.0015	NM2-SH-004-035 0	NM2-SH-004-047 Open	65.18000731	110
TM2-SH-004-204 0.0015	NM2-SH-004-004 0	NM2-SH-004-048 Open	67.39528659	110
TM2-SH-004-205 0.0015	NM2-SH-004-091 0	NM2-SH-004-078 Open	67.89641668	63
TM2-SH-004-206 0.0015	NM2-SH-004-172 0	NM2-SH-004-149 Open	68.62953911	63
TM2-SH-004-207 0.0015	NM2-SH-004-034 0	NM2-SH-004-026 Open	68.7444428	110
TM2-SH-004-208 0.0015	NM2-SH-004-038 0	NM2-SH-004-045 Open	70.00260217	110
TM2-SH-004-209 0.0015	NM2-SH-004-066 0	NM2-SH-004-054 Open	70.64289248	110

TM2-SH-004-210 0.0015	NM2-SH-004-112 0	NM2-SH-004-085 Open	79.89591487	63
		;		
TM2-SH-004-211 0.0015	NM2-SH-004-028 0	NM2-SH-004-064 Open	71.35864232	110
		;		
TM2-SH-006-064 0.0015	NM2-SH-006-035 0	NM2-SH-006-046 Open	72.09287268	63
		;		
TM2-SH-004-212 0.0015	NM2-SH-004-092 0	NM2-SH-004-093 Open	72.50184604	160
		;		
TM2-SH-004-213 0.0015	NM2-SH-004-051 0	NM2-SH-004-068 Open	106.1928935	63
		;		
TM2-SH-004-214 0.0015	NM2-SH-004-075 0	NM2-SH-004-070 Open	73.11480481	63
		;		
TM2-SH-006-065 0.0015	NM2-SH-006-044 0	NM2-SH-006-025 Open	73.16780219	110
		;		
TM2-SH-006-066 0.0015	NM2-SH-006-036 0	NM2-SH-006-058 Open	73.28057205	63
		;		
TM2-SH-004-215 0.0015	NM2-SH-004-049 0	NM2-SH-004-102 Open	73.31133686	110
		;		
TM2-SH-004-216 0.0015	NM2-SH-004-027 0	NM2-SH-004-076 Open	73.34691353	110
		;		
TM2-SH-004-217 0.0015	NM2-SH-004-206 0	NM2-SH-004-192 Open	85.73848268	90
		;		
TM2-SH-006-067 0.0015	NM2-SH-006-020 0	NM2-SH-006-069 Open	79.91413378	110
		;		
TM2-SH-004-218 0.0015	NM2-SH-004-011 0	NM2-SH-004-021 Open	73.55601882	110
		;		
TM2-SH-004-219 0.0015	NM2-SH-004-007 0	NM2-SH-004-009 Open	73.9448666	63
		;		
TM2-SH-004-220 0.0015	NM2-SH-004-059 0	NM2-SH-004-113 Open	73.97512033	63
		;		
TM2-SH-004-221 0.0015	NM2-SH-004-155 0	NM2-SH-004-168 Open	73.99085211	63
		;		
TM2-SH-004-222 0.0015	NM2-SH-004-009 0	NM2-SH-004-012 Open	74.06841595	110
		;		

TM2-SH-004-223 0.0015	NM2-SH-004-207 0	NM2-SH-004-193 Open	74.98166178	63
TM2-SH-004-224 0.0015	NM2-SH-004-178 0	NM2-SH-004-157 Open	75.07533449	63
TM2-SH-004-225 0.0015	NM2-SH-004-226 0	NM2-SH-004-195 Open	74.85914275	63
TM2-SH-004-226 0.0015	NM2-SH-004-091 0	NM2-SH-004-111 Open	75.57395094	63
TM2-SH-004-227 0.0015	NM2-SH-004-036 0	NM2-SH-004-067 Open	75.86215922	110
TM2-SH-004-228 0.0015	NM2-SH-004-067 0	NM2-SH-004-036 Open	85.85591405	63
TM2-SH-006-068 0.0015	NM2-SH-006-040 0	NM2-SH-006-063 Open	76.26981181	63
TM2-SH-004-229 0.0015	NM2-SH-004-121 0	NM2-SH-004-116 Open	75.9543572	63
TM2-SH-004-230 0.0015	NM2-SH-004-135 0	NM2-SH-004-077 Open	76.18075076	110
TM2-SH-004-231 0.0015	NM2-SH-004-096 0	NM2-SH-004-028 Open	77.54522841	110
TM2-SH-004-232 0.0015	NM2-SH-004-227 0	NM2-SH-004-204 Open	77.8970317	110
TM2-SH-004-233 0.0015	NM2-SH-004-053 0	NM2-SH-004-033 Open	77.90267674	110
TM2-SH-006-069 0.0015	NM2-SH-006-057 0	NM2-SH-006-060 Open	77.99750924	110
TM2-SH-006-070 0.0015	NM2-SH-006-030 0	NM2-SH-006-038 Open	78.24476067	63
TM2-SH-004-234 0.0015	NM2-SH-004-032 0	NM2-SH-004-010 Open	82.56859814	110
TM2-SH-004-235 0.0015	NM2-SH-004-152 0	NM2-SH-004-136 Open	78.3873951	63
TM2-SH-004-236 0.0015	NM2-SH-004-041 0	NM2-SH-004-095 Open	78.88282044	63

TM2-SH-006-071 0.0015	NM2-SH-006-061 0	NM2-SH-006-042 Open	79.17587674	63
TM2-SH-004-237 0.0015	NM2-SH-004-178 0	NM2-SH-004-153 Open	332.9315366	63
TM2-SH-004-238 0.0015	NM2-SH-004-011 0	NM2-SH-004-032 Open	79.46873311	63
TM2-SH-004-239 0.0015	NM2-SH-004-088 0	NM2-SH-004-099 Open	79.49203066	110
TM2-SH-004-240 0.0015	NM2-SH-004-094 0	NM2-SH-004-070 Open	79.70834888	110
TM2-SH-004-241 0.0015	NM2-SH-004-209 0	NM2-SH-004-222 Open	80.19609822	63
TM2-SH-004-242 0.0015	NM2-SH-004-078 0	NM2-SH-004-092 Open	80.6672976	110
TM2-SH-004-243 0.0015	NM2-SH-004-044 0	NM2-SH-004-001 Open	81.08198901	110
TM2-SH-004-244 0.0015	NM2-SH-004-152 0	NM2-SH-004-178 Open	81.13390387	63
TM2-SH-004-245 0.0015	NM2-SH-004-106 0	NM2-SH-004-053 Open	81.50672684	63
TM2-SH-004-246 0.0015	NM2-SH-004-040 0	NM2-SH-004-058 Open	82.01723173	63
TM2-SH-004-247 0.0015	NM2-SH-004-117 0	NM2-SH-004-177 Open	165.6024837	63
TM2-SH-006-072 0.0015	NM2-SH-006-008 0	NM2-SH-006-010 Open	167.1267106	63
TM2-SH-004-248 0.0015	NM2-SH-004-151 0	NM2-SH-004-091 Open	83.24249096	63
TM2-SH-004-249 0.0015	NM2-SH-004-044 0	NM2-SH-004-008 Open	107.0060626	63
TM2-SH-004-250 0.0015	NM2-SH-004-056 0	NM2-SH-004-105 Open	83.27623577	63
TM2-SH-004-251 0.0015	NM2-SH-004-029 0	NM2-SH-004-052 Open	83.28405603	110

TM2-SH-006-073 0.0015	NM2-SH-006-057 0	NM2-SH-006-056 Open	83.37323339	110
		;		
TM2-SH-006-074 0.0015	NM2-SH-006-070 0	NM2-SH-006-016 Open	83.65272654	63
		;		
TM2-SH-006-075 0.0015	NM2-SH-006-038 0	NM2-SH-006-055 Open	83.69176882	63
		;		
TM2-SH-004-252 0.0015	NM2-SH-004-086 0	NM2-SH-004-081 Open	83.81330053	63
		;		
TM2-SH-006-076 0.0015	NM2-SH-006-031 0	NM2-SH-006-015 Open	83.8537593	63
		;		
TM2-SH-006-077 0.0015	NM2-SH-006-042 0	NM2-SH-006-045 Open	83.89343144	63
		;		
TM2-SH-006-078 0.0015	NM2-SH-006-029 0	NM2-SH-006-074 Open	83.93843219	63
		;		
TM2-SH-004-253 0.0015	NM2-SH-004-120 0	NM2-SH-004-179 Open	103.2438775	63
		;		
TM2-SH-004-254 0.0015	NM2-SH-004-143 0	NM2-SH-004-086 Open	84.12974086	110
		;		
TM2-SH-004-255 0.0015	NM2-SH-004-023 0	NM2-SH-004-013 Open	84.16607754	63
		;		
TM2-SH-004-256 0.0015	NM2-SH-004-180 0	NM2-SH-004-136 Open	84.21646897	63
		;		
TM2-SH-006-079 0.0015	NM2-SH-006-028 0	NM2-SH-006-041 Open	85.38559737	110
		;		
TM2-SH-004-257 0.0015	NM2-SH-004-024 0	NM2-SH-004-022 Open	85.51647633	110
		;		
TM2-SH-006-080 0.0015	NM2-SH-006-052 0	NM2-SH-006-059 Open	85.6377963	110
		;		
TM2-SH-004-258 0.0015	NM2-SH-004-153 0	NM2-SH-004-172 Open	85.77139409	63
		;		
TM2-SH-004-259 0.0015	NM2-SH-004-158 0	NM2-SH-004-056 Open	86.00692775	63
		;		
TM2-SH-006-081 0.0015	NM2-SH-006-051 0	NM2-SH-006-050 Open	86.06682959	63
		;		

TM2-SH-006-082 0.0015	NM2-SH-006-073 0	NM2-SH-006-028 Open	87.94225835	110
		;		
TM2-SH-004-260 0.0015	NM2-SH-004-127 0	NM2-SH-004-142 Open	86.50935296	63
		;		
TM2-SH-006-083 0.0015	NM2-SH-006-032 0	NM2-SH-006-013 Open	86.51338503	63
		;		
TM2-SH-004-261 0.0015	NM2-SH-004-141 0	NM2-SH-004-124 Open	86.63575518	63
		;		
TM2-SH-004-262 0.0015	NM2-SH-004-189 0	NM2-SH-004-186 Open	86.84183513	63
		;		
TM2-SH-004-263 0.0015	NM2-SH-004-114 0	NM2-SH-004-041 Open	87.10665115	63
		;		
TM2-SH-006-084 0.0015	NM2-SH-006-061 0	NM2-SH-006-031 Open	107.7775438	63
		;		
TM2-SH-004-264 0.0015	NM2-SH-004-188 0	NM2-SH-004-187 Open	87.43650554	63
		;		
TM2-SH-006-085 0.0015	NM2-SH-006-037 0	NM2-SH-006-052 Open	87.49617601	110
		;		
TM2-SH-006-086 0.0015	NM2-SH-006-045 0	NM2-SH-006-032 Open	87.66776815	63
		;		
TM2-SH-006-087 0.0015	NM2-SH-006-063 0	NM2-SH-006-065 Open	87.79782349	63
		;		
TM2-SH-004-265 0.0015	NM2-SH-004-126 0	NM2-SH-004-156 Open	87.99649848	63
		;		
TM2-SH-006-088 0.0015	NM2-SH-006-050 0	NM2-SH-006-048 Open	88.07396918	63
		;		
TM2-SH-004-266 0.0015	NM2-SH-004-194 0	NM2-SH-004-188 Open	119.4575021	63
		;		
TM2-SH-006-089 0.0015	NM2-SH-006-012 0	NM2-SH-006-029 Open	88.34508573	63
		;		
TM2-SH-006-090 0.0015	NM2-SH-006-041 0	NM2-SH-006-049 Open	88.49277067	110
		;		
TM2-SH-006-091 0.0015	NM2-SH-006-059 0	NM2-SH-006-056 Open	88.52212762	110
		;		

TM2-SH-006-092 0.0015	NM2-SH-006-055 0	NM2-SH-006-051 Open	88.6010697	63
		;		
TM2-SH-004-267 0.0015	NM2-SH-004-128 0	NM2-SH-004-150 Open	89.20975227	63
		;		
TM2-SH-006-093 0.0015	NM2-SH-006-014 0	NM2-SH-006-033 Open	89.66548439	63
		;		
TM2-SH-006-094 0.0015	NM2-SH-006-064 0	NM2-SH-006-053 Open	89.79319678	63
		;		
TM2-SH-004-268 0.0015	NM2-SH-004-137 0	NM2-SH-004-130 Open	89.95582653	110
		;		
TM2-SH-006-095 0.0015	NM2-SH-006-048 0	NM2-SH-006-069 Open	90.24769174	63
		;		
TM2-SH-006-096 0.0015	NM2-SH-006-016 0	NM2-SH-006-033 Open	91.1905901	63
		;		
TM2-SH-004-269 0.0015	NM2-SH-004-181 0	NM2-SH-004-154 Open	91.71206851	63
		;		
TM2-SH-004-270 0.0015	NM2-SH-004-155 0	NM2-SH-004-182 Open	93.20869502	63
		;		
TM2-SH-004-271 0.0015	NM2-SH-004-050 0	NM2-SH-004-054 Open	125.9371905	63
		;		
TM2-SH-004-272 0.0015	NM2-SH-004-118 0	NM2-SH-004-134 Open	95.92772738	63
		;		
TM2-SH-004-273 0.0015	NM2-SH-004-077 0	NM2-SH-004-184 Open	139.1196629	63
		;		
TM2-SH-004-274 0.0015	NM2-SH-004-170 0	NM2-SH-004-158 Open	97.58439813	160
		;		
TM2-SH-006-097 0.0015	NM2-SH-006-022 0	NM2-SH-006-068 Open	97.81803137	63
		;		
TM2-SH-004-275 0.0015	NM2-SH-004-015 0	NM2-SH-004-016 Open	97.90765429	63
		;		
TM2-SH-004-276 0.0015	NM2-SH-004-105 0	NM2-SH-004-075 Open	98.06365238	110
		;		
TM2-SH-004-277 0.0015	NM2-SH-004-081 0	NM2-SH-004-073 Open	98.63524229	63
		;		

TM2-SH-004-278 0.0015	NM2-SH-004-126 0	NM2-SH-004-109 Open ;	99.63935917	63
TM2-SH-006-098 0.0015	NM2-SH-006-049 0	NM2-SH-006-069 Open ;	138.0493332	110
TM2-SH-006-099 0.0015	NM2-SH-006-067 0	NM2-SH-006-047 Open ;	100.5721593	63
TM2-SH-004-279 0.0015	NM2-SH-004-168 0	NM2-SH-004-217 Open ;	100.7891363	63
TM2-SH-004-280 0.0015	NM2-SH-004-089 0	NM2-SH-004-066 Open ;	101.2798513	110
TM2-SH-006-100 0.0015	NM2-SH-006-066 0	NM2-SH-006-046 Open ;	103.751212	110
TM2-SH-004-281 0.0015	NM2-SH-004-101 0	NM2-SH-004-060 Open ;	101.5404393	63
TM2-SH-004-282 0.0015	NM2-SH-004-142 0	NM2-SH-004-145 Open ;	102.0733262	90
TM2-SH-004-283 0.0015	NM2-SH-004-107 0	NM2-SH-004-067 Open ;	152.7982502	63
TM2-SH-004-284 0.0015	NM2-SH-004-142 0	NM2-SH-004-146 Open ;	107.2402796	63
TM2-SH-006-101 0.0015	NM2-SH-006-074 0	NM2-SH-006-075 Open ;	102.8602353	63
TM2-SH-004-285 0.0015	NM2-SH-004-095 0	NM2-SH-004-106 Open ;	103.1078132	160
TM2-SH-006-102 0.0015	NM2-SH-006-039 0	NM2-SH-006-034 Open ;	103.4846003	110
TM2-SH-004-286 0.0015	NM2-SH-004-069 0	NM2-SH-004-103 Open ;	103.7083386	110
TM2-SH-006-103 0.0015	NM2-SH-006-068 0	NM2-SH-006-065 Open ;	140.3748428	110
TM2-SH-006-104 0.0015	NM2-SH-006-010 0	NM2-SH-006-019 Open ;	104.4828158	110
TM2-SH-004-287 0.0015	NM2-SH-004-039 0	NM2-SH-004-072 Open ;	104.5556375	110

TM2-SH-004-288 0.0015	NM2-SH-004-100 0	NM2-SH-004-080 Open	104.8105736	110
TM2-SH-004-289 0.0015	NM2-SH-004-022 0	NM2-SH-004-018 Open	105.935465	63
TM2-SH-004-290 0.0015	NM2-SH-004-012 0	NM2-SH-004-007 Open	131.1703201	63
TM2-SH-004-291 0.0015	NM2-SH-004-102 0	NM2-SH-004-061 Open	133.1008294	63
TM2-SH-004-292 0.0015	NM2-SH-004-063 0	NM2-SH-004-010 Open	147.9085864	110
TM2-SH-006-105 0.0015	NM2-SH-006-017 0	NM2-SH-006-071 Open	144.1781527	90
TM2-SH-004-293 0.0015	NM2-SH-004-129 0	NM2-SH-004-134 Open	150.0530613	63
TM2-SH-004-294 0.0015	NM2-SH-004-174 0	NM2-SH-004-122 Open	109.8573225	110
TM2-SH-004-295 0.0015	NM2-SH-004-042 0	NM2-SH-004-059 Open	110.2700846	63
TM2-SH-004-296 0.0015	NM2-SH-004-029 0	NM2-SH-004-033 Open	152.4781543	63
TM2-SH-004-297 0.0015	NM2-SH-004-171 0	NM2-SH-004-185 Open	179.2196142	63
TM2-SH-006-106 0.0015	NM2-SH-006-072 0	NM2-SH-006-036 Open	114.0534056	63
TM2-SH-004-298 0.0015	NM2-SH-004-096 0	NM2-SH-004-052 Open	163.284283	63
TM2-SH-004-299 0.0015	NM2-SH-004-099 0	NM2-SH-004-055 Open	114.9135757	110
TM2-SH-004-300 0.0015	NM2-SH-004-074 0	NM2-SH-004-065 Open	114.9628602	110
TM2-SH-004-301 0.0015	R-M2-SH-004-02 0	NM2-SH-004-227 Open	127.0843458	110
TM2-SH-004-302 0.0015	NM2-SH-004-229 0	NM2-SH-004-139 Open	117.5236606	90

TM2-SH-004-303 0.0015	NM2-SH-004-100 0	NM2-SH-004-069 Open	118.7447522	63
TM2-SH-004-304 0.0015	NM2-SH-004-072 0	NM2-SH-004-005 Open	169.1362931	63
TM2-SH-004-305 0.0015	NM2-SH-004-115 0	NM2-SH-004-040 Open	120.0630519	90
TM2-SH-006-107 0.0015	NM2-SH-006-024 0	NM2-SH-006-068 Open	162.3928096	110
TM2-SH-004-306 0.0015	NM2-SH-004-138 0	NM2-SH-004-141 Open	122.0146091	90
TM2-SH-004-307 0.0015	NM2-SH-004-138 0	NM2-SH-004-148 Open	126.0474361	63
TM2-SH-004-308 0.0015	NM2-SH-004-130 0	NM2-SH-004-124 Open	123.0504353	63
TM2-SH-004-309 0.0015	NM2-SH-004-085 0	NM2-SH-004-113 Open	161.5404299	63
TM2-SH-004-310 0.0015	NM2-SH-004-065 0	NM2-SH-004-071 Open	164.4775874	63
TM2-SH-004-311 0.0015	NM2-SH-004-080 0	NM2-SH-004-103 Open	124.1273313	90
TM2-SH-006-108 0.0015	NM2-SH-006-062 0	NM2-SH-006-054 Open	124.6610954	63
TM2-SH-006-109 0.0015	NM2-SH-006-018 0	NM2-SH-006-014 Open	125.9175949	63
TM2-SH-006-110 0.0015	NM2-SH-006-025 0	NM2-SH-006-009 Open	127.9988046	110
TM2-SH-004-312 0.0015	NM2-SH-004-082 0	NM2-SH-004-088 Open	129.213828	110
TM2-SH-004-313 0.0015	NM2-SH-004-183 0	NM2-SH-004-174 Open	131.106641	110
TM2-SH-004-314 0.0015	NM2-SH-004-157 0	NM2-SH-004-100 Open	131.2543076	63
TM2-SH-004-315 0.0015	NM2-SH-004-080 0	NM2-SH-004-108 Open	131.9056	110

TM2-SH-004-316 0.0015	NM2-SH-004-079 0 Open	NM2-SH-004-108 ;	139.8304118	63
TM2-SH-004-317 0.0015	NM2-SH-004-127 0 Open	NM2-SH-004-145 ;	185.3405038	160
TM2-SH-006-111 0.0015	NM2-SH-006-061 0 Open	NM2-SH-006-043 ;	133.8154764	63
TM2-SH-004-319 0.0015	NM2-SH-004-087 0 Open	NM2-SH-004-125 ;	135.834717	63
TM2-SH-006-112 0.0015	NM2-SH-006-058 0 Open	NM2-SH-006-030 ;	136.4739061	63
TM2-SH-006-113 0.0015	NM2-SH-006-060 0 Open	NM2-SH-006-044 ;	136.50675	110
TM2-SH-004-320 0.0015	NM2-SH-004-144 0 Open	NM2-SH-004-160 ;	139.4760225	160
TM2-SH-004-321 0.0015	NM2-SH-004-058 0 Open	NM2-SH-004-115 ;	189.6672586	63
TM2-SH-006-114 0.0015	NM2-SH-006-001 0 Open	NM2-SH-006-011 ;	146.3277695	110
TM2-SH-004-322 0.0015	NM2-SH-004-156 0 Open	NM2-SH-004-109 ;	223.3312315	63
TM2-SH-004-323 0.0015	NM2-SH-004-140 0 Open	NM2-SH-004-131 ;	151.6123171	63
TM2-SH-004-324 0.0015	NM2-SH-004-139 0 Open	NM2-SH-004-132 ;	151.9363671	63
TM2-SH-004-325 0.0015	NM2-SH-004-073 0 Open	NM2-SH-004-089 ;	219.6717728	63
TM2-SH-004-326 0.0015	NM2-SH-004-082 0 Open	NM2-SH-004-125 ;	226.3605531	63
TM2-SH-004-327 0.0015	NM2-SH-004-157 0 Open	NM2-SH-004-079 ;	248.7786806	63
TM2-SH-004-328 0.0015	NM2-SH-004-087 0 Open	NM2-SH-004-160 ;	219.4833413	63
TM2-SH-004-329 0.0015	NM2-SH-004-205 0 Open	NM2-SH-004-211 ;	180.0115288	90

TM2-SH-004-330 0.0015	NM2-SH-004-229 0	NM2-SH-004-208 Open	183.8107229	63
TM2-SH-004-331 0.0015	NM2-SH-004-116 0	NM2-SH-004-229 Open	312.654119	63
TM2-SH-004-332 0.0015	NM2-SH-004-132 0	NM2-SH-004-208 Open	200.0892402	63
TM2-SH-006-115 0.0015	NM2-SH-006-009 0	NM2-SH-006-011 Open	206.3953821	110
TM2-SH-004-333 0.0015	NM2-SH-004-147 0	NM2-SH-004-228 Open	215.2741199	63
TM2-SH-004-334 0.0015	NM2-SH-004-170 0	R-M2-SH-004-01 Open	228.1670854	200
TM2-SH-004-335 0.0015	NM2-SH-004-123 0	NM2-SH-004-165 Open	241.6777407	63
TM2-SH-006-116 0.0015	NM2-SH-006-011 0	NM2-SH-006-004 Open	276.899356	110
TM2-SH-006-117 0.0015	NM2-SH-006-019 0	NM2-SH-006-017 Open	391.0188451	110
TM2-SH-006-118 0.0015	NM2-SH-006-070 0	NM2-SH-006-001 Open	629.6842702	63
TM2-SH-006-119 0.0015	R-M2-SH-006 0	NM2-SH-006-066 Open	863.3242913	160

[PUMPS]

;ID Node1 Node2 Parameters

[VALVES]

;ID Node1 Node2 Diameter Type Setting
 MinorLoss

[TAGS]

[DEMANDS]

;Junction	Demand	Pattern	Category
-----------	--------	---------	----------

[STATUS]

;ID	Status/Setting
-----	----------------

[PATTERNS]

;ID	Multipliers
-----	-------------

[CURVES]

;ID	X-Value	Y-Value
-----	---------	---------

[CONTROLS]

[RULES]

[ENERGY]

Global Efficiency	75
-------------------	----

Global Price	0
--------------	---

Demand Charge	0
---------------	---

[EMITTERS]

;Junction	Coefficient
-----------	-------------

NM2-SH-004-001	0.04964
----------------	---------

NM2-SH-004-002	0.04964
----------------	---------

NM2-SH-004-003 0.04964
NM2-SH-004-004 0.04964
NM2-SH-004-005 0.04964
NM2-SH-004-006 0.04964
NM2-SH-004-007 0.04964
NM2-SH-004-008 0.04964
NM2-SH-004-009 0.04964
NM2-SH-004-010 0.04964
NM2-SH-004-011 0.04964
NM2-SH-004-012 0.04964
NM2-SH-004-013 0.04964
NM2-SH-004-014 0.04964
NM2-SH-004-015 0.04964
NM2-SH-004-016 0.04964
NM2-SH-004-017 0.04964
NM2-SH-004-018 0.04964
NM2-SH-004-019 0.04964
NM2-SH-004-020 0.04964
NM2-SH-004-021 0.04964
NM2-SH-004-022 0.04964
NM2-SH-004-023 0.04964
NM2-SH-004-024 0.04964
NM2-SH-004-025 0.04964
NM2-SH-004-026 0.04964
NM2-SH-004-027 0.04964
NM2-SH-004-028 0.04964
NM2-SH-004-029 0.04964

NM2-SH-004-030 0.04964
NM2-SH-004-031 0.04964
NM2-SH-004-032 0.04964
NM2-SH-004-033 0.04964
NM2-SH-004-034 0.04964
NM2-SH-004-035 0.04964
NM2-SH-004-036 0.04964
NM2-SH-004-037 0.04964
NM2-SH-004-038 0.04964
NM2-SH-004-039 0.04964
NM2-SH-004-040 0.04964
NM2-SH-004-041 0.04964
NM2-SH-004-042 0.04964
NM2-SH-004-043 0.04964
NM2-SH-004-044 0.04964
NM2-SH-004-045 0.04964
NM2-SH-004-046 0.04964
NM2-SH-004-047 0.04964
NM2-SH-004-048 0.04964
NM2-SH-004-049 0.04964
NM2-SH-004-050 0.04964
NM2-SH-004-051 0.04964
NM2-SH-004-052 0.04964
NM2-SH-004-053 0.04964
NM2-SH-004-054 0.04964
NM2-SH-004-055 0.04964
NM2-SH-004-056 0.04964

NM2-SH-004-057 0.04964
NM2-SH-004-058 0.04964
NM2-SH-004-059 0.04964
NM2-SH-004-060 0.04964
NM2-SH-004-061 0.04964
NM2-SH-004-062 0.04964
NM2-SH-004-063 0.04964
NM2-SH-004-064 0.04964
NM2-SH-004-065 0.04964
NM2-SH-004-066 0.04964
NM2-SH-004-067 0.04964
NM2-SH-004-068 0.04964
NM2-SH-004-069 0.04964
NM2-SH-004-070 0.04964
NM2-SH-004-071 0.04964
NM2-SH-004-072 0.04964
NM2-SH-004-073 0.04964
NM2-SH-004-074 0.04964
NM2-SH-004-075 0.04964
NM2-SH-004-076 0.04964
NM2-SH-004-077 0.04964
NM2-SH-004-078 0.04964
NM2-SH-004-079 0.04964
NM2-SH-004-080 0.04964
NM2-SH-004-081 0.04964
NM2-SH-004-082 0.04964
NM2-SH-004-083 0.04964

NM2-SH-004-084 0.04964
NM2-SH-004-085 0.04964
NM2-SH-004-086 0.04964
NM2-SH-004-087 0.04964
NM2-SH-004-088 0.04964
NM2-SH-004-089 0.04964
NM2-SH-004-090 0.04964
NM2-SH-004-091 0.04964
NM2-SH-004-092 0.04964
NM2-SH-004-093 0.04964
NM2-SH-004-094 0.04964
NM2-SH-004-095 0.04964
NM2-SH-004-096 0.04964
NM2-SH-004-097 0.04964
NM2-SH-004-098 0.04964
NM2-SH-004-099 0.04964
NM2-SH-004-100 0.04964
NM2-SH-004-101 0.04964
NM2-SH-004-102 0.04964
NM2-SH-004-103 0.04964
NM2-SH-004-104 0.04964
NM2-SH-004-105 0.04964
NM2-SH-004-106 0.04964
NM2-SH-004-107 0.04964
NM2-SH-004-108 0.04964
NM2-SH-006-001 0.04964
NM2-SH-006-002 0.04964

NM2-SH-006-003 0.04964
NM2-SH-006-004 0.04964
NM2-SH-006-005 0.04964
NM2-SH-006-006 0.04964
NM2-SH-006-007 0.04964
NM2-SH-006-008 0.04964
NM2-SH-006-009 0.04964
NM2-SH-006-010 0.04964
NM2-SH-006-011 0.04964
NM2-SH-004-109 0.04964
NM2-SH-004-110 0.04964
NM2-SH-004-111 0.04964
NM2-SH-004-112 0.04964
NM2-SH-004-113 0.04964
NM2-SH-004-114 0.04964
NM2-SH-004-115 0.04964
NM2-SH-004-116 0.04964
NM2-SH-004-117 0.04964
NM2-SH-004-118 0.04964
NM2-SH-004-119 0.04964
NM2-SH-004-120 0.04964
NM2-SH-004-121 0.04964
NM2-SH-004-122 0.04964
NM2-SH-004-123 0.04964
NM2-SH-004-124 0.04964
NM2-SH-004-125 0.04964
NM2-SH-004-126 0.04964

NM2-SH-004-127 0.04964
NM2-SH-004-128 0.04964
NM2-SH-004-129 0.04964
NM2-SH-004-130 0.04964
NM2-SH-004-131 0.04964
NM2-SH-004-132 0.04964
NM2-SH-004-133 0.04964
NM2-SH-004-134 0.04964
NM2-SH-004-135 0.04964
NM2-SH-004-136 0.04964
NM2-SH-004-137 0.04964
NM2-SH-004-138 0.04964
NM2-SH-004-139 0.04964
NM2-SH-004-140 0.04964
NM2-SH-004-141 0.04964
NM2-SH-004-142 0.04964
NM2-SH-004-143 0.04964
NM2-SH-004-144 0.04964
NM2-SH-004-145 0.04964
NM2-SH-004-146 0.04964
NM2-SH-004-147 0.04964
NM2-SH-004-148 0.04964
NM2-SH-004-149 0.04964
NM2-SH-004-150 0.04964
NM2-SH-004-151 0.04964
NM2-SH-004-152 0.04964
NM2-SH-004-153 0.04964

NM2-SH-004-154 0.04964
NM2-SH-004-155 0.04964
NM2-SH-004-156 0.04964
NM2-SH-004-157 0.04964
NM2-SH-004-158 0.04964
NM2-SH-004-159 0.04964
NM2-SH-004-160 0.04964
NM2-SH-004-161 0.04964
NM2-SH-004-162 0.04964
NM2-SH-004-163 0.04964
NM2-SH-004-164 0.04964
NM2-SH-004-165 0.04964
NM2-SH-004-166 0.04964
NM2-SH-004-167 0.04964
NM2-SH-004-168 0.04964
NM2-SH-004-169 0.04964
NM2-SH-004-170 0.04964
NM2-SH-004-171 0.04964
NM2-SH-004-172 0.04964
NM2-SH-004-173 0.04964
NM2-SH-004-174 0.04964
NM2-SH-004-175 0.04964
NM2-SH-004-176 0.04964
NM2-SH-004-177 0.04964
NM2-SH-004-178 0.04964
NM2-SH-004-179 0.04964
NM2-SH-004-180 0.04964

NM2-SH-004-181 0.04964
NM2-SH-004-182 0.04964
NM2-SH-006-012 0.04964
NM2-SH-006-013 0.04964
NM2-SH-006-014 0.04964
NM2-SH-006-015 0.04964
NM2-SH-006-016 0.04964
NM2-SH-006-017 0.04964
NM2-SH-006-018 0.04964
NM2-SH-006-019 0.04964
NM2-SH-006-020 0.04964
NM2-SH-006-021 0.04964
NM2-SH-006-022 0.04964
NM2-SH-006-023 0.04964
NM2-SH-006-024 0.04964
NM2-SH-006-025 0.04964
NM2-SH-006-026 0.04964
NM2-SH-006-027 0.04964
NM2-SH-006-028 0.04964
NM2-SH-006-029 0.04964
NM2-SH-006-030 0.04964
NM2-SH-006-031 0.04964
NM2-SH-006-032 0.04964
NM2-SH-006-033 0.04964
NM2-SH-006-034 0.04964
NM2-SH-006-035 0.04964
NM2-SH-006-036 0.04964

NM2-SH-006-037 0.04964
NM2-SH-006-038 0.04964
NM2-SH-006-039 0.04964
NM2-SH-006-040 0.04964
NM2-SH-006-041 0.04964
NM2-SH-006-042 0.04964
NM2-SH-006-043 0.04964
NM2-SH-006-044 0.04964
NM2-SH-006-045 0.04964
NM2-SH-006-046 0.04964
NM2-SH-006-047 0.04964
NM2-SH-006-048 0.04964
NM2-SH-006-049 0.04964
NM2-SH-006-050 0.04964
NM2-SH-006-051 0.04964
NM2-SH-006-052 0.04964
NM2-SH-006-053 0.04964
NM2-SH-006-054 0.04964
NM2-SH-006-055 0.04964
NM2-SH-006-056 0.04964
NM2-SH-006-057 0.04964
NM2-SH-006-058 0.04964
NM2-SH-006-059 0.04964
NM2-SH-006-060 0.04964
NM2-SH-006-061 0.04964
NM2-SH-006-062 0.04964
NM2-SH-006-063 0.04964

NM2-SH-006-064 0.04964
NM2-SH-006-065 0.04964
NM2-SH-006-066 0.04964
NM2-SH-006-067 0.04964
NM2-SH-006-068 0.04964
NM2-SH-006-069 0.04964
NM2-SH-006-070 0.04964
NM2-SH-006-071 0.04964
NM2-SH-006-072 0.04964
NM2-SH-006-073 0.04964
NM2-SH-004-183 0.04964
NM2-SH-004-184 0.04964
NM2-SH-004-185 0.04964
NM2-SH-004-186 0.04964
NM2-SH-004-187 0.04964
NM2-SH-004-188 0.04964
NM2-SH-004-189 0.04964
NM2-SH-004-190 0.04964
NM2-SH-004-191 0.04964
NM2-SH-004-192 0.04964
NM2-SH-004-193 0.04964
NM2-SH-004-194 0.04964
NM2-SH-004-195 0.04964
NM2-SH-004-196 0.04964
NM2-SH-004-197 0.04964
NM2-SH-004-198 0.04964
NM2-SH-004-199 0.04964

NM2-SH-004-200 0.04964
NM2-SH-004-201 0.04964
NM2-SH-004-202 0.04964
NM2-SH-004-203 0.04964
NM2-SH-004-204 0.04964
NM2-SH-004-205 0.04964
NM2-SH-004-206 0.04964
NM2-SH-004-207 0.04964
NM2-SH-004-208 0.04964
NM2-SH-004-209 0.04964
NM2-SH-004-210 0.04964
NM2-SH-004-211 0.04964
NM2-SH-004-212 0.04964
NM2-SH-004-213 0.04964
NM2-SH-004-214 0.04964
NM2-SH-004-215 0.04964
NM2-SH-004-216 0.04964
NM2-SH-004-217 0.04964
NM2-SH-004-218 0.04964
NM2-SH-004-219 0.04964
NM2-SH-004-220 0.04964
NM2-SH-004-221 0.04964
NM2-SH-004-222 0.04964
NM2-SH-004-223 0.04964
NM2-SH-004-224 0.04964
NM2-SH-004-225 0.04964
NM2-SH-004-226 0.04964

NM2-SH-004-227 0.04964

NM2-SH-004-228 0.04964

NM2-SH-006-074 0.04964

NM2-SH-006-075 0.04964

NM2-SH-004-229 0.04964

[QUALITY]

;Node InitQual

[SOURCES]

;Node Type Quality Pattern

[REACTIONS]

;Type Pipe/Tank Coefficient

[REACTIONS]

Order Bulk 1

Order Tank 1

Order Wall 1

Global Bulk 0

Global Wall 0

Limiting Potential 0

Roughness Correlation 0

[MIXING]

;Tank Model

[TIMES]

Duration	0:00
Hydraulic Timestep	1:00
Quality Timestep	0:00
Pattern Timestep	1:00
Pattern Start	0:00
Report Timestep	1:00
Report Start	0:00
Start ClockTime	12:00 AM
Statistic	Average

[REPORT]

Status	No
Summary	No
Page	0

[OPTIONS]

Units	LPS
Headloss	D-W
Specific Gravity	0.998
Viscosity	0.982157861
Trials	40
Accuracy	0.001
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

Unbalanced	Continue 10
Pattern	1
Demand Multiplier	1
Emitter Exponent	0.5
Quality	NONE mg/L
Diffusivity	1
Tolerance	0.01

[COORDINATES]

;Node	X-Coord	Y-Coord
NM2-SH-004-001	547117.75	9850645.89
NM2-SH-004-002	546983.86	9850665.94
NM2-SH-004-003	546988.61	9850666.76
NM2-SH-004-004	546723.83	9850650.15
NM2-SH-004-005	546728.79	9850651.42
NM2-SH-004-006	547027.17	9850673.45
NM2-SH-004-007	547032.36	9850674.18
NM2-SH-004-008	547107.18	9850679.42
NM2-SH-004-009	547105.57	9850684.52
NM2-SH-004-010	546896.67	9850700.07
NM2-SH-004-011	546901.55	9850702.56
NM2-SH-004-012	547097.57	9850758.16
NM2-SH-004-013	547096.90	9850764.27
NM2-SH-004-014	547028.10	9850666.21
NM2-SH-004-015	547103.86	9850767.34
NM2-SH-004-016	547193.44	9850806.85
NM2-SH-004-017	547200.41	9850810.01

NM2-SH-004-018	547185.79	9850850.85
NM2-SH-004-019	547187.32	9850842.04
NM2-SH-004-020	546969.24	9850726.95
NM2-SH-004-021	546967.07	9850735.98
NM2-SH-004-022	547092.19	9850801.24
NM2-SH-004-023	547020.47	9850729.03
NM2-SH-004-024	547016.78	9850760.92
NM2-SH-004-025	547093.51	9850790.92
NM2-SH-004-026	546938.09	9850544.46
NM2-SH-004-027	546934.20	9850543.99
NM2-SH-004-028	547043.15	9850556.28
NM2-SH-004-029	547047.31	9850556.70
NM2-SH-004-030	546992.46	9850626.60
NM2-SH-004-031	546996.80	9850627.29
NM2-SH-004-032	546919.11	9850625.05
NM2-SH-004-033	547118.74	9850641.51
NM2-SH-004-034	547006.34	9850552.75
NM2-SH-004-035	547005.50	9850557.19
NM2-SH-004-036	547024.39	9850472.64
NM2-SH-004-037	547001.43	9850628.02
NM2-SH-004-038	546729.76	9850587.26
NM2-SH-004-039	546734.51	9850587.97
NM2-SH-004-040	547197.57	9850324.82
NM2-SH-004-041	547063.81	9850389.12
NM2-SH-004-042	547068.83	9850390.06
NM2-SH-004-043	547032.37	9850632.94
NM2-SH-004-044	547037.59	9850633.74

NM2-SH-004-045	546660.44	9850577.54
NM2-SH-004-046	546655.10	9850576.79
NM2-SH-004-047	546993.47	9850621.25
NM2-SH-004-048	546658.30	9850634.42
NM2-SH-004-049	546652.99	9850633.15
NM2-SH-004-050	546730.14	9850581.71
NM2-SH-004-051	546655.37	9850571.15
NM2-SH-004-052	547130.19	9850564.95
NM2-SH-004-053	547135.82	9850565.51
NM2-SH-004-054	546663.83	9850515.65
NM2-SH-004-055	546658.01	9850515.03
NM2-SH-004-056	546905.94	9850354.27
NM2-SH-004-057	546911.67	9850355.53
NM2-SH-004-058	547178.58	9850404.61
NM2-SH-004-059	547177.22	9850410.32
NM2-SH-004-060	546493.69	9850551.10
NM2-SH-004-061	546492.46	9850556.91
NM2-SH-004-062	546847.04	9850598.81
NM2-SH-004-063	546845.92	9850604.36
NM2-SH-004-064	547033.21	9850626.95
NM2-SH-004-065	546740.17	9850523.75
NM2-SH-004-066	546734.09	9850523.07
NM2-SH-004-067	547007.72	9850546.65
NM2-SH-004-068	546613.99	9850511.54
NM2-SH-004-069	546607.67	9850511.04
NM2-SH-004-070	546935.58	9850537.78
NM2-SH-004-071	546839.41	9850597.47

NM2-SH-004-072	546837.87	9850603.73
NM2-SH-004-073	546855.88	9850529.83
NM2-SH-004-074	546854.44	9850536.21
NM2-SH-004-075	546862.84	9850530.41
NM2-SH-004-076	546861.19	9850536.97
NM2-SH-004-077	547043.37	9850376.03
NM2-SH-004-078	547041.85	9850382.72
NM2-SH-004-079	546532.30	9850370.94
NM2-SH-004-080	546530.89	9850377.71
NM2-SH-004-081	546877.56	9850433.60
NM2-SH-004-082	546870.65	9850432.16
NM2-SH-004-083	546921.31	9850615.71
NM2-SH-004-084	546928.53	9850616.81
NM2-SH-004-085	547068.01	9850397.41
NM2-SH-004-086	546896.58	9850351.98
NM2-SH-004-087	546889.15	9850350.04
NM2-SH-004-088	546742.94	9850412.51
NM2-SH-004-089	546741.82	9850422.08
NM2-SH-004-090	546965.72	9850367.42
NM2-SH-004-091	546975.25	9850369.51
NM2-SH-004-092	547026.79	9850461.97
NM2-SH-004-093	546955.48	9850448.88
NM2-SH-004-094	546952.98	9850460.00
NM2-SH-004-095	547055.69	9850467.58
NM2-SH-004-096	547053.75	9850479.47
NM2-SH-004-097	546908.43	9850613.83
NM2-SH-004-098	546924.52	9850602.15

NM2-SH-004-099	546664.39	9850400.31
NM2-SH-004-100	546634.21	9850395.30
NM2-SH-004-101	546593.73	9850568.51
NM2-SH-004-102	546581.83	9850615.53
NM2-SH-004-103	546504.66	9850499.01
NM2-SH-004-104	546440.46	9850543.39
NM2-SH-004-105	546886.74	9850435.30
NM2-SH-004-106	547156.99	9850486.80
NM2-SH-004-107	546953.10	9850460.02
NM2-SH-004-108	546400.70	9850356.46
NM2-SH-006-001	546479.86	9850595.20
NM2-SH-006-002	546477.56	9850602.90
NM2-SH-006-003	546231.95	9850324.09
NM2-SH-006-004	546099.42	9850412.87
NM2-SH-006-005	546066.65	9850394.08
NM2-SH-006-006	546194.86	9850325.86
NM2-SH-006-007	546080.73	9850464.47
NM2-SH-006-008	546044.26	9850445.99
NM2-SH-006-009	546362.16	9850340.71
NM2-SH-006-010	546016.20	9850368.44
NM2-SH-006-011	546342.83	9850544.88
NM2-SH-004-109	546743.73	9850405.46
NM2-SH-004-110	546892.84	9850436.47
NM2-SH-004-111	546957.07	9850442.87
NM2-SH-004-112	547052.01	9850466.86
NM2-SH-004-113	547158.29	9850481.83
NM2-SH-004-114	547076.79	9850302.98

NM2-SH-004-115	547079.42	9850303.46
NM2-SH-004-116	547032.23	9850114.67
NM2-SH-004-117	547031.62	9850117.28
NM2-SH-004-118	547084.22	9850202.65
NM2-SH-004-119	547086.64	9850204.79
NM2-SH-004-120	547053.41	9850041.99
NM2-SH-004-121	547049.56	9850040.72
NM2-SH-004-122	547336.70	9850211.98
NM2-SH-004-123	547337.81	9850207.80
NM2-SH-004-124	547198.66	9850319.97
NM2-SH-004-125	546760.15	9850308.39
NM2-SH-004-126	546755.22	9850306.48
NM2-SH-004-127	547204.06	9850321.23
NM2-SH-004-128	547015.85	9850193.48
NM2-SH-004-129	547021.46	9850194.23
NM2-SH-004-130	547077.72	9850297.29
NM2-SH-004-131	547255.90	9850097.75
NM2-SH-004-132	547257.36	9850091.97
NM2-SH-004-133	547050.93	9850034.91
NM2-SH-004-134	547061.67	9850295.89
NM2-SH-004-135	547060.25	9850301.75
NM2-SH-004-136	546755.69	9850300.35
NM2-SH-004-137	547092.16	9850208.50
NM2-SH-004-138	547098.35	9850209.83
NM2-SH-004-139	547110.32	9850053.77
NM2-SH-004-140	547109.00	9850060.27
NM2-SH-004-141	547217.65	9850235.44

NM2-SH-004-142	547224.54	9850237.18
NM2-SH-004-143	546914.22	9850269.72
NM2-SH-004-144	546907.25	9850267.74
NM2-SH-004-145	547323.52	9850262.12
NM2-SH-004-146	547325.38	9850255.05
NM2-SH-004-147	547264.46	9850093.94
NM2-SH-004-148	547219.56	9850227.92
NM2-SH-004-149	546909.10	9850260.20
NM2-SH-004-150	546996.51	9850280.57
NM2-SH-004-151	546994.73	9850288.58
NM2-SH-004-152	546761.73	9850222.20
NM2-SH-004-153	546762.57	9850212.08
NM2-SH-004-154	546935.07	9850178.34
NM2-SH-004-155	546937.31	9850168.10
NM2-SH-004-156	546674.34	9850271.81
NM2-SH-004-157	546664.53	9850267.60
NM2-SH-004-158	546925.50	9850270.52
NM2-SH-004-159	546935.96	9850273.25
NM2-SH-004-160	546774.11	9850226.22
NM2-SH-004-161	547056.87	9850009.54
NM2-SH-004-162	547248.98	9850122.87
NM2-SH-004-163	547097.70	9850141.56
NM2-SH-004-164	547072.08	9850134.79
NM2-SH-004-165	547107.01	9850136.34
NM2-SH-004-166	547107.62	9850107.20
NM2-SH-004-167	547255.65	9850125.51
NM2-SH-004-168	546953.10	9850095.81

NM2-SH-004-169	546918.91	9850086.46
NM2-SH-004-170	546941.71	9850174.29
NM2-SH-004-171	546976.39	9850183.03
NM2-SH-004-172	546843.14	9850241.39
NM2-SH-004-173	546842.40	9850196.03
NM2-SH-004-174	547232.46	9850177.32
NM2-SH-004-175	547351.99	9850154.05
NM2-SH-004-176	546928.81	9850205.06
NM2-SH-004-177	546970.69	9850172.78
NM2-SH-004-178	546685.15	9850195.41
NM2-SH-004-179	547063.73	9850125.42
NM2-SH-004-180	546679.23	9850265.05
NM2-SH-004-181	546843.60	9850171.74
NM2-SH-004-182	546844.21	9850163.71
NM2-SH-006-012	545922.18	9850088.51
NM2-SH-006-013	545713.07	9850153.97
NM2-SH-006-014	545710.34	9850159.53
NM2-SH-006-015	545862.49	9850253.28
NM2-SH-006-016	545857.43	9850264.65
NM2-SH-006-017	545601.91	9850098.53
NM2-SH-006-018	545608.23	9850085.96
NM2-SH-006-019	545924.13	9850319.08
NM2-SH-006-020	545616.86	9850072.93
NM2-SH-006-021	545997.84	9850136.76
NM2-SH-006-022	545981.01	9850126.69
NM2-SH-006-023	545923.24	9850092.95
NM2-SH-006-024	545939.49	9850102.34

NM2-SH-006-025	546238.94	9850306.08
NM2-SH-006-026	546084.96	9850176.21
NM2-SH-006-027	546067.02	9850168.72
NM2-SH-006-028	545837.47	9850067.51
NM2-SH-006-029	545845.71	9850044.39
NM2-SH-006-030	546057.92	9850192.08
NM2-SH-006-031	545941.28	9850281.97
NM2-SH-006-032	545793.33	9850186.27
NM2-SH-006-033	545782.07	9850213.31
NM2-SH-006-034	546266.25	9850236.58
NM2-SH-006-035	546236.66	9850227.98
NM2-SH-006-036	546254.44	9850265.39
NM2-SH-006-037	545646.51	9850084.14
NM2-SH-006-038	545984.34	9850165.57
NM2-SH-006-039	546366.07	9850263.85
NM2-SH-006-040	546035.48	9850154.18
NM2-SH-006-041	545757.84	9850036.69
NM2-SH-006-042	545953.89	9850246.68
NM2-SH-006-043	546155.57	9850315.04
NM2-SH-006-044	546170.57	9850280.01
NM2-SH-006-045	545875.58	9850216.59
NM2-SH-006-046	546277.82	9850168.82
NM2-SH-006-047	546250.63	9850139.79
NM2-SH-006-048	545660.34	9850043.01
NM2-SH-006-049	545675.10	9850005.32
NM2-SH-006-050	545742.61	9850074.38
NM2-SH-006-051	545823.11	9850104.84

NM2-SH-006-052	545728.11	9850115.66
NM2-SH-006-053	546191.72	9850080.29
NM2-SH-006-054	546220.83	9850110.05
NM2-SH-006-055	545906.05	9850136.00
NM2-SH-006-056	545891.54	9850175.77
NM2-SH-006-057	545969.35	9850205.70
NM2-SH-006-058	546185.73	9850239.93
NM2-SH-006-059	545808.22	9850145.92
NM2-SH-006-060	546042.59	9850232.51
NM2-SH-006-061	546028.22	9850273.96
NM2-SH-006-062	546128.71	9850193.95
NM2-SH-006-063	546090.47	9850101.86
NM2-SH-006-064	546122.94	9850138.01
NM2-SH-006-065	546155.37	9850042.74
NM2-SH-006-066	546370.75	9850209.74
NM2-SH-006-067	546181.08	9850212.02
NM2-SH-006-068	546052.62	9850060.38
NM2-SH-006-069	545575.61	9850012.11
NM2-SH-006-070	545930.28	9850305.48
NM2-SH-006-071	545543.81	9850190.58
NM2-SH-006-072	546364.42	9850295.18
NM2-SH-006-073	545920.49	9850091.43
NM2-SH-004-183	547105.80	9850143.47
NM2-SH-004-184	546999.31	9850289.48
NM2-SH-004-185	547087.40	9850198.65
NM2-SH-004-186	547007.98	9849870.14
NM2-SH-004-187	547007.56	9849868.07

NM2-SH-004-188	547093.75	9849853.40
NM2-SH-004-189	547093.61	9849855.67
NM2-SH-004-190	546957.97	9849913.60
NM2-SH-004-191	546958.54	9849916.91
NM2-SH-004-192	547021.67	9849936.69
NM2-SH-004-193	547020.81	9849932.48
NM2-SH-004-194	547007.11	9849838.04
NM2-SH-004-195	547006.55	9849833.71
NM2-SH-004-196	546910.11	9849966.95
NM2-SH-004-197	546909.41	9849962.36
NM2-SH-004-198	546961.50	9849949.43
NM2-SH-004-199	546962.01	9849954.75
NM2-SH-004-200	547001.90	9849839.37
NM2-SH-004-201	546962.56	9849960.43
NM2-SH-004-202	547000.18	9849831.51
NM2-SH-004-203	546966.96	9849914.80
NM2-SH-004-204	547306.25	9849875.47
NM2-SH-004-205	547297.66	9849878.70
NM2-SH-004-206	547095.05	9849932.85
NM2-SH-004-207	547093.71	9849914.96
NM2-SH-004-208	547303.11	9849897.32
NM2-SH-004-209	547093.77	9849889.48
NM2-SH-004-210	546995.05	9849804.32
NM2-SH-004-211	547125.01	9849928.93
NM2-SH-004-212	546904.75	9849931.51
NM2-SH-004-213	546874.05	9849933.94
NM2-SH-004-214	546953.58	9849880.53

NM2-SH-004-215	546876.16	9849967.17
NM2-SH-004-216	546873.97	9849971.45
NM2-SH-004-217	546974.61	9849997.34
NM2-SH-004-218	546962.29	9849875.67
NM2-SH-004-219	547354.39	9849801.50
NM2-SH-004-220	546891.55	9849891.71
NM2-SH-004-221	546957.54	9849839.03
NM2-SH-004-222	547014.64	9849902.50
NM2-SH-004-223	546999.46	9849780.92
NM2-SH-004-224	546921.43	9849992.31
NM2-SH-004-225	547280.69	9849821.00
NM2-SH-004-226	547080.66	9849823.14
NM2-SH-004-227	547374.33	9849837.88
NM2-SH-004-228	547311.91	9849883.97
NM2-SH-006-074	545772.59	9850003.15
NM2-SH-006-075	545676.05	9849967.67
NM2-SH-004-229	547125.08	9849937.78
R-M2-SH-006	546988.77	9849965.31
R-M2-SH-004-01	547009.64	9849958.47
R-M2-SH-004-02	547476.40	9849781.35

[VERTICES]

;Link	X-Coord	Y-Coord
TM2-SH-006-001	545921.13	9850091.78
TM2-SH-004-056	546889.85	9850435.88
TM2-SH-004-069	546875.36	9850433.09
TM2-SH-004-069	546873.45	9850432.59

TM2-SH-004-073	546910.66	9850268.66
TM2-SH-004-081	546892.27	9850350.99
TM2-SH-004-081	546891.57	9850350.63
TM2-SH-004-084	546909.10	9850260.21
TM2-SH-004-093	546742.16	9850417.60
TM2-SH-004-100	547025.84	9850466.42
TM2-SH-004-101	546921.67	9850269.61
TM2-SH-004-101	546917.73	9850269.97
TM2-SH-004-102	546954.46	9850453.39
TM2-SH-004-103	547054.72	9850472.43
TM2-SH-004-108	547093.71	9849918.03
TM2-SH-004-113	547100.09	9850793.42
TM2-SH-006-015	545934.47	9850296.21
TM2-SH-004-119	547102.18	9850134.87
TM2-SH-004-121	547097.63	9849935.00
TM2-SH-004-121	547095.51	9849935.31
TM2-SH-006-017	546251.14	9850232.19
TM2-SH-006-020	545629.06	9850078.25
TM2-SH-004-127	547002.70	9850622.11
TM2-SH-004-136	547192.53	9850842.94
TM2-SH-004-140	546947.19	9850175.29
TM2-SH-004-143	546969.81	9849959.53
TM2-SH-004-143	546975.29	9849994.20
TM2-SH-006-027	545866.62	9850241.61
TM2-SH-006-029	545831.34	9850082.00
TM2-SH-006-034	545725.06	9850125.40
TM2-SH-004-149	546900.32	9849906.75

TM2-SH-006-039	545975.68	9850189.69
TM2-SH-006-040	546176.82	9850265.53
TM2-SH-006-041	545800.65	9850167.93
TM2-SH-004-151	547279.24	9850845.77
TM2-SH-004-151	547256.76	9850887.70
TM2-SH-006-044	546248.43	9850280.91
TM2-SH-006-047	545960.57	9850229.80
TM2-SH-006-048	545881.22	9850201.26
TM2-SH-004-157	546989.80	9850659.92
TM2-SH-006-056	546089.54	9850167.76
TM2-SH-004-165	546913.33	9850348.64
TM2-SH-004-165	546967.32	9850360.13
TM2-SH-006-059	546150.52	9850202.14
TM2-SH-006-063	546211.95	9850220.54
TM2-SH-004-176	546916.90	9850262.13
TM2-SH-004-178	546920.22	9850601.19
TM2-SH-004-183	546937.55	9850265.06
TM2-SH-004-192	546909.17	9850608.03
TM2-SH-004-194	546975.11	9850728.28
TM2-SH-004-199	546893.88	9850431.04
TM2-SH-004-201	546929.46	9850611.15
TM2-SH-004-202	546998.88	9850619.39
TM2-SH-004-202	547010.95	9850558.21
TM2-SH-004-206	546873.58	9850251.38
TM2-SH-004-210	547059.57	9850395.93
TM2-SH-006-064	546269.26	9850182.43
TM2-SH-004-213	546602.07	9850562.33

TM2-SH-004-216	546861.96	9850537.09
TM2-SH-004-217	547029.19	9849951.17
TM2-SH-004-217	547026.39	9849939.76
TM2-SH-006-067	545588.49	9850058.18
TM2-SH-006-067	545575.54	9850014.32
TM2-SH-004-228	547013.19	9850547.34
TM2-SH-004-228	547029.12	9850473.51
TM2-SH-006-068	546039.32	9850147.41
TM2-SH-004-232	547325.42	9849867.18
TM2-SH-006-069	546022.91	9850225.58
TM2-SH-006-070	546026.26	9850181.92
TM2-SH-004-234	546914.77	9850624.07
TM2-SH-004-237	546589.64	9850171.01
TM2-SH-004-237	546589.37	9850170.90
TM2-SH-004-237	546570.88	9850182.74
TM2-SH-004-237	546568.56	9850173.57
TM2-SH-004-237	546582.50	9850170.04
TM2-SH-004-237	546592.92	9850164.27
TM2-SH-004-237	546684.13	9850187.09
TM2-SH-004-237	546696.31	9850191.19
TM2-SH-004-237	546759.87	9850210.92
TM2-SH-004-245	547156.06	9850490.25
TM2-SH-004-247	546962.69	9850098.45
TM2-SH-004-247	546946.54	9850165.43
TM2-SH-006-072	546033.71	9850470.40
TM2-SH-006-072	545980.89	9850439.48
TM2-SH-004-249	547034.36	9850666.65

TM2-SH-006-074	545905.60	9850294.26
TM2-SH-004-253	547036.97	9850114.47
TM2-SH-004-254	546914.22	9850269.72
TM2-SH-006-080	545797.85	9850142.19
TM2-SH-004-258	546775.11	9850217.48
TM2-SH-006-081	545803.82	9850097.59
TM2-SH-006-082	545911.78	9850086.61
TM2-SH-006-082	545893.93	9850088.04
TM2-SH-006-084	546020.01	9850299.75
TM2-SH-006-085	545709.94	9850109.59
TM2-SH-006-086	545866.09	9850212.72
TM2-SH-006-088	545721.26	9850067.19
TM2-SH-004-266	547095.65	9849823.70
TM2-SH-006-089	545894.81	9850074.42
TM2-SH-006-089	545876.98	9850063.46
TM2-SH-006-090	545720.19	9850023.07
TM2-SH-006-091	545880.14	9850172.32
TM2-SH-006-093	545728.22	9850173.95
TM2-SH-006-095	545579.42	9850012.80
TM2-SH-006-096	545805.12	9850229.29
TM2-SH-004-271	546660.72	9850571.30
TM2-SH-004-273	546981.76	9850363.73
TM2-SH-006-097	545983.45	9850122.53
TM2-SH-006-097	545983.45	9850122.53
TM2-SH-004-276	546885.73	9850439.63
TM2-SH-004-277	546876.09	9850440.28
TM2-SH-006-098	545648.50	9849995.61

TM2-SH-006-098	545584.23	9849971.86
TM2-SH-006-098	545579.22	9849990.79
TM2-SH-006-099	546190.06	9850198.63
TM2-SH-006-100	546360.43	9850208.66
TM2-SH-006-100	546295.02	9850185.58
TM2-SH-004-283	546957.53	9850461.07
TM2-SH-004-283	546939.47	9850538.52
TM2-SH-004-284	547225.74	9850232.29
TM2-SH-006-102	546286.40	9850242.64
TM2-SH-006-103	546119.99	9850003.95
TM2-SH-006-104	545972.15	9850345.77
TM2-SH-004-290	547025.99	9850726.83
TM2-SH-004-291	546485.54	9850589.54
TM2-SH-004-292	546828.22	9850678.37
TM2-SH-006-105	545581.43	9850086.43
TM2-SH-006-105	545564.95	9850091.05
TM2-SH-006-105	545559.49	9850125.96
TM2-SH-006-105	545552.20	9850134.48
TM2-SH-004-293	547001.54	9850279.74
TM2-SH-004-296	547039.13	9850627.95
TM2-SH-004-297	546978.30	9850175.83
TM2-SH-004-297	547015.29	9850185.76
TM2-SH-004-297	547024.43	9850156.11
TM2-SH-004-297	547029.49	9850157.73
TM2-SH-004-297	547021.85	9850187.37
TM2-SH-006-106	546359.40	9850294.31
TM2-SH-006-106	546359.28	9850294.43

TM2-SH-006-106	546349.98	9850291.66
TM2-SH-006-106	546293.38	9850276.66
TM2-SH-004-298	547058.55	9850480.24
TM2-SH-004-298	547048.29	9850551.50
TM2-SH-004-298	547130.84	9850561.78
TM2-SH-004-299	546664.39	9850407.20
TM2-SH-004-300	546852.11	9850536.24
TM2-SH-004-301	547452.64	9849773.81
TM2-SH-004-301	547415.97	9849812.94
TM2-SH-004-301	547406.85	9849818.42
TM2-SH-004-302	547125.50	9849979.27
TM2-SH-004-303	546633.22	9850399.60
TM2-SH-004-303	546632.02	9850403.68
TM2-SH-004-304	546821.62	9850675.21
TM2-SH-006-107	545945.67	9850093.43
TM2-SH-006-107	546017.17	9850023.23
TM2-SH-004-307	547099.10	9850206.34
TM2-SH-004-307	547170.04	9850216.57
TM2-SH-004-309	547061.52	9850455.84
TM2-SH-004-309	547066.02	9850463.20
TM2-SH-004-310	546734.82	9850582.31
TM2-SH-004-311	546529.63	9850384.03
TM2-SH-004-311	546528.71	9850386.60
TM2-SH-006-108	546134.22	9850187.57
TM2-SH-006-109	545633.23	9850101.97
TM2-SH-006-110	546302.97	9850324.60
TM2-SH-004-316	546401.63	9850349.16

TM2-SH-004-317	547302.08	9850344.06
TM2-SH-004-319	546831.39	9850335.93
TM2-SH-004-320	546877.57	9850259.21
TM2-SH-004-320	546840.23	9850247.71
TM2-SH-004-321	547070.05	9850381.64
TM2-SH-006-114	546445.99	9850584.78
TM2-SH-006-114	546421.45	9850577.81
TM2-SH-006-114	546386.61	9850565.88
TM2-SH-004-322	546668.99	9850293.29
TM2-SH-004-322	546668.48	9850298.14
TM2-SH-004-322	546653.50	9850361.12
TM2-SH-004-322	546648.42	9850367.04
TM2-SH-004-322	546642.72	9850387.43
TM2-SH-004-324	547186.61	9850072.40
TM2-SH-004-325	546740.62	9850518.25
TM2-SH-004-325	546749.53	9850422.55
TM2-SH-004-326	546871.55	9850426.86
TM2-SH-004-326	546750.65	9850406.27
TM2-SH-004-327	546560.83	9850234.08
TM2-SH-004-328	546890.16	9850345.99
TM2-SH-004-328	546840.75	9850333.62
TM2-SH-004-328	546760.57	9850303.91
TM2-SH-004-329	547266.10	9849890.55
TM2-SH-004-329	547145.21	9849925.22
TM2-SH-004-330	547283.52	9849895.09
TM2-SH-004-331	546963.55	9850093.10
TM2-SH-004-331	546976.78	9850041.75

TM2-SH-004-331	546988.74	9850016.98
TM2-SH-004-331	547007.32	9849994.55
TM2-SH-004-331	547016.98	9849987.14
TM2-SH-004-332	547298.73	9849927.75
TM2-SH-006-115	546361.79	9850351.08
TM2-SH-006-115	546355.56	9850489.23
TM2-SH-006-115	546349.37	9850532.57
TM2-SH-004-333	547286.33	9850000.96
TM2-SH-004-333	547293.64	9849965.56
TM2-SH-004-334	546977.15	9850017.40
TM2-SH-004-334	547003.82	9849969.76
TM2-SH-004-334	547003.82	9849969.76
TM2-SH-004-334	547006.52	9849964.92
TM2-SH-004-334	547008.49	9849961.54
TM2-SH-004-335	547233.46	9850172.44
TM2-SH-006-117	545861.20	9850284.12
TM2-SH-006-117	545853.38	9850278.30
TM2-SH-006-117	545840.98	9850270.81
TM2-SH-006-117	545830.60	9850263.43
TM2-SH-006-117	545806.75	9850246.55
TM2-SH-006-117	545783.14	9850229.07
TM2-SH-006-117	545754.02	9850207.52
TM2-SH-006-117	545717.79	9850179.31
TM2-SH-006-117	545681.57	9850152.14
TM2-SH-006-117	545643.54	9850125.74
TM2-SH-006-117	545624.98	9850113.28
TM2-SH-006-117	545609.89	9850103.95

TM2-SH-006-118	546014.17	9850353.56
TM2-SH-006-118	546213.53	9850461.63
TM2-SH-006-118	546345.52	9850534.70
TM2-SH-006-118	546346.09	9850536.00
TM2-SH-006-118	546346.25	9850536.64
TM2-SH-006-118	546346.93	9850537.40
TM2-SH-006-118	546347.83	9850537.66
TM2-SH-006-118	546349.50	9850537.86
TM2-SH-006-118	546366.69	9850548.45
TM2-SH-006-118	546389.69	9850560.57
TM2-SH-006-118	546441.28	9850577.57
TM2-SH-006-118	546481.67	9850588.01
TM2-SH-006-119	546989.06	9849968.50
TM2-SH-006-119	546986.46	9849977.08
TM2-SH-006-119	546972.80	9850020.04
TM2-SH-006-119	546954.84	9850099.20
TM2-SH-006-119	546936.96	9850180.75
TM2-SH-006-119	546776.33	9850170.05
TM2-SH-006-119	546774.33	9850201.19
TM2-SH-006-119	546773.69	9850222.33
TM2-SH-006-119	546686.41	9850191.13
TM2-SH-006-119	546592.15	9850167.63
TM2-SH-006-119	546583.21	9850172.85
TM2-SH-006-119	546545.87	9850177.40
TM2-SH-006-119	546393.29	9850195.17
TM2-SH-006-119	546371.80	9850194.61

[LABELS]

;X-Coord	Y-Coord	Label & Anchor Node	
----------	---------	---------------------	--

[BACKDROP]

DIMENSIONS	545408.01	9849572.09	548395.66
	9851660.05		

UNITS	Ninguno
-------	---------

FILE

OFFSET	0.00	0.00
--------	------	------

[END]