



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA DE TUTORÍAS

MODALIDAD DE SEMINARIOS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
UTILIZANDO EL PROGRAMA EPANET EN LA COMUNA SANCAN
(SECTOR II) DEL CANTÓN JIPIJAPA**

TUTOR:

ING.MANOLO CASTRO

AUTOR:

LOOR PIN LUIS MIGUEL

JIPIJAPA – MANABÍ – ECUADOR

2011



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial N° 261

PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA

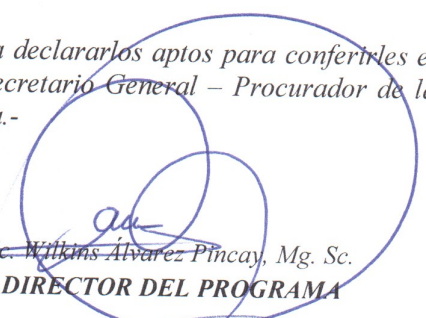
ACTA/013 DE SUSTENTACION POR EL SISTEMA DE SEMINARIO DE FIN DE CARRERA, PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los cuatro días del mes de Julio del año dos mil once, siendo las 14H00, en el Salón Auditorium de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicado en el edificio Central Calle Santistevan entre Mejía y Alejo Lascano, se constituye el Tribunal de sustentación presidido por: Ing. Jorge Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc. Rector de la Universidad, Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc. Director del Programa de Titulación, e integrado por los siguientes miembros: Ing. Manolo Castro Solís, Miembro del Tribunal de Sustentación, Ing. Miguel Fienco Sánchez, Miembro del Tribunal de Sustentación, para receptar la sustentación del trabajo de tesina del egresado: **LOOR PIN LUIS MIGUEL**. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de tesina sobre el tema **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE UTILIZANDO EL PROGRAMA EPANET EN LA COMUNA SANCAN (SECTOR II) DEL CANTON JIPIJAPA”** que ha sido aprobado.

Luego de la sustentación rendida ante este tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado **9,00 (NUEVE)**.

Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararlos aptos para conferirles el Título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General – Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-


Ing. Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc.
RECTOR


Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL PROGRAMA


Ing. Manolo Castro Solís
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Miguel Fienco Sánchez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Dr. Antonio González Vásquez
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme otorgado la vida y permitirme crecer en un hogar donde la abundancia primordial es el amor. Agradezco también, el infinito regalo de la salud, la esperanza, el entusiasmo y la alegría.

Gracias a mi Madre la LCD Mariana de Jesús Pin Figueroa por su permanente esfuerzo y dedicación. Así también a mis hermanas Erika Leonela, Sofía Carolina y mi sobrino Alan Ariel quienes son la inspiración para alcanzar mis objetivos y metas.

Quiero dejar constancias de mi gratitud a los profesores que durante mi carrera compartieron sus conocimientos para con mi persona y por ser más que profesores, amigos.

Para ellos,

Muchas gracias por todo.

LOOR PIN LUIS MIGUEL

DIDICATORIA

DIOS Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme el calor de mi familia y por ser la luminaria de mi camino.

MIS PADRES LCD Mariana de Jesús Pin Figueroa, A quien nunca existirá palabras para expresar mi infinita gracia, sin ella no hubiese sido posible alcanzar esta meta.

MIS HERMANAS Erika Saldarriaga Pin, Sofía Carolina Chicaiza Pin, por su apoyo y ejemplo para emprender con éxito las labores que se presentan.

MIS ABUELITOS Lucila Figueroa Sánchez; que con su ternura y sabios concejos supieron orientarme el sentido del trabajo y la responsabilidad.

MIS TIOS Y PRIMOS Eterno agradecimiento por su apoyo y por estar a mi lado cuando más los he necesitado.

MIS SOBRINO A todos, mi cariño y mi agradecimiento por estar en mi corazón y una persona muy especial la Srta. Carla Morales por su cariño y amor que me brinda.

LOOR PIN LUIS MIGUEL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado, cuyo tema es: **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO EL PROGRAMA EPANET EN LA COMUNA SANCÀN (SECTOR II) DEL CANTÓN JIPIJAPA”**, corresponde al egresado: **SR. LUIS MIGUEL LOOR PIN** exclusivamente y los derechos patrimoniales de la misma a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



SR. LUIS MIGUEL LOOR PIN

CERTIFICACIÓN

En mi calidad Director de Tesina de Grado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado la tesis sobre el Tema **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO EL PROGRAMA EPANET EN LA COMUNA SANCÀN (SECTOR II) DEL CANTÓN JIPIJAPA”**, del egresado: SR. LOOR PIN LUIS MIGUEL, considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador.

En honor a la verdad,



Ing. Manolo Castro Solís

DIRECTOR DE TESISINA

ÍNDICE

Caratula	I
Agradecimiento	II
Dedicatoria	III
Declaración de responsabilidad	IV
Certificación del director de tesis	V
Índice general	VI
Tema	VIII

CAPITULO I:

1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Descripción de la Problemática	4
1.5. Definición del Problema	5

CAPITULO II:

2. MARCO TEORICO

2.1 . Nombre Geográfico Oficial	6
2.2. Aspectos Histórico de la Comunidad	6
2.3. Ubicación y Localización	7
2.4. Extensión Territorial	7
2.5. Límites y Colindancias	7
2.6. Clima	7
2.7. Población e Idioma Dominante	7
2.8. Suelos y Topografía	8

2.9.	Servicios con que Cuenta	8
2.10.	Descripción de las Necesidades	9
2.11.	Priorización de las Necesidades	9
CAPITULO III:		
3. APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS		
3.1.	Agua Potable	10
3.2.	Análisis Poblacional	12
3.3.	Estimación de la Población Futura	13
3.4.	Periodo de Diseño	13
3.5.	Epanet	21
 CAPITULO IV		
4. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA		
4.1.	PRESUPUESTO	33
4.2.	CRONOGRAMA	34
 CAPITULO V		
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1.	CONCLUSIONES	37
5.2.	RECOMENDACIONES	38
5.3.	BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS		41

TEMA:

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO
EL PROGRAMA EPANET EN LA COMUNA SANCAN (SECTOR II) DEL
CANTÓN JIPIJAPA**

CAPITULO I

1. CONTEXTULIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El agua en el desarrollo de las comunidades es de vital importancia. La historia del hombre, es la historia del agua.

No ha habido comunidad ajena a esta necesidad, no la hay actualmente, ni la habrá en el futuro. Mientras el hombre exista, ya sea individual o comunitariamente, su vida depende del agua. La historia, como ciencia, tiene como protagonista principal, al hombre, es decir, no hay Historia, si no hay Hombre, y no hay hombre si no hay agua.

Para solucionar estos problemas, se busca implementar un sistema de agua potable, que opere por gravedad. El objetivo del presente trabajo es exclusivamente el sistema de distribución del sector 2 de la comuna Sancán.

El agua es un elemento fundamental para la vida y en el marco global el agua es escasa y muchas personas no pueden acceder a ella, ya que solo el 0.003% del agua del planeta puede ser usada para el consumo humano. Además se sabe que va a llegar un momento en que todos vamos a carecer de agua.

Jipijapa es una gran ciudad que acoge a muchas personas, la cobertura de agua potable para la población de Sancán del sector 2 es de 322 habitantes.

Como muchas otras ciudades, Jipijapa alberga muchos hogares en los que la falta de agua no es un problema (aún) y no existe una conciencia ahorradora frente a este elemento sino todo lo contrario: un derroche inconsciente.

Al malgastar el agua o literalmente, dejar el caño abierto más tiempo del necesario mucha gente de la misma ciudad pierde la oportunidad de tener una pequeña cantidad de agua potable para vivir. Esto se debe a que en las zonas en las que la distribución del agua es regular mediante una red de tuberías, mientras se siga pagando, este "servicio" no se va a detener.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El agua potable es una necesidad básica fundamental que aun no es accesible para los sectores más pobres del país, los proyectos se ven priorizados no con un plan de inversión participativa sino en virtud de potencialidades a futuro para recaudar votos partidarios. Es así que en la comunidad que represento se posee una necesidad desde hace muchos años y es la del acceso al agua potable, en la actualidad contamos con una población de 322 personas (Sacasector2) quienes ven frenado su desarrollo local por la falta del vital servicio.

Poseemos una comunidad con un inmenso capital social, organizada y con muchos deseos de trabajar para superarnos, una de las líneas estratégicas de nuestro plan de desarrollo, es que en nuestros hogares se cuente con el agua potable, necesidad básica fundamental para el desarrollo de múltiples actividades.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Dotar de agua potable al sector 2 de la comuna Sancán del cantón jipijapa, a través del diseño de la red de distribución utilizando el programa Epanet.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar los cálculos con criterios básicos utilizando el programa Epanet.
- Poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el curso, tanto en lo teórico como en lo práctico para elaborar la tesina.
- Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la localidad de estudio.
- Elaborar un estudio de población.
- Desarrollar alternativas de solución para el diseño del sistema de agua potable para la localidad de investigación.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El suministro de agua potable es una de las principales necesidades de la sociedad y por lo tanto el construir infraestructura para este servicio debe ser una de las principales prioridades de cualquier gobierno seccional, con el fin de mejorar las condiciones de salud de la población y potenciar su desarrollo social.

Comúnmente se invierte mucho en las grandes ciudades y en todo su entorno urbano, pero en un menor porcentaje en las zonas rurales y lo poco que se invierte lo realiza en varias etapas por lo que pueden ser proyectos que siempre terminan abandonados.

Siendo este el motivo de realizar el diseño del Sistema de Distribución de Agua Potable del Sector Dos de la Comuna Sancán del cantón Jipijapa, mediante la aplicación del epanet, el mismo que será diseñado acorde a las especificaciones actuales de los organismos correspondientes, y por la normativa existente.

1.5. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué es importante el diseño del Sistema de Distribución de Agua Potable del sector 2 de la Comuna Sancán del Cantón Jipijapa, mediante la aplicación del Epanet?

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. NOMBRE GEOGRÁFICO OFICIAL: Comuna Sancán del cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

Actualmente, cuenta con una población de 1267.

2.2. ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA COMUNIDAD

El primer asentamiento y traslación fue el 10 de agosto de 1565, en el pueblo denominado LANCHAN, se redujeron los vecinos de las parcialidades indígenas, que en número de nueve, integraban la antigua provincia de Jipijapa, dando así origen a la nueva comunidad “San Lorenzo de Jipijapa”.

El pueblo LANCHAN, que todavía existe con el nombre SANCÁN, está ubicado en un vasto llano de tierras áridas, conocidas como sabanas para el pastaje de ganado vacuno y cabrío, y por lo mismo, sujetas a las inclemencias del tiempo, por la mayor o la menor pluviosidad de los inviernos, que se derivan de las corrientes marinas que azotan las costas de Manabí, denominándose como cálidas del niño y como corriente frías de Humboldt, que influyen al norte y sur, respectivamente.

En 1665 Jipijapa, ya destruida por los conquistadores españoles fue reconstruida a 6 km, más al norte donde hoy está asentada la comuna Sancán. Y en el año de 1696, el Sr. Juan Hinojosa, juez de la Real Audiencia de Quito, ordenó que la ciudad fuera trasladada al lugar donde se encuentra en la actualidad.

2.3. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

La comuna de Sancán se encuentra ubicada en la región costa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí, a 6 Km de la ciudad de Jipijapa, su acceso se lo realiza directamente por la vía interprovincial Jipijapa – Montecriste, razón por la cual es fácil llegar a esta localidad, se ubica a una elevación de 200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en las coordenadas geodésicas: Latitud 54°65'33" y Longitud 98°60'90".

2.4. EXTENSIÓN TERRITORIAL

Esta comunidad tiene una extensión territorial de 27941896.18m².

2.5. LÍMITES Y COLINDANCIAS

La comuna Sancán cuenta con los siguientes límites:

Norte: Quimis

Sur: Jipijapa

Este: San Francisco

Oeste: Membrillal

2.6. CLIMA

Su temperatura promedio es de 25° C. y su precipitación mayor de lluvias es de 200mm, en los meses de febrero, marzo y abril.

2.7. POBLACIÓN E IDIOMA DOMINANTE

Actualmente, la comunidad se compone de 1267 habitantes, y cuentan con un promedio de 5 personas por familia, los mismos que hablan el español como idioma predominante. Este dato se obtuvo de la información proporcionada por la casa comunal del sector.

2.8. SUELO Y TOPOGRAFÍA

Esta población está rodeada de la zona geográfica seca, fenómeno natural totalmente de clima un cálido de acuerdo a su topografía del terreno.

El área ocupa territorios aptos para todo tipo de cultivos especialmente en épocas de invierno, por carecer de agua durante todo el año. Por pertenecer a la zona de monte espinoso tropical y por carecer de agua, la zona es propensa a procesos erosivos y eventualmente desertificación. El tipo de suelo corresponde a una arcilla.

Topografía:

Orografía

Presenta suelos profundos arcillosos con una capa superior limosa.

El relieve es más o menos regular con predominio de suelos aptos para cultivos temporales. En términos generales se trata de un relieve bastante plano, aunque presenta una pendiente ligera hacia el río.

Hidrografía

La hidrografía que conforma el sector está integrada por el Estero Santa Rosa – Sancán, donde el flujo de esorrentía o drenaje es de suroeste a noreste.

Condiciones actuales

Actualmente el lugar de estudio presenta pocas características de urbanización, las mismas que necesitan ser mejoradas.

2.9. SERVICIOS CON QUE CUENTA

a) Vías de acceso

Esta comunidad por tener poco tiempo de haberse formado no tiene vías de acceso, ya que los caminos no están bien definidos, se puede ingresar solo con vehículos de doble transmisión, moto o a caballo.

b) Servicios Públicos:

➤ Agua Potable, Residuales y Lluvias

La comuna en estudio no tiene ninguno de estas redes de distribución de agua ni de alcantarillado sanitario y pluvial. Por tal motivo las calles que se encuentran en las partes bajas se inundan en época lluviosa.

➤ Pavimentación

La falta de pavimentación favorece al proyecto puesto que alcantarillado sanitario y pluvial ya que implica una disminución en el costo de la construcción de la red de agua potable, de alcantarillado sanitario y pluvial.

➤ Energía Eléctrica

En lo se refiere a los servicios de energía eléctrica hay que mencionar que las dos comunas cuentan con este servicio de manera regular. El servicio proviene del sistema Interconectado Nacional.

2.10. DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

- a) Los pobladores utilizan el agua proporcionada por la red de tanqueros los mismos que pertenecen a la J.R.H., la cual no es potable y esto les ha provocado enfermedades gastrointestinales, por lo que es necesario un sistema de abastecimiento de agua potable, porque la misma que es para el uso doméstico de la población.
- b) Por no contar con un abastecimiento de agua potable no existe alcantarillado sanitario y pluvial.

2.11. PRIORIZACIÓN DE LAS NECESIDADES

La priorización de las necesidades de servicios básicos para esta comunidad, se la analizó en base a los criterios expuestos por los pobladores las mismas que son las siguientes:

Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial.

CAPITULO III

3. APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS.

3.1. Agua potable

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

En la [Unión Europea](#) la normativa 98/83/EU establece valores máximos y mínimos para el contenido en [minerales](#), diferentes iones como [cloruros](#), [nitratos](#), [nitritos](#), [amonio](#), [calcio](#), [magnesio](#), [fosfato](#), [arsénico](#), entre otros., además de los gérmenes patógenos. El [pH](#) del agua potable debe estar entre 6,5 y 8,5. Los controles sobre el agua potable suelen ser más severos que los controles aplicados sobre las [aguas minerales](#) embotelladas.

En zonas con intensivo uso agrícola es cada vez más difícil encontrar [pozos](#) cuya agua se ajuste a las exigencias de las normas. Especialmente los valores de nitratos y nitritos, además de las concentraciones de los compuestos [fitosanitarios](#), superan a menudo el umbral de lo permitido. La razón suele ser el uso masivo de [abonos](#) minerales o la filtración de [purines](#). El [nitrógeno](#) aplicado de esta manera, que no es asimilado por las plantas es transformado por los microorganismos del suelo en nitrato y luego arrastrado por el agua de lluvia al [nivel freático](#). También ponen en peligro el suministro de agua potable otros contaminantes medioambientales como el derrame de derivados del [petróleo](#), lixiviados de minas, etc. Las causas de la no [potabilidad](#) del agua son:

- [Bacterias](#), [virus](#);
- [Minerales](#) (en formas de partículas o disueltos), productos tóxicos;
- Depósitos o partículas en suspensión.

Producción

Estación de tratamiento de agua potable

Se denomina estación de tratamiento de agua potable (frecuentemente abreviado como ETAP) al conjunto de estructuras en las que se trata el [agua](#) de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo,
2. Tratamiento integrado para producir el efecto esperado,
3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

¿Qué tratamientos recibe el agua en la planta potabilizadora?

Para que el agua que captamos en embalses, pozos, lagos, etc. sea adecuada para el consumo humano, es necesario tratarla convenientemente para hacerla potable. Este proceso se denomina potabilización y se realiza en las plantas potabilizadoras. Existen diferentes métodos y tecnologías de potabilización, aunque todos ellos constan, más o menos, de las siguientes etapas:

1. PRECLORACIÓN Y FLOCULACIÓN. Después de un filtrado inicial para retirar los fragmentos sólidos de gran tamaño, se añade cloro (para eliminar los microorganismos del agua) y otros productos químicos para favorecer que las partículas sólidas precipiten formando copos (flóculos).
2. DECANTACIÓN. En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua.

3. FILTRACIÓN. Se hace pasar el agua por sucesivos filtros para eliminar la arena y otras partículas que aún pudieran quedar, eliminando a la vez la turbidez del agua.

4. CLORACIÓN Y ENVÍO A LA RED. Para eliminar los microorganismos más resistentes y para la desinfección de las tuberías de la red de distribución.



3.2. ANALISIS POBLACIONAL

La Comuna Sancán cuenta con una población de 1267 Habitantes, en el año 2011, estos datos fueron dados por el presidente de la comuna Sancán.

Para el cálculo de diseño del sector 2 de la Comuna Sancán el cual cuenta con una población de 322 habitantes.

El tanque que dota de agua al tanque de la comuna Sancán está ubicado en la antenna al lado Norte de la ciudad de Jipijapa en la cota 402.86 msnm para un almacenamiento de 400 m³ correspondiente al Tanque R9 y caudal que llega con 17.45 l/s, caudal requerido para la comuna Sancán con 2.4 l/s que llegara al tanque R1 ubicado en las antenas en el lado Sur de la Comuna Sancán con un almacenamiento de 220 m³ con una cota de 306.645 msnm, para el sector 2 de la Comuna Sancán requiero 67 m³ para abastecer al sector.

3.3. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

BASES Y PARAMETROS DE DISEÑO

Para la definición de las bases de diseño del Sistema Integral de Agua Potable de la Comuna Sancán, se aplicarán parámetros y recomendaciones de las Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, elaboradas por el Ex - IEOS – Agosto 1993, aprobadas por el INEN.

3.4. PERÍODO DE DISEÑO

Se considera el tiempo para el cual el sistema operará en forma eficiente, tanto por su capacidad para captar, procesar y conducir el caudal requerido, como por la resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio.

En la definición del período de diseño intervienen varios factores como: la vida útil de las instalaciones, obras civiles, equipos, tuberías, facilidades de construcción, tendencias de crecimiento de la población.

A continuación se presentan los valores correspondientes de vida útil de las diferentes unidades que conforman los sistemas de agua potable.

Cuadro Nº 5: Vida útil de elementos del sistema de agua potable

Nº	COMONENTE	VIDA UTIL (años)
1	Captación lateral	25 a 50
2	Estación de bombeo	10 a 15
3	Línea de impulsión /conducción: HD	40 a 50
4	Línea de impulsión /conducción: PVC	20 a 30
5	Planta de tratamiento	10 a 15
6	Tanques de reserva: Hormigón armado	30 a 40
7	Redes de distribución: AC, PVC	20 a 25

FUENTE: Ex IEOS - Abastecimientos de Agua, Simón Arocha.

Al considerar estimaciones de interés y costo capitalizado para aprovechar la inversión realizada, se plantea la siguiente expresión¹:

$$X_i = \frac{2.60 (1 - a)^{1.12}}{r} + \frac{0.3 (1 - a)}{\sqrt{r}} X_0^{0.85}$$

En donde:

a: Factor escalar de economía, redes de distribución/tubería (0.5 a 0.7).

r: Tasa de interés, evaluaciones financieras consideran 4.2%.

¹ Planning Small Water Supplies in Developing Countries, Donal T. Lauria/1972

Xo: Periodo transcurrido para demanda cero.

Xi: Periodo óptimo de diseño económico

Datos iniciales²:

Población 2010: 300 habitantes

Población 2011: 322 habitantes

Dotación inicial: 170 l/hab/d

Incremento anual: 1 l/hab/d

Consumo base, Q: 0.634 l/s

Variación anual, q: 0.0248 l/s (promedio)

$X_o = Q/q = 25.55$ años

$a = 0.7$

$r = 0.042$

$X_i = 25.54$ años

Tomando en cuenta que la mayor parte de la inversión se puntualiza en las redes de distribución, se adopta un periodo de diseño de **25 años**, el cual brinda una garantía para la inversión y capitalización del proyecto, a continuación se presentan las etapas a cubrir durante dicho tiempo.

Cuadro Nº 6: Implementación del periodo de diseño

Nº	Etapas	Año
0	Ejecución e inversión	2010
1	Inicio de operación del sistema	2011
25	Fin del periodo de diseño	2036

POBLACIÓN DE DISEÑO

Se cuenta con los datos poblacionales históricos registrados por el INEC de los Censos desde 1950 hasta el 2001 para la Zona Rural, así como las proyecciones poblacionales 2005 - 2010.

NOTA: para el calculo tomo una parte de la población del INEC.

Cuadro N° 7: Datos históricos INEC

Censo	Población (Habitantes)	Índices de crecimiento (%)	
		Geométrico	Logarítmico
1950	44	-	-
1962	75	4.64	4.53
1974	112	3.41	3.36
1982	152	3.90	3.82
1990	180	2.17	2.14
2001	201	1.03	1.03
Promedio		3.03	2.98

FUENTE: INEC

ÍNDICE DE CRECIMIENTO**Escenario I: INEC**

En el siguiente cuadro se presenta las proyecciones geométricas y logarítmicas correspondientes a las proyecciones del INEC a partir del último período censal hacia el año 2010.

Cuadro N° 8: Proyecciones INEC

Censo	Población (Habitantes)	Índices de crecimiento (%)	
		Geométrico	Logarítmico
2001	201	-	-
2005	247	5.30	5.17
2006	257	4.23	4.15
2007	267	4.01	3.93
2008	278	3.98	3.91
2009	289	3.89	3.82
2010	300	3.75	3.68
2011	322	4.20	4.03
Promedio		4.19	4.10

FUENTE: INEC

Como se puede ver, el crecimiento a partir del último censo es muy alto, aspecto que no refleja la realidad actual, ya que las condiciones socioeconómicas locales y nacionales no sustentan dicha proyección.

Escenario II: Sancán

La información detallada en el cuadro siguiente, corresponde a la proyección poblacional del proyecto de Optimización de la línea de impulsión (2011).

Cuadro N° 9: Proyecciones Sancán.

Año	Población (Habitantes)	Índices de crecimiento (%)		
		Geométrico	Logarítmico	Aritmético
2011	322	-	-	-
2012	336	4.20	3.88	3.88
2013	350	4.10	3.88	3.88
2014	364	4.10	3.88	3.88
2015	379	4.10	3.88	3.87
2016	394	4.10	3.88	3.33
2017	405	2.91	2.9	3.35
2018	417	2.91	2.9	3.37
2019	429	2.91	2.9	3.38
2020	441	2.91	2.9	3.27
2021	453	2.91	2.9	1.69
2022	460	1.59	1.55	1.67
2023	467	1.59	1.55	1.75
2024	474	1.59	1.55	1.72
2025	482	1.59	1.55	1.69
2026	490	1.59	1.55	1.04
2027	495	1.01	0.96	1.03
2028	500	1.01	0.96	1.02
2029	505	1.01	0.96	1.01
2030	510	1.01	0.96	1.00
2031	515	1.01	0.96	0.69
2032	519	0.70	0.68	0.69
2033	523	0.70	0.68	0.68
2034	527	0.70	0.68	0.48
2035	532	0.70	0.68	0.48
2036	536	0.70	0.68	0.48
Promedio		2.06	1.944	1.97

Del cuadro expuesto se aprecia que hay una tendencia al decrecimiento a partir de las proyecciones del INEC, hasta proponer una saturación al final del período de diseño.

Escenario III: Métodos estadísticos

➤ Crecimiento geométrico.

Se considera crecimiento geométrico cuando el aumento poblacional es directamente proporcional al tamaño de ésta. La ecuación que se aplica es la misma de interés compuesto, es decir:

$$Pf = Po (1 + i) dt$$

La tasa de crecimiento i , se estima con la ecuación:

$$i = [(Pf/Po) / dt] - 1$$

➤ **Crecimiento logarítmico.**

Se considera crecimiento logarítmico cuando el aumento poblacional es de tipo exponencial, o la variación instantánea del crecimiento (o decrecimiento) es proporcional a la población del momento, es decir se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{dP}{dt} = i P$$

La misma que en forma desarrollada es:

$$Pf = Po e^{i dt}$$

La tasa de crecimiento i , se estima con la ecuación:

$$i = \ln\left(\frac{Pf}{Po}\right) / dt$$

El resumen de los índices de crecimiento para los distintos periodos, se presenta a continuación:

Cuadro Nº 10: Proyecciones Estadísticas

Censo	Población (Habitantes)	Índices de crecimiento (%)	
		Geométrico	Logarítmico
1950	44	-	-
1962	75	4.64	4.53
1974	112	3.41	3.36
1982	152	3.90	3.82
1990	180	2.17	2.14
2001	201	1.03	1.03
Promedio		3.03	2.98

Selección de la tasa de crecimiento

Haciendo un recuento de los métodos aplicados para la proyección de las tasas de crecimiento tenemos los siguientes valores de tasa media:

- Histórica del INEC: 3.03% ⁽¹⁹⁵⁰⁻²⁰⁰¹⁾
- Proyección INEC: 4.19% ⁽²⁰⁰¹⁻²⁰¹¹⁾
- Comuna Sancán Sector 2 2.06% ⁽²⁰¹¹⁻²⁰³⁶⁾

Como se puede ver la tasa histórica del INEC, es muy superior al último período censal con 1.03%, aspecto que resalta mucho más con las proyecciones al 2010.

Al comparar los crecimientos poblacionales de otras ciudades y proyectos regionales similares al presente, se han adoptado crecimientos logarítmicos que tienden a saturar la población al final del período de diseño, que en nuestro caso tiene un valor medio de 0.63%.

Con el manejo estadístico de valores, se garantiza una mejor proyección poblacional, aspecto que está muy cercano a los planteamientos realizados en el proyecto Sancán, con una tasa media de crecimiento del 2.06%.

Cuadro Nº 11: Índices de crecimiento adoptados

Periodo	I (%)	Fuente
2010 – 2011	3.75	INEC
2011 – 2016	4.10	
2016 – 2021	2.91	
2021 – 2026	1.59	
2026 – 2031	1.01	
2031 – 2036	0.70	

Como se puede ver, al inicio del periodo de diseño se tiene un incremento en la tasa de crecimiento, para luego decrecer cada cinco (5) años.

Hay que aclarar que para manejo de información, se ha adoptado un índice comparativo de tipo geométrico.

Población de diseño

Con los antecedentes descritos, se verifica la bondad de los métodos utilizados, comparando la población al final del período de diseño.

En el siguiente cuadro se realiza un resumen poblacional de cada uno de los métodos planteados para la proyección poblacional.

Población inicial (2011): 322 habitantes

Población final (2036): 536 habitantes

Como se puede ver los planteamientos adoptados para la proyección poblacional se enmarcan dentro de las distintas proyecciones.

En el siguiente cuadro se puede ver la proyección poblacional correspondiente para el presente estudio.

Cuadro N° 12: Proyección poblacional

No.	Año	i	Población Habitantes
0	2011	--	322
1	2012	4.20	336
2	2013	4.10	350
3	2014	4.10	364
4	2015	4.10	379
5	2016	4.10	394
6	2017	2.91	405
7	2018	2.91	417
8	2019	2.91	429
9	2020	2.91	441
10	2021	2.91	453
11	2022	1.59	460
12	2023	1.59	467
13	2024	1.59	474
14	2025	1.59	482
15	2026	1.59	490
16	2027	1.01	495
17	2028	1.01	500
18	2029	1.01	505
19	2030	1.01	510
20	2031	1,01	515
21	2032	0.70	519
22	2033	0.70	523
23	2034	0.70	527
24	2035	0.70	532
25	2036	0.70	536

DENSIDADES

Como resultado de la aplicación de los criterios expuestos, se determinaron las densidades poblacionales al año 2001 obtenidas del censo del INEC, a partir de las cuales se establecieron cuatro densidades futuras que se ubicaron espacialmente en un plano de la ciudad, considerando las tendencias de crecimiento, de acuerdo a lo establecido por la en el Plan de Ordenamiento Físico, en el que se determinan los límites rurales de Sancán que han sido incorporados al estudio.

Las densidades futuras consideradas para los diseños definitivos de las redes de distribución se presentan en el plano correspondiente y constan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 13: Proyección poblacional

ZONA	AREA (Ha)	DENSIDAD (hab/Ha)	POBLACION (hab)
Sector 2	25.78	20.79	536
TOTALES	25.78		536

DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

En la actualidad la población de la COMUNA SANCAN no Dispone de un suministro de agua potable, razón por la cual se utilizan los valores recomendados en las Normas, esto es para poblaciones mayores a 5000 habitantes con clima cálido, con una dotación de 170 l/hab/día, al final del periodo de diseño.

Proyección de la demanda de Agua Potable

La demanda de agua potable se ha determinado para todo el periodo de diseño, en función de la población a servir y la dotación.

Por otro lado se ha estimado un nivel de pérdidas (fugas físicas) que varía entre 70% y 20% durante los primeros dos años, y de ahí en adelante ir disminuyendo hasta llegar a proponer un porcentaje de pérdidas del 13% al final del período de diseño.

Los factores de mayoración para consumo máximo diario (1,30) y máximo horario (2,0), han sido definidos como valores medios de las normas descritas, teniendo los siguientes caudales de diseño:

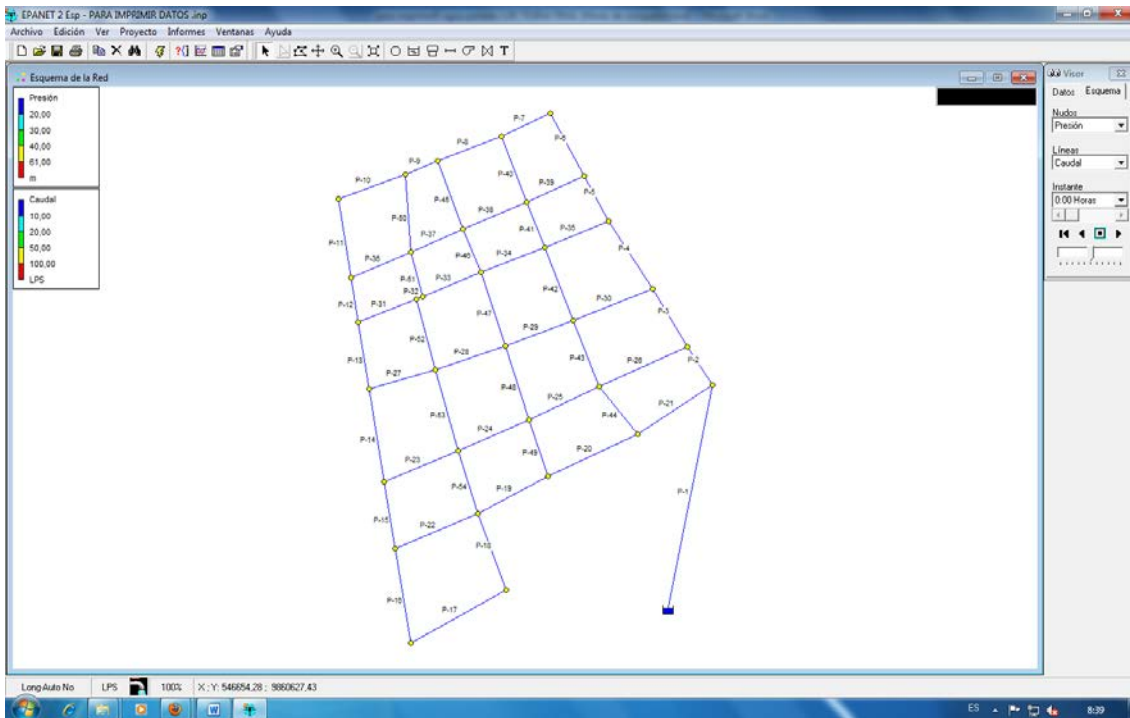
Caudal medio diario (Qmd): 1.055 l/s

Caudal máximo diario (QMD): 1.372 l/s

Caudal máximo horario (QMH): 2.11 l/s.

En el cuadro No. 14 se presenta la Demanda Anual de Agua Potable, con las respectivas proyecciones de caudal hasta el año 2036.

3.5. EPANET



EPANET es un programa de ordenador que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo de todo el periodo de simulación, discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el Tiempo de Permanencia del Agua en la red y su Procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET proporciona un entorno integrado bajo Windows, para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos. Entre éstos se incluyen mapas de la red codificados por colores, tablas numéricas, gráficas de evolución y mapas de isóneas.

PRESTACIONES

EPANET es un producto muy completo para la realización de análisis hidráulicos en periodo prolongado, que ofrece las siguientes prestaciones:

- No existe límite en cuanto al tamaño de la red a procesar
- Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen-Williams, de Darcy- Weisbach o de Chezy- Manning
- Contempla pérdidas menores en codos, accesorios, etc.
- Admite bombas de velocidad fija o variable
- Determina el consumo energético y sus costes.
- Permite modelizar varios tipos de válvulas, tales como válvulas de corte, de retención, y reguladoras de presión o caudal.
- Admite depósitos de geometría variable (esto es, cuyo diámetro varía con el nivel)
- Permite considerar diferentes tipos de demanda en los nudos, cada uno con su propia curva de modulación en el tiempo
- Puede modelizar salidas de agua cuyo caudal dependa de la presión (p.ej. rociadores)
- Admite leyes de control simples, basadas en el valor del nivel en los depósitos o en la hora prefijada por un temporizador, y leyes de control más complejas basadas en reglas lógicas.

Además, como herramienta para el análisis de la calidad el agua, EPANET ofrece las siguientes prestaciones adicionales:

- Modeliza el desplazamiento de trazadores no reactivos por toda la red, a lo largo del tiempo
- Modeliza el avance y destino final de las sustancias reactivas cuya concentración o bien crece en el tiempo (p.ej. los subproductos derivados de la desinfección) o bien decrece (p.ej. el cloro residual)
- Modeliza el tiempo de permanencia (o envejecimiento) del agua mientras discurre por la red permite seguir la evolución en el tiempo de

la fracción de caudal que llega a cada nudo de la red procedente de un nudo determinado (análisis de procedencias)

- Modeliza las reacciones que tienen lugar tanto en el seno del agua como en las paredes de las tuberías
- Admite reacciones de crecimiento o decrecimiento de la concentración de una sustancia hasta llegar a un valor límite
- Permite definir coeficientes de reacción globales para toda la red, y modificar éstos posteriormente para determinadas tuberías
- Permite considerar la inyección en cualquier punto de la red de un caudal másico o de concentración definida, variable en el tiempo la evolución de la calidad del agua en los depósitos puede modernizarse como una mezcla homogénea, mediante un modelo de pistón, o como un reactor de dos compartimentos.

La interfaz de usuario bajo Windows de EPANET proporciona un editor gráfico que simplifica el proceso de trazar el esquema de la red y definir las propiedades de sus componentes. Ofrece además distintas opciones para interpretar y analizar los resultados de un análisis, como son el trazado de curvas de evolución, de perfiles longitudinales o de mapas de isóneas, la confección de tablas tabuladas con filtros, y la preparación de informes específicos orientados a la calibración, la evaluación del consumo energético o la valoración de las sustancias reactivas.

Aplicaciones

EPANET se desarrolló específicamente para ayudar a las compañías encargadas de la distribución del agua potable a controlar y mejorar la calidad del agua suministrada a los abonados a través de la red. Puede utilizarse para el diseño de programas de muestreo, realizar estudios sobre la pérdida de desinfectante y formación de subproductos derivados, o valorar las dosis de contaminante recibidas por los abonados. Asimismo puede resultar una herramienta útil para valorar estrategias orientadas a mejorar la calidad del agua, como utilizar fuentes de suministro alternativas, modificar las secuencias de bombeo que regulan el llenado y vaciado de los depósitos para reducir el tiempo de permanencia del agua en los mismos, utilizar estaciones de

recloración en puntos clave de la red para garantizar los niveles de cloro de consigna, o planificar programas de rehabilitación y limpieza de tuberías.

EPANET puede utilizarse también para mejorar las características de la red hidráulica. Entre los posibles usos pueden citarse la localización y dimensionado de tuberías, bombas y válvulas, la minimización del gasto energético, la verificación de las condiciones de suministro en caso de incendio, la realización de estudios de vulnerabilidad de la red, o el entrenamiento de los operadores.

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento.

A continuación se resumen las principales fórmulas empíricas empleadas en el cálculo de la pérdida de carga que tiene lugar en tuberías:

1. Darcy-Weisbach (1875)
2. Manning (1890)
3. Hazen-Williams (1905)
4. Scimemi (1925)
5. Scobey (1931)
6. Veronesse-Datei
7. Pérdidas de carga en singularidades

1. Darcy-Weisbach (1875)

Una de las fórmulas más exactas para cálculos hidráulicos es la de Darcy-Weisbach. Sin embargo por su complejidad en el cálculo del coeficiente "f" de fricción ha caído en desuso. Aun así, se puede utilizar para el cálculo de la pérdida de carga en tuberías de fundición. La fórmula original es:

$$h = f \cdot (L / D) \cdot (v^2 / 2g)$$

En función del caudal la expresión queda de la siguiente forma:

$$h = 0,0826 \cdot f \cdot (Q^2/D^5) \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- f: coeficiente de fricción (adimensional)
- L: longitud de la tubería (m)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- v: velocidad media (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s^2)
- Q: caudal (m^3/s)

El coeficiente de fricción f es función del número de Reynolds (Re) y del coeficiente de rugosidad o rugosidad relativa de las paredes de la tubería (ϵ_r):

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ϵ (mm)	Material	ϵ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

$$f = f(Re, \varepsilon_r); \quad Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu; \quad \varepsilon_r = \varepsilon / D$$

- ρ : densidad del agua (kg/m^3). Consultar.
- μ : viscosidad del agua ($\text{N}\cdot\text{s/m}^2$). Consultar
- ε : rugosidad absoluta de la tubería (m).

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales:

Para el cálculo de "f" existen múltiples ecuaciones, a continuación se exponen las más importantes para el cálculo de tuberías:

- Blasius (1911). Propone una expresión en la que "f" viene dado en función del Reynolds, válida para tubos lisos, en los que ε_r no afecta al flujo al tapar la subcapa laminar las irregularidades. Válida hasta $Re < 100000$:

$$f = 0,3164 \cdot Re^{-0,25}$$

- Prandtl y Von-Karman (1930). Amplían el rango de validez de la fórmula de Blasius para tubos lisos:

$$1 / \sqrt{f} = - 2 \log (2,51 / Re\sqrt{f})$$

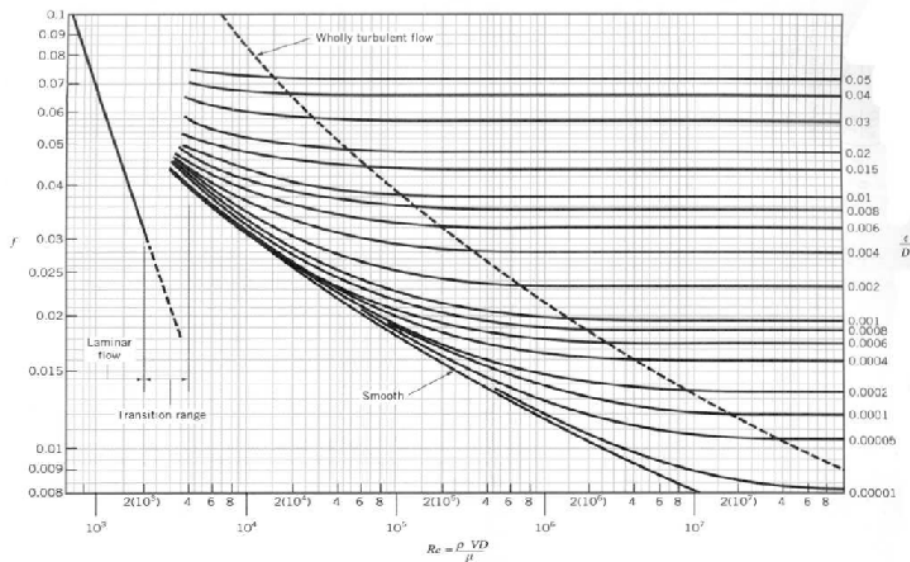
- Nikuradse (1933) propone una ecuación válida para tuberías rugosas:

$$1 / \sqrt{f} = - 2 \log (\varepsilon / 3,71 D)$$

- Colebrook-White (1939) agrupan las dos expresiones anteriores en una sola, que es además válida para todo tipo de flujos y rugosidades. Es la más exacta y universal, pero el problema radica en su complejidad y en que requiere de iteraciones:

$$1 / \sqrt{f} = - 2 \log [(\varepsilon / 3,71 D) + (2,51 / Re\sqrt{f})]$$

- e. Moody (1944) consiguió representar la expresión de Colebrook-White en un ábaco de fácil manejo para calcular "f" en función del número de Reynolds (Re) y actuando la rugosidad relativa (ϵ_r) como parámetro diferenciador de las curvas:



2. Manning (1890)

Las ecuaciones de Manning se suelen utilizar en canales. Para el caso de las tuberías son válidas cuando el canal es circular y está parcial o totalmente lleno, o cuando el diámetro de la tubería es muy grande. Uno de los inconvenientes de la fórmula es que sólo tiene en cuenta un coeficiente de rugosidad (n) obtenido empíricamente, y no las variaciones de viscosidad con la temperatura. La expresión es la siguiente:

$$h = 10,3 \cdot n^2 \cdot (Q^2/D^{5,33}) \cdot L$$

En donde:

- h : pérdida de carga o de energía (m)
- n : coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D : diámetro interno de la tubería (m)
- Q : caudal (m^3/s)
- L : longitud de la tubería (m)

El cálculo del coeficiente de rugosidad "n" es complejo, ya que no existe un método exacto. Para el caso de tuberías se pueden consultar los valores de "n" en tablas publicadas. Algunos de esos valores se resumen en la siguiente tabla:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING DE MATERIALES			
Material	n	Material	n
Plástico (PE, PVC)	0,006-0,010	Fundición	0,012-0,015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009	Hormigón	0,012-0,017
Acero	0,010-0,011	Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Hierro galvanizado	0,015-0,017	Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

3. Hazen-Williams (1905)

El método de Hazen-Williams es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero:

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- Q: caudal (m³/s)
- C: coeficiente de rugosidad (adimensional)

- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

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

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

4. Scimeni (1925)

Se emplea para tuberías de fibrocemento. La fórmula es la siguiente:

$$h = 9,84 \cdot 10^{-4} \cdot (Q^{1,786}/D^{4,786}) \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o energía (m)
- Q: caudal (m³/s)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

5. Scobey (1931)

Se emplea fundamentalmente en tuberías de aluminio en flujos en la zona de transición a régimen turbulento. En el cálculo de tuberías en riegos por aspersión hay que tener en cuenta que la fórmula incluye también las pérdidas accidentales o singulares que se producen por acoples y derivaciones propias de los ramales, es decir, proporciona las pérdidas de carga totales. La ecuación es la siguiente:

$$h = 4,098 \cdot 10^{-3} \cdot K \cdot (Q^{1,9}/D^{1,1}) \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- K: coeficiente de rugosidad de Scobey (adimensional)
- Q: caudal (m³/s)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

Se indican a continuación los valores que toma el coeficiente de rugosidad "K" para distintos materiales:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE SCOBAY PARA ALGUNOS MATERIALES			
Material	K	Material	K
Acero galvanizado con acoples	0,42	Acero nuevo	0,36
Aluminio	0,40	Fibro cemento y plásticos	0,32

6. Veronesse-Datei

Se emplea para tuberías de PVC y para $4 \cdot 10^4 < Re < 10^6$:

$$h = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot (Q^{1,8}/D^{4,8}) \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o energía (m)
- Q: caudal (m³/s)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

7. Pérdidas de carga en singularidades

Además de las pérdidas de carga por rozamiento, se producen otro tipo de pérdidas que se originan en puntos singulares de las tuberías (cambios de dirección, codos, juntas...) y que se deben a fenómenos de turbulencia. La suma de estas pérdidas de carga accidentales o localizadas más las pérdidas por rozamiento dan las pérdidas de carga totales.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico (K):

$$h = K \cdot (v^2 / 2g)$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- K: coeficiente empírico (adimensional)
- v: velocidad media del flujo (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s²)

El coeficiente "K" depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería. En la siguiente tabla se resumen los valores aproximados de "K" para cálculos rápidos

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

CAPITULO IV

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE MATERIALES. Proyecto: Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable Ubicación: Sector 2 de la Comuna Sancan.

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	U	COSTO U.	COSTO TOTAL
1	Replanteo y nivelación	7.654,53	m2	0,56	4.286,54
2	Excavación Mecánica en suelo sin clasificar	3.061,81	m3	3,13	9.583,47
3	Excavación Manual en suelo sin clasificar	15,75	m3	4,20	66,15
4	Relleno Compactado con Material de Excavación	2.755,63	m3	3,03	8.349,56
6	Desalojo de Materiales sobrantes	306,18	m3	4,16	1.273,71
7	Colchón de Arena	306,18	m3	14,90	4.562,10
8	Suministro e instalación Tubería ϕ 63mm PVC U/Z 1 MPA	2.969,18	m	4,16	12.351,79
9	Suministro e instalación Tubería ϕ 90mm PVC U/Z 1 MPA	2.133,84	m	7,13	15.214,28
10	Prueba Hidráulica Tub ϕ 63mm PVC U/Z 1 MPA	2.969,18	m	0,10	296,92
11	Prueba Hidráulica Tub ϕ 90mm PVC U/Z 1 MPA	2.133,84	m	0,10	213,38
12	Suministro e instalación de Válvula de Compuerta ϕ 90mm HF	1,00	u	170,38	170,38
13	Suministro e instalación de unión gibault ϕ 90 mm HF	2,00	u	29,05	58,10
14	Suministro e instalación de unión de reparación ϕ 63 mm PVC	4,00	u	8,30	33,20
15	Suministro e instalación de unión de reparación ϕ 90 mm PVC	3,00	u	12,48	37,44
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO DE 90°GRADOS DE 90MM DE 1MPa	4,00	u	14,50	58,00
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 90MM DE 1MPa	15,00	u	35,56	533,40
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 63MM DE 1MPa	2,00	u	24,45	48,90
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZETAS DE 90MM DE 1MPa	1,00	u	46,56	46,56
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZETAS DE 63MM DE 1MPa	12,00	u	38,08	456,96
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCTOR DE 90MM A 63MM DE 1MPa	16,00	u	18,50	296,00
	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
22	Sum.E.INS de guías domiciliarias ϕ 1/2 Tub P 100 Cortas	70,00	u	37,07	2.594,90
23	Sum.E.INS de guías domiciliarias ϕ 1/2 Tub P 100 largas	35,00	u	48,15	1.685,25
24	Sum.E.INS de collarines ϕ 63 mm	62,00	u	12,00	744,00
25	Sum.E.INS de collarines ϕ 90 mm	43,00	u	14,00	602,00
	VARIOS				
26	Pozo de revisión tubo ϕ 800 mm para válvula ϕ 63mm y ϕ 90mm	1,00	u	387,94	387,94
27	limpieza de Área de trabajo	1.560,87	ml	0,82	1.279,91
28	Cinta de peligro	3.000,00	ml	0,45	1.350,00
29	Letreros de prevención de riesgo	15,00	glb	65,00	975,00
30	Charla de Manejo Ambiental.	1,00	dia	200,00	200,00
	COSTO TOTAL				67.755,85

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

Proyecto: Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable

Ubicación: Sector 2 de la Comuna Sancañ .

PLAZO 45 DIAS CANDELARIO

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	U	COSTO U.	COSTO TOTAL	DIAS		
						15	15	15
1	Replanteo y nivelación	7.654,53	m2	0,56	4.286,54	7.654,53		
						4.286,54		
2	Excavación Mecánica en suelo sin clasificar	3.061,81	m3	3,13	9.583,47	3.061,81		
						9.583,47		
3	Excavación Manual en suelo sin clasificar	15,75	m3	4,20	66,15	15,75		
						66,15		
4	Relleno Compactado con Material de Excavación	2.755,63	m3	3,03	8.349,56	918,54	918,54	918,54
						2.783,19	2.783,19	2.783,19
6	Desalojo de Materiales sobrantes	306,18	m3	4,16	1.273,71	102,06	102,06	102,06
						424,57	424,57	424,57
7	Colchón de Arena	306,18	m3	14,90	4.562,10	102,06	102,06	102,06
						1.520,70	1.520,70	1.520,70
8	Suministro e instalación Tubería ϕ 63mm PVC U/Z 1 MPA	2.969,18	m	4,16	12.351,79	989,73	989,73	989,73
						4.117,26	4.117,26	4.117,26
9	Suministro e instalación Tubería ϕ 90mm PVC U/Z 1 MPA	2.133,84	m	7,13	15.214,28	2.133,84		
						15.214,28		
10	Prueba Hidráulica Tub ϕ 63mm PVC U/Z 1 MPA	2.969,18	m	0,10	296,92			2.969,18
								296,92
11	Prueba Hidráulica Tub ϕ 90mm PVC U/Z 1 MPA	2.133,84	m	0,10	213,38			2.133,84
								213,38
12	Suministro e instalación de Válvula de Compuerta ϕ 90mm HF	1,00	u	170,38	170,38			1,00
								170,38
13	Suministro e instalación de unión gibault ϕ 90 mm HF	2,00	u	29,05	58,10			2,00
								58,10

14	Suministro e instalación de unión de reparación ϕ 63 mm PVC	4,00	u	8,30	33,20			4,00
								33,20
15	Suministro e instalación de unión de reparación ϕ 90 mm PVC	3,00	u	12,48	37,44			3,00
								37,44
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO DE 90°GRADOS DE 90MM DE 1MPa	4,00	u	14,50	58,00			4,00
								58,00
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 90MM DE 1MPa	15,00	u	35,56	533,40		15,00	
							533,40	
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE 63MM DE 1MPa	2,00	u	24,45	48,90		1,00	1,00
							24,45	24,45
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZETAS DE 90MM DE 1MPa	1,00	u	46,56	46,56		1,00	
							46,56	
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZETAS DE 63MM DE 1MPa	12,00	u	38,08	456,96	4,00	4,00	4,00
						152,32	152,32	152,32
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCTOR DE 90MM A 63MM DE 1MPa	16,00	u	18,50	296,00		8,00	8,00
							148,00	148,00
	CONEXIONES DOMICILIARIAS							
22	Sum.E.INS de guías domiciliarias ϕ 1/2 Tub P 100 Cortas	70,00	u	37,07	2.594,90			70,00
								2.594,90
23	Sum.E.INS de guías domiciliarias ϕ 1/2 Tub P 100 largas	35,00	u	48,15	1.685,25			35,00
								1.685,25
24	Sum.E.INS de collarines ϕ 63 mm	62,00	u	12,00	744,00	20,67	20,67	20,67
						248,00	248,00	248,00
25	Sum.E.INS de collarines ϕ 90 mm	43,00	u	14,00	602,00	14,33	14,33	14,33
	VARIOS					200,67	200,67	200,67
26	Pozo de revisión tubo ϕ 800 mm para válvula ϕ 63mm y ϕ 90mm	1,00	u	387,94	387,94			1,00
								387,94
27	limpieza de Área de trabajo	1.560,87	ml	0,82	1.279,91	520,29	520,29	520,29
						426,64	426,64	426,64

28	Cinta de peligro	3.000,00	ml	0,45	1.350,00	1.000,00	100,00	1.000,00
						450,00	450,00	450,00
29	Letreros de prevención de riesgo	15,00	glb	65,00	975,00	5,00	5,00	5,00
						325,00	325,00	325,00
30	Charla de Manejo Ambiental.	1,00	dia	200,00	200,00	1,00		
						200,00		
				TOTAL	67.755,85			
INVERSION MENSUAL						39.998,79	11.400,76	16.356,31
AVANCE PARCIAL %						59,03%	16,83%	24,14%
INVERSION ACUMULADA						39.998,79	51.399,55	67.755,86
AVANCE ACUMULADO %						59,03%	75,86%	100,00%

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA APLICAR ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

5.1. CONCLUSIONES

- En los caseríos del sector 2 de la Comuna Sancán, se demarcan el grado de abandono y las necesidades básicas que golpean a los pobladores y que de cierta forma producen atrasos al desarrollo y a una mejor calidad de vida.
- Para lograr el desarrollo social se debe contemplar que tener buena salud es importante, ya que actualmente estos caseríos no cuentan con el servicio de agua potable, al lograr dicho proyecto se lograra una mejor calidad de vida en sus habitantes.

5.2. RECOMENDACIONES

- Durante el proceso de construcción es indispensable, la participación de profesionales de la ingeniería, que tendrán como responsabilidad las actividades de administración, supervisión y dirección. Muchas veces los Municipios prefieren no realizar esta contratación, y los resultados son nefastos. Si los trabajos son realizados sin la participación de ingenieros, no se garantiza la calidad la calidad, ni el funcionamiento optimo del sistema.
- Se recomienda el mantenimiento preventivo y correctivo, porque este permite mantener el sistema en buenas condiciones y en funcionamiento, para alcanzar la vida útil para la que fue diseñado, para los tanques de almacenamientos, básicamente limpieza y desinfección periódicas.
- Tomar muy en cuenta que para la colocación de la tubería, debido a que esta es de material PVC se debe de regir por las normas vigentes del ex – IEOS.

ALTERNATIVAS

- Con el presente estudio de Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable para el Sector N°2 de la Comuna Sancán del cantón Jipijapa, se realiza un llamado para que las organizaciones de esta localidad hagan hincapié a las autoridades gubernamentales para que se ejecute este proyecto, con fines de mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta localidad en cuanto a salud y desarrollo.
- El Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable dará servicio durante un período de **25** años, tiempo en el cual se garantiza un funcionamiento óptimo, siempre y cuando se cumpla con el mantenimiento adecuado. detallado en el manual de operación y mantenimiento.

5.3. BIBLIOGRAFIA

- ✓ INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS (EX – IEOS), Normas Técnicas de diseño para los sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos.
- ✓ SAAVEDRA, Marco. 2001. Estudios preliminares para abastecimiento de agua potable. Cochabamba – Bolivia.
- ✓ RIVADA, María. 2004. Manual para diagnóstico, mantenimiento y reparación de sistemas hidráulicos y sanitarios en edificaciones y viviendas. La Habana –Cuba.
- ✓ Víctor Streter. **Mecánica de los fluidos e hidráulica**. 2 edición. México: Mc Graw Hill, 1992. 525 pp.

ANEXOS

PROYECTO: COMUNA SANCAN SECTOR 2 CANTON JIPIJAPA.

Dotación tomada de la tabla V.3 en lt/hab/días	170	l/hab/día	
Caudal medio de aguas potable=	1,055	l/seg	futuro
Período de diseño=	25	años	
Índice de crecimiento poblacional=	2,06%		
Población actual=	322	habitantes	
Población futura=	536	habitantes	
Área de lotes y viviendas=	25,78	Ha	
Coefficiente de Rugosidad de pvc=	0,009		

ID. NUDO	COOR.X	COOR. Y	COTA	PA	AREA	POBLA FUT	QMD
J-101	546277,951	9860410,947	253,105	9	0,9	15	0,029
J-102	546183,831	9860370,930	249,804	8	0,94	13	0,026
J-103	546224,639	9860602,430	246,455	9	0,26	15	0,029
J-27	546251,197	9860776,856	251,280	9	0,590	15	0,029
J-31	546125,177	9860728,469	249,379	6	0,68	10	0,020
J-32	546210,577	9860759,947	248,697	9	0,57	15	0,029
J-33	546333,105	9860808,218	254,946	9	0,66	15	0,029
J-34	546395,380	9860836,962	256,855	9	0,5	15	0,029
J-35	546438,433	9860757,882	258,470	8	0,57	13	0,026
J-36	546365,228	9860725,088	255,340	9	0,71	15	0,029
J-37	546283,930	9860690,789	248,805	9	0,67	15	0,029
J-38	546217,191	9860661,590	248,886	9	0,57	15	0,029
J-39	546141,465	9860629,186	249,211	8	0,7	13	0,026
J-41	546150,661	9860573,126	249,914	9	0,58	15	0,029
J-52	546469,040	9860700,893	258,384	9	0,66	15	0,029
J-77	546602,022	9860493,770	257,362	7	0,94	12	0,023
J-78	546570,034	9860542,266	256,343	11	0,78	18	0,036
J-79	546526,206	9860615,774	255,269	11	0,89	18	0,036
J-80	546457,510	9860492,213	255,209	12	0,92	20	0,039
J-81	546424,594	9860575,535	250,557	15	0,97	25	0,049
J-82	546388,131	9860667,157	249,537	14	0,71	23	0,046
J-83	546306,651	9860636,623	245,809	13	0,64	22	0,043
J-84	546232,828	9860605,694	246,534	10	0,26	17	0,033
J-85	546164,419	9860489,261	247,199	9	0,85	15	0,029
J-87	546338,205	9860542,704	250,282	9	0,88	15	0,029
J-88	546248,215	9860512,795	252,936	9	0,8	15	0,029
J-89	546367,709	9860449,991	253,246	14	0,87	23	0,046
J-90	546391,821	9860378,526	254,684	9	0,97	15	0,029
J-91	546303,238	9860330,772	253,741	9	1,08	15	0,029
J-92	546197,608	9860286,946	251,227	11	1,06	18	0,036
J-94	546338,598	9860235,016	256,975	9	1,24	15	0,029
J-95	546217,144	9860167,864	253,832	9	1,16	15	0,029
J-99	546506,603	9860431,761	256,123	12	1,2	20	0,039
				322	25,78	536	1,055

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA

Nudo 1	Nudo 2	Longitud	Diámetro	Rugosidad	PerdMen	Estado	
R-A	J-77	291.21	83	140	0	Open	;
J-77	J-78	58.1	83	140	0	Open	;
J-78	J-79	85.58	83	140	0	Open	;
J-79	J-52	102.53	83	140	0	Open	;
J-52	J-35	65.31	83	140	0	Open	;
J-35	J-34	90.04	83	140	0	Open	;
J-34	J-33	68.59	83	140	0	Open	;
J-33	J-27	87.56	83	140	0	Open	;
J-27	J-32	44	83	140	0	Open	;
J-32	J-31	91.02	83	140	0	Open	;
J-31	J-39	100.61	83	140	0	Open	;
J-39	J-41	56.83	83	140	0	Open	;
J-41	J-85	84.99	83	140	0	Open	;
J-85	J-102	119.91	83	140	0	Open	;
J-102	J-92	85.11	83	140	0	Open	;
J-92	J-95	120.67	83	140	0	Open	;
J-95	J-94	138.75	83	140	0	Open	;
J-94	J-91	102.08	83	140	0	Open	;
J-91	J-90	100.63	83	140	0	Open	;
J-90	J-99	126.53	83	140	0	Open	;
J-99	J-77	113.79	83	140	0	Open	;
J-92	J-91	114.36	58.2	140	0	Open	;
J-102	J-101	102.27	58.2	140	0	Open	;
J-101	J-89	97.88	58.2	140	0	Open	;
J-89	J-80	99.23	58.2	140	0	Open	;
J-80	J-78	123.15	58.2	140	0	Open	;
J-85	J-88	87.04	58.2	140	0	Open	;
J-88	J-87	94.83	58.2	140	0	Open	;
J-87	J-81	92.42	58.2	140	0	Open	;
J-81	J-79	109.29	58.2	140	0	Open	;
J-41	J-103	79.57	58.2	140	0	Open	;
J-103	J-84	8.81	58.2	140	0	Open	;
J-84	J-83	80.05	58.2	140	0	Open	;
J-83	J-82	87.01	58.2	140	0	Open	;
J-82	J-52	87.6	58.2	140	0	Open	;
J-39	J-38	82.37	58.2	140	0	Open	;
J-38	J-37	72.85	58.2	140	0	Open	;
J-37	J-36	88.26	58.2	140	0	Open	;
J-36	J-35	80.21	58.2	140	0	Open	;
J-33	J-36	89.39	58.2	140	0	Open	;
J-36	J-82	62.3	58.2	140	0	Open	;
J-82	J-81	98.61	58.2	140	0	Open	;
J-81	J-80	89.59	58.2	140	0	Open	;
J-80	J-99	77.88	58.2	140	0	Open	;
J-27	J-37	92.13	58.2	140	0	Open	;
J-37	J-83	58.69	58.2	140	0	Open	;
J-83	J-87	99.13	58.2	140	0	Open	;
J-87	J-89	97.29	58.2	140	0	Open	;
J-89	J-90	75.42	58.2	140	0	Open	;
J-32	J-38	98.58	58.2	140	0	Open	;
J-38	J-84	58.04	58.2	140	0	Open	;

J-103	J-88	92.68	58.2	140	0	Open	;
J-88	J-101	106.1	58.2	140	0	Open	;
J-101	J-91	84.07	58.2	140	0	Open	;

[TITLE]

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA.

CIUDADELAS:

[JUNCTIONS]

;ID Nudo	Cota	Demanda	Curva de Modulac.
J-101	253.105	0.029	;
J-102	249.804	0.026	;
J-103	246.455	0.029	;
J-27	251.28	0.029	;
J-31	249.379	0.020	;
J-32	248.697	0.029	;
J-33	254.946	0.029	;
J-34	256.855	0.029	;
J-35	258.47	0.026	;
J-36	255.34	0.029	;
J-37	248.805	0.029	;
J-38	248.886	0.029	;
J-39	249.211	0.026	;
J-41	249.914	0.029	;
J-52	258.384	0.029	;
J-77	257.362	0.023	;
J-78	256.343	0.036	;
J-79	255.269	0.036	;
J-80	255.209	0.039	;
J-81	250.557	0.049	;
J-82	249.537	0.046	;
J-83	245.809	0.043	;

J-84	246.534	0.033	;
J-85	247.199	0.029	;
J-87	250.282	0.029	;
J-88	252.936	0.029	;
J-89	253.246	0.046	;
J-90	254.684	0.029	;
J-91	253.741	0.029	;
J-92	251.227	0.036	;
J-94	256.975	0.029	;
J-95	253.832	0.029	;
J-99	256.123	0.039	;

[RESERVOIRS]

;ID Nudo	Altura	Curva modulac.
R-A	306.654	;

[TANKS]

;ID Nudo	Cota	NivelIni	NivelMín	NivelMáx	Diámetro
	VolMín	CurvCubic			

[PIPES]

;ID Línea	Nudo1	Nudo2	Longitud	Diámetro	Rugosidad
	PérdMen	Estado			
P-1	R-A	J-77	291.21	83	140
0	Open	;			
P-2	J-77	J-78	58.1	83	140
0	Open	;			
P-3	J-78	J-79	85.58	83	140
0	Open	;			
P-4	J-79	J-52	102.53	83	140
0	Open	;			

P-5	J-52	J-35	65.31	83	140
0	Open ;				
P-6	J-35	J-34	90.04	83	140
0	Open ;				
P-7	J-34	J-33	68.59	83	140
0	Open ;				
P-8	J-33	J-27	87.56	83	140
0	Open ;				
P-9	J-27	J-32	44	83	140
0	Open ;				
P-10	J-32	J-31	91.02	83	140
0	Open ;				
P-11	J-31	J-39	100.61	83	140
0	Open ;				
P-12	J-39	J-41	56.83	83	140
0	Open ;				
P-13	J-41	J-85	84.99	83	140
0	Open ;				
P-14	J-85	J-102	119.91	83	140
0	Open ;				
P-15	J-102	J-92	85.11	83	140
0	Open ;				
P-16	J-92	J-95	120.67	83	140
0	Open ;				
P-17	J-95	J-94	138.75	83	140
0	Open ;				
P-18	J-94	J-91	102.08	83	140
0	Open ;				
P-19	J-91	J-90	100.63	83	140
0	Open ;				
P-20	J-90	J-99	126.53	83	140
0	Open ;				
P-21	J-99	J-77	113.79	83	140
0	Open ;				

P-22	J-92	J-91	114.36	58.2	140
0	Open ;				
P-23	J-102	J-101	102.27	58.2	140
0	Open ;				
P-24	J-101	J-89	97.88	58.2	140
0	Open ;				
P-25	J-89	J-80	99.23	58.2	140
0	Open ;				
P-26	J-80	J-78	123.15	58.2	140
0	Open ;				
P-27	J-85	J-88	87.04	58.2	140
0	Open ;				
P-28	J-88	J-87	94.83	58.2	140
0	Open ;				
P-29	J-87	J-81	92.42	58.2	140
0	Open ;				
P-30	J-81	J-79	109.29	58.2	140
0	Open ;				
P-31	J-41	J-103	79.57	58.2	140
0	Open ;				
P-32	J-103	J-84	8.81	58.2	140
0	Open ;				
P-33	J-84	J-83	80.05	58.2	140
0	Open ;				
P-34	J-83	J-82	87.01	58.2	140
0	Open ;				
P-35	J-82	J-52	87.6	58.2	140
0	Open ;				
P-36	J-39	J-38	82.37	58.2	140
0	Open ;				
P-37	J-38	J-37	72.85	58.2	140
0	Open ;				
P-38	J-37	J-36	88.26	58.2	140
0	Open ;				

P-39	J-36	J-35	80.21	58.2	140
0	Open ;				
P-40	J-33	J-36	89.39	58.2	140
0	Open ;				
P-41	J-36	J-82	62.3	58.2	140
0	Open ;				
P-42	J-82	J-81	98.61	58.2	140
0	Open ;				
P-43	J-81	J-80	89.59	58.2	140
0	Open ;				
P-44	J-80	J-99	77.88	58.2	140
0	Open ;				
P-45	J-27	J-37	92.13	58.2	140
0	Open ;				
P-46	J-37	J-83	58.69	58.2	140
0	Open ;				
P-47	J-83	J-87	99.13	58.2	140
0	Open ;				
P-48	J-87	J-89	97.29	58.2	140
0	Open ;				
P-49	J-89	J-90	75.42	58.2	140
0	Open ;				
P-50	J-32	J-38	98.58	58.2	140
0	Open ;				
P-51	J-38	J-84	58.04	58.2	140
0	Open ;				
P-52	J-103	J-88	92.68	58.2	140
0	Open ;				
P-53	J-88	J-101	106.1	58.2	140
0	Open ;				
P-54	J-101	J-91	84.07	58.2	140
0	Open ;				

[PUMPS]

;ID línea NudoAsp NudoImp Parámetros

[VALVES]

;ID línea	NudoAgArr	NudoAgAbj	Diámetro	Tipo	Consigna
-----------	-----------	-----------	----------	------	----------

PérdMen

[TAGS]

[DEMANDS]

;ID Nudo	Demanda Base	Curva Modulación	Tipo Demanda
----------	--------------	------------------	--------------

[STATUS]

;ID línea	Estado/Consigna
-----------	-----------------

[PATTERNS]

;ID Curva	Multiplicadores
-----------	-----------------

;Curva Normal

1	0.13	2.13	1.43	1.00
---	------	------	------	------

[CURVES]

;ID Curva	Valor X	Valor Y
-----------	---------	---------

[CONTROLS]

[RULES]

[ENERGY]

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

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

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

[EMITTERS]

;ID Nudo_Caud	Coeficiente
---------------	-------------

[QUALITY]

;ID Nudo	Calidad Inicial
----------	-----------------

[SOURCES]

;ID Nudo	Tipo	Calidad	Curva Modul
----------	------	---------	-------------

[REACTIONS]

;Tipo Tub/Depós Coeficiente

[REACTIONS]

Order Bulk 1

Order Tank 1

Order Wall 1

Global Bulk 0

Global Wall 0

Limiting Potential 0

Roughness Correlation 0

[MIXING]

;ID Depósito Modelo Fracción Mezcla

[TIMES]

Duration 18:00

Hydraulic Timestep 6:00

Quality Timestep 0:06

Pattern Timestep 6:00

Pattern Start 0:00

Report Timestep 6:00

Report Start 0:00

Start ClockTime 0:00 am

Statistic None

[REPORT]

Status NO

Summary No

Page 0

[OPTIONS]

Units	LPS
Headloss	H-W
Specific Gravity	1
Viscosity	1
Trials	100
Accuracy	0.001
Unbalanced	Continue 10
Pattern	1
Demand Multiplier	1.0
Emitter Exponent	0.5
Quality	None mg/l
Diffusivity	1
Tolerance	0.01

[COORDINATES]

;ID Nudo	Coord X	Coord Y
J-101	546277.951	9860410.947
J-102	546183.831	9860370.93
J-103	546224.639	9860602.43
J-27	546251.197	9860776.856
J-31	546125.177	9860728.469
J-32	546210.577	9860759.947
J-33	546333.105	9860808.218
J-34	546395.38	9860836.962
J-35	546438.433	9860757.882
J-36	546365.228	9860725.088
J-37	546283.93	9860690.789

J-38	546217.191	9860661.59
J-39	546141.465	9860629.186
J-41	546150.661	9860573.126
J-52	546469.04	9860700.893
J-77	546602.022	9860493.77
J-78	546570.034	9860542.266
J-79	546526.206	9860615.774
J-80	546457.51	9860492.213
J-81	546424.594	9860575.535
J-82	546388.131	9860667.157
J-83	546306.651	9860636.623
J-84	546232.828	9860605.694
J-85	546164.419	9860489.261
J-87	546338.205	9860542.704
J-88	546248.215	9860512.795
J-89	546367.709	9860449.991
J-90	546391.821	9860378.526
J-91	546303.238	9860330.772
J-92	546197.608	9860286.946
J-94	546338.598	9860235.016
J-95	546217.144	9860167.864
J-99	546506.603	9860431.761
R-A	546544.68	9860208.27

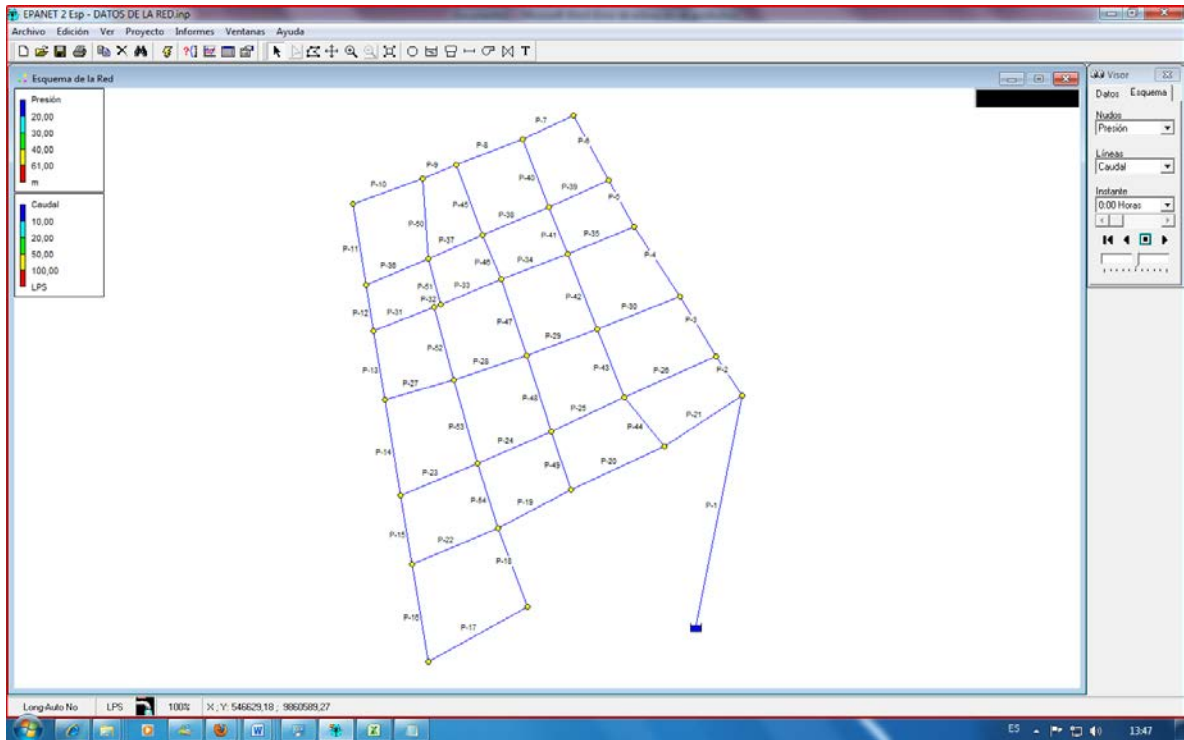
[VERTICES]

;ID Línea	Coord X	Coord Y
-----------	---------	---------

[LABELS]

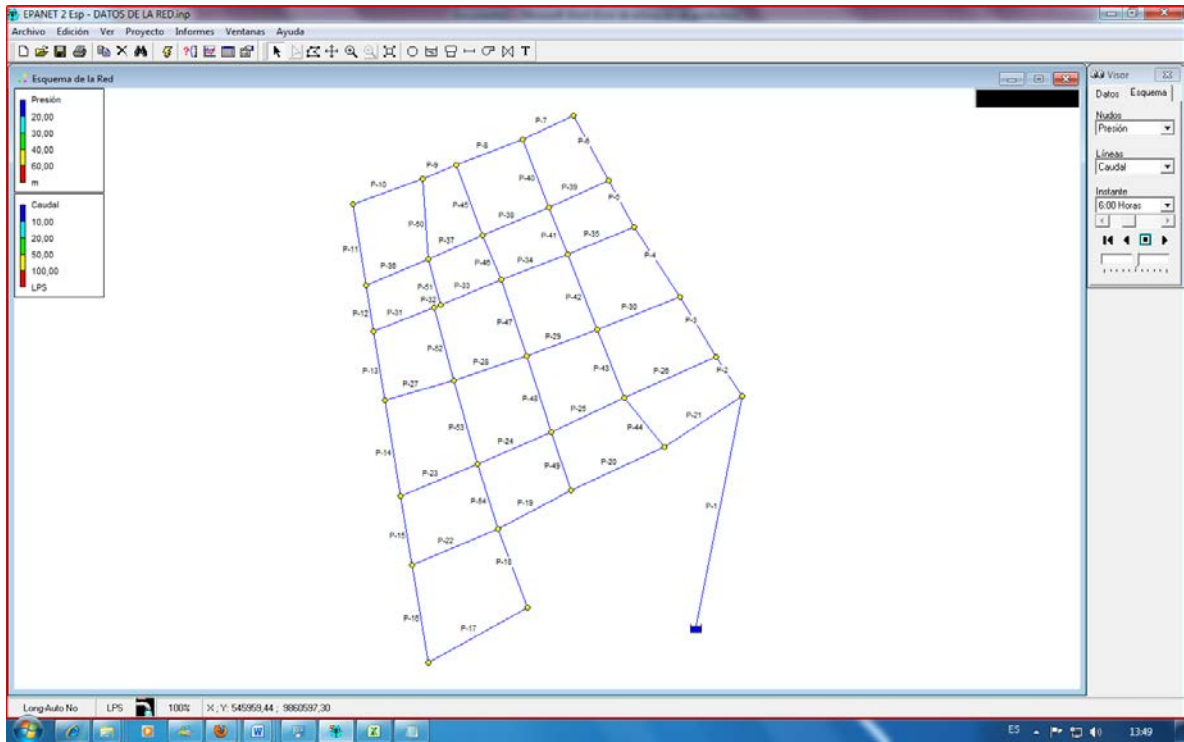
```
;Coord X      Coord Y      Rótulo y Nudo Anclaje
[BACKDROP]
DIMENSIONS      546101.33      9860134.41      546625.86      9860870.42
UNITS          Meters
FILE
OFFSET         0          0
[END]
```

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA



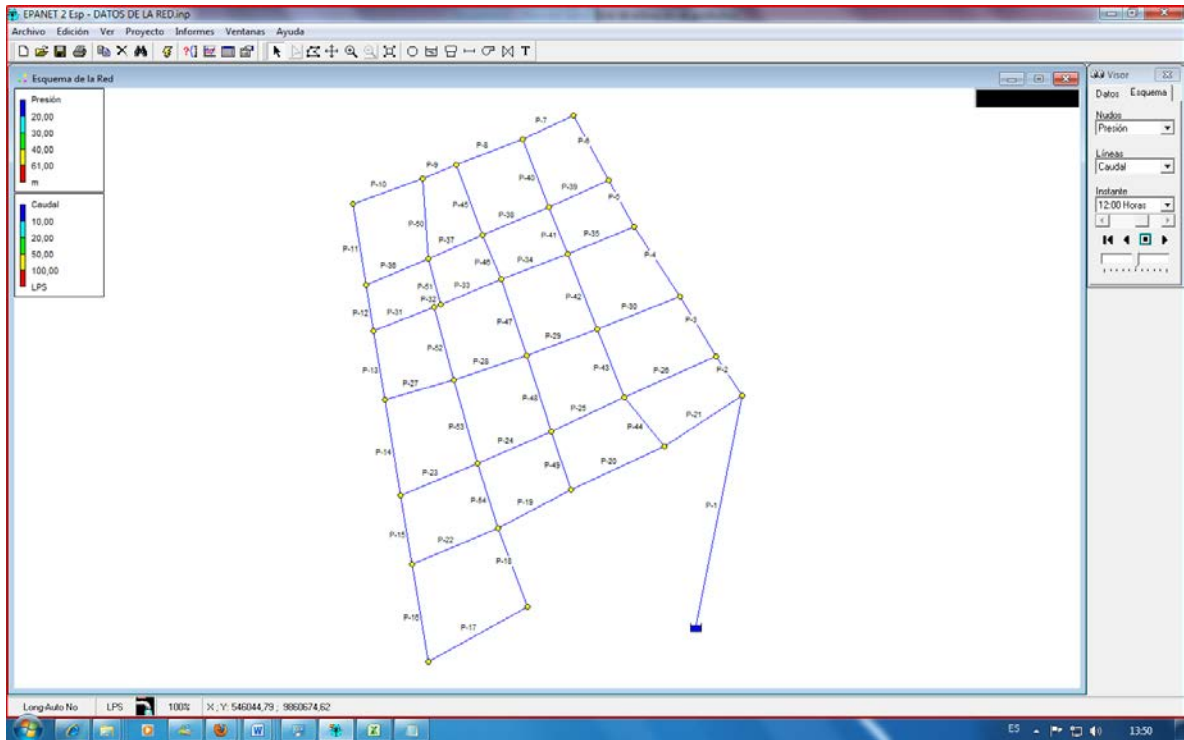
EPANET 2 0.00 HORAS

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA



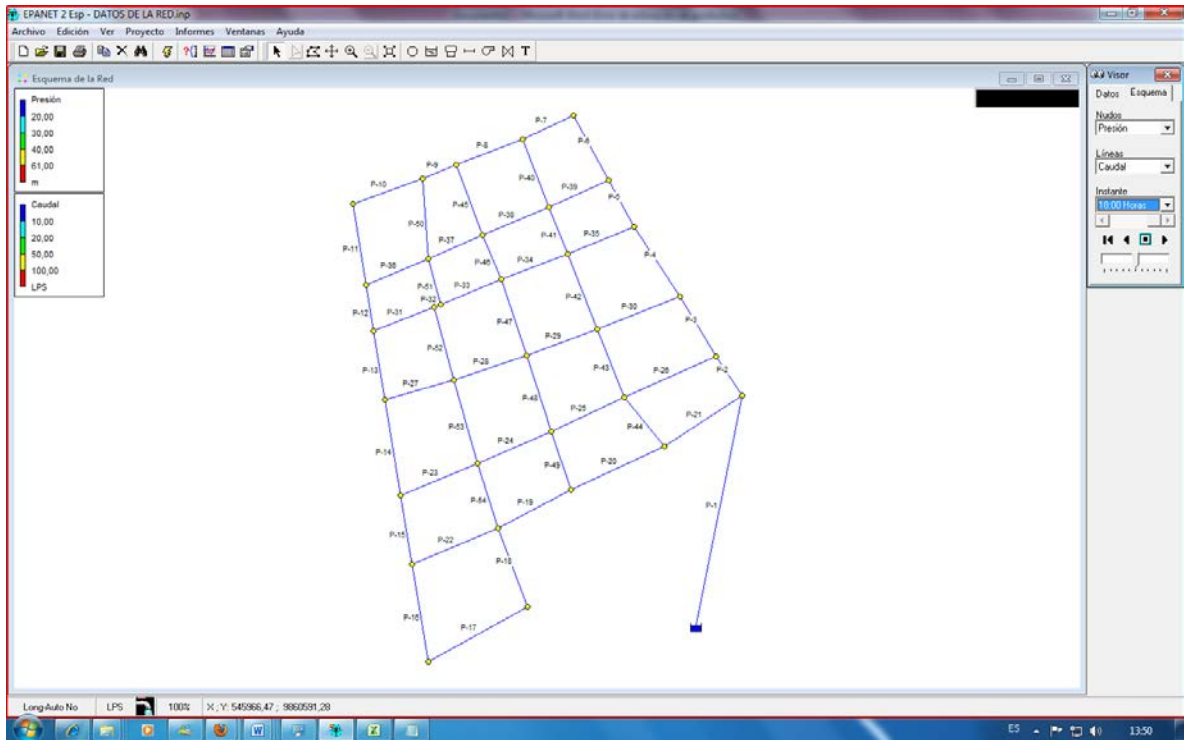
EPANET 2 6.00 HORAS

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA



EPANET 2 12.00 HORAS

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA



EPANET 2 18.00 HORAS

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA

ESTADO DE LINEAS DE LA RED A LAS 0.00 HORAS

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Coef. Medio	Coef. Pared	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Veloc. Reacción mg/l/día	Calidad	Estado
Tubería P-1	291,21	83	140	0	0	0,14	0,03	0,01	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-2	58,1	83	140	0	0	0,07	0,01	0,00	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-3	85,58	83	140	0	0	0,05	0,01	0,00	0,043	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-4	102,53	83	140	0	0	0,04	0,01	0,00	0,049	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-5	65,31	83	140	0	0	0,02	0,00	0,00	0,052	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-6	90,04	83	140	0	0	0,01	0,00	0,00	0,052	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-7	68,59	83	140	0	0	0,01	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-8	87,56	83	140	0	0	0,01	0,00	0,00	0,116	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-9	44	83	140	0	0	0,01	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-10	91,02	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-11	100,61	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-12	56,83	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-13	84,99	83	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,208	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-14	119,91	83	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-15	85,11	83	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-16	120,67	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-17	138,75	83	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,096	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-18	102,08	83	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,061	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-19	100,63	83	140	0	0	-0,03	0,00	0,00	0,049	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-20	126,53	83	140	0	0	-0,04	0,01	0,00	0,045	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-21	113,79	83	140	0	0	-0,06	0,01	0,00	0,041	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-22	114,36	58,2	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,070	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-23	102,27	58,2	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,059	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-24	97,88	58,2	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,061	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-25	99,23	58,2	140	0	0	-0,01	0,01	0,00	0,049	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-26	123,15	58,2	140	0	0	-0,02	0,01	0,00	0,048	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-27	87,04	58,2	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-28	94,83	58,2	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,074	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-29	92,42	58,2	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-30	109,29	58,2	140	0	0	-0,01	0,00	0,00	0,057	0,00	0,00	Abierta

EPANET 2 0.00 HORAS

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA

ESTADO DE LINEAS DE LA RED A LAS 6.00 HORAS

EPANET 2 Esp - DATOS DE LA REDXXXXXXXXXX.NET - [Estado de las Lineas de la Red a las 6:00 Horas]

Archivo Edición Ver Proyecto Informes Ventanas Ayuda

ID Línea	Longitud m	Díametro mm	Rugosidad	Coef. Medio	Coef. Pared	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Veloc. Reacción mg/l/día	Calidad	Estado
Tubería P-1	231,21	83	140	0	0	2,23	0,41	2,55	0,025	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-2	58,1	83	140	0	0	1,20	0,22	0,81	0,027	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-3	85,58	83	140	0	0	0,85	0,16	0,43	0,028	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-4	102,53	83	140	0	0	0,57	0,11	0,21	0,030	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-5	85,31	83	140	0	0	0,38	0,07	0,09	0,032	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-6	90,04	83	140	0	0	0,22	0,04	0,04	0,035	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-7	68,59	83	140	0	0	0,16	0,03	0,02	0,036	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-8	87,56	83	140	0	0	0,15	0,03	0,02	0,036	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-9	44	83	140	0	0	0,11	0,02	0,01	0,038	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-10	91,02	83	140	0	0	0,04	0,01	0,00	0,042	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-11	100,61	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-12	56,83	83	140	0	0	-0,05	0,01	0,00	0,047	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-13	84,99	83	140	0	0	-0,12	0,02	0,01	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-14	119,91	83	140	0	0	-0,12	0,02	0,01	0,038	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-15	85,11	83	140	0	0	-0,10	0,02	0,01	0,039	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-16	120,67	83	140	0	0	-0,07	0,01	0,00	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-17	138,75	83	140	0	0	-0,13	0,02	0,01	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-18	102,08	83	140	0	0	-0,20	0,04	0,03	0,035	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-19	100,63	83	140	0	0	-0,44	0,08	0,13	0,031	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-20	126,53	83	140	0	0	-0,65	0,12	0,26	0,029	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-21	113,79	83	140	0	0	-0,98	0,18	0,56	0,028	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-22	114,36	58,2	140	0	0	-0,10	0,04	0,05	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-23	102,27	58,2	140	0	0	-0,08	0,03	0,03	0,038	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-24	97,88	58,2	140	0	0	-0,14	0,05	0,09	0,035	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-25	99,23	58,2	140	0	0	-0,22	0,08	0,20	0,033	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-26	123,15	58,2	140	0	0	-0,27	0,10	0,30	0,032	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-27	87,04	58,2	140	0	0	-0,06	0,02	0,02	0,041	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-28	94,83	58,2	140	0	0	-0,11	0,04	0,05	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-29	92,42	58,2	140	0	0	-0,15	0,06	0,10	0,035	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-30	109,79	58,2	140	0	0	-0,20	0,07	0,16	0,034	0,00	0,00	Abierta

Long-Auto No LPS 100% X,Y: 545834,93 ; 9860869,42

ES 14:04

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA

ESTADO DE LINEAS DE LA RED A LAS 12.00 HORAS

EPANET 2 Esp - DATOS DE LA REDXXXXXXXXXX.NET - [Estado de las Líneas de la Red a las 12:00 Horas]

Archivo Edición Ver Proyecto Informes Ventanas Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Coef. Medio	Coef. Pared	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Veloc. Reacción mg/l/día	Calidad	Estado
Tubería P-1	231,21	83	140	0	0	1,50	0,28	1,22	0,026	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-2	58,1	83	140	0	0	0,80	0,15	0,39	0,029	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-3	85,58	83	140	0	0	0,57	0,11	0,20	0,030	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-4	102,53	83	140	0	0	0,39	0,07	0,10	0,032	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-5	65,31	83	140	0	0	0,25	0,05	0,05	0,034	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-6	90,04	83	140	0	0	0,15	0,03	0,02	0,036	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-7	68,59	83	140	0	0	0,11	0,02	0,01	0,038	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-8	87,56	83	140	0	0	0,10	0,02	0,01	0,038	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-9	44	83	140	0	0	0,08	0,01	0,01	0,041	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-10	91,02	83	140	0	0	0,03	0,01	0,00	0,053	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-11	100,61	83	140	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-12	56,83	83	140	0	0	-0,03	0,01	0,00	0,044	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-13	84,99	83	140	0	0	-0,08	0,01	0,01	0,041	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-14	119,91	83	140	0	0	-0,08	0,02	0,01	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-15	85,11	83	140	0	0	-0,06	0,01	0,00	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-16	120,67	83	140	0	0	-0,05	0,01	0,00	0,045	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-17	138,75	83	140	0	0	-0,09	0,02	0,01	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-18	102,08	83	140	0	0	-0,13	0,02	0,01	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-19	100,63	83	140	0	0	-0,30	0,05	0,06	0,033	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-20	126,53	83	140	0	0	-0,43	0,08	0,12	0,031	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-21	113,79	83	140	0	0	-0,66	0,12	0,27	0,029	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-22	114,36	58,2	140	0	0	-0,07	0,03	0,02	0,039	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-23	102,27	58,2	140	0	0	-0,05	0,02	0,02	0,040	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-24	97,88	58,2	140	0	0	-0,10	0,04	0,04	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-25	99,23	58,2	140	0	0	-0,15	0,06	0,10	0,035	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-26	123,15	58,2	140	0	0	-0,18	0,07	0,14	0,034	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-27	87,04	58,2	140	0	0	-0,04	0,01	0,01	0,042	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-28	94,83	58,2	140	0	0	-0,07	0,03	0,02	0,039	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-29	92,42	58,2	140	0	0	-0,10	0,04	0,05	0,037	0,00	0,00	Abierta
Tubería P-30	109,29	58,2	140	0	0	-0,13	0,05	0,08	0,036	0,00	0,00	Abierta

Long-Auto No LPS 100% X:Y: 545966,47 ; 9860869,42

ES 14:07

COMUNA SANCAN SECTOR 2 DEL CANTON JIPIJAPA

ESTADO DE LINEAS DE LA RED A LAS 18.00 HORAS

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Coef. Medio	Coef. Pared	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Veloc. Reacción mg/l/día	Calidad	Estado
Tubería P-1	291.21	83	140	0	0	1.05	0.19	0.63	0.027	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-2	58.1	83	140	0	0	0.56	0.10	0.20	0.030	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-3	85.58	83	140	0	0	0.40	0.07	0.10	0.032	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-4	102.53	83	140	0	0	0.27	0.05	0.05	0.034	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-5	65.31	83	140	0	0	0.18	0.03	0.02	0.036	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-6	90.04	83	140	0	0	0.11	0.02	0.01	0.038	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-7	68.59	83	140	0	0	0.08	0.01	0.00	0.040	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-8	87.56	83	140	0	0	0.07	0.01	0.00	0.041	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-9	44	83	140	0	0	0.05	0.01	0.00	0.042	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-10	91.02	83	140	0	0	0.02	0.00	0.00	0.054	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-11	100.61	83	140	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-12	56.83	83	140	0	0	-0.02	0.00	0.00	0.030	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-13	84.99	83	140	0	0	-0.05	0.01	0.00	0.042	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-14	119.91	83	140	0	0	-0.06	0.01	0.00	0.043	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-15	85.11	83	140	0	0	-0.04	0.01	0.00	0.046	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-16	120.67	83	140	0	0	-0.03	0.01	0.00	0.046	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-17	138.75	83	140	0	0	-0.06	0.01	0.00	0.041	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-18	102.08	83	140	0	0	-0.09	0.02	0.01	0.039	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-19	100.63	83	140	0	0	-0.21	0.04	0.03	0.035	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-20	126.53	83	140	0	0	-0.30	0.06	0.06	0.033	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-21	113.79	83	140	0	0	-0.46	0.09	0.14	0.031	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-22	114.36	58.2	140	0	0	-0.05	0.02	0.01	0.041	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-23	102.27	58.2	140	0	0	-0.04	0.01	0.01	0.043	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-24	97.88	58.2	140	0	0	-0.07	0.03	0.02	0.039	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-25	99.23	58.2	140	0	0	-0.10	0.04	0.05	0.037	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-26	123.15	58.2	140	0	0	-0.13	0.05	0.07	0.036	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-27	87.04	58.2	140	0	0	-0.03	0.01	0.00	0.046	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-28	94.83	58.2	140	0	0	-0.05	0.02	0.01	0.041	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-29	92.42	58.2	140	0	0	-0.07	0.03	0.02	0.039	0.00	0.00	Abierta
Tubería P-30	108.24	58.2	140	0	0	-0.08	0.03	0.04	0.038	0.00	0.00	Abierta

EPANET 2 18.00 HORAS