

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FC
Facultad de
Construcciones

Departamento de Ingeniería Hidráulica

TRABAJO DE DIPLOMA

Título del trabajo: **Sectorización de la Red del Acueducto para la ciudad de Jatibonico.**

Autor del trabajo: **José Ignacio Moreno Colina.**

Tutor del trabajo: **Ing. Evelio Martínez Madrigal.**

Santa Clara Junio, 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Dedicatoria:

Sin dudas ha sido un largo camino y en estos momentos me encuentro en el final. Esto no hubiese sido posible sin el apoyo, cariño y amor que me han brindado mis padres Julio César Moreno Martínez y Yamira Margarita Colina Agramonte.

Para ti papá va este trabajo, tú que has sido mi guía a seguir desde el principio, que has estado ahí siempre para mí no importa cuál sea el momento ni la situación, gracias por ayudarme a convertirme en el hombre que ya soy, gracias por apoyarme en cuantas cosas se me ocurrieran a lo largo de esta etapa de mi vida en la cual gracias a ti soy ING Hidráulico y gracias por ser MI PAPÁ.

Para ti mamá también va este trabajo, inmejorable como madre, amiga y confidente, siempre preocupada por mí, persistente hasta el cansancio, gracias por ser como eres, gracias por siempre, no importa la situación, creer en mí; gracias por amarme y malcriarme y gracias por ser la MEJOR MAMÁ DEL MUNDO, este éxito en mi vida es en gran parte tuyo también.

No puedo dejar de mencionar a mi esposa e hija que son pilares claves en las determinaciones que tomo en el día a día de mi vida, e inspiran cada acción que hago para intentar construir un futuro más próspero y seguro.

Hay personas que no puedo dejar de mencionar y esos son mis amigos, que más que amigos creo que puedo llamarlos hermanos. Por tanto, este trabajo de diploma va dedicado a mis padres, mi familia y mis amigos.

¡Para ellos va este trabajo de diploma!

Agradecimiento:

- Amigos y familia que de una forma u otra formaron parte de mis estudios, así como mi crecimiento profesional.
- A mi tutor Evelio Martínez Madrigal el cual me brindó su apoyo, su tiempo y su sabiduría para la confección de este trabajo de diploma.
- A todo el claustro de profesores que se encargaron de mi formación como profesional en estos 5 años.
- A mis compañeros de aula que han sido capaces de no solo soportarme sino quererme durante estos 5 años.

RESUMEN

La ciudad de la cabecera municipal de Jatibonico, cuenta con un sistema de acueducto nuevo, donde gran parte se encuentra construido y otra parte se está ejecutando. Con el objetivo de comprobar en la práctica los resultados obtenidos con la aplicación de la sectorización de la red de abasto en los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico se realiza esta tesis que tiene como base metodológica para el desarrollo de la misma la teoría marxista-leninista. El trabajo está estructurado en tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el capítulo 1 aparecen los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización de la red de distribución los sistemas de acueducto. En el capítulo 2 aparece el diagnóstico del estado actual que presentan la red de abasto de la cabecera municipal de Jatibonico relacionada con la sectorización en dichos barrios y en el capítulo 3 aparece la sectorización de la red de abastode los barrios: Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico.

ABSTRACT

The city of the municipal capital of Jatibonico, has a new aqueduct system, where a large part is built and another part is being executed. With the aim of verifying in practice the results obtained with the application of the sectorization of the supply network in the neighborhoods Palmarito and the Refuge of the municipal seat of Jatibonico this thesis is carried out, which has as a methodological basis for the development of the same the Marxist-Leninist theory. The work is structured in three chapters, conclusions, recommendations, bibliography and annexes. In Chapter 1 the theoretical foundations that support the sectorization of the distribution network of the aqueduct systems appear. Chapter 2 shows the diagnosis of the current state of the supply network of the municipal capital of Jatibonico related to sectorization in those neighborhoods and in chapter 3 the sectorization of the neighborhood supply network appears: Palmarito and El Refugio de the municipal seat of Jatibonico.

Índice

Dedicatoria:	3
Agradecimiento:.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	5
Índice.....	6
INTRODUCCIÓN	8
Principales resultados esperados.....	11
CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos que sustentan la sectorización.	12
1.1 Criterios de sectorización utilizados internacional y nacionalmente.....	12
1.2 Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba.	14
1.2.1 Pasos generales para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos	15
Paso 1.1 Trabajos preliminares:	16
Paso 1.2 Diagnóstico del estado técnico del acueducto existente:	16
Paso 2. Proyectos de sectorización hidráulica de la red de abasto actual y del Sistema Centralizado de Control (SCC)	17
Paso 3. Simulación hidráulica de la red actual con entrega en las entradas de los sectores propuestos (proyecto).	18
Aspectos a cumplir con carácter obligatorio durante la etapa de construcción.....	19
Normas y reglas de explotación de obras.....	20
Consideraciones generales del Polietileno de Alta Densidad (PEAD).....	21
Aspectos medioambientales.	21
1.3.3 El software EPANET.....	23
1.3.4. El Software Water Gems.	24

CAPÍTULO 2: Diagnóstico del estado actual que presentan la red de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio cabecera municipal de Jatibonico	26
Caracterización general cabecera municipal de Jatibonico.....	26
Red de Distribución.....	26
Conductora.Parte Hidrotécnica.....	26
Variantes para lograr la sectorización del poblado de Jatibonico	30
Variante 1. Bombeo directo a la red:	30
CARACTERIZACIÓN LOS BARRIOS PALMARITO Y REFUGIO.....	33
Topografía	35
Geología.	35
Calidad del agua.	36
CAPÍTULO 3: Comprobación de la aplicación de las <i>Ideas conceptuales sectorización</i> , en el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico.....	37
3.1. Red de Distribución.....	39
3.2. Registros.....	40
3.3. Cruce de Ferrocarril.	43
3.5. Rehíncho y compactación.....	44
Paso 3.....	44
Conclusiones.....	48
Recomendaciones	49
Bibliografía.	50
Referencias bibliográficas.....	51
ANEXOS.....	52

INTRODUCCIÓN

La falta de agua es uno de los problemas más necesario que afecta a la humanidad, por lo que, desde nuestros albores, ha sido prioridad encontrarla- de calidad y abundante- para tenerla a nuestra disposición. En Cuba la historia de la hidráulica se remonta desde el siglo XV, cuando surgen las originarias fuentes que abastecieron las primeras villas hasta que surge la Zanja Real reconocida como el primer acueducto de nuestra isla.

La lluvia es la única fuente de agua que existe en nuestro país y su magnitud es relativamente baja, siendo la causa para que los Recursos Hídricos Potenciales y Aprovechables (RHPA) sean limitados, sin embargo, los Recursos Hidráulicos Disponibles son favorables a partir de la infraestructura edificada.

Desde el siglo XX, al revolucionarse los conocimientos sobre la higiene urbana y transformarse los hábitos de los ciudadanos, se exigen volúmenes cada vez mayores de agua, lo cual implica ser eficiente y sustentable, en cuanto a la producción, abastecimiento, demanda y el consumo de la misma. En consecuencia, día a día deben perfeccionarse y estimularse cada vez más, los métodos y técnicas en el logro de ese objetivo.

La triunfante Revolución cubana de 1959 había heredado la precariedad de un sistema hidráulico que se correspondía con las condiciones de subdesarrollo económico en las que estaba sumido el país. Sólo 13 pequeños embalses distribuidos en los hoy territorios de Camagüey, Villa Clara, Holguín y Santiago de Cuba, daban cuenta de la poca capacidad de almacenamiento de agua existente.

En octubre de 1963, año en el que el poderoso ciclón Flora devastó a las actuales provincias de Las Tunas, Granma, Holguín y Camagüey, el Comandante en Jefe Fidel Castro, enunció la necesidad de construir obras hidráulicas que garantizaran el control de los grandes volúmenes de agua provenientes de las intensas precipitaciones.

Surge entonces, impulsada por Fidel, la Voluntad Hidráulica para desarrollar ese recurso y convertirlo en patrimonio común en función del abastecimiento a la población, la agricultura y la industria, además de la prevención ante embates de fenómenos naturales.

La construcción de abastecimientos colectivos asociados o ligados a regiones con escasos recursos hídricos ha sido una necesidad. La experiencia ha demostrado que no se puede

depender por largo tiempo de fuentes de abastecimiento como los pozos y cisternas, porque la concentración en aumento de la población hace cada vez más dificultoso localizar fuentes no contaminadas, tanto de aguas superficiales como subterráneas, a la vez que las existentes son altamente vulnerables a la contaminación. Cuando una comunidad se desarrolla, la necesidad de un suministro público sustentable se hace imprescindible.

Tal desarrollo hidráulico, avizorado por el líder, está considerado uno de los logros más sobresalientes que muestra hoy gran vitalidad, al lado de relevantes conquistas de la Revolución como la educación y la salud, además de resultar determinante para minimizar los impactos negativos del cambio climático.

La ciudad de la cabecera municipal de Jatibonico, cuenta con un sistema de acueducto nuevo, donde gran parte se encuentra construido y otra parte se está ejecutando, el servicio de entrega de agua es de 24 h. No existe depósito en la actualidad, ya que se bombea directo a la red que está construida y que no abarca todo el pueblo. El poblado cuenta con una planta potabilizadora de la cual ya está el proyecto de rehabilitación para utilizarla en el abasto de agua a este poblado y a la industria de la papelera.

Muchas han sido las transformaciones que se vienen realizando para implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 y específicamente los referidos a los Recursos Hidráulicos (238 al 245) (abril 2016). Dra. Magda Rivero Hernández.(Hernández., 2016)

Para hacer cumplir estos propósitos se establece la Política Nacional del Agua, la cual constituye la vía para alcanzar la visión concebida para el desarrollo hidráulico y se han adoptado estrategias que han sido llevadas a cabo con la participación de todos los usuarios del agua.

A pesar de ello; la práctica, unida a las investigaciones que sobre este tema se ha realizado; ha demostrado que existen limitaciones en cuanto a la calidad y continuidad del servicio, no se aprovecha al máximo toda el agua que entra al circuito. Se muestran en un número representativo la existencia de agua no controlada (ANC), no siempre el horario de servicio satisface a las zonas más afectadas. Persisten las carencias constructivas y excesivos salideros. Todo lo anterior fue verificado en el banco de problemas y en los diferentes informes de las visitas realizadas al municipio.

El análisis de estas limitaciones sirvió como base para plantear el siguiente problema de investigación:

¿Cómo favorecer un uso más eficiente de la red de abasto en la cabecera municipal de Jatibonico?

Campo de investigación: Redes de abastecimiento de agua.

Objeto de estudio: La sectorización de la red de distribución de los barrios Palmarito y el Refugio.

En el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico se pueden aplicar las *Ideas conceptuales sectorización*.

Objetivo general: Comprobar la aplicación práctica de las ***Ideas Conceptuales de la Sectorización de Abasto a Jatibonico***, en la red de abasto en la cabecera municipal.

Para dar cumplimiento al anterior objetivo se expresa la siguiente hipótesis: Con la comprobación de la aplicación práctica de las ***Ideas Conceptuales de la Sectorización de Abasto a Jatibonico***, en la red de distribución en la cabecera municipal se logrará un uso más eficiente de la misma

Para dar cumplimiento al anterior objetivo se formulan los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización.
2. Diagnosticar el estado actual que presentan la red de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio relacionada con la sectorización.
3. Comprobar la aplicación de las ***Ideas conceptuales sectorización abasto a Jatibonico***, en el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico.

Tareas de investigación.

- Determinación de los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización.
- Diagnóstico del estado actual que presentan la red de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio cabecera municipal de Jatibonico.
- Comprobación de la aplicación de las *Ideas conceptuales sectorización*, en el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico.

La base metodológica para el desarrollo del trabajo es la teoría marxista-leninista que permitió aplicar métodos teóricos, empíricos y matemáticos, así como diferentes técnicas de diagnóstico:

Del nivel teórico.

Histórico y lógico: Permitió profundizar en el decursar histórico de la sectorización, así como en los diferentes criterios con los que se ha trabajado.

Análisis y síntesis: Mediante este método se descomponen los diferentes aspectos relacionados con la sectorización y permitió analizar diferentes bibliografías y documentos actualizados sobre la misma en sentido general.

La deducción: permitió formar un razonamiento del conocimiento general a uno de menor generalidad.

Los métodos del nivel empíricos utilizados:

Observación: permitió constatar la situación de las redes hidráulicas ante de la sectorización y durante la realización de la mismas.

Entrevista: benefició confirmar el conocimiento que se poseen respecto a la sectorización.

El experimento: Se utilizó en función de la sectorización, para transformar la realidad del objeto de estudio, permitiendo comprobar los resultados iniciales y finales con la muestra seleccionada.

Principales resultados esperados

El principal resultado esperado se centra en la comprobación práctica, de la aplicación de las *Ideas conceptuales sectorización* en el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico

El trabajo está estructurado en tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el capítulo 1 aparecen los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización de la red de distribución los sistemas de acueducto. En el capítulo 2 se refiere al diagnóstico del estado actual que presentan la red de abastode la cabecera municipal de Jatibonico relacionada con la sectorización y el capítulo 3 está dirigido a la sectorización de la red de abastode los barrios: Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico.

CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos que sustentan la sectorización.

El presente capítulo: aborda los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización de la red de abasto en el decursar histórico a nivel internacional y nacional, además se caracteriza el programa para el análisis de sistemas de distribución de agua potable: EPANET

La sectorización ocupa una parte importante para un adecuado funcionamiento del acueducto y consiste en subdividir la red de distribución de abasto de agua potable en varios sectores más pequeños, cuyas entradas y salidas de agua estén controladas.

En la historia de la red de los sistemas de acueducto se han referido diversos criterios sobre de la sectorización. Una mirada a estos criterios, enfoques y puntos de vistas hace que se considere este aspecto como un punto neurálgico.

Para desarrollar el marco de referencia se analizarán algunos criterios, conceptos, dónde intervienen la demanda, el control de pérdidas y las redes de distribución de agua potable.

1.1 Criterios de sectorización utilizados internacional y nacionalmente

A nivel internacional se encuentran los criterios con los que se realiza la sectorización o la generación de áreas de medición por distritos (DMA), del Centro de Investigación en la Industria del Agua del Reino Unido y su aplicabilidad en los Estados Unidos de Norte América. No todos los criterios de sectorización siguen motivos netamente hidráulicos; algunos se enfocan sobre alguna evaluación económica, como mantener un balance en el costo de las obras de sectorización y detección de fugas contra el ahorro de agua esperado. Otros criterios siguen simplemente lineamientos geográficos, como trazar los límites de los sectores siguiendo fallas naturales del terreno, ríos o incluso vías principales; Otros tienen un carácter comercial, como dividir por zonas políticas o por estratos socioeconómicos. Estas metodologías son las tradicionalmente usadas y, en general, es difícil conformar un límite de sectorización.

En algunas ciudades del mundo la eficiencia física oscila entre 30% y 50%, pero aquellas que han trabajado duro, durante décadas, para resolver las fugas han podido bajarla al 15%. Algunas ciudades en Japón y Alemania, con infraestructura reconstruida totalmente después de la guerra y bajo estrictas normas de calidad, tienen pérdidas del orden del 10% respecto del volumen a la entrada del sistema. En 1996 el Banco Mundial publicó y analizó algunas

estadísticas para ciertas ciudades del mundo. Aparecen casos como los de Sao Paulo, Brasil o de Bogotá, Colombia donde se aprecia que durante algunos años los indicadores de eficiencia mejoraron, seguramente gracias a buenos programas de control de fugas, pero posteriormente las ineficiencias crecieron quizá por descuido en los programas.

Según García Carrasco, la sectorización es una técnica que consiste en la división de una red en varias subredes más pequeñas, con el objetivo fundamental de realizar un control y gestión más eficiente de la red donde cada subsector denominado sector, constituirá una unidad de distribución, y estará caracterizada por presentar un contorno permanente y definido, encontrándose aislada del resto de la red mediante válvulas de corte. En el caso de que se disponga de medidores de caudal en cada uno de los puntos de entrada del sector, al mismo se le denomina Distrito Hidrométrico ó DH.

Sectorización hidráulica: la Sectorización hidráulica de una red de acueducto, consiste en dividirlos en zonas aisladas, de forma que en cada sector pueda ser registrado el consumo de agua, y pueda actuarse sobre la presión y el caudal suministrado, además es una estrategia del control de pérdidas en un sistema de acueducto.

Nacionalmente se han definido otros conceptos de sectorización como el expresado por el ingeniero Franklin Lantigua Moreno, Especialista. Dirección. Ing. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Sancti Spíritus en el *Procedimiento para la realización de la sectorización* ...la sectorización es una opción estratégica que reduce el área de inspección para la detección y localización de anomalías como roturas, fugas, deficiencia de presión y además mediante la implantación de un sistema de control, mejore sustancialmente la gestión de la explotación global de la red optimizando las presiones en todo el sector. (Moreno, 2015)

Se precisa subrayar que este concepto de sectorización que se maneja actualmente se dio a conocer por vez primera en los años de 1980 en Inglaterra por la Asociación de Autoridades de Agua. Desde entonces, el avance que ha tenido el estudio de la misma a nivel internacional ha sido limitado (Herrera, 2011). Este hecho se confirma también a nivel nacional donde no solo a nivel de marco teórico los estudios han sido limitados, sino, sobre todo, respecto a su aplicación práctica por parte de las empresas de acueductos y de investigaciones y proyectos del sector hidráulico cubano.

Para esta investigación se asume como: sectorización hidráulica de una red de acueducto, consiste en dividirlos en zonas aisladas, de forma que en cada sector pueda ser registrado el

consumo de agua, y pueda actuarse sobre la presión y el caudal suministrado, además es una estrategia del control de pérdidas en un sistema de acueducto

Se adjudica, precisamente, esta concepción de sectorización dado en el artículo "Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba" de los autores: Dr. C.T. Ing. Antonio Monzón Sánchez, MSc. Ing. Juan D. Quintana Camacho y Ing. Alberto Porto Varona porque utiliza los criterios de la escala internacional y constituye una adecuada herramienta para operación de los acueductos y la ejecución de proyectos de rehabilitación en este tipo de obras; por otra, se ajustan con los Lineamientos de la Política del Partido y la Revolución concernientes a la Política Hidráulica y la necesidad de su despliegue total en las empresas del sector afines a su utilización. (Sánchez, 2017)

1.2 Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba.

En el documento: *Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba* el autor esclarece algunos conceptos relacionados con la sectorización de redes de abasto. (Sánchez, 2017)

Se considera oportuno enfatizar que el procedimiento es contentivo de **Principios y Premisas** que garantizan el exitoso cumplimiento de su despliegue. Estos son:

Principios:

- El objetivo final de la sectorización es garantizar en la red el uso racional y productivo del agua.
- Todas las tuberías nuevas son probadas y desinfectadas según la NC vigente.
- El proyecto debe ser construible con un mínimo de afectación
- El establecimiento de una estructura adecuada, la capacitación selectiva pero sistemática y el auto aprendizaje permanente constituirán los pilares básicos para alcanzar una gestión técnico-económica adecuada en el sistema de abastecimiento de agua.
- El proyecto debe ser construible con un mínimo de afectación en el servicio.

Premisas:

- Se garantiza en la cabecera de la red un caudal equivalente (QMH) a la dotación de diseño prevista en la norma cubana vigente.

- Las tuberías de alimentación son de conducción y no de distribución. Estas deben garantizar para 12 h de trabajo el doble del caudal máximo diario (2K1).
- Las válvulas de los límites de los sectores y circuitos permanecerán en posición cerrada durante condiciones normales de operación.
- Los límites de los sectores, así como del límite urbano son inamovibles.
- La regulación se establecerá siempre a la entrada del sector. Se establece y se cumple un programa para el metraje de la red, así como para su mantenimiento y reparación.
- Se garantiza el registro de entrada al sector con los instrumentos de medición correspondientes.

1.2.1 Pasos generales para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos

Por otra parte, se plantea que este procedimiento contiene de nueve (9) pasos generales y que son:

Paso 1. Diagnóstico del sistema de abasto existente.

Paso 2. Proyecto de sectorización hidráulica de la red de abasto actual.

Paso 3. Simulación hidráulica de la red actual con entrega en las entradas de los sectores propuestos (proyecto).

Paso 4. Ejecución de las acciones propuestas como resultado de los análisis hidráulicos realizados para garantizar la sectorización de la red.

Paso 5. Calibración inicial del modelo hidráulico en la red sectorizada, análisis energético y determinación de las acciones de rehabilitación.

Paso 6. Confección del cronograma de ejecución de las tareas de rehabilitación del sistema.

Paso 7. Intervenciones constructivas.

Paso 8. Calibración final de la red sectorizada y rehabilitada.

Paso 9. Validación de la calibración realizada ante diferentes situaciones de operación.

Se profundizará en el presente trabajo en la explicación de los pasos 1, 2 y 3 los cuales se describen a continuación.

Paso 1. Diagnóstico de la red de abasto existente

Paso 1.1 Trabajos preliminares:

- Adquisición del catastro actualizado en formato digital de la infraestructura urbana existente a escala 1:2000.
- Delimitación la extensión urbana, así como la identificación del desarrollo urbanístico e industrial: resulta vital que dicha delimitación se ponga en conocimiento no solo de los clientes (inversionistas), sino también de las denominadas «otras partes interesadas». Adicionalmente, se requiere del conocimiento sobre el desarrollo prospectivo del área en proyecto.
- Trabajo de consulta al último censo de población y viviendas con la finalidad de conocer datos relacionados con la población, su distribución, su densidad y tasa de crecimiento pronosticada para el año horizonte del proyecto de rehabilitación.
- Levantamiento del estado técnico de calles y avenidas.
- Levantamiento geológico lo más detallado posible.
- Dibujo de la red actual: la red actual servirá de base para la rehabilitación parcial y ampliación (en caso necesario) de una red de abasto existente.
- Levantamiento de otras redes técnicas como alcantarillado pluvial y sanitario, gas, electricidad, telefonía, entre otras.

Paso 1.2 Diagnóstico del estado técnico del acueducto existente:

- Clasificación de las tuberías (desde la fuente hasta la red de abasto)
- Identificación de aquellas obras ocultas que puedan interferir en el nuevo diseño de la red, tales como: Líneas eléctricas soterradas, líneas de comunicación alcantarillado, drenaje pluvial y otras obras de ingeniería.
- Determinación del estado técnico de las tuberías: teniendo en cuenta para ello:
 - a) Estadísticas de fallas.
 - b) Material de la tubería.
 - c) Años de servicios.
 - d) Presiones de trabajos.
- Definir los nudos donde los sectores que se alimentan desde las tuberías principales de la red.
- Determinar las capacidades volumétricas de almacenamiento dentro del área de los usuarios (cisternas) si estas se consideran significativas.

Paso 2. Proyectos de sectorización hidráulica de la red de abasto actual y del Sistema Centralizado de Control (SCC)

A continuación, se indican un grupo de recomendaciones a tener en consideración para el establecimiento de las zonas de abasto y sectores hidrométricos:

- Sectorización de la red: la sectorización de la red es el paso siguiente luego del chequeo de los sistemas o zonas de abasto, para ello es preciso tomar en consideración los criterios siguientes:
- Consideraciones hidráulicas: longitud de tuberías, número de acometidas, área, grandes consumidores.
- Consideraciones geográficas: ríos, arroyos, fallas naturales del terreno, desniveles del terreno, entre otras.
- Divisiones políticas administrativas.
- Consideraciones demográficas: población y densidad de la población.
- El caudal total (QMH) de la zona o el sistema (grupo de sectores por fuente) no debe exceder el caudal de entrega desde el tanque el que debe corresponder con el QMH.

Otras consideraciones adicionales independientes del tamaño elegido y de manera específica se relacionan a continuación:

- Cada sector tendrá una única entrada principal. Una entrada secundaria se aceptaría si la misma se justifica durante las simulaciones realizadas.
- La entrada principal tendrá instrumentos de medición: caudalímetro y manómetro, así como posibilidades para la instalación de dispositivos para el establecimiento de un sistema de tele medida, telemando o telecontrol.
- La velocidad máxima en la entrada del sector no debe sobrepasar los 1,50 m/s para cualquier condición de cálculo.
- Se eliminará en lo posible las acometidas en tuberías principales.
- Incorporar un total de seis (6) puntos de medición de presión más un (1) punto adicional por cada 60 000 habitantes en lugares de interés.

En este paso se debe formular la propuesta de colocación de válvulas de seccionamiento de la red (que delimitaran los sectores) (preferentemente de compuerta con cierre elástico) los macro medidores a la entrada de cada sector (caudal y presión) y la cantidad y tipo de hidrómetro a colocar en cada sector para medir el consumo de cada usuario.

Paso 3. Simulación hidráulica de la red actual con entrega en las entradas de los sectores propuestos (proyecto).

Una vez procesada el resto de la información de partida (no objetivo del presente documento) tales como, por ejemplo: caudales máximo horarios y su distribución por nudos, se procede a modelar en programa informático el funcionamiento de la red actual en régimen permanente para las dos situaciones siguientes:

- Simulación de la red en régimen permanente con entrega del caudal máximo horario en 24 h. ($Q \text{ promedio} * K_1 * K_2$)
- Simulación de la red en régimen permanente con el caudal máximo diario en 12 horas a la mitad de la población. ($Q \text{ promedio} * 2K_1$)
- Simulación de la red en periodo extendido.

En cualquier caso, se recomienda utilizar el criterio de caudal en función de la presión.

Con este paso queda verificado el funcionamiento teórico de los sectores propuestos y como resultado para los trabajos de construcción iniciales dentro de la red tendríamos los siguientes:

- La propuesta de colocación de válvulas de límites de zonas, sectores y circuitos hidrométricos.
- La propuesta de ubicación de la entrada principal a los sectores hidrométricos con los correspondientes dispositivos para la medición del flujo.
- El corte de entrega de agua desde las tuberías de alimentación existentes a usuarios en ruta (estas tuberías quedarían como expresos). En este sentido, pudiera proponerse la conversión de estas en tuberías principales y la colocación de una nueva tubería de alimentación (expreso) de entrada a los sectores hidrométricos.

- Propuesta de tuberías principales como resultado de presiones insuficientes obtenidas durante la corrida del programa informático.

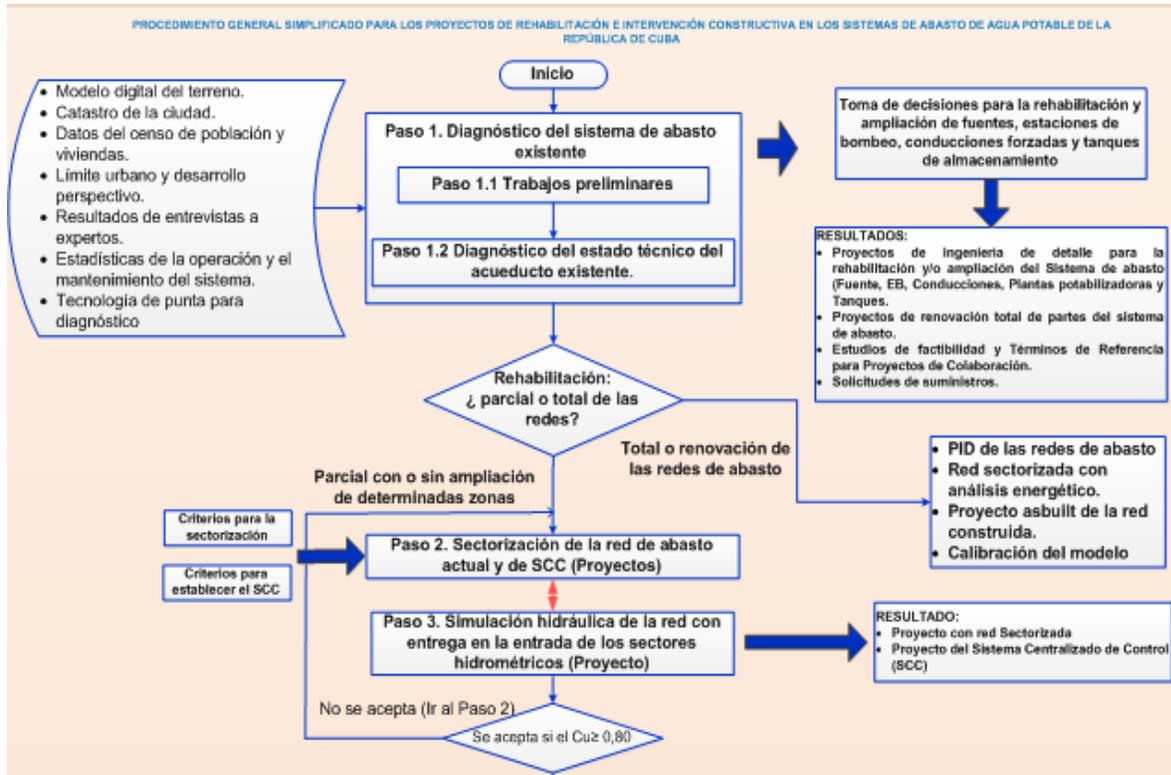


Figura 1. Procedimiento general para los proyectos de rehabilitación constructiva.

Aspectos a cumplir con carácter obligatorio durante la etapa de construcción.

- No se puede permitir bajo ningún concepto iniciar la obra si las condiciones no están creadas para iniciar las soldaduras, entiéndanse esto como los aditamentos para deslizar la tubería de forma tal que el tubo no se deslice por el terreno natural, de esta forma evitamos daños que limitan la capacidad de resistencia del mismo. Siendo responsabilidad del constructor asegurar estos recursos.
- Contactar con los organismos suministradores; tránsito y vialidad, comunicaciones, empresa eléctrica y acueducto y alcantarillado antes de comenzar las excavaciones, para evitar daños a tuberías soterradas, cables coaxiales etc.
- De igual forma debemos exigir como requisito indispensable para iniciar los trabajos que los elementos de izaje sean los adecuados, en este caso no deben emplearse “eslingas de acero” que de igual forma actúan agresivamente sobre la superficie del tubo, disminuyendo su espesor y con ello limitando su capacidad de resistencia con que fue diseñado. Siendo responsabilidad de asegurar estos recursos el constructor.

- La descarga de los tubos debe efectuarse con los medios de izaje adecuado, bajo ningún concepto debe violarse este proceso, que en ocasiones se realiza de forma incorrecta, dejándose caer directamente de las rastras, o utilizando métodos inadecuados.
- La brigada constructora debe asegurar su propio control de calidad, de lo cual es responsable tener entre otros aseguramientos la comisión de topografía durante todo el proceso constructivo que verifique y asegure los niveles establecidos en el proyecto, pruebas de resistencia del hormigón, control de rehínchos. Es obligatorio que el constructor entregue la planta y el perfil ejecutivo para la entrega y recepción la obra.
- No puede iniciarse la obra hasta tanto las condiciones no estén creadas: suministros completos en obra, equipos para el movimiento de tierra y compactación, además los de soldar los tubos, etc.

Normas y reglas de explotación de obras.

Para lograr el perfecto funcionamiento y puesta en marcha de la obra, se requiere de una serie de trabajos que garanticen la eficiencia de la misma, dentro de los que se encuentra la prueba de presión a realizar con las cuales se podrán detectar los posibles salideros en cada uno de los tramos analizados.

A partir de la puesta en marcha, se velará por el correcto funcionamiento de las válvulas de cierre colocadas a lo largo de las tuberías, éstas garantizarán el perfecto funcionamiento del sistema, facilitarán las operaciones de mantenimiento cuando se requieran.

Deberán existir por parte de la entidad explotadora, chequeos de inspección y control en toda la extensión de la tubería para detectar posibles salideros o fugas y efectuar su reparación de forma inmediata. Estos chequeos también tendrán como objetivo, la función de impedir conexiones ilegales o realizar mediciones de control de presión y caudal entregados.

El constructor, durante el proceso constructivo, es necesario que cumpla con las Especificaciones y Regulaciones de la Construcción, así como las Técnicas de Seguridad, Protección e Higiene del Trabajo.

Durante el proceso constructivo es obligatorio:

- El personal que está directamente en el proceso constructivo tiene que usar guantes, botas y cascos de protección.
- El personal no debe permanecer en áreas de riesgos sin los medios de protección.

- Tener extremo cuidado cuando las excavaciones excedan los 2,00 m de profundidad, para esto es obligatorio entibar la zanja, y así evitar pérdidas de vidas humanas.
- Los equipos de construcción no pueden estar ubicados a una distancia menor de 5, 00 m de cables energizados, tendidos eléctricos y telefónicos, es importante enfriar la línea eléctrica en coordinación con la Empresa Eléctrica en el momento de la construcción.
- Es importante coordinar con la inversión para que se tengan identificadas las intercepciones con líneas soterradas.

Consideraciones generales del Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

Entre otras se pueden mencionar:

- Gran resistencia a la corrosión.
- Gran resistencia a los agentes químicos.
- Escasa pérdida de carga por rozamiento.
- Fácil transportación y manipulación por su bajo peso.
- Flexibilidad.

Sus uniones se realizan por termofusión, lo que garantiza buena calidad de la misma y deben realizarse por personal capacitado, las condiciones de superficie deben ser idóneas en cuanto a limpieza y rectificación de acuerdo con la Norma establecidas a nivel internacional.

Aspectos medioambientales.

Las obras tienden a contaminar el aire con el polvo resultante de la excavación del suelo y el transporte de materiales, así como el tránsito de equipos por terraplenes utilizados al efecto. Debe analizarse la posibilidad de humedecer los materiales y tapar los que se transportan a fin de no contaminar la atmósfera durante los traslados. En el caso de que el tránsito de materiales o que las obras como tal sean en zonas pobladas, se deben extremar las precauciones para la menor contaminación con polvo del aire y así disminuir las molestias a los habitantes.

La capa vegetal debe depositarse al lado de la zanja de manera que no moleste, para el posterior restablecimiento. Al terminarse la explotación del préstamo debe retribuirse la capa vegetal y restaurar la zona en base a la Ley 76/1995. En estas obras de existir un préstamo por explotar o en explotación actual tratar de tomar el material y restaurar al finalizar la zona.

Luego de concluida la obra a realizar deben quedar restituidas las líneas de flujo de las aguas superficiales, al menos el drenaje hacia las alcantarillas o puentes. En los préstamos no se deben dejar lagunas ni zonas excavadas propensas a convertirse en basureros y por ende a la proliferación de vectores. En el caso de los préstamos debe cumplirse con lo estipulado en la Ley de Minas. Las pendientes deben quedar restituidas para que no se incrementen los procesos erosivos. Donde se puedan sembrar árboles, si no queda otra opción de usar suelos de categoría buena para los cultivos, estos queden preparados con su capa vegetal para producir.

Durante la construcción de la obra se creará una barrera para la fauna, donde se logrará disminuir el ruido de los equipos, la contaminación del aire, la pérdida de la vegetación y del hábitat natural. Se evitará también la contaminación de las aguas producto de la construcción, ya sea por sedimentos acarreados hasta las corrientes superficiales o por el vertimiento de productos líquidos en el área. Durante la construcción se afectarán algunas redes de flujo, las cuales son restablecidas con el proceso de rehíncho.

Si fuera necesario una base para la construcción debe tenerse en cuenta la deposición de desechos sólidos en sus dos vertientes: los desechos domésticos ocasionados por los trabajadores, los desechos productos de la construcción como son restos de fundiciones, sería necesario la deposición de éstos en el vertedero de la ciudad.

Si fuera necesaria una base para la construcción se debe tener en cuenta la deposición de los desechos líquidos a una solución de tratamiento local o al alcantarillado si existiera, tanto como las aguas superficiales deben ser encausadas al drenaje natural existente.

Para el vertimiento de grasas e hidrocarburo en estas bases de apoyo para los equipos, debe existir un pretratamiento para su posterior incorporación a la solución integral.

Evitar el ruido excesivo de los equipos, sobre todo en obras que se encuentran cercanas a los asentamientos humanos.

Los estacionados donde existen cruces por debajo de líneas eléctricas u obras cercanas a ellas debe tenerse en cuenta la tensión de la línea eléctrica a atravesar y por tanto la altura de los cables para las distancias mínimas de los equipos que van a trabajar en el lugar.

Durante todo el proceso constructivo hay que usar los medios de protección necesarios para cada caso y etapa, además evitar caídas, cortes, heridas, golpes, pinchazos, intoxicación, exposición a vectores y picaduras de insectos.

1.3.3 El software EPANET

Epanet es un programa de simulación por computador que ayuda a comprender mejor el avance y las transformaciones que experimenta el agua tratada cuando se introduce en las redes de distribución, cuyo objetivo final es satisfacer los requerimientos de las normativas. Predice el comportamiento hidráulico y de la calidad en un sistema de distribución de agua durante periodos de operación prolongados (uno o varios días). Para ello se debe definir el conjunto completo de elementos constituyentes de una red, es decir, las tuberías, nudos, válvulas, bombas, depósitos, embalses, tanto en lo que respecta a su localización espacial como a sus propiedades físico-hidráulicas. Además, se deberán considerar las diferentes hipótesis de carga y de regulación del sistema con las que se pretenda simular el modelo.

Epanet permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (depósitos y embalses), hasta los nodos del sistema. La versión original del programa fue desarrollada en inglés por la EPA y ha sido traducida a varios idiomas por instituciones. Además de ser de libre distribución, se permite acceder al código fuente, de modo que puede ser modificado por el usuario para adaptarlo a necesidades particulares. En países de habla hispana la versión más difundida es la desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia. EPANET se concibió como una herramienta para el análisis de la evolución de la calidad del agua, mientras discurre por las redes de distribución. Pero desde un punto de vista físico, la calidad es consecuencia de los procesos de transporte, mezcla y reacción de los contaminantes disueltos en ella. Esto significa que antes de resolver el problema de la calidad, hay que resolver antes el problema hidráulico para conocer los caudales circulantes por las tuberías y la evolución de los volúmenes almacenados en los depósitos. Pero puesto que éstos dependen a su vez de las demandas de la red, de las características físicas del sistema y de su modo de regulación, resolver el problema hidráulico termina siendo más complejo que resolver el problema de la calidad.

EPANET está compuesto por un módulo de análisis hidráulico que permite simular el comportamiento dinámico de la red bajo determinadas leyes de operación. Admite tuberías (tres opciones para el cálculo de las pérdidas), bombas de velocidad fija y variable, válvulas de estrangulación, reductoras, sostenedoras, controladoras de caudal, rotura de carga,

depósitos de nivel fijo o variables, leyes de control temporales o por consignas de presión o nivel, curvas de modulación, etc. El módulo de calidad del agua permite modelizar fenómenos tales como la reacción de los constituyentes en el seno del agua, la reacción con las paredes de las tuberías, y el transporte de masa entre las paredes y el fluido trasegado. Admite contaminantes reactivos y no reactivos, cálculo de concentraciones, procedencias y tiempos de permanencia.

Cuenta con un reconocimiento generalizado y un completo conjunto de capacidades. Ha sido desarrollado por la Water Supply and Water Resources Division, formalmente la Drinking Water Research Division de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU (U.S. Environmental Protection Agency), para realizar simulaciones en período extendido o cuasiestático. Permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, la presión en los nudos de demanda, el nivel del agua en los depósitos, la concentración de cualquier sustancia, los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación durante un tiempo prolongado. Su popularidad se debe a su difusión gratuita, su potencia de cálculo y lo sencillo de utilizar. (Niño, 2012)

1.3.4. El Software Water Gems.

WaterGEMS es una herramienta de ayuda para la toma de decisiones completa y fácil de usar para los profesionales del agua que diseñan, planifican y operan sistemas de distribución de agua. El software le ayuda a mejorar su conocimiento acerca del comportamiento de la infraestructura como un sistema, la forma en que reacciona ante las estrategias operativas y cómo debe crecer a medida que aumenta la población y las demandas.

Desde las simulaciones de flujos de agua y de calidad del agua hasta el análisis de costos críticos y energéticos, WaterGEMS tiene todo lo que necesita en un entorno flexible multi-plataforma.

WaterGEMS le proporciona numerosas herramientas de software para:

Planificación inteligente para la fiabilidad del sistema: la capacidad de la red de agua para atender adecuadamente a sus clientes debe evaluarse siempre que se prevea un crecimiento del sistema. Con WaterGEMS, podrá identificar con eficacia las áreas potencialmente problemáticas, adaptar el crecimiento en las áreas de servicio y planificar las mejoras de capital.

Operaciones optimizadas para la eficiencia del sistema: el modelado realista del funcionamiento de sistemas de agua complejos puede resultar difícil. Con WaterGEMS,

modele las bombas con precisión, optimice las estrategias de bombeado y planifique las paradas y las operaciones rutinarias de mantenimiento para minimizar las interrupciones.

Soporte fiable a las decisiones sobre renovaciones de activos para la sustentabilidad del sistema: cuando llega el momento de renovar o sustituir su infraestructura de agua, la cantidad de información relacionada con el activo que debe tomarse en cuenta puede resultar abrumadora. Las herramientas de WaterGEMS como Pipe Renewal Planner facilita mucho la tarea analizando y comparando múltiples variables para dar prioridad a las decisiones de renovación.(Lopez, 2010)

CAPÍTULO 2: Diagnóstico del estado actual que presentan la red de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio cabecera municipal de Jatibonico

El presente capítulo aborda la caracterización general la red de abasto en cabecera municipal de Jatibonico y se especifica el diagnóstico de los barrios: Palmarito y el Refugio.

Para conocer el estado actual que presentan la red de abastode la cabecera municipal de Jatibonico relacionada con la sectorización se aplicaron métodos del nivel teórico: histórico y lógico, el análisis de documentos, la inducción y deducción.

Caracterización general cabecera municipal de Jatibonico.

Jatibonico es un municipio situado en la región central de país y en la zona más oriental de la provincia Sancti Spíritus, tiene una superficie total de 765,1261km²); con una densidad de población de 56,05 habitantes por km² en la zona urbana y 216,30 en la rural; y una población de 42888 habitantes, con una población futura de 44000 habitantes agrupados en 5 Consejos Populares. Limita al norte con Yaguajay y Florencia, al sur; con La Sierpe, al oeste con los municipios de Sancti Spíritus y Taguasco y al este con Majagua (municipio de la provincia de Ciego de Ávila), se localiza en las coordenadas que se dan a continuación: N: 238 000 a 235 000 . E: 687 000 a 692 000.

Red de Distribución

Conductora.Parte Hidrotécnica

La conductora existente desde la presa Lebrije hasta la planta potabilizadora La Papelera es de centro acero de Ø= 900 mm, la misma se encuentra en mal estado, la mayoría de las válvulas de aire no se encuentran funcionando y presenta múltiples salideros en toda su longitud, lo que provoca pérdidas de la presión con que llega el agua y el derroche del preciado líquido, además que hay algunas viviendas conectadas a la conductora lo cual también debe ser eliminado. En estos momentos se acometen las reparaciones del tramo de llegada al tanque de la planta debido a las roturas que presenta la tubería ver fotos 1 y 2.(Pérez., 2017)



Foto1. Rotura en la tubería de entrada del tanque de la potabilizadora.



Foto 2. Agujero en la tubería conductora Cercano a la cerca de la potabilizadora

Existe un Proyecto Técnico Ejecutivo de la conductora abasto a Jatibonico desde la presa Lebrije directo a la planta potabilizadora, donde se empleará material de PEAD y el $D_n = 900$ mm, $P_n = 0,6$ MPa solo falta la ejecución del mismo.

Es oportuno señalar que en este poblado no existe un tanque con capacidad suficiente para almacenar el agua por lo que, para lograr la sectorización, es necesario la construcción del mismo, del cual se distribuirá el agua a los distintos sectores en que se divida el municipio.

Estación de bombeo (Pérez., 2017)

En la actualidad existe una estación de bombeo ubicada en la papelera la cual realiza un bombeo directo a lo que existe construido de la red (Foto 3). Ideas técnicas para el Diagnóstico de las fuentes, redes, estaciones de bombeo para la sectorización de abasto Jatibonico.



Foto 3. Estación de bombeo de la papelera



Foto 4. Bombas que impulsan el agua hacia la red

En dicha estación hay dos bombas una de servicio y la otra de reserva, el gasto de bombeo es de 50 l/s y se bombea dos veces al día. Las bombas succionan del manifold que se encuentra al fondo de esta estación al cual le llega el agua desde la cisterna de la planta potabilizadora, el agua que sale de esta estación tiene un tratamiento de cloro como lo muestra la foto 5.



Foto 5. Tanque de cloro y bomba que le suministra cloro al agua de consumo.



Foto 6. Equipo de bombeo contra incendio.

En la actualidad dicha estación de bombeo cuenta con un sistema contra incendio el cual debe ser rehabilitado, foto 6. Además, también existe una bomba pequeña que le suministra agua a Centro educativo Mixto de régimen interno, pero durante la rehabilitación se sustituirán el sistema de bombeo por bombas nuevas y las tuberías de acero que se encuentren en mal

estado. Las tuberías de acero que salen de esta estación de bombeo no presentan pérdida de sección por deterioro, pero si es necesaria la limpieza de la capa de óxido que muestra en algunos lugares, foto 8 y 9.(Pérez., 2017)



Foto 8. Bombas que serán sustituidas en la estación de bombeo de la Planta Potabilizadora.



Foto 9. Tubería de acero de la Planta Potabilizadora.

Variantes para lograr la sectorización del poblado de Jatibonico

En la información recopilada por el Grupo: Acueducto y Alcantarillado. Proyecto y Laboratorios, en las Ideas conceptuales sectorización abasto a Jatibonico, relaciona las dos variantes para lograr la sectorización del poblado de Jatibonico: una, con bombeo directo a la red y, otra, hacia el tanque y entrega de agua por gravedad a los sectores.(Pérez., 2017)

Variante 1. Bombeo directo a la red:

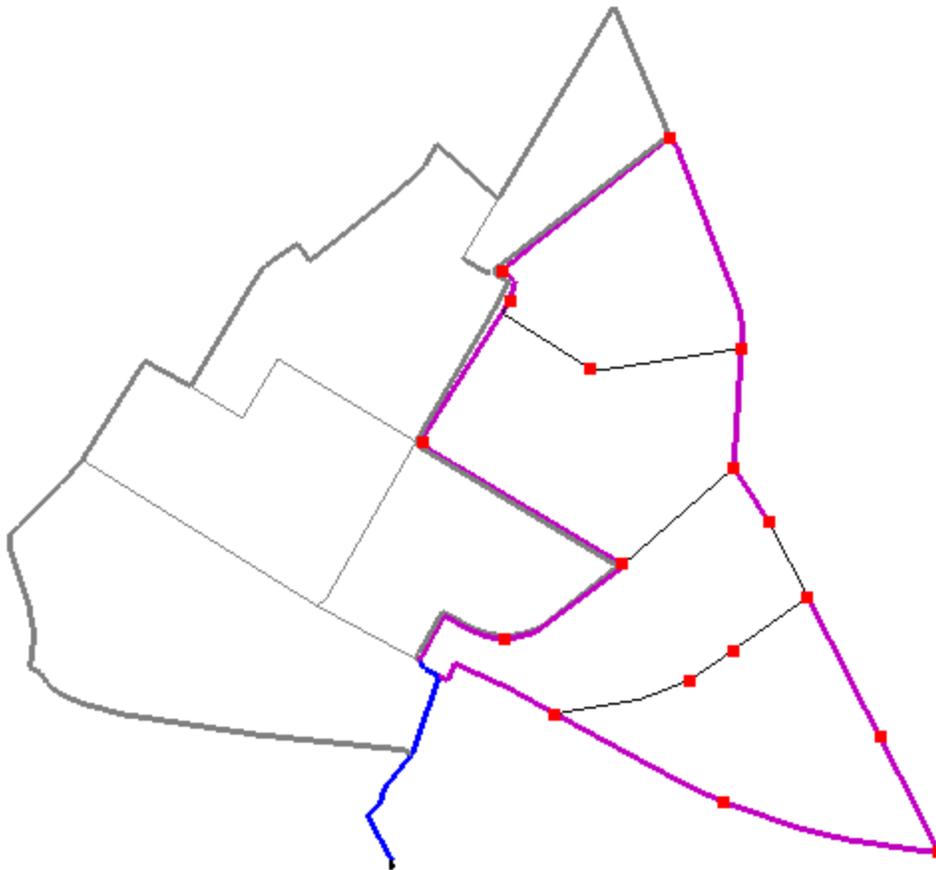


Figura 2. Simulación en el Water Gems del primer sector que se dividió la red del municipio de Jatibonico en la variante directo de la red.

En el Anexo 5 se presentan los datos de cada nodo utilizado en el sector d interés.

Se precisa que es necesario, para la sectorización del poblado, separar los sectores unos de otros, para el sistema de Jatibonico, ya que cuenta con una población de 44000 habitantes, se definieron 2 sectores, delimitados desde el vértice 24 por la carretera Central luego sigue por la vía Agramonte, sube por la carretera Simón Reyes, continúa por el callejón T hasta el vértice 140, el área que se encuentra a la derecha de esta delimitación es el sector 1 y el área que se encuentra a la izquierda es el sector 2, por lo que por esta delimitación se debe poner doble tubería de los diámetros proyectados, es decir:

Tubería de Dn=500 mm desde el vértice 24 hasta el vértice 119 por carretera Central

Tubería de Dn= 355 mm desde vértice 119 hasta vértice 89 carretera Agramonte.

Tubería de Dn= 355 mm desde vértice 89 al vértice 96.

Tubería de Dn= 200 mm desde vértice 96 al vértice 140.

Como resultado de la simulación de la red en régimen permanente con el caudal máximo diario en 12 h a la mitad de la población se obtuvo que para que se garanticen las presiones en los nodos entre 14 m y 50 m y velocidades en las tuberías no mayores de 3 m/s deben cambiarse los diámetros de las siguientes tuberías:

Del nodo 24 de la conductora de Dn= 630 mm hasta el vértice 30 debe sustituirse la tubería por un Dn= 355 mm.

Tubería del vértice 30 al vértice 31 sustituir por Dn= 200 mm.

En su variante 2, bombeo hacia el tanque y entrega de agua por gravedad a los sectores.

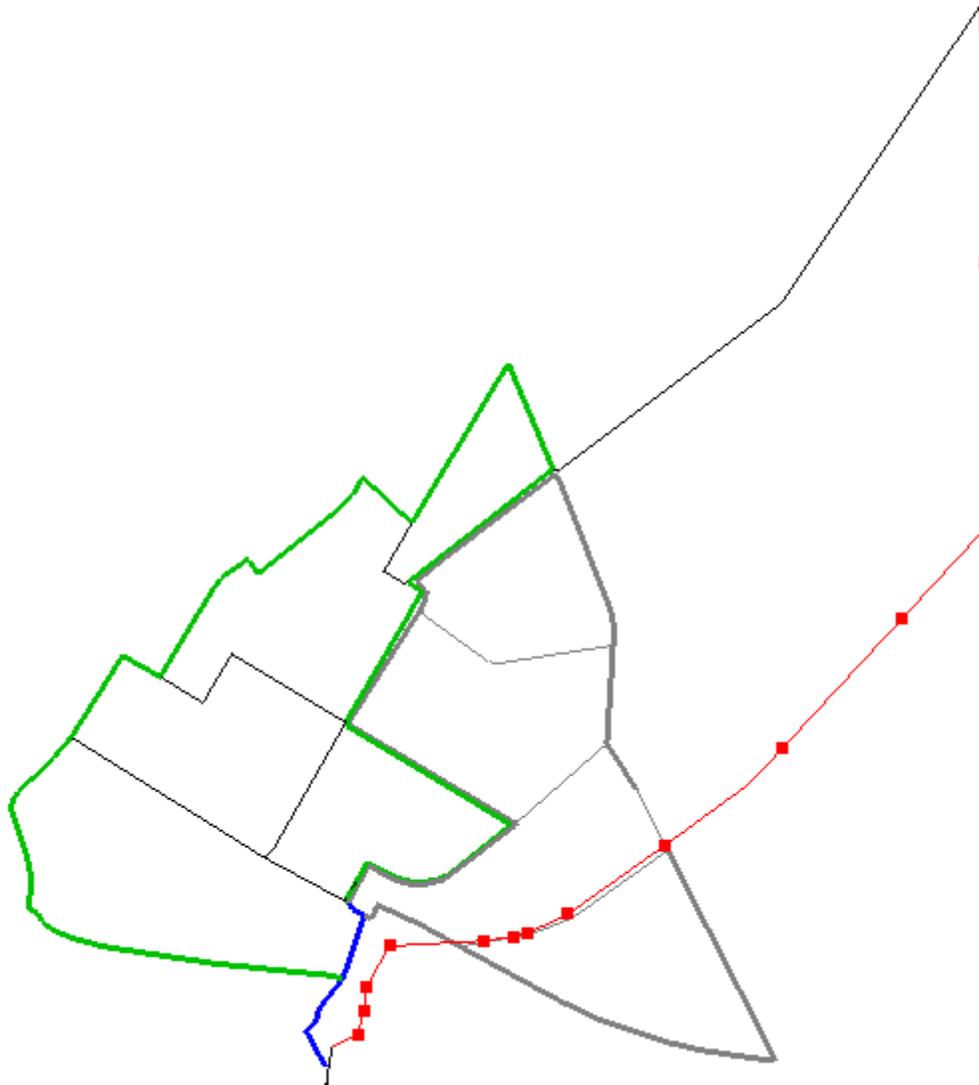


Figura 3. Simulación en el Water Gems del primer sector que se dividió la red del municipio de Jatibonico en la variante de bombeo hacia el tanque y entrega por gravedad.

Con las dos variantes analizadas se logra la sectorización del poblado de Jatibonico, y en ambas variantes es necesaria para la delimitación de los sectores la colocación de las tuberías de igual diámetro que las que están proyectadas desde el vértice 24, pasando por el vértice 119, luego el vértice 89, el vértice 96 hasta el vértice 140. La variante más factible desde el punto de vista económico es la de bombeo directo a la red no obstante deben analizarse otros factores sociales (como por ejemplo tener una reserva de agua ante incendio) y de operatividad que pudieran resolverse mejor con la variante del tanque.

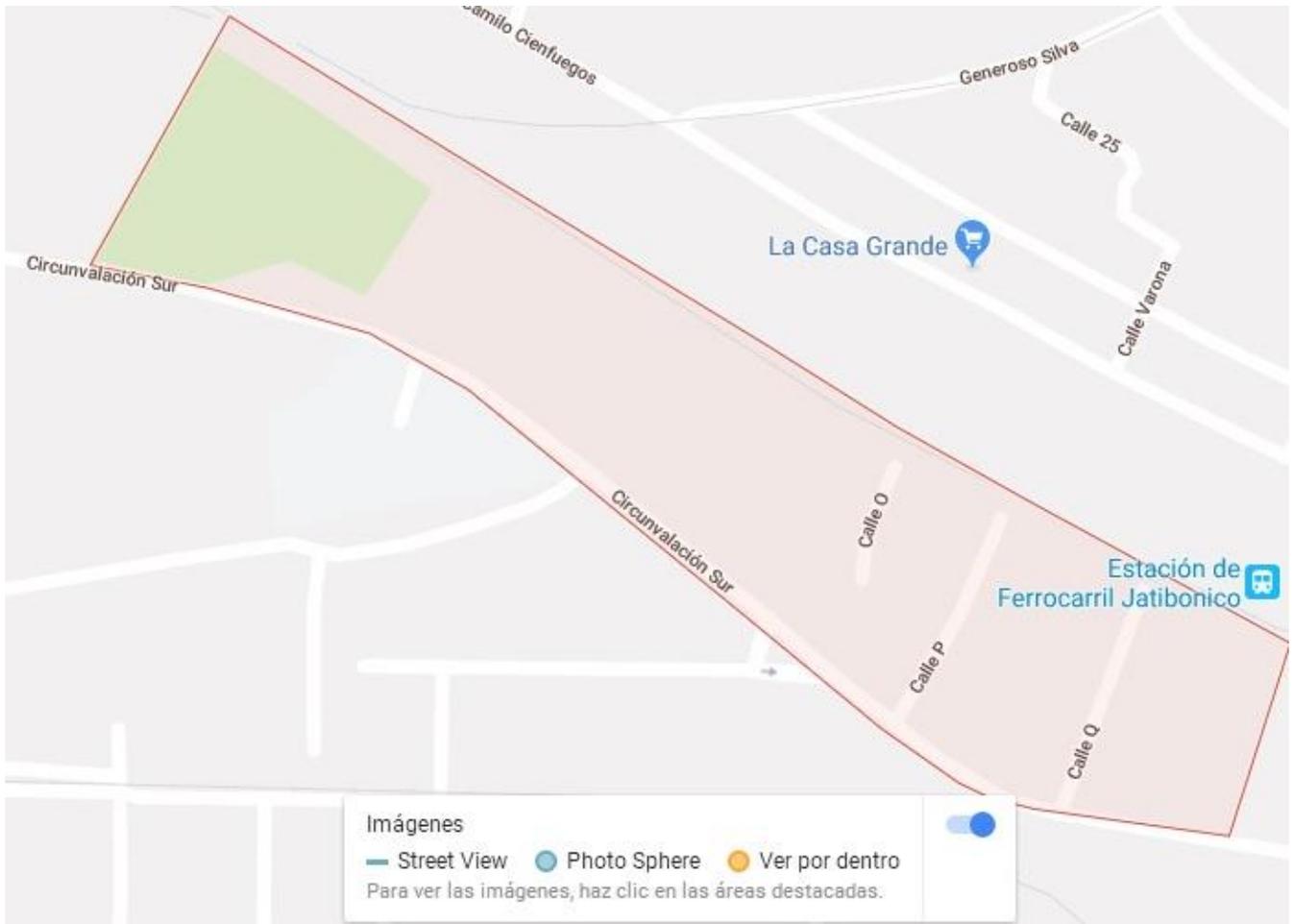


Figura 5. Barrio Palmarito.



Figura 6. Barrio El Refugio.

Las coordenadas aproximadas de ubicación de los barrios son los siguientes:

N: 235 400 a 237 000

E: 689 000 a 692 000

Topografía

En el área de estudio las cotas oscilan entre los 76,15 m y 79,39 m sobre el nivel medio del mar en el barrio Refugio y entre los 90,13 m y 99,16 m en el barrio Palmarito.

Geología.

Geológicamente en el área que nos ocupa están presentes las formaciones que relacionamos a continuación, cuya disposición podemos ver en el anexo textual 2:

Depósitos Aluviales de edad Holoceno: Están compuestos por limo gris y gris parduzco, limos arenosos y arcillas arenosas.

Depósitos Aluviales de edad Pleistoceno Medio Superior “Seco”: Representados por arenas con estratificación cruzada y guijarros, arcillas arenosas y arenas arcillosas, arcillas, arcillas limosas y limos arcillosos.

- Fm. Lagunitas de edad Mioceno Inferior: Conformada por conglomerados areniscos, aleurolitas y arcillas.
- Fm. Jatibonico de edad Oligoceno: Compuesta por margas, areniscas, conglomerados y calizas.
- Fm. Siguaney (Loma Iguará) de edad Eoceno Inferior: Representada por brechas, calizas, margas, areniscas y arcillas.
- Fm. Taguasco de edad Paleoceno: Conformada por brechas-conglomerados, conglomerados, areniscas y aleurolitas.
- Gp. Perseverancia de edad Cretácico Superior Maestrichtiano: Compuesta por conglomerados, areniscas, aleurolitas, margas, calizas y tobas vítreo clásticas.

Para el cálculo de los volúmenes de trabajo se consideró un 40% de excavación en roca y un 60% en excavación en tierra.(Cabrera, 2017)

Calidad del agua.

El agua a conducir por este sistema de tuberías procede de la Planta Potabilizadora ubicada en área de La Papelera Jatibonico, la misma procede de la presa Lebrije. Esta agua hoy es tratada con hipocloritono y la planta se encuentra en proceso de rehabilitación por proyecto de colaboración.

CAPÍTULO 3: Comprobación de la aplicación de las *Ideas conceptuales sectorización*, en el completamiento de las redes de abasto de los barrios Palmarito y el Refugio de la cabecera municipal de Jatibonico



Figura 7. Plano de replanteo del barrio Refugio

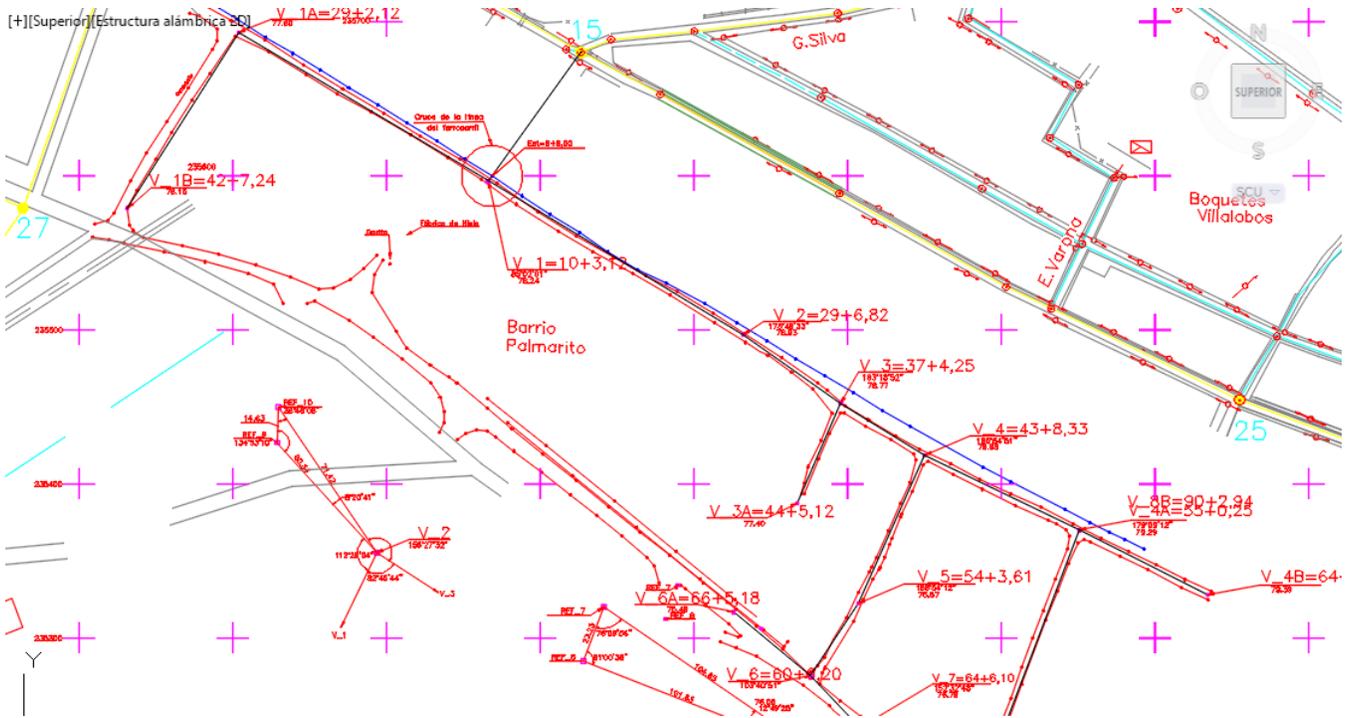


Figura 8. Plano de replanteo del barrio Palmarito

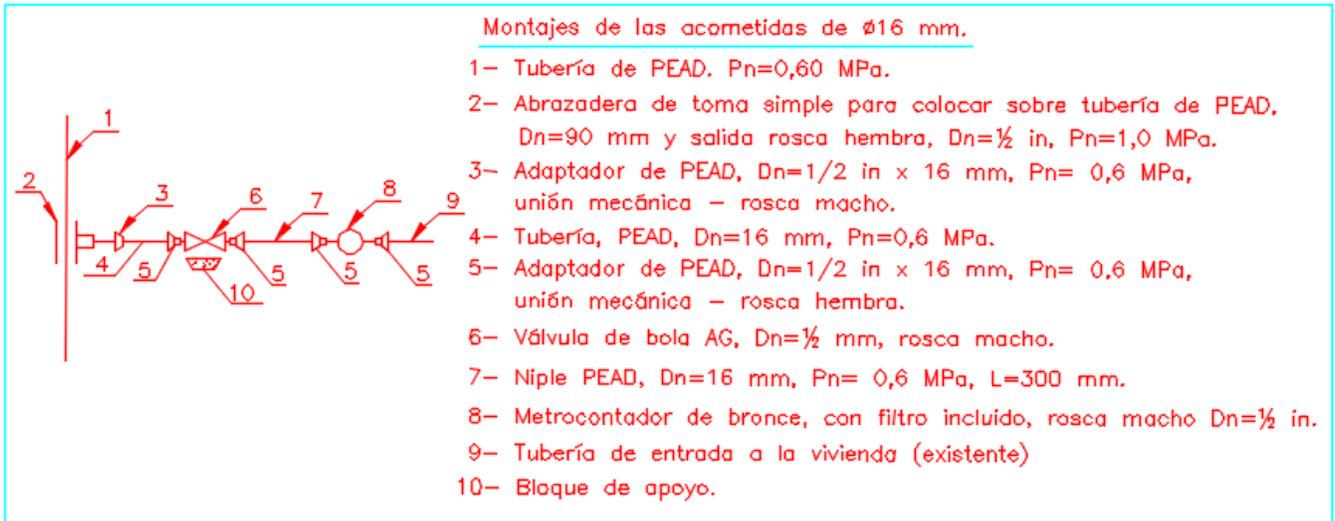


Figura 9. Montaje de acometidas del barrio el Refugio y Palmarito

3.1. Red de Distribución.

Las redes de distribución en ambos barrios son de PEAD y el diámetro a colocar es de Dn= 90 mm y un tramo de Dn=160 mm hacia el barrio Palmarito.(Cabrera, 2017)

La estación 0+0.00 de la tubería del barrio Refugio es en el vértice V-48, estación 30+4,06 del proyecto anterior Red de Distribución Jatibonico, código: 0905704013, dicha tubería se conecta a la tubería principal de Dn= 250 mm. La estación 0+0,00 del barrio Palmarito es en el vértice V-32 estación 139+5,65 del proyecto anterior, en el cual se considera en este vértice una válvula de Dn=150 mm telescópica y a partir de esta se proyecta un tramo de tubería de Dn= 160 mm hasta el V-1 estación 10+3,12 donde se coloca un reducido en la tubería de Dn=160/90 mm, luego una Te de Dn=90 mm, este montaje aparece en el plano # 5, las demás tuberías que conforman la red de este barrio es de Dn= 90 mm.(Cabrera, 2017)

En el barrio Refugio se colocaron válvulas de cierre telescópico en las estaciones 0+0,00; V-3B= 226+9,22; V-8J= 223+1,24; V-5= 234+2,24. En la planta de esta red de distribución se ubicaron codos de 30° en las estaciones V-8A= 168+3,85; V-8F=200+1,48; V-16A= 111+3,13, codo de 45° en la estación V-8B1= 172+0,28, codo de 60° en la estación V-8D=183+0,23, también se colocaron tapones en los vértices V-8B-2= 179+7,51 y V-5A= 226+6,21, ver plano

En el consejo popular Palmarito también se colocaron te de 90° y Dn= 90 mm en los vértices V-3= 37+4,25; V-4= 43+8,33; V-8B= 90+2,94; V-4A= 55+0,25; V-6= 60+0,20. Se colocó un codo de 90° en las estaciones V-1A=29+2,12 y V-8= 73+4,55, un codo de 30° en el vértice V-7= 64+6,10. También se ubicarán tapones de tubería en los vértices V-6A= 66+5,18; V-4B= 64+3,86; V-3A = 44+5,12 y V-1B= 42+7,24, ver plano 5.

Toda la tornillería es de acero zincado. Las bridas son de acero zincado y los portabridas de PEAD.

En ambas zonas se ha concebido la colocación de hidrantes que cubran un radio de 150 m para casos de incendio.

3.2. Registros.

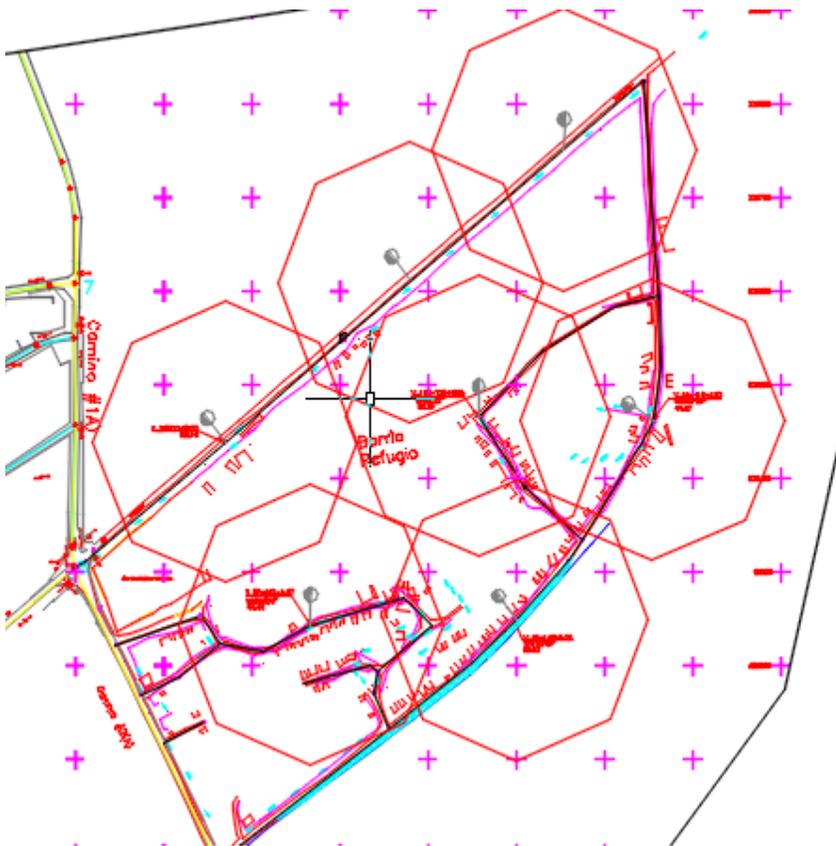


Figura 10. Plano de localización de los hidrantes en el barrio el Refugio.

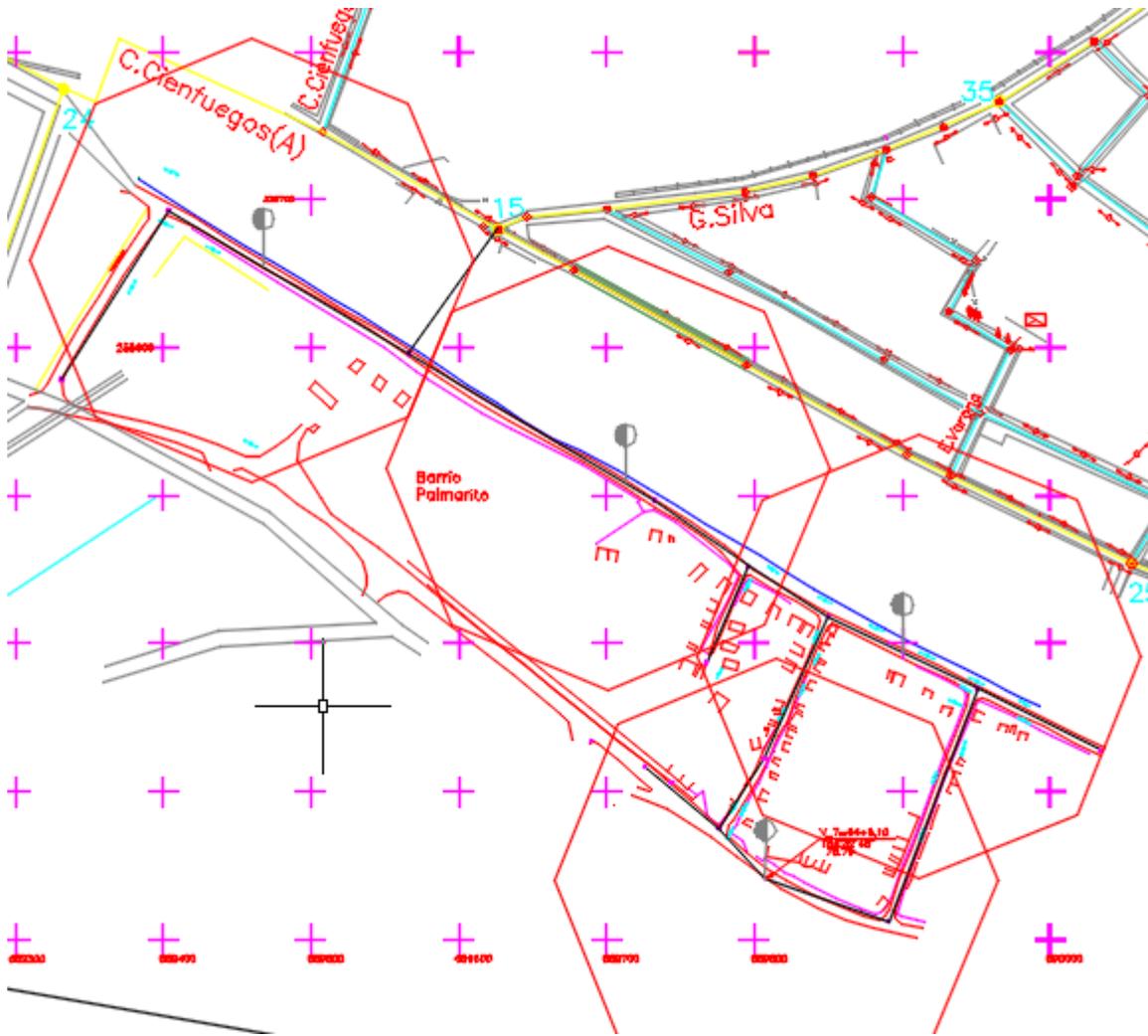


Figura 11. Plano de localización de los hidrantes en el barrio Palmarito

**Montaje de Hidrante Dn=100 mm, en tubería de 90 mm.
Cantidad: Ver plano. Se consideraron 11.**

No	Descripción	UM	Cant.
1	Tubo PEAD, Dn = 90mm, Pn = 0.6 MPa.	U	1
2	Tee PEAD, Constante, Dn = 90x90mm, Pn = 0.6 MPa, Tipo Inyectada	U	1
3	Tubo PEAD, Dn = 110mm, Pn = 0.6 MPa, L = 1000mm	U	1
4	Válvula de cuña con asiento elástico, Tipo Corta, Dn = 100 mm, Pn = 0.6 MPa, sistema de apertura con tubo guía, tapa y alarqadera para operación, Bridada, norma DIN.	U	1
	Portabrida PEAD, Largo Dn = 110mm, Pn = 0.6MPa.	U	2
	Brida de Acero, Dn = 100mm, Pn = 0.6MPa, norma DIN.	U	2
	Junta de goma plana, Dn = 100mm.	U	2
	Tornillos M16x90, Material acero, con tuercas y 16 arandelas.	U	8
5	Tubo PEAD, Dn = 110mm, Pn = 0.6 MPa, L = 400mm	U	1
6	Portabrida PEAD, Dn = 110mm, Pn = 0.6MPa.	U	1
	Brida de Acero, Dn = 100mm, Pn = 0.6MPa, norma DIN.	U	1
	Tornillos M16x90, Material acero, con tuercas y 8 arandelas.	U	4
	Junta de goma plana, Dn = 100mm.	U	1
7	Hidrante de columna seca bridado, tipo recto GGG-42, Dn = 100mm, Pn = 0.6 MPa, Norma DIN, con dos tomas de Dn = 80 mm y una de Dn = 100 mm.	U	1
8	Reducido, PEAD Inyectado, Dn = 110/90 mm, Pn = 0.6 MPa.	U	1

Figura 12. Descripción de los hidrantes montados.

Para la ubicación de cada uno de los montajes se han concebido registros para las válvulas de cierre y para los hidrantes. Los mismos se utilizaron como protección a los accesorios que van colocados dentro de ellos, para la futura operación y mantenimiento de las válvulas y demás accesorios por parte de la empresa explotadora (acueducto). Las dimensiones de cada uno de los registros aparecen en los planos que se han ejecutado para los mismos. Los registros se han concebido de forma general con paredes de bloques macizados.(Cabrera, 2017)

3.5. Rehíncho y compactación.

El rehíncho de toda esta obra debe realizarse según lo establecido en la RC-3010. Este se ejecutó con material producto de las excavaciones siempre y cuando cumplió con lo establecido en la RC anterior, o en su defecto se traerá de un préstamo.

Para el rehíncho manual se toma el diámetro de la tubería más 0,30 m por encima de la corona; mientras que el rehíncho mecanizado lo constituirá el resto de la sección de la zanja como se indica en las secciones transversales mostradas en cada plano de montajes. Alrededor de los registros el rehíncho se realiza de forma manual para evitar que el peso del equipo de compactación afecte la estructura de los mismos.

Se coloca hormigón fluido en zanjas, en las tuberías de 90 mm, hasta 30 cm por encima del diámetro de la tubería y en las acometidas en el total de la zanja.(Cabrera, 2017)

Paso 3.



Figura 13. Conductora principal en el Barrio El Refugio

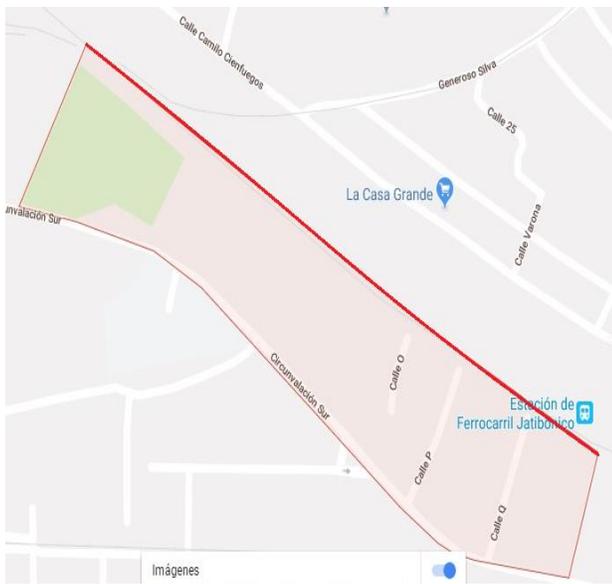


Figura 144. Conductor principal en el barrio Palmarito

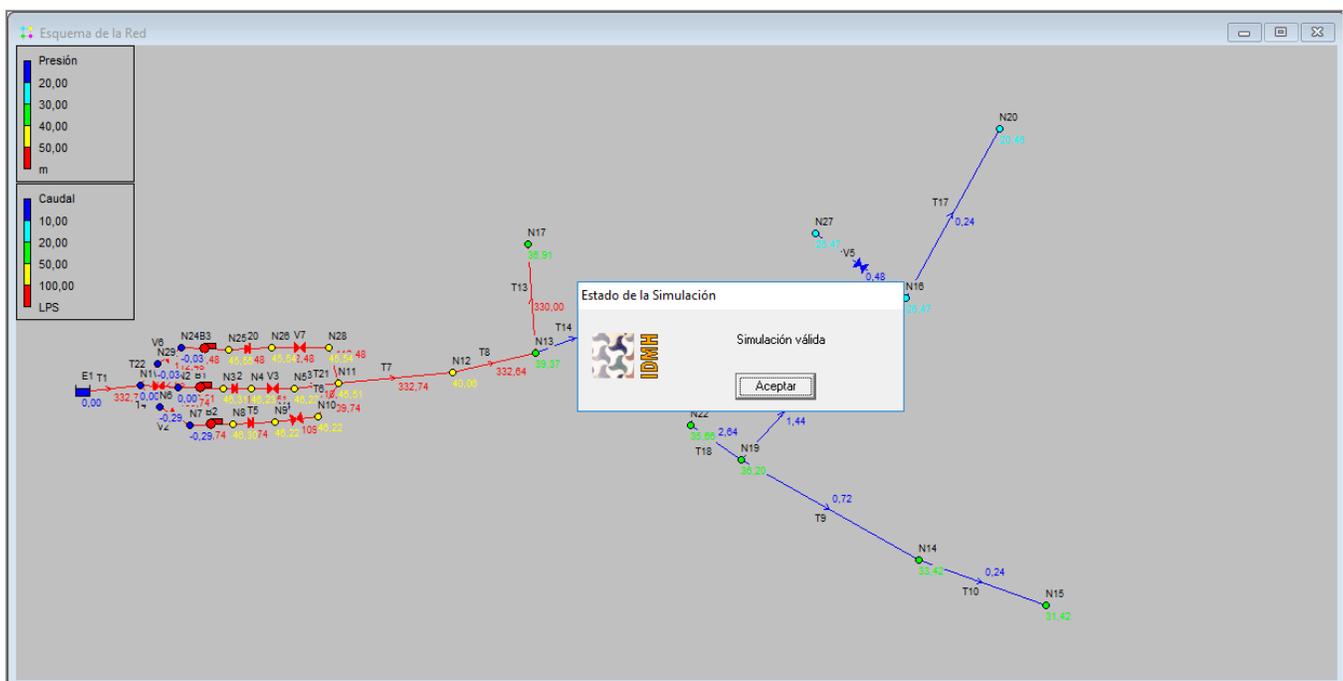


Figura 15. Validación de la simulación en el programa EPANET

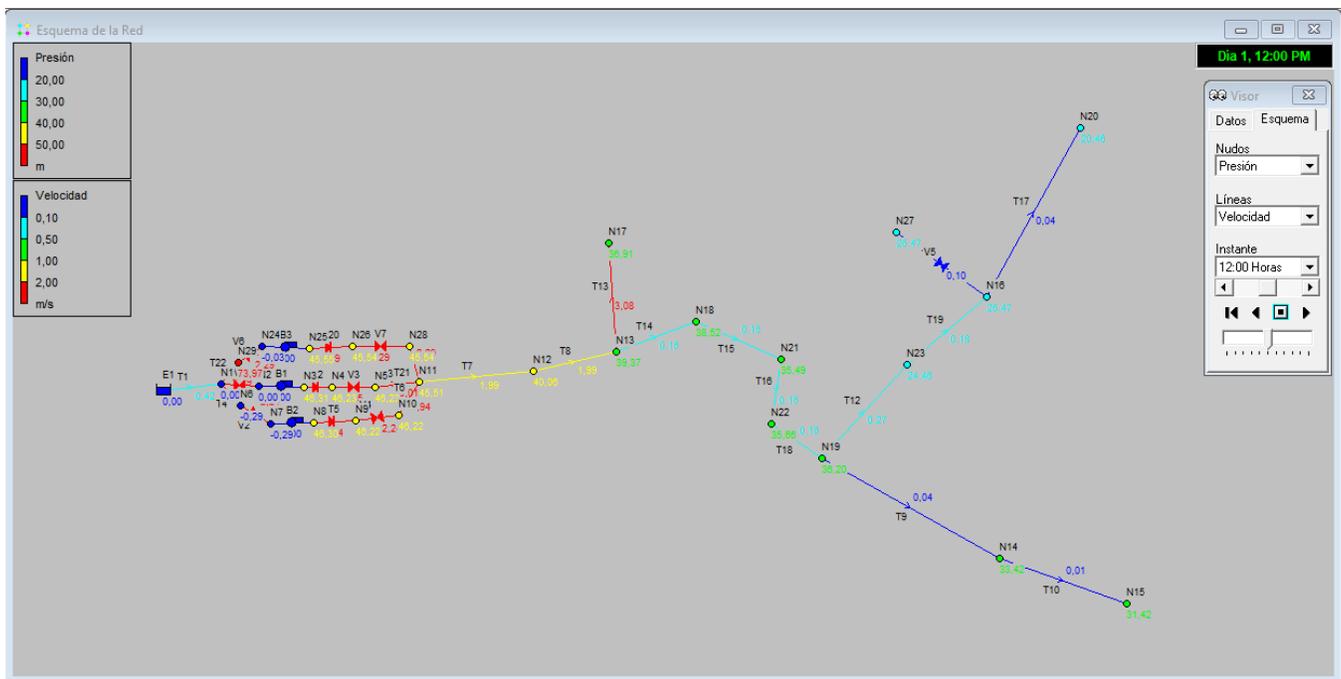


Figura 16. Simulación en EPANET en el horario de mayor demanda

Una vez procesados los datos anteriores se modeló, en el programa EPANET, la red existente en los barrios Palmarito y el Refugio en un régimen permanente con entrega del caudal máximo horario en 24 h. En el caso de esta simulación se introduce la tubería principal en el barrio de el Refugio hasta el final, cosa que en la simulación hecha en el Water Gems solo se colocó conductora hasta el inicio del barrio el Refugio.

Se obtiene como resultado que en el horario de mayor demanda y a lo largo de las 24h las presiones en los nodos y las velocidades en toda la red no exceden los antes planeados en el documento *Ideas conceptuales sectorización*, la presión más alta alcanzada por un nodo es de 46,31 m y la mayor velocidad registrada 2.25 m/s.

Se propone poner válvulas en las entradas de cada barrio para en caso de algún problema dentro de la red de los barrios se pueda cerrar las válvulas y realizar un trabajo más rápido y no afectar el abasto a las demás zonas de la red; y para poder regular el suministro de agua en caso de solo se quiera abastecer uno de estos barrios en un horario específico.

En cuanto a sectores hidrométricos y cortes de entrega de agua desde las tuberías de alimentación existentes a usuarios en ruta no se propone nada ya que la simulación está hecha solo para dos barrios, y el procedimiento, es para un área mayor o igual a 10 ha de terreno o por lo menos 10 000 habitantes. El trabajo está realizado en dos barrios q no cumple estas características ya q son los únicos que han terminado con el proceso constructivo, es decir, los únicos sectorizables.

Conclusiones

1. Se determinaron los fundamentos teóricos que sustentan la sectorización de la red de abasto, lo que permitió utilizar los razonamientos de la escala internacional, así como la posibilidad de asumir un criterio científico que se ajuste a los Lineamientos de la Política del Partido y la Revolución concernientes a la Política Hidráulica.
2. Existen carencia en el estado actual que presentan la red de abasto producto al: deterioro que presenta la conductora desde la presa Lebrije hasta la planta potabilizadora, no existe un tanque con capacidad suficiente para almacenar el agua y no hay redes de distribución en ambos barrios, por lo que la construcción de estas es necesaria, debido a la importancia social que representa abastecer de agua a los habitantes de ambos barrios
3. Se comprueba, en la práctica, que la aplicación de las ideas conceptuales sectorización abasto a Jatibonico, sigue lo especificado en el proyecto y se rige por las normas y regulaciones de la construcción vigentes al respecto, lo que garantiza el correcto funcionamiento de la misma, durante toda su vida útil

Recomendaciones

Se recomienda para el proyecto de sectorización

1. Terminar la ejecución de todas las redes del poblado con la colocación de válvulas y metrocontadores previstos por proyecto. para eliminar las pérdidas de agua y llegue esta con la presión requerida al lugar de entrega.
2. Completar la rehabilitación de la planta potabilizadora y su conexión a la conductora para garantizar un buen tratamiento del agua y brindar un mejor servicio.

Bibliografía.

- A., R. L. Epanet 2, Manual De Usuario, Versión 2.0. In: VALENCIA, U. P. D. (ed.).
- CABRERA, E., ESPERT, V., GARCÍA SERRA, J., MARTÍNEZ, F. 1996. *Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua.*, Universidad Politécnica de Valencia.
- CABRERA, M. I. M. D. L. A. 2017. IDEAS CONCEPTUALES SECTORIZACIÓN ABASTO A JATIBONICO. Villa Clara: EMPRESA DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS HIDRÁULICOS VILLA CLARA.
- CAMBELL, E., PÉREZ-GARCÍA, R., IZQUIERDO, J., AYALA-CABRERA, D. 2013. *Metodología para la sectorización de redes de abastecimiento de agua potable. XII Simposio Iberoamericano sobre sistemas de abasto de agua potable y drenaje urbano.* [Online]. Buenos Aires. Argentina. . Available: <http://www.fluing.upv.es/contacto.php>.
- CONAGUA. 2008. *Planeación De Acciones De Incremento Y Control De La Eficiencia En Sistemas De Agua Potable», Subdirección General De Infraestructura Hidráulica Urbana, Unidad De Agua Potable Y Saneamiento, Gerencia De Estudios Y Proyectos.* .
- DI NARDO, A., DI NATALE, A., SANTONASTASO, G., TZATCHKOV, G. Y ALCOCER-YAMANAKA, V. 2013. *Water Network sectorization Based on Graph Theory and Energy Performance Indices. Journal of Water Resources Planning and Management.*
- EIPH-VC. 2018. *Proyecto de ingeniería básica para las redes de abasto de la ciudad de Santa Clara.*
- EPSCSACV. 1996. *Trabajos De Campo Para La Recopilación De Información Y Encuestas Para La Cuantificación De Caudales Perdidos En Las Redes De Agua Potable Del Distrito Federal».* Empresa Planeación, Sistemas Y Control S.A. De C.V.,.
- FARLEY, M., WYETH, G., Istandara, A. Y SHER, S. 2008. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook. A guide to understanding Water Losses* [Online]. Available: <http://www.waterlinks.org/library/non-revenue-water/nrw-handbook>.
- FRAGOSO SANDOVAL, L., RUIZ Y SURVIA FLORES, J.R., Y TOXKY LÓPEZ, G. 2014. *La sectorización en la optimización hidráulica de redes de agua potable. XXII Congreso Nacional de Hidráulica. Puerto Vallarta, Jalisco.*
- GARCÍA, M. G. 2016. PTE COMPLETAMIENTO DE LAS REDES DE ABASTO A JATIBONICO.
- GONZÁLEZ, C. 2013. *Propuesta Para una Metodología de Sectorización de Redes de Abastecimiento de Agua Potable. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Master de ingeniería hidráulica y medio ambiente.*
- HERNÁNDEZ, D. M. R. 2016. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el periodo 2016-2021 Cuba.
- HERRERA, M. 2011. *Improving Water Networks Management by Efficient Division into Supply Clusters.* Universidad Politécnica de Valencia.
- KOUTSOVITIS, M. E. 2013. *Pautas para el diseño sustentable de redes de distribución de agua. Departamento de Hidráulica. Universidad de Buenos Aires.*
- LOPEZ, C. J. 2010. *WaterGEMS* [Online]. Madrid-España: ESII - Estudios y Soluciones Informáticas de Ingeniería, S.L. Available: file:///D:/Descargas/WaterGems_files/ESII.jpg 2018].
- MONZÓN SÁNCHEZ, A. 2012. *Proyecto de operaciones del acueducto de la ciudad de Santiago de Cuba.*
- MORENO, F. L. 2015. Procedimiento Para La Realización De La Sectorización.
- MORRISON, J., STEPHEN, T. Y ROGERS, D. 2007. *District metered areas: guidance notes.* [Online]. London. Available: [:http://www.waterlinks.org/sites/default/files/district%20metered%20Guidance%20notes.pdf](http://www.waterlinks.org/sites/default/files/district%20metered%20Guidance%20notes.pdf).
- NIÑO, O. T. V. 2012. *Herramienta de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios.*, Politecnica de Valencia.
- PÉREZ, I. R. R. 2017. IT PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS FUENTES, REDES, ESTACIONES DE BOMBEO PARA LA SECTORIZACIÓN DE ABASTO A JATIBONICO. Villa Clara-Cuba.
- PORTO VARONA, A. 2011. Procedimiento para la sustitución de tuberías en redes de distribución de agua potable. Santa Clara. Cuba: INRH.
- RAS. 2012. *Sistemas de acueducto.Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*
- SACM 2009. Informe Final De Sectorización. , México: Secretaría De Obras Y Servicios.
- SALDARRIAGA. 2008. *Metodología para la sectorización de redes existentes de distribución de agua potable.* [Online]. Catedra PAVCO UNIANDE. Available: <http://www.pavco.com.co/index.php?> 2015].
- SÁNCHEZ, I. A. M. 2017. Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba. In: EIPH-VC (ed.). Cuba.
- TODINI, E. 2000. Looped Water Distribution Network Design using a Resilience Index. *Urban Water. X Congreso Cubano De Informatica Y Geociencias Cuba.*

Referencias bibliográficas

Primary Sources

Secondary Sources

Uncategorized References

CABRERA, M. I. M. D. L. A. 2017. IDEAS CONCEPTUALES SECTORIZACIÓN ABASTO A JATIBONICO. Villa Clara: EMPRESA DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS HIDRÁULICOS

VILLA CLARA.

GARCÍA, M. G. 2016. PTE COMPLETAMIENTO DE LAS REDES DE ABASTO A JATIBONICO.

HERNÁNDEZ., D. M. R. 2016. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el periodo 2016-2021 Cuba.

HERRERA, M. 2011. *Improving Water Networks Management by Efficient Division into Supply Clusters*. Universidad Politécnica de Valencia.

LOPEZ, C. J. 2010. *WaterGEMS* [Online]. Madrid-España: ESII - Estudios y Soluciones Informáticas de Ingeniería, S.L. Available: file:///D:/Descargas/WaterGems_files/ESII.jpg 2018].

MORENO, F. L. 2015. Procedimiento Para La Realización De La Sectorización.

NIÑO, O. T. V. 2012. *Herramienta de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios.*, Politecnica de Valencia.

PÉREZ., I. R. R. 2017. IT PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS FUENTES, REDES, ESTACIONES DE BOMBEO PARA LA SECTORIZACIÓN DE ABASTO A JATIBONICO. Villa Clara-Cuba.

SÁNCHEZ, I. A. M. 2017. Procedimientos para la realización de proyectos de rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de acueductos de Cuba. *In*: EIPH-VC (ed.). Cuba.

ANEXOS.

ANEXO 1.

Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 y específicamente los referidos a los Recursos Hidráulicos (238 al 245).

RECURSOS HIDRÁULICOS

238. Consolidar el balance de agua como herramienta de planificación e instrumentar la evaluación de la productividad del agua para medir la eficiencia en el consumo.

239. Continuará desarrollándose el programa hidráulico con inversiones de largo alcance para enfrentar el impacto del cambio climático y materializar las medidas de adaptación: la reutilización del agua; la captación de la lluvia; la desalinización del agua de mar y la sostenibilidad de todos los servicios asociados, que permita alcanzar y superar los objetivos de desarrollo sostenible.

240. Se priorizará y ampliará el programa de rehabilitación de acueductos y alcantarillados con la utilización de nuevas tecnologías en correspondencia con las capacidades financieras y constructivas, con el objetivo de garantizar la cantidad y calidad del agua, disminuir las pérdidas, incrementar su reciclaje, reducir el consumo energético y los servicios asociados a los sistemas de aprovechamiento, acueducto y alcantarillado.

241. Implementar el reordenamiento de los acueductos y alcantarillados, las tarifas del servicio, incluyendo el alcantarillado y regular de manera obligatoria la medición del caudal y el cobro a los usuarios, con el objetivo de propiciar el uso racional del agua, reducir el derroche y la disminución gradual del subsidio.

242. Garantizar el acceso sistemático del abasto de agua a la población, de acuerdo con las posibilidades de la economía, con la potabilidad y calidad requeridas, a partir de la materialización de inversiones para dar respuesta a las necesidades del consumo de la población.

243. Perfeccionar la gestión integrada del agua en la cuenca hidrográfica como unidad de gestión territorial, con prioridad en las estrategias preventivas para la reducción de la generación de residuales y emisiones en la fuente de origen, que contribuya a asegurar la cantidad y calidad del agua.

244. Modernizar la red de monitoreo del ciclo hidrológico y la calidad del agua, que contribuya al fortalecimiento del sistema de alerta temprana para la mitigación y enfrentamiento a los

eventos extremos del clima y afectaciones epidemiológicas, implementando un programa multisectorial para la erradicación paulatina de las fuentes contaminantes categorizadas como principales, que afectan las aguas terrestres.

245. Priorizar programas multisectoriales para garantizar el aprovechamiento del agua con inversiones asociadas a fuentes subutilizadas, la hidrometría, el mejoramiento de los sistemas de riego, la introducción de tecnologías eficientes y la automatización de los sistemas de operación y control, que permitan el incremento del área agrícola bajo riego.

ANEXO 2

Tabla 1. Criterios para la sectorización de redes según varios autores.

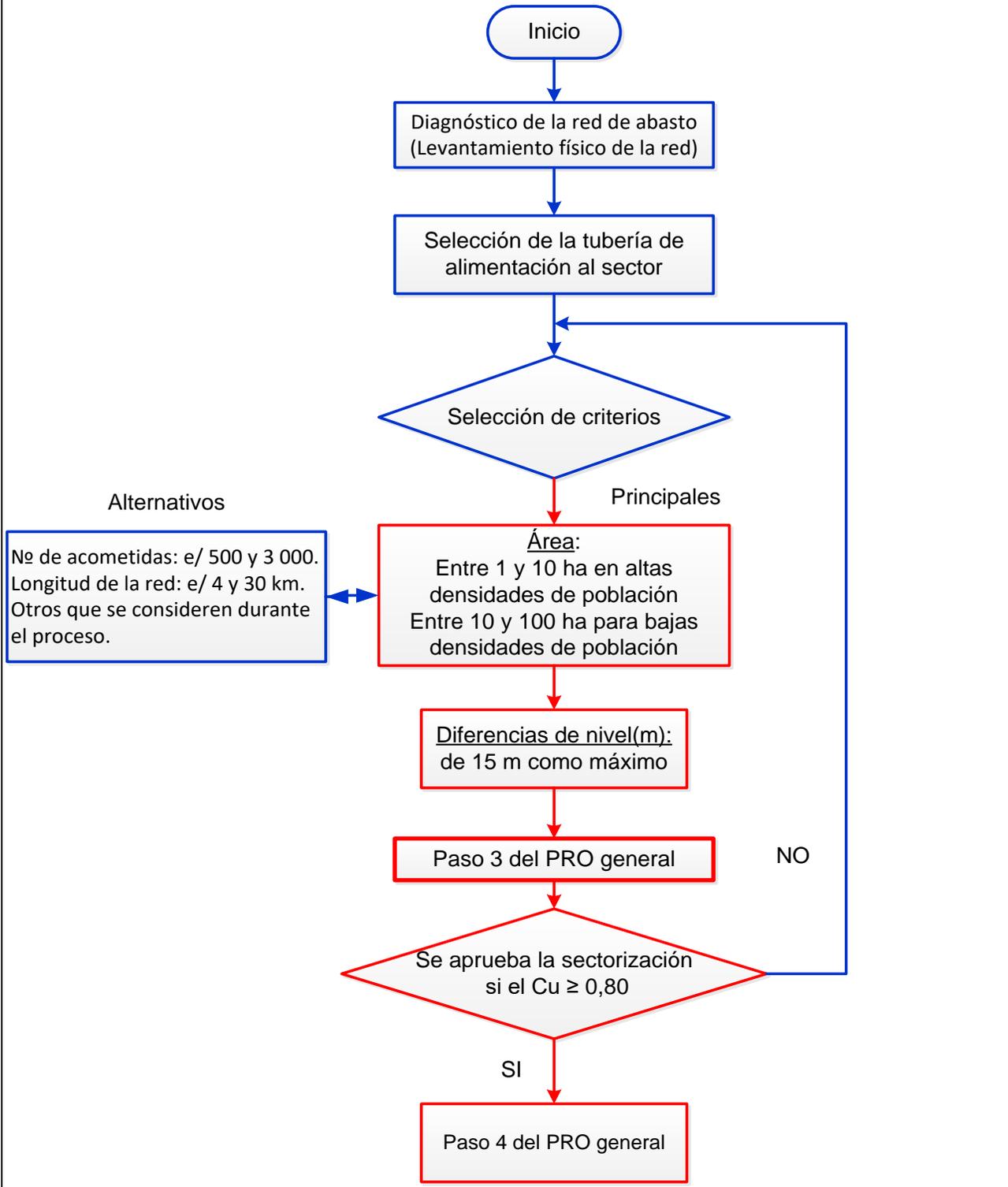
Nº	Variable	Criterios básicos para sectorización	Autor	País
1	Área del sector	Para densidades altas entre 10 y 15 ha/sector.	Cabrera, E. et al., (1996).	España.
2		Para densidades bajas entre 10 y 100 ha/sector.	Cabrera, E. et al., (1996).	España.
3	Previsión de la alimentación	Entre uno (1) y dos (2) puntos.	Cabrera, E. et al., (1996).	España.
4	Velocidad máxima	1,50 m/s a la entrada del sector.	Cabrera, E. et al., (1996)	España.
5	Seccionamiento de las tuberías que atraviesan el sector	En $D > 100$ mm las tuberías que crucen sectores deben ser cerradas, en $D \leq 100$ mm deben cortarse y taponarse.	Vargas Escobar, María Victoria (2001)	Perú.
6	Número de usuarios/sector	Entre 400 y 4 000 usuarios.	Marchán Peña, J. y Rojas Hernández	Perú.
7	Longitud promedio de la red	5 km de longitud de redes.	Pardo, Javier (2009)	Murcia. España.
8	Número de acometidas	200 acometidas por sector.	Pardo, Javier (2009)	Murcia.
9	Área del sector	Para densidades altas entre 10 y 15 ha/sector.	Toxky López, G. (2012).	México.

10		Para densidades bajas entre 20 y 100 ha/sector.	Toxky López, G. (2012).	México.
11	Velocidad	Entre 0,6 y 2,00 m/s en la red.	Toxky López, G. (2012)	México.
12	Diferencia máxima de nivel	15 m en el sector.	NC 969:2013	Cuba.
13	Variación del nivel del terreno	Se aplica criterio del índice de resiliencia	Campbell González, E. (2013)	España
14	Número de caudalímetros	Igual al número de sectores.	Campbell González E. (2013)	España
15	Longitud de la red	Entre 4 y 30 km de longitud de redes	GIZ et al., (2011) ápod Campbell	España
16	Número de acometidas	Entre 500 y 3 000 acometidas por sector.	Thornton et al., (2008) ápod	España
17	Capacidad de conducción en líneas principales	Capaz de abastecer a otros sectores en condiciones de emergencia.	Sandoval Lucio, F. (2014)	México

Fuente: elaboración Ing. Antonio Monzón Sánchez.

ANEXO 3

PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA LA SECTORIZACIÓN DE LAS REDES DE ABASTO



Anexo 4

ID	Label	Elevation (m)	ZoneDemand	Collection	Demand (L/s)	Hydraulic	Grade
(m)	Pressure (m H2O)						
30	J-1	8264	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11084	2814	
31	J-2	8650	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11086	2431	
32	J-3	9083	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11088	2001	
33	J-4	8940	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11160	2216	
34	J-5	8839	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11346	2502	
35	J-6	8590	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11313	2717	
36	J-7	8412	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11321	2903	
37	J-8	8325	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11331	3000	
38	J-9	7923	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	4572 11711	3781	
39	J-10	8231	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11305	3068	
40	J-11	7980	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11755	3768	
41	J-12	8051	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
42	J-13	7620	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
43	J-14	8469	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11633	3158	
44	J-15	9380	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	3048 11586	2201	
45	J-16	9097	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	3048 11421	2319	
53	J-24	9740	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524 11564	1820	
54	J-25	9630	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11559	1925	
55	J-26	9580	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000 11556	1972	

56	J-27	9534	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11554	2016
57	J-28	8748	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11519	2766
58	J-29	8404	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
59	J-30	8064	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
60	J-31	8097	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
61	J-32	8167	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11532	3358
62	J-33	8273	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11559	3279
63	J-34	8734	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11559	2819
64	J-35	8009	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11579	3562
65	J-36	7305	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
66	J-37	7047	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
67	J-38	7130	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
68	J-39	7090	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
69	J-40	7185	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
70	J-41	7483	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
71	J-42	7050	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
72	J-43	6867	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
73	J-44	6859	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
74	J-45	6851	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
75	J-46	6870	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
76	J-47	6845	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
77	J-48	7656	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11864	4199

84	J-55	7520	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11900	4371
85	J-56	7579	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11892	4304
86	J-57	7560	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11884	4316
100	J-66	7772	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11826	4046
101	J-67	7810	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11818	4000
102	J-68	7863	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11804	3933
109	J-69	8241	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11222	2975
110	J-70	8152	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11521	3363
114	J-71	8253	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11176	2917
116	J-72	8260	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11103	2838
126	J-73	8215	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11478	3257
127	J-74	7986	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11631	3637
140	J-75	8163	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
141	J-76	8140	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
142	J-77	8190	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11545	3348
149	J-78	8718	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11559	2835
150	J-79	8807	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11560	2747
157	J-80	8093	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
160	J-81	7945	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
161	J-82	7877	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
162	J-83	7850	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
163	J-84	7838	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"

168	J-85	7690	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
184	J-86	8039	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
185	J-87	7982	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
186	J-88	7810	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
187	J-89	7655	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
191	J-90	7741	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
192	J-91	7829	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
193	J-92	7697	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
200	J-93	8209	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11530	3314
201	J-94	7748	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11822	4066
202	J-95	7686	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11820	4126
222	J-98	6851	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
223	J-99	6862	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
224	J-100	6870	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
225	J-101	6911	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
226	J-102	6984	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
227	J-103	7012	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
228	J-104	7520	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
236	J-105	7281	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
276	J-113	8114	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
279	J-114	7999	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
281	J-115	8001	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"

285	J-116	8270	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
287	J-117	8190	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
289	J-118	6338	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
293	J-119	7999	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
297	J-120	8742	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	"(N/A)"	"(N/A)"	"(N/A)"
301	J-121	7689	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11783	4086
303	J-122	7839	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11760	3913
305	J-123	7865	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11747	3875
307	J-124	7920	"<None>"	"<Collection: 1 item>"	1524	11736	3808
309	J-125	7964	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11729	3757
311	J-126	8088	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11716	3620
313	J-127	8469	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11645	3170
386	J-158	7155	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11922	4758
425	J-159	8868	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11354	2481
429	J-160	7160	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11924	4754
430	J-161	7160	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11923	4753
431	J-162	7160	"<None>"	"<Collection: 0 items>"	000	11924	4754