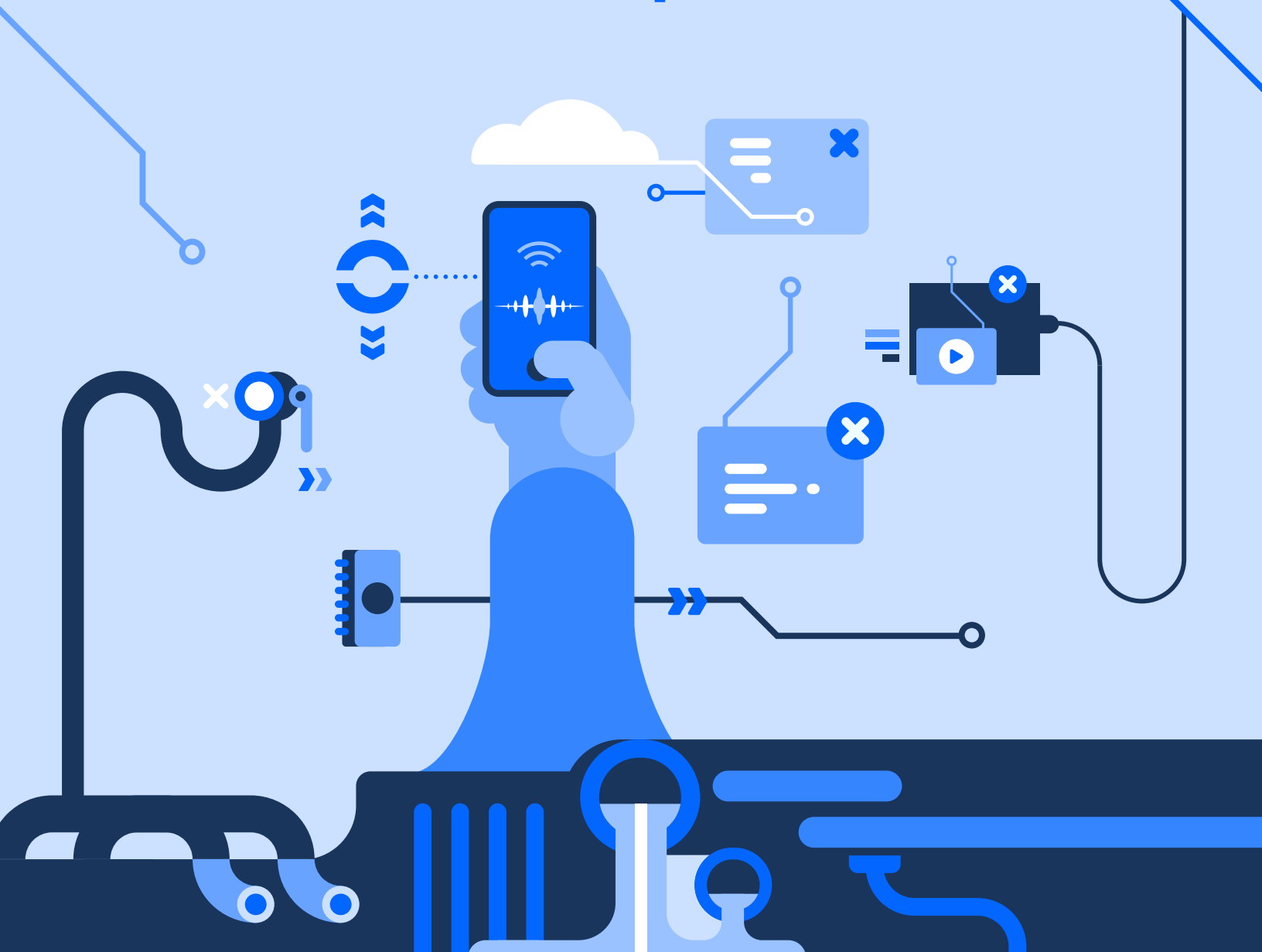


SANIHUB

Saneamiento Óptimo



:: módulo ::
1

**Software gratuito para el diseño de redes
de alcantarillado condominal y convencional**

El software fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Unión Europea (UE), con el objetivo de promover el acceso gratuito a herramientas modernas para el diseño de sistemas de alcantarillado y para el desarrollo de estrategias para asegurar los servicios de saneamiento en asentamientos informales, con recursos del Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en América Latina y el Caribe (FECASACL).

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



SANIHUB

Saneamiento Óptimo

Banco Interamericano de Desarrollo – BID

Sérgio Pérez Monforte

Autores

Pery Nazareth

Leonardo Porto Nazareth

Modelado hidráulico:

Pery Nazareth y Leonardo Porto Nazareth

Analista de conceptos:

Leonardo Porto Nazareth

Coordinación del desarrollo:

Marta Fedz

Desarrolladores:

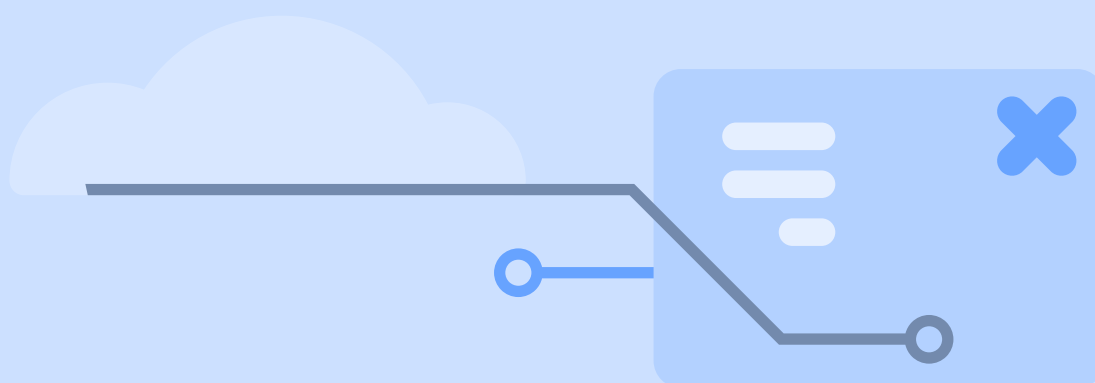
Martin Dell' Oro y Federico Sanchez



CONTENIDO

Introducción	6
Presentación	10
1. EL SISTEMA CONDOMINIAL	11
2. CONCEPTOS DE HIDRÁULICA EN ALCANTARILLADO SANITARIO	13
2.1. Escurrimiento permanente y uniforme	13
2.2. Ecuaciones de Pérdida de Carga en Conducciones a Superficie Libre	14
2.3. Geometría de los colectores de alcantarillado	16
2.4. Esfuerzo cortante y Autolimpieza de los Colectores	16
2.5. Otras Informaciones Relevantes de la Norma	18
2.6. Estimación de los Caudales y Tasas	19
3. DESCARGA DEL SOFTWARE Y ARCHIVOS DE EJEMPLO	21
4. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE SANIHUB REDBASICA	22
5. TUTORIAL - PROYECTO DE RED COLECTORA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL CON EL USO DEL SANIHUB REDBASICA	25
5.1. Preparación del QGIS	26
5.2. Delimitación del Área de Proyecto y Microsistemas de Alcantarillado	28
5.3. Proyecto de la red básica de alcantarillado – QGIS	30
5.4. Modo de Visualización de Leyendas	49
5.5. Leyendas de los Tramos y Dispositivos de Inspección	49
5.6. Aplicación de Cálculos y Dimensionamiento de la Red Básica	50
5.7. Exportar red dimensionada al EPA SWMM	72
5.8. Visualizar los resultados del dimensionamiento en QGIS	73

5.9. Leyendas de los tramos y registros de inspección	74
5.10. Perfil de los colectores	74
5.11. Impresión del proyecto	76
6. LISTA DE ATRIBUTOS	79
7. ANEXO – UTILIZACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO REDBASICA (OPCIONAL)	84
7.1. Exportar datos de la Red Básica Trazada a un archivo “.csv”	84
7.2. Dimensionamiento de la Red Básica Trazada – Excel	84
7.3. Importación de los Resultados del Dimensionamiento – QGIS	101
Referencias	103



Introducción



El SaniHUB es una plataforma modular desarrollada para apoyar el diseño automatizado de sistemas de alcantarillado sanitario, basada en QGIS – un sistema de información geográfica (SIG) de código abierto ampliamente utilizado por profesionales, investigadores e instituciones en todo el mundo.

El objetivo de SaniHUB es ampliar el acceso a herramientas de alta calidad y bajo costo, promoviendo la digitalización de todas las etapas del proyecto de alcantarillado – desde el levantamiento de datos en campo hasta el cálculo hidráulico y la generación de órdenes de servicio (ingeniería de detalle). Los módulos actualmente disponibles permiten el dimensionamiento de redes colectoras y ramales de alcantarillado convencionales y condominiales, con integración total entre componentes técnicos, espaciales y operativos.

¿Por qué código abierto?

¿Por qué QGIS?

La elección de utilizar software de código abierto como base del SaniHUB refleja una decisión estratégica frente a las necesidades y limitaciones que enfrentan las operadoras de saneamiento y las instituciones públicas en América Latina y el Caribe.

Entre los principales motivos que justifican esta elección, se destacan:

- 1. Bajo costo y accesibilidad:** en muchos casos, el uso de software libre elimina la necesidad de licencias, permitiendo que las instituciones públicas puedan utilizarlo, modificarlo y distribuirlo sin costos financieros adicionales.
- 2. Adaptación local:** los softwares de código abierto pueden ser modificados por cualquier persona o institución, lo que permite

adaptarlos a contextos específicos. QGIS, por ejemplo, es mantenido por una comunidad global activa y está en constante evolución.

- 3. Transparencia y seguridad:** la apertura del código permite auditorías públicas y facilita la detección y corrección de fallas y vulnerabilidades.
- 4. Estímulo a la innovación colaborativa:** los modelos abiertos incentivan la participación de universidades, gobiernos locales y el sector privado, promoviendo soluciones creativas y más cercanas a la realidad de cada país.
- 5. Independencia tecnológica:** el uso de herramientas abiertas evita la dependencia de proveedores específicos y ofrece mayor autonomía para la evolución continua de las soluciones adoptadas.

Casos emblemáticos como EPANET (para redes de agua) y SWMM (para drenaje y alcantarillado pluvial), ambos transformados en código abierto por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) en 2004, impulsaron el desarrollo colaborativo y consolidaron estas herramientas como referencias mundiales. Lo mismo ocurre con QGIS, base sobre la cual se construyó SaniHUB.

QGIS como base de la plataforma

QGIS es una aplicación SIG de código abierto que ofrece un conjunto robusto de herramientas para crear, editar, visualizar, analizar y publicar datos geoespaciales.

Sus principales características incluyen:

- » Multiplataforma: compatible con Windows, Linux y macOS;

- » Visualización y edición avanzada de datos espaciales (raster y vectoriales);
- » Integración con bases de datos y sistemas externos (PostGIS, GeoPackage, WMS/WFS);
- » Capacidad de personalización y extensión mediante complementos;
- » Fuerte apoyo de la comunidad global de usuarios y desarrolladores.

La filosofía de código abierto de QGIS hizo posible el surgimiento de soluciones como **QField**, que permite realizar actividades de levantamiento en campo directamente vinculadas al proyecto desarrollado en oficina. Esta integración entre oficina y campo está en el centro de la propuesta de **SaniHUB**, que aprovecha todas estas funcionalidades para ofrecer una solución completa, moderna y flexible para proyectos de saneamiento.

Saneamiento condominial: una solución eficiente y adaptable

El sistema condominial de alcantarillado sanitario comenzó a desarrollarse a finales de la década de 1980 en Brasil y ha sido implementado a gran escala en ciudades como Salvador, Brasilia y Paraupebas (Melo, 2007), con experiencias también en Perú, Paraguay, Nicaragua y Honduras.

Entre sus principales ventajas se encuentran:

- » la efectividad para garantizar la conectividad de un gran número de usuarios desde el inicio de los proyectos;
- » los menores costos de inversión, con ahorros de hasta el 50 % en comparación con el sistema convencional;
- » y la flexibilidad para adaptarse a diferentes configuraciones urbanas, incluidas áreas informales y periferias con trazado desestructurado.

El diseño condominial optimiza el uso de materiales y excavaciones al emplear menores longitudes y diámetros de tuberías, así como pozos de visita más compactos y profundidades reducidas. A pesar de estas ventajas, el sistema condominial

todavía es percibido muchas veces como una solución “para pobres”, lo que dificulta su adopción como alternativa equivalente al modelo convencional. Sin embargo, casos como el de Brasilia demuestran su viabilidad y eficiencia incluso en barrios de mayor renta.

Implementación de un sistema de saneamiento condominial

La implementación de sistemas de saneamiento debe considerar tres frentes técnicos de actuación compuestas por: i. Concepción e implementación de una red básica; ii. Estudios y diseño de redes secundarias, denominadas ramal condominial; y iii. Trabajo sociocomportamental, componente transversal de todo el proceso.

Red básica

La red principal es la parte colectiva del sistema de recolección. Esta red no pasa por todas las calles para recibir las conexiones, como en el sistema convencional, sino que basta con que pase cerca de los condominios, siempre por la parte más baja de estos, es decir, por el punto de concentración del drenaje natural de las aguas, para ofrecer las mejores condiciones de conexión al ramal del condominio. Con ello, su extensión es bastante reducida y normalmente no supera un tercio de la longitud que tendría una red convencional equivalente.

Ramal condominial

El ramal condominial es la parte privada del sistema; cada condominio tiene el suyo. Su función es recolectar y transportar las aguas residuales del condominio hasta un punto de la red básica. El ramal es la parte más flexible del sistema y debe localizarse dentro del condominio, en un lugar que facilite la conexión de las instalaciones internas de los lotes. La definición del tipo de ramal es decidida por el condominio, que en reunión comunitaria elige entre las alternativas técnicamente viables para la manzana la que prefiere. Se destaca que los ramales condominiales se diseñan únicamente en la fase de implementación del sistema, ya que su definición depende del proceso de movilización comunitaria que ocurre en esta etapa.

No obstante, los puntos de conexión de cada condominio a la red básica deben preverse en la definición del trazado de dicha red, así como los niveles mínimos necesarios.

Componente social

El componente social es transversal a todo el proceso de implementación del sistema condominial. Su eficacia depende de la capacidad de adaptación a cada comunidad y del diálogo permanente con los actores locales.

Es importante destacar que la participación de la población no tiene solo un valor simbólico, sino que también tiene un impacto directo en el diseño técnico del ramal condominial, en la formalización de los contratos y en la consolidación del uso responsable del sistema.

Por lo tanto, se recomienda planificar acciones de movilización y participación que respondan al contexto real del territorio, ajustando la estrategia de acuerdo con el grado de cohesión social, confianza y estructura organizacional existente. En algunos casos, será necesario incorporar acciones sociales complementarias para abordar barreras específicas que puedan surgir durante la implementación.

Integración entre red básica y ramales condominiales

Tanto desde el punto de vista técnico como social, el saneamiento presenta una división fundamental entre la red básica y los ramales condominiales. La plataforma SaniHUB aborda esta distinción mediante dos módulos complementarios:

- » **Módulo 1 – Red Básica:** enfocado en el trazado y dimensionamiento de las redes principales, que pueden ser convencionales o condominiales.
- » **Módulo 2 – Ramales Condominiales:** orientado a la recolección de datos en campo y al diseño detallado de los ramales de conexión domiciliaria, específicamente para sistemas condominiales.

El uso combinado de estos dos módulos ofrece una solución integrada, escalable y moderna para proyectos de alcantarillado sanitario, con enfoque en la eficiencia, la inclusión y la digitalización.

Módulo 1 – Red Básica

SaniHUB Red Básica (anteriormente conocido como **SaniBID Red Básica**) es un software libre desarrollado para apoyar el trazado y el dimensionamiento de redes colectoras de alcantarillado sanitario, con funcionalidades específicas para redes convencionales y condominiales. Desarrollado como un complemento de **QGIS**, se integra perfectamente a este Sistema de Información Geográfica de código abierto, proporcionando un entorno de trabajo completo, accesible y adaptable.

La **versión 1.3**, a la que se refiere este manual, representa un avance importante al integrar directamente en **QGIS** las herramientas de cálculo hidráulico, sustituyendo la hoja de cálculo en Excel utilizada anteriormente. Aun así, sigue disponible la opción de exportar los datos para uso externo (incluida la planilla original), lo que ofrece total flexibilidad según las preferencias del usuario.

El complemento ofrece diversas funcionalidades que hacen que el desarrollo de proyectos sea más ágil, eficiente y confiable:

- » Trazado de redes con interfaz gráfica intuitiva y herramientas de edición flexibles.
- » Ajuste de parámetros hidráulicos de acuerdo con normas locales y características topográficas.
- » Cálculo automatizado de pendientes, diámetros, velocidades y tensiones tractivas según la **NBR 9649**, con especial atención al módulo de ajuste de nivel de agua que optimiza el desempeño de la red.
- » Integración directa con los atributos georreferenciados de los tramos y nodos, facilitando el análisis espacial, la visualización y el registro de activos.
- » Generación de perfiles longitudinales, estimaciones hidráulicas y salida para impresión con *layout* preconfigurado en tamaño A0.

Además, **SaniHUB Red Básica** fue diseñado con el objetivo de democratizar el acceso a herramientas técnicas de alto nivel, resultando particularmente útil para equipos municipales, empresas públicas de saneamiento, universidades y consultores independientes. Con una curva de aprendizaje amigable para usuarios con experiencia previa en **QGIS**, hoy es una referencia en el uso de herramientas libres para proyectos de redes sanitarias.

Módulo 2 – Ramales Condominiales

SaniHUB Ramales es un software libre orientado exclusivamente al trazado y dimensionamiento de ramales condominiales, complementando el módulo de red básica y permitiendo el desarrollo completo de proyectos de alcantarillado de forma modular, integrada y digitalizada.

Su principal diferencial es la combinación del levantamiento de datos en campo con el procesamiento y elaboración del proyecto en QGIS, mediante un flujo de trabajo claro y eficiente:

- 1. Planificación en oficina:** el proyecto de la manzana se prepara en **QGIS**, definiendo límites, edificaciones y base topográfica. La estructura del proyecto se guarda en formato **GeoPackage**.
- 2. Recolección de datos con QField:** los datos se recolectan directamente en campo mediante dispositivos móviles (Android o iOS), utilizando la aplicación **QField**. Este aplicativo, asociado a **QGIS**, funciona de manera *offline*, con geolocalización, soporte para formularios y sincronización posterior.
- 3. Procesamiento final en QGIS:** al regresar a la oficina, los datos recolectados se integran al proyecto en **QGIS**. El complemento realiza los cálculos hidráulicos (incluyendo profundidad y pendiente de los ramales), permite ajustes manuales y genera automáticamente las **Órdenes de Servicio (ingeniería de detalle)** para la ejecución.

4. Impresión del proyecto: el usuario puede emplear el *layout* estándar en tamaño A3 o personalizar sus propios *layouts* utilizando el compositor de impresión de **QGIS**.

5. Elaboración de estimaciones de costos y generación de planillas de presupuesto: el complemento permite crear estimaciones de costos y planillas de presupuesto personalizables, facilitando el análisis económico de cada proyecto de red.

6. Cálculo de caudales de inicio y fin de plan para cada manzana: las herramientas integradas permiten calcular los caudales iniciales y finales de proyecto por manzana, cuyos resultados pueden ser utilizados en el complemento **SaniHUB Red Básica** para el dimensionamiento de la red principal.

SaniHUB Ramales también ofrece:

- » Herramientas para la consistencia geométrica entre ramales y manzanas.
- » Validación basada en modelos digitales de elevación o en topografía levantada.
- » Capacidad de insertar y ajustar mapas base, imágenes de apoyo e identificar visualmente errores de campo.

Con estas características, el módulo se posiciona como una solución robusta, práctica y accesible para hacer más eficiente la implementación de sistemas condominiales, especialmente en áreas informales o de difícil acceso.

SaniHUB Ramales se distribuye bajo licencia GNU GPLv3, manteniendo la filosofía *Copyleft*: es libre para uso, auditoría, modificación y distribución, siempre que se respeten los términos de la licencia.

Presentación



El SaniHUB RedBasica¹ (anteriormente saniBID RedBasica) es un software libre cuyo objetivo es apoyar el trazado y dimensionamiento de redes colectoras de alcantarillado, con herramientas orientadas al diseño de sistemas del tipo condominial. Funciona como un complemento para el software de libre acceso QGIS², un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La versión 1.3 del software, a la cual se refiere este manual, introduce una nueva herramienta de cálculo y dimensionamiento de las redes colectoras dibujadas, incorporada directamente al QGIS, haciendo innecesaria la antigua hoja de cálculo desarrollada en Excel que se utilizaba para los cálculos.

Esto no impide que el usuario continúe utilizando los datos exportados desde QGIS para el dimensionamiento en la hoja de cálculo (que se mantiene disponible en el sitio web de SaniHUB) o en otros programas de su preferencia. Las funciones de exportación e importación de resultados del dimensionamiento de la red permanecen disponibles, además del paso a paso del uso de la planilla, que se presenta en el anexo de este manual.

El software fue desarrollado originalmente para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Latin America Investment Facility – Unión Europea (LAIF), con fines educativos y para promover el libre acceso a herramientas modernas de diseño de sistemas de alcantarillado, con funcionalidades adaptadas al proyecto de sistemas del tipo condominial. La versión inicial fue elaborada para QGIS 2.x, actualmente superada.

La versión actual del software está patrocinada por el BID y fue desarrollada con el objetivo de corregir algunos problemas identificados en la versión anterior, incorporar nuevas herramientas y mejoras para optimizar el desempeño y funcionalidad del programa, y actualizar el código del complemento a Python 3 y PyQt 5, que constituyen el estándar vigente del QGIS. El SaniHUB RedBasica, versión 1.3, es compatible con QGIS 3.0 o versiones más recientes.

El SaniHUB RedBasica aprovecha las características específicas del QGIS y de varias bibliotecas disponibles del lenguaje Python para ofrecer al usuario herramientas potentes y muy prácticas para el trazado y cálculo automatizado de redes de alcantarillado.

- » La facilidad de trabajar con mapas y dibujos georreferenciados del QGIS para realizar el trazado de la red y preparar los planos del proyecto.
- » La interfaz familiar de la herramienta de cálculo, que se asemeja bastante a una hoja de cálculo de Excel, tanto en apariencia y disposición de las tablas como en su forma de utilización.

La herramienta de cálculo se basa en la norma brasileña “Proyecto de redes colectoras de alcantarillado sanitario” (NBR 9649), incluyendo el cálculo de esfuerzo cortante. Sin embargo, los parámetros de cálculo pueden ser ajustados libremente por el usuario según las características locales.

1. SaniHUB RedBasica es un software Copyleft. Cuenta con código fuente libre para actualizaciones y mejoras, garantizando, sin embargo, que los productos derivados de la versión aquí disponible estén licenciados bajo términos idénticos, quedando prohibida cualquier tipo de comercialización de los mismos. Términos de la licencia: [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike](#)

2. Sitio web oficial de software QGIS <https://qgis.org>

1. EL SISTEMA CONDOMINIAL

En la década de 1980 surgió en Brasil el Sistema Condominial de Alcantarillado. El ingeniero José Carlos Melo, buscando contribuir a la universalización del saneamiento, desarrolló este nuevo sistema con el propósito de conciliar la reducción de los costos de implantación con la movilización de la comunidad beneficiaria, tanto en términos de participación activa como de recursos. Estos dos factores convirtieron al nuevo sistema en una solución más económica y sostenible que el sistema convencional (MELO, 2008).

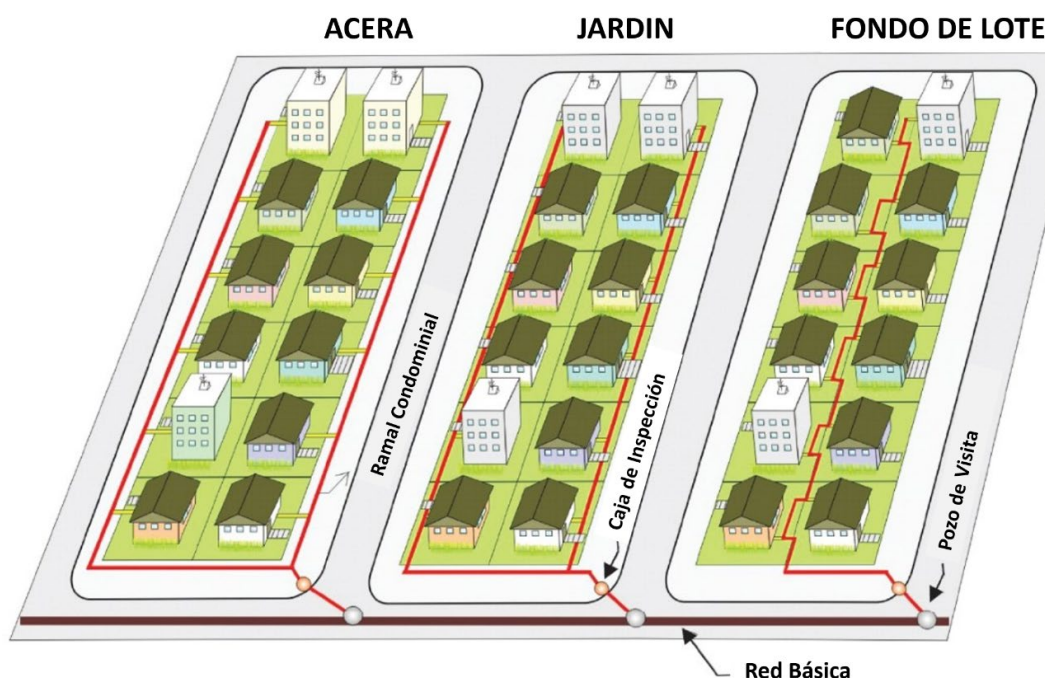
La principal diferencia técnica entre el sistema condominial y el sistema convencional radica en que, en el condominial, las manzanas funcionan como condominios horizontales, es decir, un conjunto de lotes forma una unidad atendida por un ramal condominial. Dicho ramal puede ubicarse en la acera, en el jardín o en la parte posterior del lote, de acuerdo con las condiciones locales topográficas,

urbanísticas, habitacionales y socioeconómicas. La [Figura 1](#) muestra os três esquemas (NAZARETH, 1998).

La red básica equivale a las redes colectoras convencionales, con la diferencia de que no necesita atender todo el perímetro de la manzana para recibir las conexiones domiciliarias, sino únicamente el punto de menor cota, donde se ubica el punto más aguas abajo del ramal condominial. Por lo tanto, el dimensionamiento y los cálculos hidráulicos realizados son los mismos para ambos sistemas, variando únicamente el trazado inicial de las tuberías (MARA, 2001a).

Dada la posible reducción del trazado de la red de recolección, el sistema condominial permite un ahorro en la extensión total, en el diámetro de las tuberías y, consecuentemente, en los volúmenes de excavación (LAMPOGLIA, 2004).

FIGURA 1 - Esquemas posibles de Ramales Condominiales

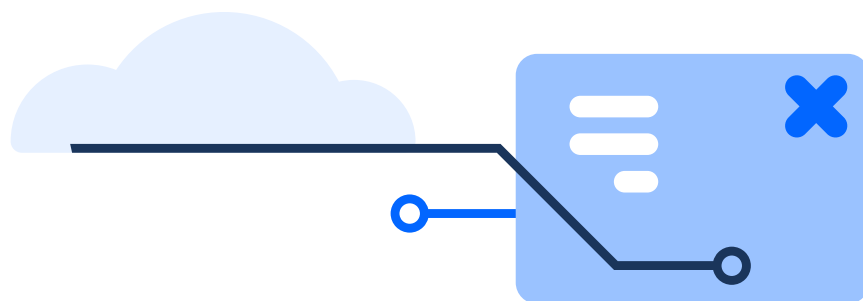


Fuente: MELO, 2008.

Con el tiempo y las experiencias prácticas de implantación del sistema condominial, además de los beneficios en términos de costos y participación comunitaria a lo largo del proceso de ejecución, se ha demostrado su eficiencia técnica, la cual hoy es reconocida por numerosos organismos y empresas concesionarias de alcantarillado a nivel nacional e internacional. También presenta la ventaja de ser aplicable en regiones de baja urbanización, asentamientos informales y otras áreas donde la implementación del sistema convencional sería inviable (MELO, 2008).

El éxito en la implementación del sistema condominial en cientos de ciudades de Brasil, América Latina y otras regiones ha consolidado su reconocimiento como un método eficiente y adaptable a diversas situaciones (MELO, 2008).

Las ciudades más destacadas en la adopción del sistema condominial son Salvador y Brasilia. La CAESB, empresa concesionaria responsable del saneamiento en el Distrito Federal, adoptó en 1991 este sistema como el único autorizado en las áreas bajo su jurisdicción. Con esta medida se comprobó que el sistema es eficiente y aplicable en todos los estratos sociales (MELO, 2008).



2. CONCEPTOS DE HIDRÁULICA EN ALCANTARILLADO SANITARIO



Los proyectos de redes colectoras de alcantarillado sanitario —incluidos los sistemas del tipo *Sistema Condominial*— deben apoyarse en conceptos hidráulicos que aseguren el transporte eficiente de caudales y la operación estable de las tuberías.

Según Nuvolari (2003), cuando las aguas residuales no tienen aportes industriales, su composición aproximada es:

- » Agua – 99,87%
- » Sólidos sedimentables – 0,04%
- » Sólidos no sedimentables – 0,02%
- » Sustancias disueltas – 0,07%

Dada la predominancia de agua en la composición de las aguas residuales, las soluciones para los cálculos hidráulicos se realizan utilizando las mismas leyes y principios aplicados al escurrimiento de agua. Como sus propiedades físicas e hidráulicas son próximas, los errores derivados de esta aproximación no son significativos (Fernandes, 1997).

Las redes colectoras de alcantarillado se proyectan de acuerdo con las leyes y propiedades de una conducción a superficie libre (canal abierto), es decir, la superficie del flujo está sometida a presión atmosférica (Nuvolari, 2003).

Para simplificar los cálculos hidráulicos se considera que el escurrimiento dentro de las tuberías es permanente y uniforme. Escurrimiento permanente: la fuerza, la velocidad y la presión no varían con el tiempo en un punto específico de la conducción; escurrimiento uniforme: la profundidad de la lámina y la velocidad no varían a lo largo de la conducción si la sección es constante (Azevedo Netto et al., 1998).

2.1. Escurrimiento permanente y uniforme

Para la solución de problemas hidráulicos se aplican dos ecuaciones fundamentales: la Ecuación de la Continuidad y el Teorema de Bernoulli.

La ecuación de continuidad se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v \quad (\text{eq.1})$$

donde:

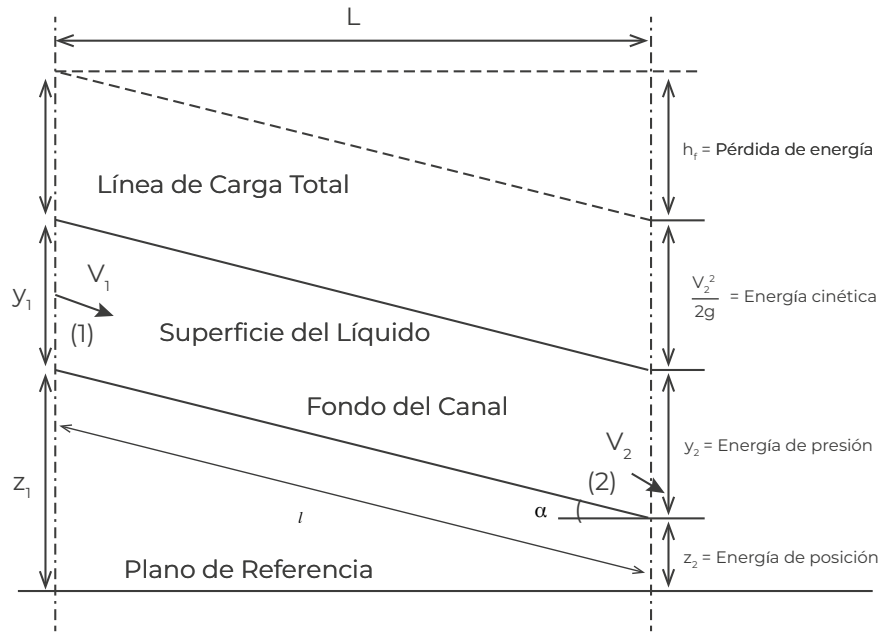
- » A es el área [m^2] de la sección transversal;
- » v [m/s] es la velocidad media del líquido;
- » Q [m^3/s] es el caudal en la sección en estudio.

La ecuación (1) expresa la conservación de masa del líquido en cualquier sección transversal de la tubería.

El teorema de Bernoulli surge al aplicar la ecuación de energía (Euler) a los fluidos que sufren la influencia de la gravedad y se encuentran en estado de flujo permanente (AZEVEDO NETTO et al., 1998).

En la [Figura 2](#) se muestra un flujo uniforme que se produce en condiciones de canal abierto.

FIGURA 2



Fuente: Rodrigues, 2006.

Aplicando la ecuación de energía entre los puntos 1 y 2 de la Figura 2, se obtiene la Ecuación (2):

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{\rho_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{\rho_2}{\gamma} + Z_2 = \text{constante} \quad (\text{eq.2})$$

Como en la práctica los fluidos se alejan del modelo perfecto, se añade la pérdida de carga h_f en la ecuación (3):

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{\rho_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{\rho_2}{\gamma} + Z_2 + h_f = \text{constante} \quad (\text{eq.3})$$

En donde:

- » v [m/s] es la velocidad;
- » g [m/s²] es la aceleración de la gravedad;
- » ρ [Pa] es la presión en el punto;
- » γ [N/m³] es el peso específico del fluido;
- » $\frac{v^2}{2g}$ [m] es la parte de energía correspondiente a la cinética;
- » $\frac{\rho}{\gamma}$ [m] la parte correspondiente a la energía piezométrica;
- » Z [m] la energía potencial;
- » h_f [m] la pérdida de carga.

2.2. Ecuaciones de Pérdida de Carga en Conducciones a Superficie Libre

Según Fernandes (1997), la diferencia de energía entre dos secciones es la variable de obtención más compleja, y existen numerosas expresiones en la literatura para su cálculo.

Las ecuaciones más utilizadas para el dimensionamiento de tuberías de alcantarillado son las de Chézy, Manning y la Universal; sin embargo, la norma NBR 9649 (ABNT, 1986) recomienda el uso de la ecuación de Manning.

De acuerdo con Sobrinho y Tsutiya (2000), las ecuaciones empleadas para el flujo en conducciones a superficie libre se basan en la ecuación de Chézy (1775), expresada por:

$$v = C \sqrt{R_H I} \quad (\text{eq.4})$$

Donde:

- » v [m/s] = velocidad media del flujo;
- » C = coeficiente de Chézy (depende de la naturaleza, el estado y la forma del conducto);
- » R_H [m] = radio hidráulico;
- » I [m/m] = pendiente de la línea de energía.

A partir de la ecuación de Chézy, *Manning* propuso un coeficiente de resistencia dependiente del radio hidráulico, dado por:

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n} \quad (\text{eq.5})$$

Siendo:

» *n* el coeficiente de rugosidad de *Manning*

Sustituyendo la ecuación (5) en (4) se obtiene:

$$v = \frac{1}{n} R_H^{2/3} I^{1/2} \quad (\text{eq.6})$$

o

$$Q = \frac{1}{n} A R_H^{2/3} I^{1/2} \quad (\text{eq.7})$$

En la Tabla 1 se muestran algunos valores de *n* para tuberías fabricadas con diversos materiales.

De las incógnitas en las ecuaciones anteriores, pueden adoptarse valores para *n*, *S*, *Q* y el diámetro *D*, obteniéndose así los parámetros *A*, *V* y *R*.

De acuerdo con Nuvolari (2003), existen diversos métodos que utilizan el parámetro adimensional *y/D*, donde *h* es la altura de la lámina de agua y *D* el diámetro de la tubería; por relaciones trigonométricas es posible obtener los demás parámetros necesarios para el dimensionamiento de la red colectora.

En la literatura también existen diversas tablas y ábacos que relacionan los valores del parámetro *y/D* con los demás parámetros necesarios para el dimensionamiento, facilitando así los cálculos de dimensionamiento.

También existen métodos iterativos de cálculo que, con el uso de la informática, pueden resolverse de manera sencilla y rápida, además de tener una mayor precisión (FERNANDES, 1997).

TABLA 1 - Valores del coeficiente *n* de *Manning*

Material de los conductos	<i>n</i> de Manning
Cerámica	0,013
Concreto	0,013
PVC	0,010
Hierro fundido con revestimiento	0,012
Hierro fundido sin revestimiento	0,013
Cemento amianto	0,011
Acero soldado	0,011
Poliéster / Polietileno	0,011

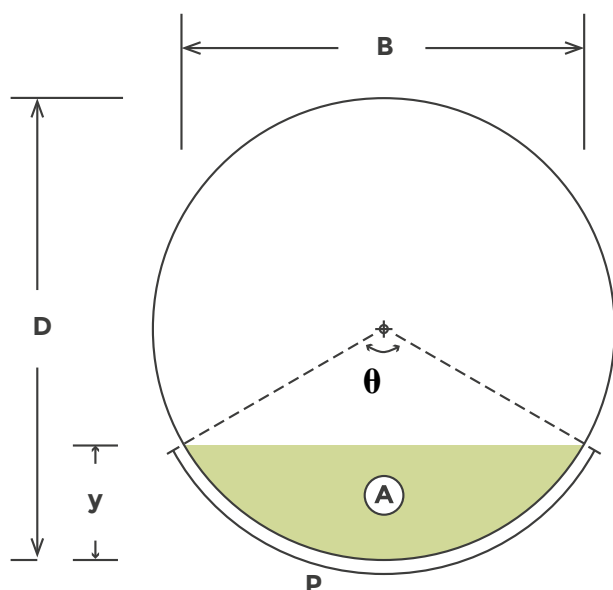
Fuente: Alem Sobrinho y Tsutiya (2000).

2.3. Geometría de los colectores de alcantarillado

Por lo general, los colectores de alcantarillado son de sección circular y funcionan parcialmente llenos, es decir, el líquido ocupa solo una parte de la tubería, garantizando así las leyes y propiedades hidráulicas de un canal abierto (ALEM SOBRINHO y TSUTIYA, 2000).

La geometría circular presenta particularidades en el cálculo de algunos de sus elementos. La [Figura 3](#) muestra una sección circular con sección parcial de líquido.

FIGURA 3



Fuente: Adaptado de Alem Sobrinho e Tsutiya, 2000.

En la sección circular, las relaciones entre el ángulo (θ), el área mojada (A), el perímetro mojado (P), la altura de la lámina de agua (y), la línea superficial del agua (B) y el radio hidráulico (R_H) vienen dadas por las ecuaciones:

$$A = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta) \quad (\text{eq.8})$$

$$P = \frac{\theta}{2} D \quad (\text{eq.9})$$

$$R_H = \frac{A}{P} \quad (\text{eq.10})$$

Sustituyendo las ecuaciones (8) y (9) en (10) obtenemos:

$$R_H = \frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right) \quad (\text{eq.11})$$

Por las relaciones trigonométricas tenemos:

$$B = D \sin \frac{\theta}{2} \quad (\text{eq.12})$$

$$y = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2}) \quad (\text{eq.13})$$

$$\frac{y}{D} = \frac{1 - \cos \frac{\theta}{2}}{2} \quad (\text{eq.14})$$

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - 2 \frac{y}{D} \right) \quad (\text{eq.15})$$

Siendo:

- » A el área mojada;
- » P el perímetro mojado;
- » θ [grado] el ángulo central correspondiente al flujo en el interior de la tubería;
- » y la altura de la lámina de agua en el interior de la tubería;
- » B la línea de superficie del agua;
- » R_H el radio hidráulico.

2.4. Esfuerzo cortante y Autolimpieza de los Colectores

Aunque los sólidos representan una pequeña fracción del caudal de aguas residuales, tienden a depositarse en la parte inferior de la tubería por acción de la gravedad. Todo material con densidad mayor que la del agua está sujeto a este efecto, y con el tiempo puede provocar obstrucciones en la conducción, requiriendo labores de mantenimiento.

Tradicionalmente, se utilizaba el criterio de velocidad mínima para garantizar la autolimpieza de las tuberías. Sin embargo, este método no consideraba parámetros geométricos relevantes —como el radio hidráulico— y, en muchos casos, conducía a diseños más costosos, debido a las altas pendientes requeridas. A partir de los estudios sobre

fuerza tractiva, iniciados en la segunda mitad del siglo XIX por Du Boys, se desarrolló un criterio más racional y económico para el dimensionamiento de los colectores de aguas residuales (BRASIL, 1987).

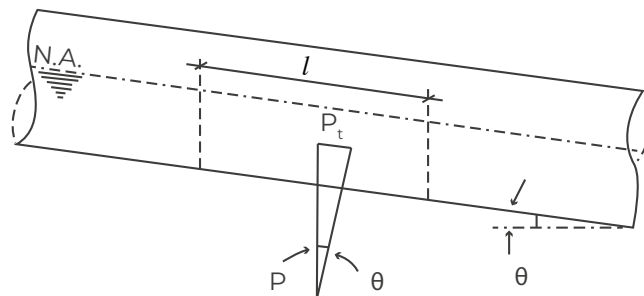
Aunque los estudios sobre fuerza tractiva son antiguos, su utilización como criterio de diseño en redes de alcantarillado es relativamente reciente. La antigua norma PNB-567 (ABNT, 1975) aún empleaba el concepto de velocidad mínima para la autolimpieza. Solo con la actualización de la norma brasileña en 1986 (NBR 9649) el concepto de fuerza tractiva pasó a adoptarse oficialmente.

Además de favorecer la autolimpieza, la fuerza tractiva constituye un parámetro fundamental para prevenir la formación de sulfuros y gas sulfhídrico. En ambientes húmedos, este gas genera ácido sulfúrico, que al reaccionar con el material de las tuberías provoca corrosión y desgaste (NUVOLARI, 2011).

La primera entidad en adoptar el criterio fue la SABESP, mediante una norma interna publicada en 1983, que estableció una fuerza tractiva mínima de 1,0 Pa, obteniendo resultados prácticos satisfactorios (ALEM SOBRINHO y TSUTIYA, 2000).

Según Alem Sobrinho y Tsutiya (2000), la fuerza tractiva (T) es la componente tangencial del peso del líquido sobre una unidad de área de la pared del colector, que actúa sobre el material sedimentado promoviendo su arrastre. En una sección circular, esta fuerza puede representarse conforme a la [Figura 4](#).

FIGURA 4



Fuente: Tsutiya, 1985.

En el tramo cuya longitud es l , el líquido tiene un peso P y una fuerza tangencial P_t dada por:

$$P = \gamma Al \quad (\text{eq.16})$$

$$P_t = P \sin \theta \quad (\text{eq.17})$$

Sustituyendo la ecuación (16) en la ecuación (17) se obtiene:

$$P_t = \gamma Al \sin \theta \quad (\text{eq.18})$$

La tensión es una unidad que corresponde a una fuerza aplicada a un área determinada. En el caso de la tensión de tracción, es la fuerza tangencial P_t aplicada al área de una longitud l por un perímetro mojado p :

$$\sigma = \frac{P_t}{pl} \quad (\text{eq.19})$$

Sustituyendo la ecuación (10) en (11) y considerando que $\sin \theta \approx \tan \theta$ para valores pequeños de θ , y que $\tan \theta = l$ (pendiente), tenemos:

$$\sigma = \frac{\gamma Al \sin \theta}{pl} = \gamma R_H \sin \theta = \gamma R_H l \quad (\text{eq.20})$$

Donde:

- » σ [Pa] = fuerza tractiva media;
- » P [N] = peso del líquido en el tramo L;
- » P_t [N] = componente tangencial del peso P ;
- » θ [grau] = ángulo de inclinación del colector;
- » γ [N/m³] = peso específico del líquido ($\approx 9,810$ N/m³ para aguas residuales);
- » R_H [m] = radio hidráulico;
- » I [m/m] pendiente de la tubería.

2.5. Otras Informaciones Relevantes de la Norma

La NBR 9649 (ABNT, 1986), con el propósito de garantizar el buen funcionamiento hidráulico de las redes colectoras de alcantarillado sanitario y de minimizar la necesidad de mantenimiento de las tuberías, establece valores mínimos y máximos para algunos parámetros. Corresponde al responsable del proyecto la utilización de dichos parámetros durante los cálculos hidráulicos.

Un parámetro esencial que debe estar presente en el proyecto es el valor del caudal inicial y final de cada tramo, es decir, el caudal en el registro de inspección aguas arriba y aguas abajo. El caudal mínimo adoptado para cualquier tramo no puede ser inferior a 1,5 L/s, lo que corresponde al caudal generado por la descarga de una válvula de inodoro (FERNANDES, 2003).

En cuanto al diámetro, la norma indica como valor mínimo a adoptar tuberías de 100 milímetros; sin embargo, algunas empresas concesionarias de alcantarillado (como SABESP y SANEPAR) tienden a ser más conservadoras y adoptan tuberías mínimas de 150 milímetros.

La pendiente de cada tramo de la red colectora tiene criterios que limitan tanto los valores mínimos como los máximos, siendo ellos:

- » La pendiente de cada tramo de la red colectora tiene criterios que limitan tanto los valores mínimos como los máximos, siendo ellos:

$$I_{\text{mín.}} = 0,0055Q_i^{-0,47} \quad (\text{eq.21})$$

Siendo:

- » Q_i [l/s] el caudal inicial;
- » $I_{\text{mín.}}$ [m/m] la pendiente mínima admisible en el tramo.
- » El límite superior se define a partir del criterio de velocidad máxima al final del tramo, la cual no puede ser superior a 5 m/s en dicho punto.

El dimensionamiento debe realizarse admitiendo que el flujo dentro de la tubería sea uniforme y permanente, y que la lámina de agua correspondiente al caudal máximo sea igual o inferior al 75% del diámetro de la tubería.

Si la velocidad máxima al final del tramo supera la velocidad crítica indicada por la Ecuación 22, el flujo pasará a presentar características de régimen turbulento. Para garantizar una ventilación suficiente en el interior de la tubería, la lámina de agua para el caudal máximo debe ocupar como máximo el 50% del diámetro de la tubería.

$$V_c = 6(gR_H)^{1/2} \quad (\text{eq.22})$$

Siendo:

- » V_c [m/s] la velocidad crítica;
- » g [m/s²] la aceleración de la gravedad;
- » R_H [m] el radio hidráulico.

2.6. Estimación de los Caudales y Tasas

Para el cálculo adecuado del caudal en los tramos de la red de alcantarillado sanitario, existen parámetros que deben ser adoptados, verificados o calculados correctamente. Entre los principales se encuentran la población, el coeficiente de retorno, la tasa per cápita de contribución de aguas residuales y los coeficientes de variación de caudal.

La población es el principal parámetro para el cálculo de los caudales y deben conocerse los datos de las poblaciones del inicio y del final de la vida útil del proyecto propuesto. La norma brasileña NBR 9648 (ABNT, 1986a) también recomienda que se tomen en consideración las poblaciones flotantes y temporales durante la vigencia del proyecto.

Además del total de habitantes ubicados en el área de influencia, también es importante conocer cómo se encuentran distribuidos en el suelo urbano. Este debe ser sectorizado de acuerdo con la homogeneización de la densidad poblacional. Por ejemplo, un barrio comercial tendrá una densidad poblacional más alta que un barrio residencial, por lo tanto, deben clasificarse como zonas distintas.

Como no toda el agua suministrada por el sistema de abastecimiento se destina al sistema de alcantarillado sanitario (debido a pérdidas en la red de abastecimiento de agua, agua utilizada para regar jardines o lavar aceras), se utiliza un coeficiente de retorno calculado mediante la razón promedio entre el volumen de aguas residuales producido y el agua efectivamente suministrada.

En caso de no existir datos locales obtenidos mediante estudios, la norma brasileña NBR 9649 (ABNT, 1986) recomienda el valor de $C = 0,80$.

Según la NBR 9649 (ABNT, 1986), también existe una porción del caudal de aguas residuales que no se origina en el sistema de abastecimiento, sino por infiltraciones a lo largo de todo el sistema a través de las juntas y fisuras, la cual puede calcularse conforme a la Ecuación 23 a continuación:

$$I = i L_t \quad (\text{eq.23})$$

En que:

- » I caudal medio de infiltración (L/s);
- » i coeficiente de infiltración (L/s·km);
- » L_t longitud del tramo de red colectora (km).

La tasa per cápita de caudal de aguas residuales se obtiene del coeficiente de retorno multiplicado por la tasa per cápita de consumo de agua, como se muestra en la Ecuación 24 a continuación:

$$q = q_a C \quad (\text{eq.24})$$

Siendo:

- » q caudal per cápita de aguas residuales,
- » q_a caudal per cápita de agua,
- » C [adimensional] coeficiente de retorno.

El caudal de aguas residuales sanitarias que corresponde a las aguas residuales domésticas está sujeto a variaciones de acuerdo con las horas, los días, los meses y las estaciones del año. Los coeficientes de variación del caudal deben reflejar estos cambios, de modo que sea posible calcular el caudal máximo y mínimo a partir de un caudal medio.

El coeficiente del día de mayor demanda (k_1) es la relación entre el mayor caudal diario registrado en el año y el promedio diario anual.

El coeficiente de la hora de mayor demanda (k_2) es la relación entre la mayor demanda horaria registrada en el día y el caudal horario medio de ese mismo día.

El coeficiente de la hora de demanda mínima (k_3) es la relación entre el caudal mínimo registrado en el año y la demanda horaria media anual.

En ausencia de datos locales, la norma brasileña NBR 9648 (ABNT, 1986a) recomienda que se adopten los siguientes valores:

- » $k_1 = 1,2$;
- » $k_2 = 1,5$;
- » $k_3 = 0,5$.

Con los datos de población inicial, población final, coeficiente de retorno, contribución per cápita de aguas residuales y los coeficientes de variación de caudal, es posible obtener los caudales domésticos inicial y final de una determinada área, como se muestra en las Ecuaciones 25 y 26 (PEREIRA y SILVA, 2010).

$$Q_{d,i} = \frac{k_2 CP_i q_i}{86400} \quad (\text{eq.25})$$

y

$$Q_{d,f} = \frac{k_1 k_2 CP_f q_f}{86400} \quad (\text{eq.26})$$

Donde:

- » $Q_{d,i}$ [L/s] es el caudal de aguas residuales domésticas inicial;
- » $Q_{d,f}$ [L/s] es el caudal de aguas residuales domésticas final;
- » P_i [hab] es la población inicial de proyecto;
- » P_f [hab] es la población final de proyecto;
- » q_i [L/dia] es la contribución per cápita de aguas residuales inicial;
- » q_f [L/dia] es la contribución per cápita de aguas residuales final.

El caudal de aguas residuales sanitarias considera el caudal doméstico, el caudal debido al agua infiltrada a lo largo de toda la red y el caudal de contribución concentrada, siendo este último el caudal proveniente de áreas donde se encuentren instalados hospitales, cuarteles, escuelas, industrias o zonas de expansión que deben ser contempladas en el presente proyecto. Conforme se muestran en las Ecuaciones 27 y 28:

$$Q_i = Q_{d,i} + I + Q_{c,i} \quad (\text{eq.27})$$

y

$$Q_f = Q_{d,f} + I + Q_{c,f} \quad (\text{eq.28})$$

Donde:

- » Q_i [L/s] es el caudal de aguas residuales sanitarias inicial;
- » Q_f [L/s] es el caudal de aguas residuales sanitarias final;
- » $Q_{c,i}$ [L/s] es el caudal de contribución concentrada inicial;
- » $Q_{c,f}$ [L/s] es el caudal de contribución concentrada final.

Es conveniente adoptar una tasa de caudal lineal por metro de tubería proyectada, calculada mediante la siguiente ecuación:

$$T_{x,i} = \frac{Q_i - Q_{c,i}}{L_t} \quad (\text{eq.29})$$

y

$$T_{x,f} = \frac{Q_f - Q_{c,f}}{L_t} \quad (\text{eq.30})$$

Siendo:

- » $T_{x,i}$ [L/s.m] la tasa de caudal lineal por metro de tubería al inicio del Proyecto;
- » $T_{x,f}$ [L/s.m] la tasa de caudal lineal por metro de tubería al final del proyecto.

Para obtener el caudal total de un tramo con longitud conocida, se multiplica la contribución lineal (Ecuaciones 29 y 30) por la longitud del tramo, conforme a las Ecuaciones 31 y 32:

$$T_{tramo,i} = L_{tramo} T_{x,i} \quad (\text{eq.31})$$

y

$$T_{tramo,f} = L_{tramo} T_{x,f} \quad (\text{eq.32})$$

Siendo:

- » L_{tramo} [m] la longitud del tramo;
- » $T_{tramo,i}$ [L/s] la contribución inicial del tramo;
- » $T_{tramo,f}$ [L/s] la contribución final del tramo;

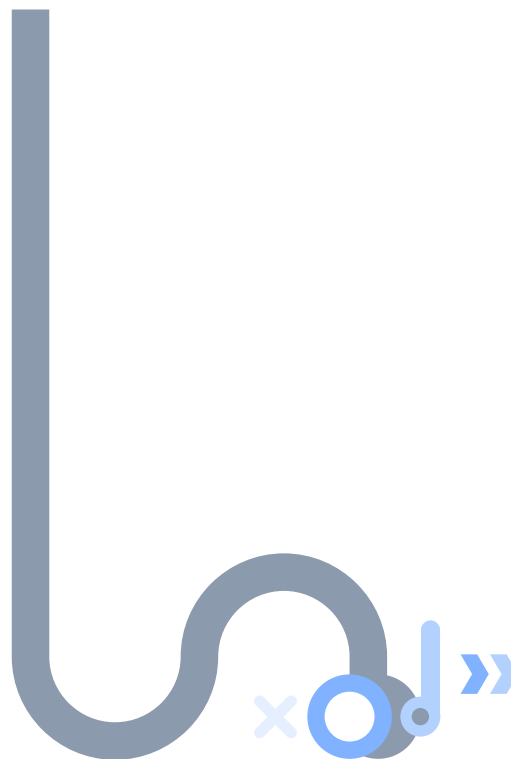
3. DESCARGA DEL SOFTWARE Y ARCHIVOS DE EJEMPLO

Este manual está estructurado en forma de tutorial, ejemplificando los pasos principales sobre el uso del software para la elaboración de un proyecto de red de alcantarillado (red básica) del tipo condominial en un área de estudio hipotética.

Los archivos de instalación y la hoja de cálculo basada en Excel (de uso opcional) pueden descargarse en el sitio web: <https://sanihub.org/en/resource/software-and-manuals> o directamente desde el repositorio https://github.com/EL-BID/red_basica, siendo respectivamente los archivos:

- » **red_basica-dev**
- » **saniBID_RedBasica_Planilha_Dimensionamento_PT.xlsm**

El proyecto de ejemplo utilizado en este tutorial para seguir el paso a paso puede descargarse en el enlace: <https://sanihub.org/sites/default/files/2022-11/Exemplos%20Guia%20Rapido.zip>



4. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE SANIHUB REDBASICA

Para realizar la instalación, el usuario debe abrir el *QGIS* y acceder al menú **Complementos > Administrar e Instalar Complementos**, como se muestra en la [Figura 5](#).

A continuación, debe hacer clic en la pestaña **Install from ZIP**, indicar la ruta del directorio donde se encuentra el archivo de instalación **dev.zip** y hacer clic en **Instalar Complemento**.

Para mostrar las herramientas del complemento en *QGIS*, después de la instalación, el usuario debe **habilitar su visualización** en el panel y en la barra de herramientas a través del menú **Ver > Paneles > SaniHUB RedBasica** y **Ver > Barra de Herramientas > SaniHUB RedBasica**, como se muestra en la [Figura 7](#) siguiente.

FIGURA 5

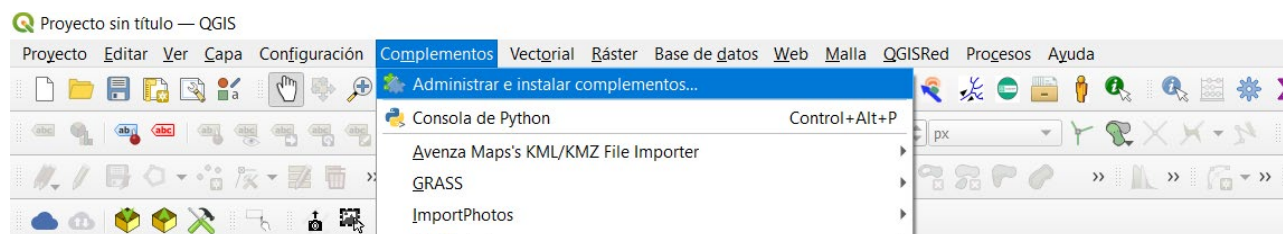


FIGURA 6

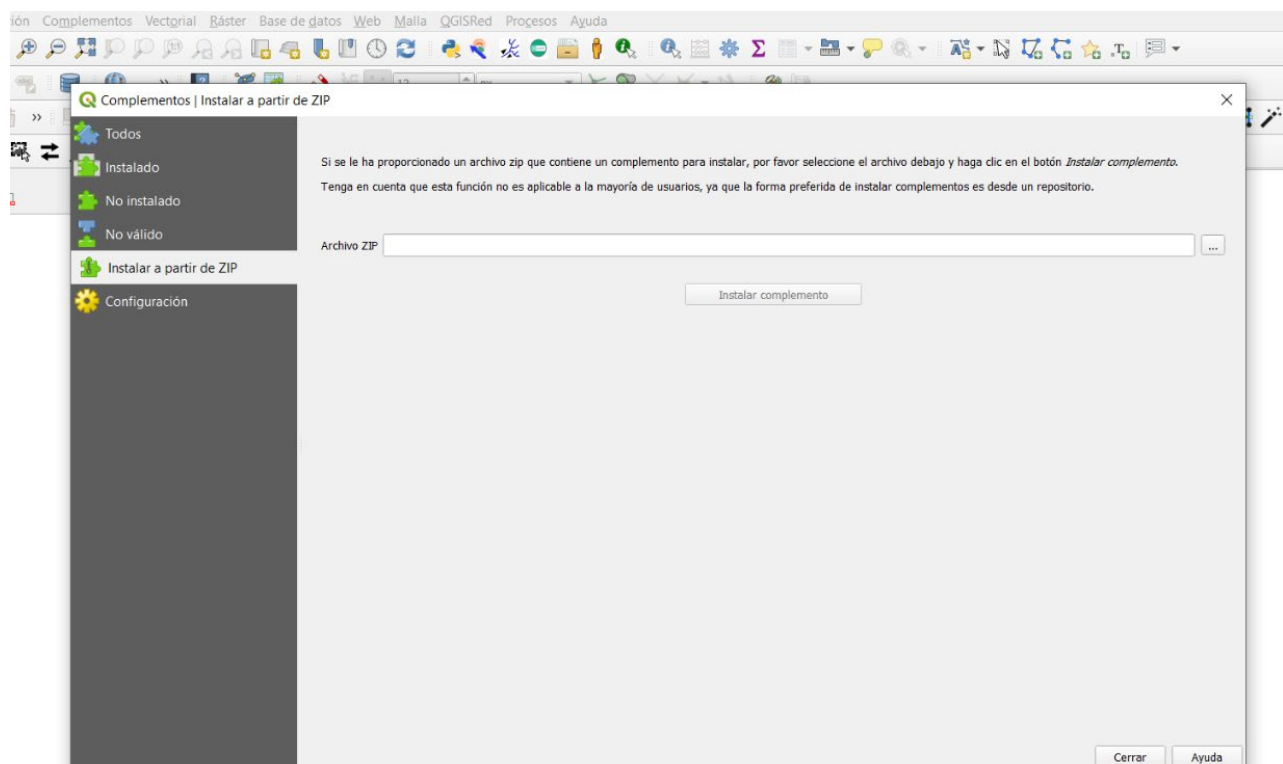
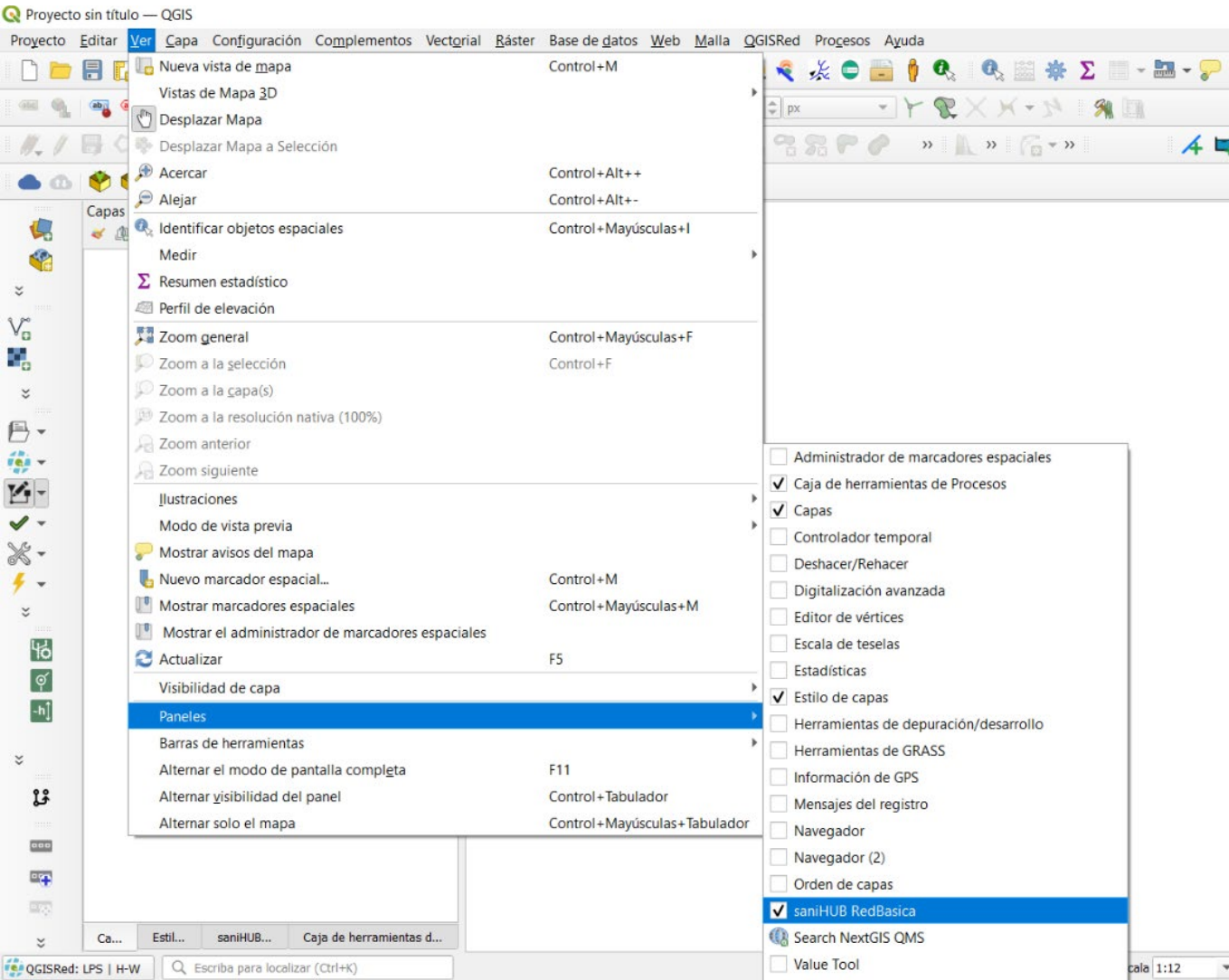
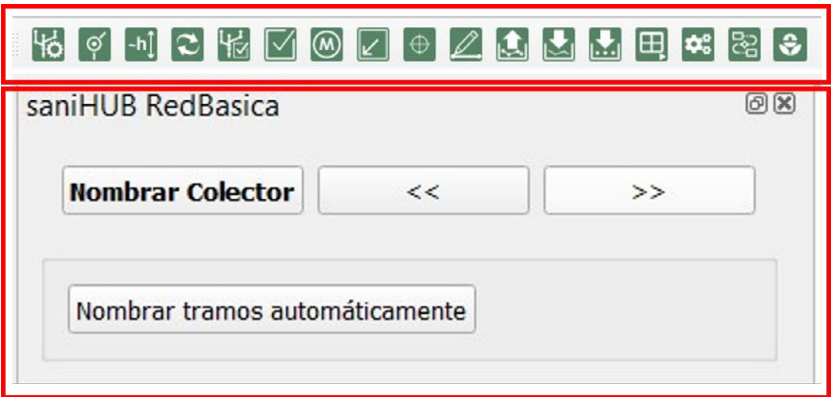


FIGURA 7



Una vez habilitadas, las siguientes herramientas se mostrarán en la Barra de Herramientas del software, así como el panel al lado derecho de la pantalla de QGIS.

FIGURA 8



Es importante destacar que, para **insertar o editar** tramos, unidades de contribución, puntos bajos de las manzanas y puntos de paso obligatorio de la red, el usuario debe utilizar las **herramientas de dibujo de QGIS**. No existe una herramienta específica del plugin para dibujar o editar entidades, lo cual hace que el **saniHUB RedBasica** sea intuitivo para los usuarios ya familiarizados con QGIS.

Cada botón mostrado anteriormente posee una función específica dentro del plugin, con el objetivo de automatizar, verificar la consistencia de la red y facilitar las etapas del trazado de la red básica.

Estas funciones se describen a continuación, en el mismo orden de los botones mostrados anteriormente:

-  Configuración de las capas vectoriales (para tramos, cámaras y/o pozos de inspección, unidades de contribución y capas auxiliares) preconfiguradas para la elaboración del proyecto. Las capas pueden ser nuevas (se crearán automáticamente) o ya existentes;
-  Creación de la capa de cámaras y/o pozos de inspección de la red e inserción automática en los vértices si la red ya ha sido dibujada;
-  Estimación de la profundidad de los colectores trazados;
-  Actualización de los atributos de las capas vectoriales de redes y cámaras y/o pozos de inspección;
-  Verificación de conexión entre los tramos de la red;
-  Verificación de errores en la red proyectada;
-  Creación de la capa de manzanas y unidades contribuyentes;
-  Creación de la capa de puntos bajos de las manzanas;
-  Creación de la capa de puntos de paso obligatorio de la red básica;

 Cambio del estilo de la red y de las cámaras y/o pozos de inspección, alternando entre estilo de dibujo y estilo para impresión (exhibiendo los resultados del dimensionamiento de los colectores;;

 Exportación de datos del trazado realizado, para posterior dimensionamiento y cálculo hidráulico en la hoja de cálculo del software;

 Importación de resultados del dimensionamiento y cálculo hidráulico de los tramos, realizados en la hoja de cálculo, de vuelta al QGIS;

 Importación de resultados del dimensionamiento y cálculo hidráulico de las cámaras y/o pozos de inspección, realizados en la hoja de cálculo, de vuelta al QGIS;

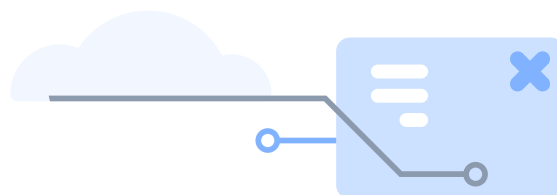
 Apertura de la aplicación de cálculos y dimensionamiento de las redes colectoras;

 Herramienta para la generación de perfil de la red dimensionada;

 Herramienta para la asignación de caudales a cada tramo a partir del área de influencia;

Además de los botones de la barra de menú, el panel del plugin posee algunas funcionalidades adicionales:

- ➡ Nombrar o renombrar colectores.
- ➡ Ventanas de visualización de atributos del tramo seleccionado.
- ➡ Vinculación entre las diferentes capas vectoriales y sus atributos.
- ➡ Listado de Unidades de Contribución, mostrando los tramos que reciben el caudal de aguas residuales de cada manzana.
- ➡ Listado de colectores y sus longitudes.



5. TUTORIAL - PROYECTO DE RED COLECTORA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL CON EL USO DEL SANIHUB REDBASICA



Las etapas básicas para la elaboración de un proyecto de red colectora de alcantarillado, o red básica como se denomina en la metodología de alcantarillado condominial, se abordan a continuación utilizando como herramienta auxiliar el complemento SaniHUB RedBasica y sus funciones para el trazado y, posteriormente, para el cálculo y dimensionamiento de la red de alcantarillado.

La primera etapa, como en cualquier proyecto, consiste en la investigación y recopilación de la información disponible y relevante para la ejecución del servicio. Son particularmente importantes para el desarrollo de los estudios de ingeniería los planos urbanísticos de la región del proyecto, con curvas de nivel marcadas, subdivisión de lotes en el caso de proyectos de colectores, además de los planos de los sistemas de alcantarillado existentes en la zona, los planes urbanos y los planes de saneamiento, entre otros.

Las informaciones básicas que deben recopilarse para el desarrollo de un proyecto de alcantarillado sanitario condominial comprenden normalmente, entre otros elementos:

- Planos topográficos y urbanísticos;
- Planes de saneamiento y planes urbanísticos existentes;
- Planos catastrales del sistema e alcantarillado existente;

- Planos catastrales de los sistemas de agua y drenaje;
- Patrones locales de consumo de agua y de producción de aguas residuales;
- Información demográfica;
- Patrones de uso y ocupación del suelo;
- Información hidrográfica y sobre el uso y la calidad del agua de los cuerpos receptores;
- Información geológica;
- Datos socioeconómicos locales y regionales.

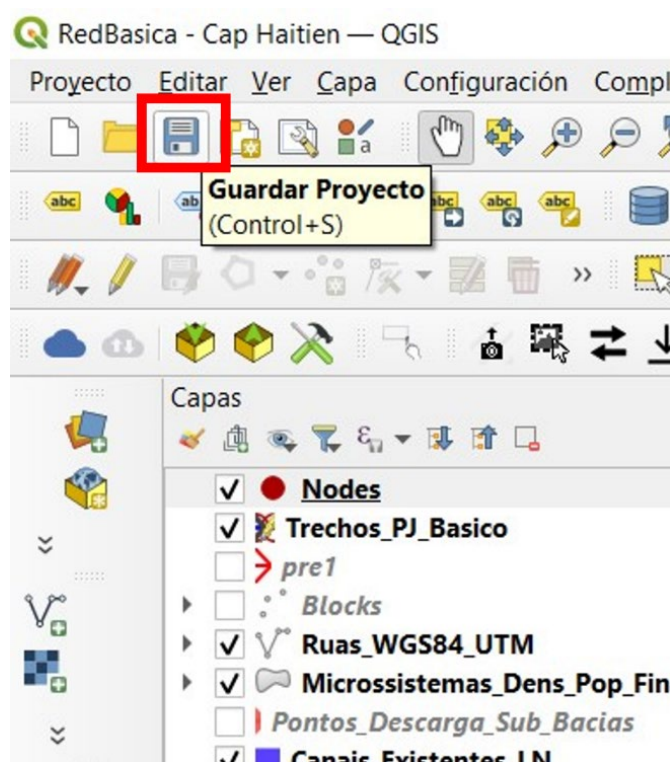
Las bases cartográfica y topográfica que deben cargarse en QGIS para la elaboración del proyecto están compuestas por capas vectoriales (Shapefiles, GeoPackage, etc.) y capas ráster (TIF, DEM, etc.), que delimitan calles, manzanas, subdivisión de lotes, tipos de ocupación, modelo digital del terreno, curvas de nivel, entre otras.

La calidad del proyecto depende directamente de la calidad de las capas base utilizadas. Por ejemplo, el complemento permite emplear una capa ráster del modelo digital del terreno para capturar automáticamente las cotas del terreno. La precisión de esas cotas depende directamente de la calidad del modelo digital utilizado.

5.1. Preparación del QGIS

Para comenzar a utilizar el módulo SaniHUB RedBásica en QGIS, es necesario crear un nuevo proyecto, cargar las capas base del área de interés y guardar el proyecto en un directorio del equipo mediante la opción **“Guardar Proyecto”**, como se muestra en la figura siguiente. Todas las capas vectoriales generadas por el complemento se guardarán en una carpeta llamada **“Layers”**, que se creará automáticamente en el **mismo directorio** donde se encuentre el archivo del proyecto de QGIS (.qgs o .qgz).

FIGURA 9



El QGIS permite al usuario definir un Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) tanto para el proyecto como para cada capa (vectorial o ráster). Es imprescindible que el usuario configure todas las capas y el proyecto con el mismo SRC, correspondiente al área del proyecto.

Para un uso correcto, debe adoptarse un sistema de coordenadas plano. El más recomendado es el sistema **“WGS84 – UTM + zona (huso)”** del lugar donde se proyecta la red colectora. En el caso de que la red atravesase la frontera entre dos o más husos, el usuario puede adoptar cualquiera de ellos,

ya que QGIS reconoce automáticamente las coordenadas de los demás.

El SRC de las capas creadas por el SaniHUB RedBásica será el mismo adoptado en el proyecto guardado; por tanto, es importante definir un **sistema de coordenadas planas antes de insertar las capas del complemento**.

Para elegir el SRC del proyecto, el usuario debe hacer clic en el botón situado en la esquina inferior derecha de QGIS (EPSG: XXXXX) y seleccionar el sistema de coordenadas correspondiente al área de interés.

FIGURA 10



Todas las capas deben estar georreferenciadas y compartir el mismo SRC definido en el proyecto. Para verificar el SRC de una capa vectorial, se debe **acceder a sus Propiedades, haciendo clic derecho sobre la capa y seleccionando Propiedades**, como se muestra en la [Figura 11](#).

En la ventana de propiedades, el usuario puede visualizar el SRC actual y modificarlo a través del menú correspondiente.

FIGURA 11

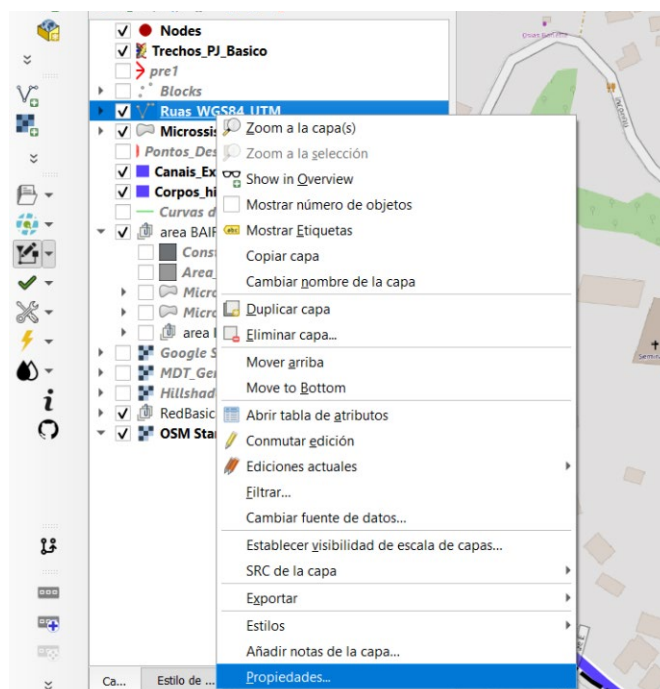
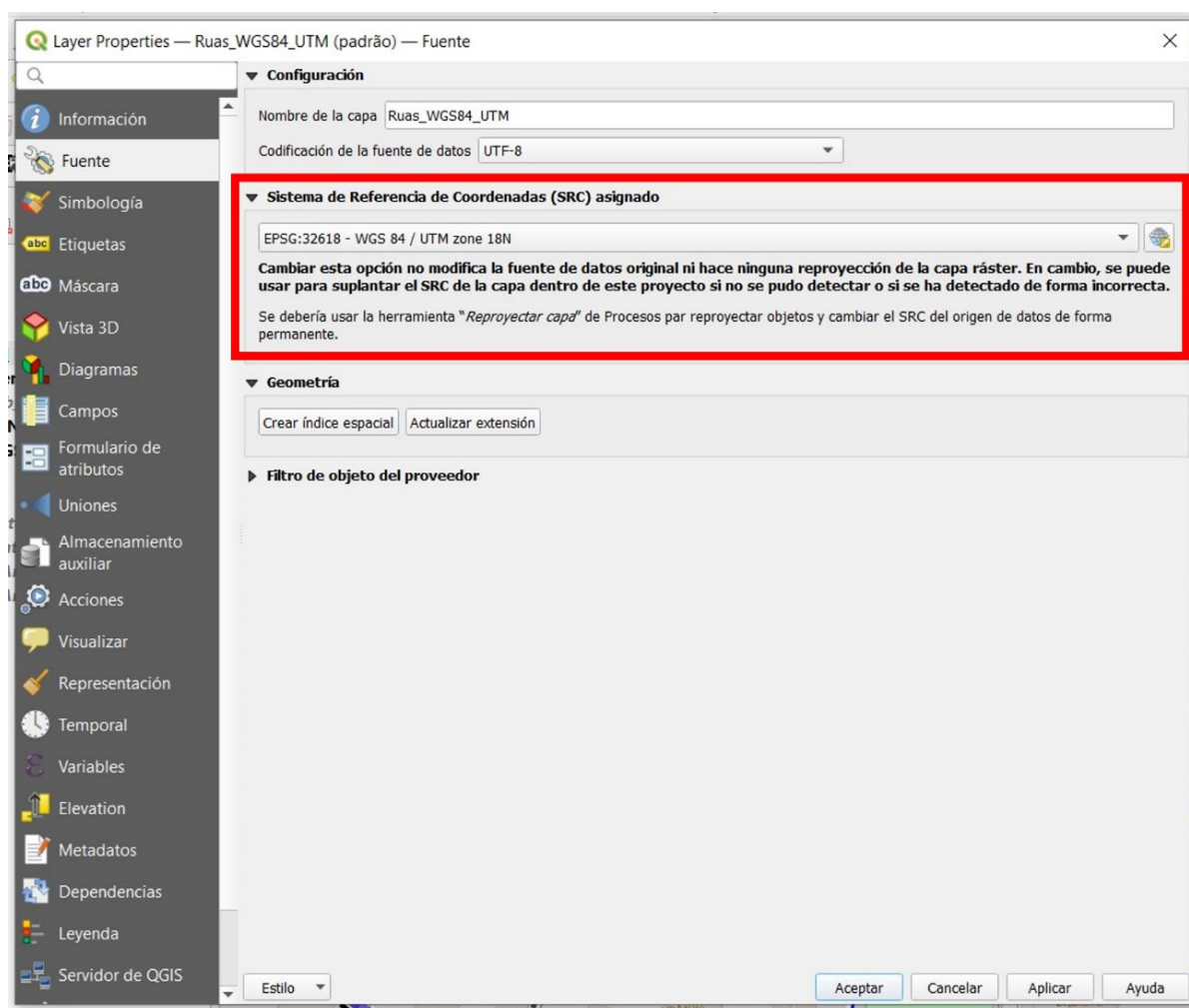


FIGURA 12

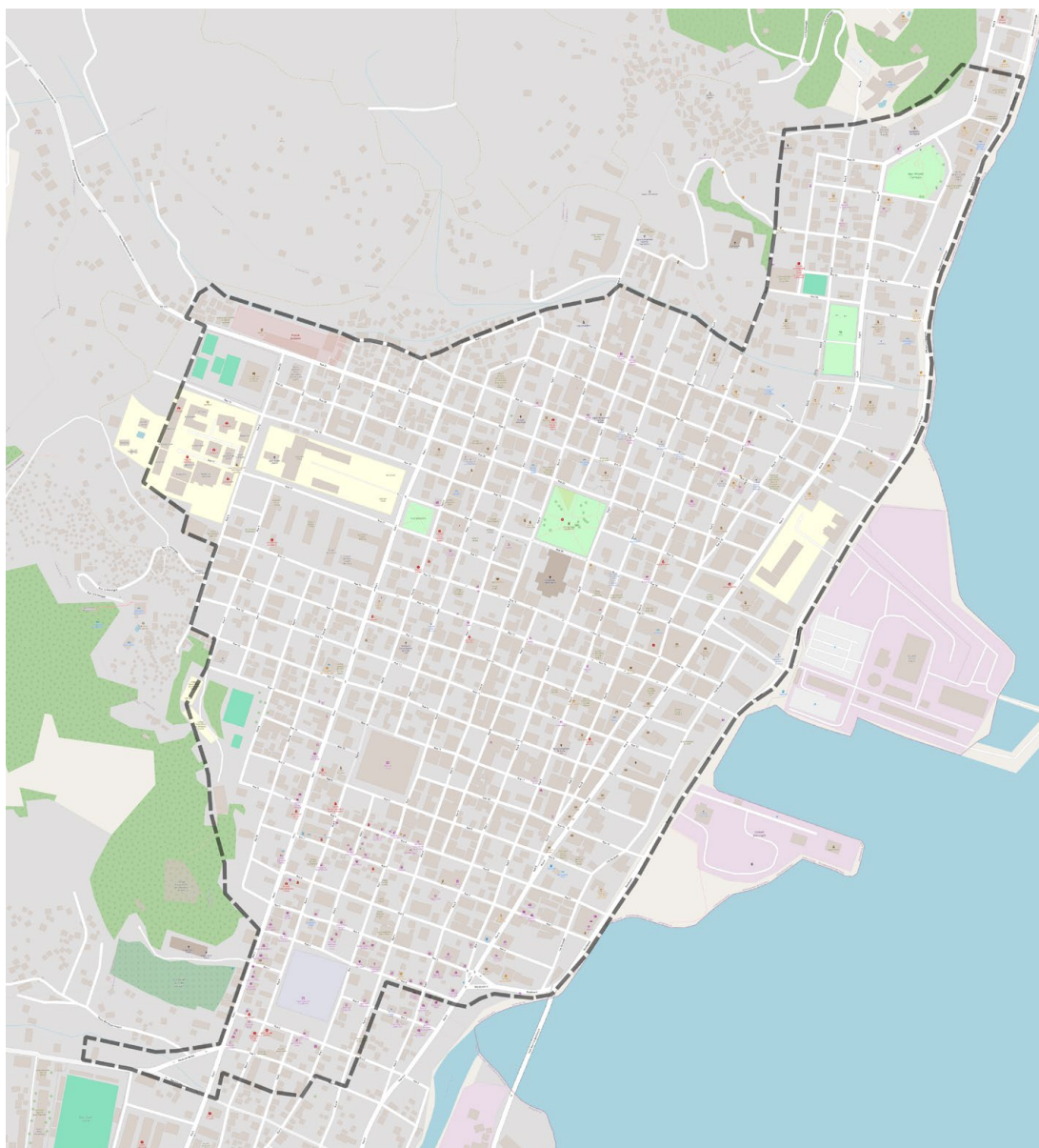


5.2. Delimitación del Área de Proyecto y Microsistemas de Alcantarillado

Primero es necesario delimitar el área del proyecto en el plano disponible, tomando en cuenta los mapas y la información mencionados anteriormente. La figura siguiente muestra la delimitación de un área de proyecto con la información urbanística y las líneas que representan las curvas de nivel cada metro.

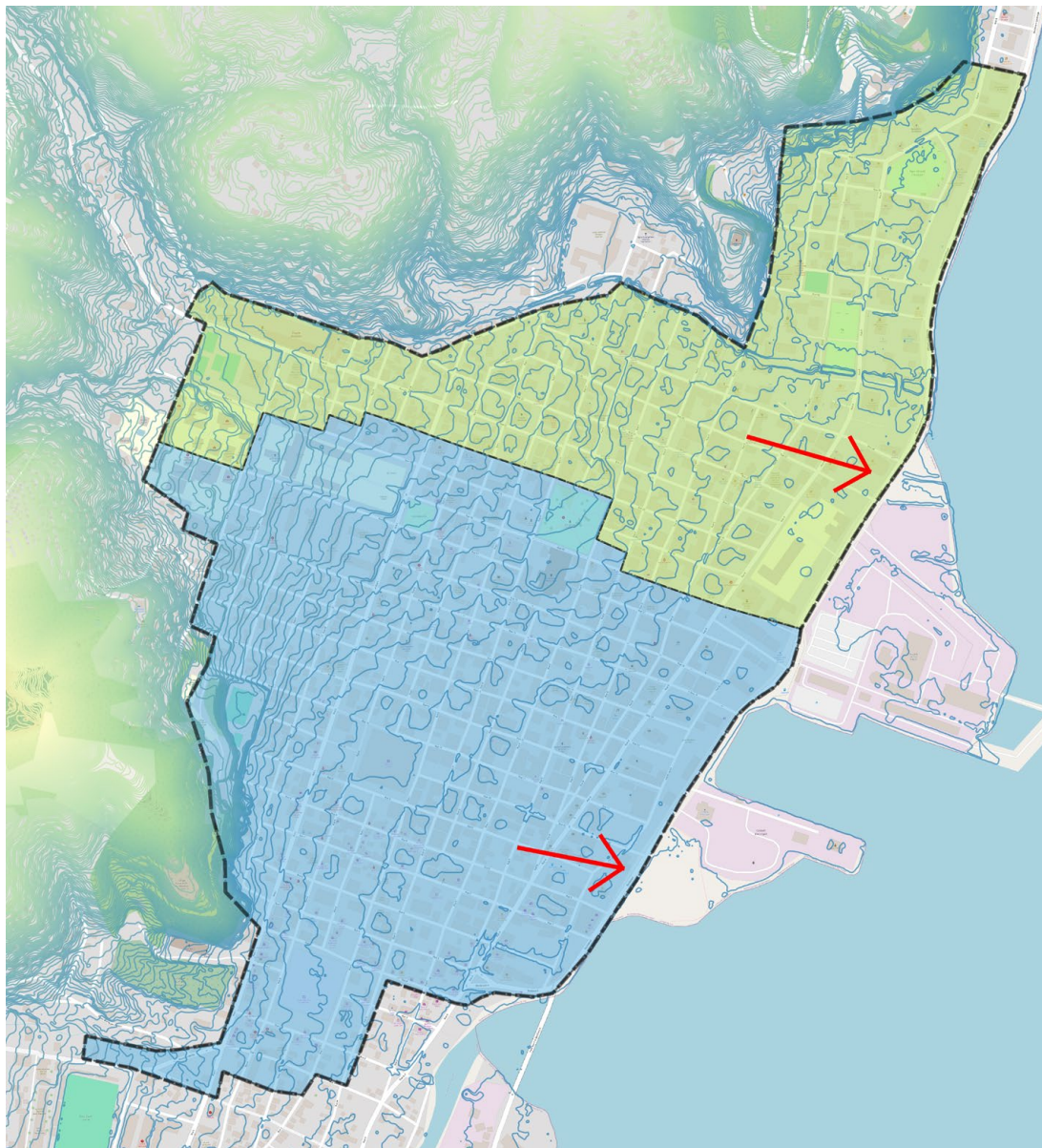
Utilizando la información urbanística y topográfica (curvas de nivel, modelo digital del terreno, cuerpos hídricos, canales de drenaje), el área de estudio debe ser delimitada y subdividida en microsistemas, donde generalmente el punto aguas abajo de cada microsistema deberá contener una macroestructura del sistema concebido, como: plantas de tratamiento de aguas residuales, estructuras de transporte (estaciones de bombeo, colectores de gran diámetro, etc.).

FIGURA 13



La figura siguiente muestra la misma área de proyecto mostrada anteriormente, subdividida en dos microsistemas de alcantarillado distintos, con la indicación del punto aguas abajo de cada uno.

FIGURA 14



5.3. Proyecto de la red básica de alcantarillado – QGIS

5.3.1. Configuración de las Capas de Tramos y Dispositivos de Inspección

La configuración de las capas vectoriales que se utilizan para representar los tramos y los dispositivos de inspección (Cajas de Inspección – CI o Registros de Inspección – RI) se realiza utilizando el botón . Al hacer clic en él, se muestra una nueva ventana de configuraciones en la cual el usuario tiene la opción de seleccionar una capa vectorial ya existente para que sea la capa de tramos, o bien crear una nueva capa.

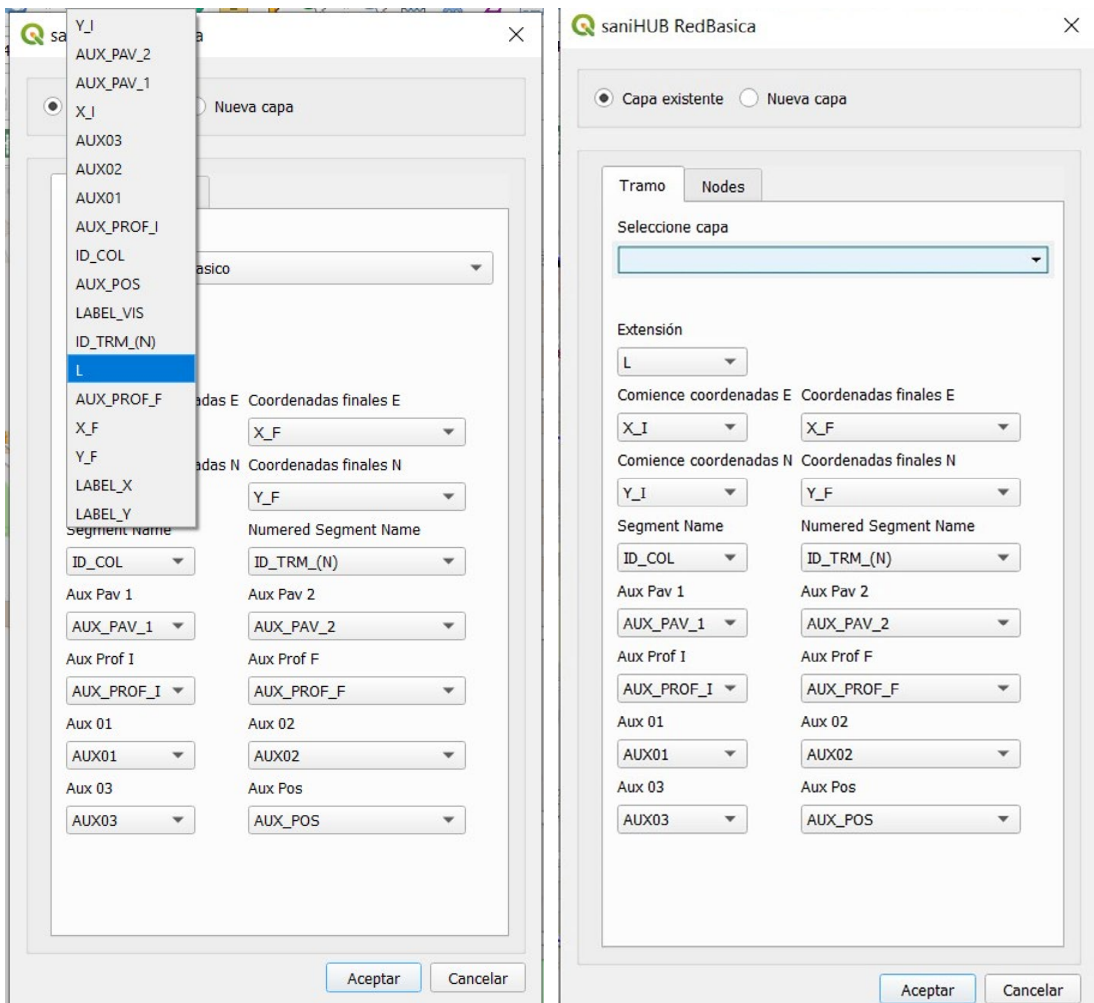
Para utilizar una capa ya existente, se debe seleccionar la primera opción: **Capa existente**. Luego, se elige cuál capa vectorial del proyecto se desea

utilizar y, en la pestaña **Tramo**, el usuario indica la función de cada uno de los atributos de su capa (por ejemplo, cuál atributo será el de longitud de la red, coordenadas, auxiliares, etc.). En caso de que la capa no posea atributos o el usuario desee crear nuevos atributos para dichas funciones, SaniHUB RedBasica sugerirá los nombres predeterminados, conforme se muestra en la figura a continuación.

Para crear una nueva capa vectorial para los tramos, el usuario debe seleccionar la opción **Nueva Capa** y elegir el nombre que desea asignar a la capa que será creada.

Después de la configuración, se debe hacer clic en el botón OK en la esquina inferior derecha de la ventana, y la capa vectorial de los tramos será configurada o creada, según la elección del usuario.

FIGURA 15



Cuando el usuario opte por utilizar una capa vectorial ya existente para representar los tramos, es necesario que actualice el valor de los atributos (coordenadas y longitud de los tramos) utilizando el botón .

Una vez creada la capa de tramos, el usuario puede, a través del mismo botón  abrir la **pestaña Nodos** y elegir el nombre de la capa y de los atributos que serán utilizados por la capa de los nodos, que representan los dispositivos de inspección.

5.3.2. Identificación de las Manzanas y Conteo de Unidades de Contribución

Unidades de Contribución – QE

El caudal de aguas residuales correspondiente a **una unidad estándar de contribución equivale al caudal generado por un lote tipo**, considerando el número de habitantes por familia (lote), el caudal per cápita, los coeficientes del día (k_1) y de la hora (k_2) de mayor demanda, y el coeficiente de retorno (C), de acuerdo con la información y los estudios disponibles del área del proyecto.

Una característica del sistema condominial de alcantarillado sanitario es adoptar el caudal de cada manzana (condominio) que contribuye al dispositivo de inspección —caja de inspección o registro de inspección— ubicado próximo al punto de mejor condición topográfica de la misma, es decir, cercano al punto más bajo de cada manzana.

En la práctica, esto se realiza mediante la identificación de las manzanas y el conteo del número de lotes equivalentes de cada una (inicio y fin de plan), para que posteriormente el proyectista pueda indicar cuál manzana aporta su caudal de aguas residuales a cuál tramo de la red básica.

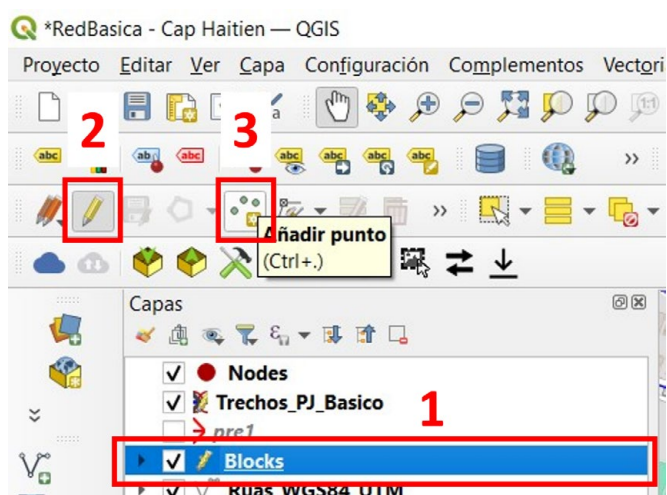
Además de los caudales concentrados provenientes de las manzanas, es común que en un área de proyecto existan caudales concentrados de otras naturalezas, tales como: edificios públicos, hospitales, escuelas, reversión de subcuencas, entre otros. En estos casos, es posible que el proyectista tenga una visión más tangible de los caudales concentrados utilizados en el proyecto al trabajar directamente con el valor en litros por segundo.

Para facilitar la identificación de las manzanas y el conteo de unidades de contribución (número de lotes) de cada una, se utiliza la capa vectorial **blocks**, la cual se crea en QGIS mediante el botón .

Cabe recordar que el número de lotes de cada manzana será posteriormente convertido en un caudal concentrado, conforme se explicó anteriormente. La conversión se realizará a partir de los parámetros de cálculo que serán informados por el usuario en la planilla de dimensionamiento del plugin. Esta etapa se explicará con más detalle posteriormente.

Para insertar la identificación y el número de unidades contribuyentes de una nueva manzana, el usuario debe utilizar la herramienta de agregar entidades del QGIS:

FIGURA 16



- 1 Seleccionar la capa **Blocks**
- 2 Habilitar el modo de edición para la capa
- 3 Hacer clic en el botón **Agregar Punto**

Al hacer clic con el botón izquierdo del mouse sobre el mapa, se mostrará la ventana para completar los atributos de la entidad. El primer atributo (ID_QE) representa la identificación de la unidad de contribución. El segundo atributo (QE_FP) indica el número de unidades de contribución para fin de plan. El tercer atributo (QE_IP) indica el número de unidades de contribución para inicio de plan. El cuarto atributo (QConcF) representa un caudal concentrado en litros por segundo para fin de plan. El quinto atributo (QConcI) representa un caudal concentrado en litros por segundo para inicio de plan.

Si el usuario completa toda la información (identificación, número de unidades de contribución para inicio y fin de plan o caudales concentrados para inicio y fin de plan), el color del círculo alrededor del

nombre de identificación será verde oscuro, igual al M01 de la figura anterior. Si el usuario omite el número de unidades de contribución de inicio o fin de plan, el color será verde claro, igual al M02. Y si el usuario no proporciona ni el número de unidades de contribución de inicio ni de fin de plan, el color será rosado, igual al M03.

También es posible utilizar la capa **Blocks** para el registro de caudales concentrados en la red básica (reversiones de otros microsistemas hacia un punto de la red, edificios públicos como escuelas u hospitales, áreas de expansión futura, etc.). Para ello, basta con informar el valor del caudal medio (ya que los coeficientes de pico se aplicarán posteriormente durante la etapa de dimensionamiento) en litros por segundo para inicio y fin de plan.

FIGURA 17

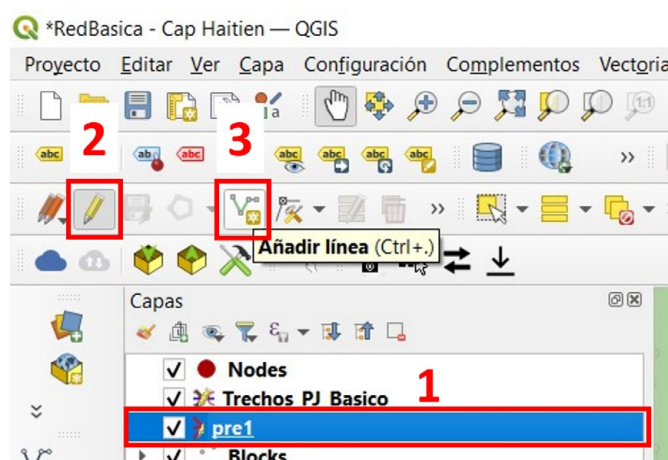


5.3.3. Puntos bajos de las manzanas

En la concepción del sistema condominial, la Red Básica únicamente tangencia cada condominio, recorriendo los puntos más bajos de cada manzana en busca de la mejor condición topográfica para la conexión de los ramales condominiales. Estos puntos bajos, que corresponden a los puntos de escurrimiento natural de las aguas de cada manzana, pueden determinarse fácilmente con ayuda de planos con curvas de nivel y verificarse posteriormente en campo. El botón  se utiliza para crear la capa vectorial **pre1**, que representa el punto más bajo de la manzana (según la pendiente natural del terreno).

Para insertar la flecha, el usuario debe emplear la herramienta de inserción de entidades del QGIS:

FIGURA 18

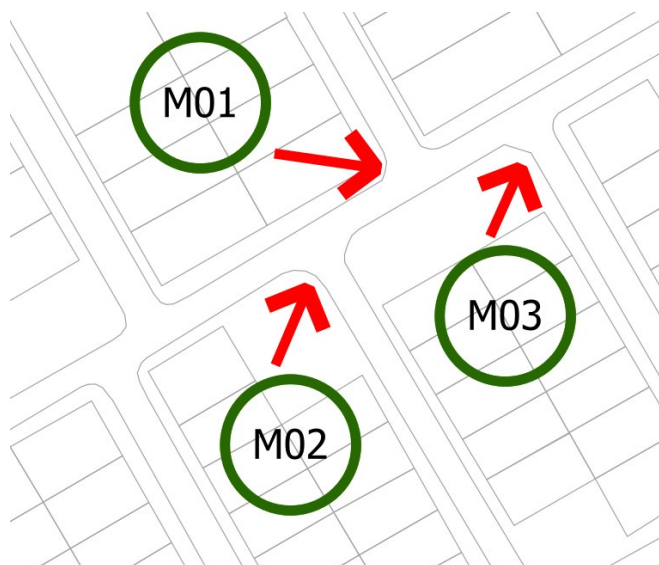


- 1 Seleccionar la capa **pre1**
- 2 Habilitar el modo de edición para la capa
- 3 Hacer clic en el botón **Agregar línea**

Con el primer clic del botón izquierdo del ratón se indica dónde quedará la base de la flecha; un segundo clic con el mismo botón indica la punta de la flecha; y finalmente, un clic con el botón derecho del ratón inserta la flecha en el lugar indicado.

La siguiente imagen muestra los puntos donde deberán existir dispositivos de inspección para que los caudales de las manzanas M01, M02 y M03 sean descargados en la red, procurando que las profundidades de los colectores que los reciben sean las menores posibles.

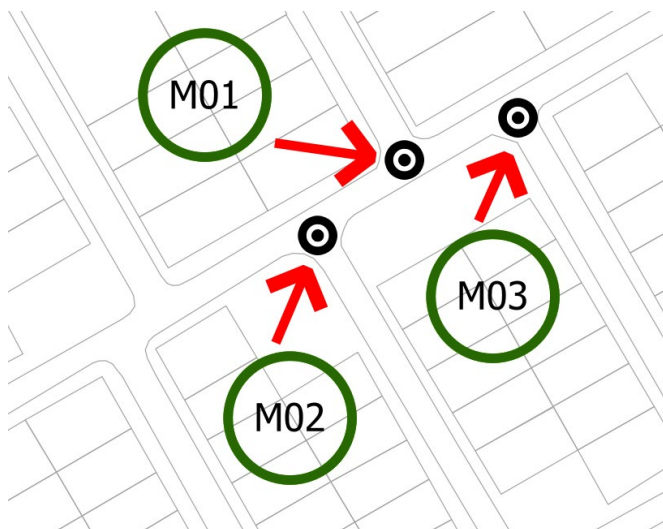
FIGURA 19



5.3.4. Puntos de paso obligatorio de la Red Básica

Con una función de apoyo similar al ítem anterior, también existe una capa vectorial que indica los puntos donde obligatoriamente deben existir redes básicas de alcantarillado sanitario. Esta etapa es opcional, ya que las flechas de los puntos bajos ya identifican por dónde debe pasar la red. Para insertar esta capa se utiliza el botón correspondiente , y para marcar los puntos se emplea la herramienta de inserción de entidades del QGIS, repitiendo los pasos descritos para las dos herramientas anteriores. La [Figura 20](#) muestra los puntos donde deben ubicarse los dispositivos de inspección de la red básica en esa calle.

FIGURA 20

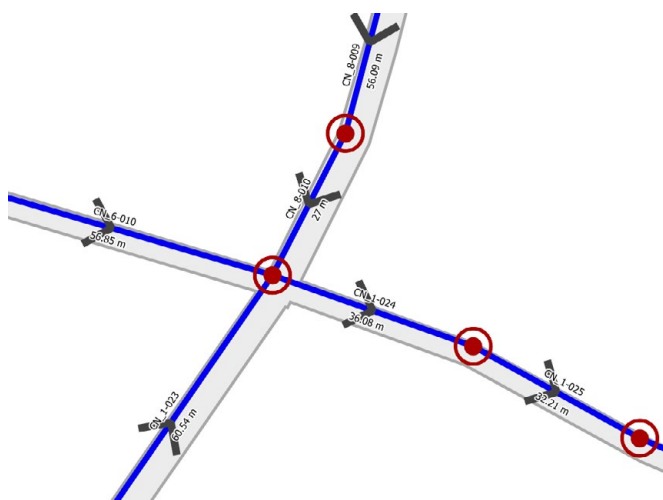


5.3.5. Trazado de la Red Básica

Para que los módulos del complemento, tanto de trazado como de cálculo, funcionen de la manera esperada, deben seguirse algunas reglas durante el trazado de las redes básicas:

- » La numeración de los tramos de un mismo colector debe ser siempre ascendente, considerando el tramo más aguas arriba como inicial y finalizando en el tramo más aguas abajo.
- » Cada tramo puede recibir en su punto aguas arriba un máximo de tres colectores: un tramo del propio colector y hasta otros dos colectores que descarguen en él, como se muestra en el tramo CN_1-024 a continuación.

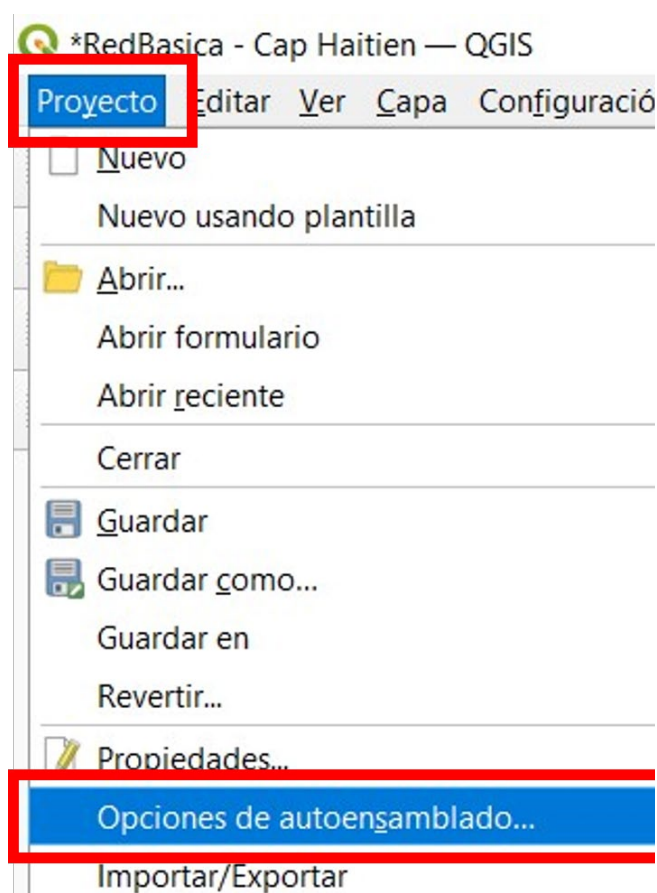
FIGURA 21



Debe utilizarse la **herramienta de ajuste** (snapping) del QGIS como apoyo durante el trazado de las redes, para garantizar que todos los colectores estén correctamente conectados.

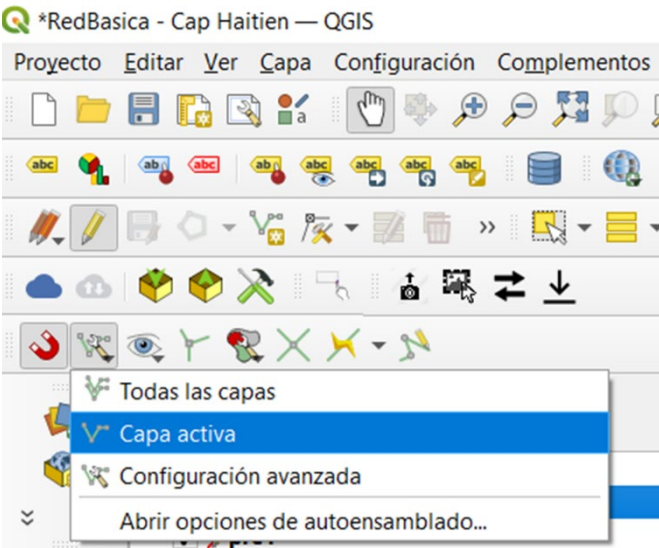
Para ello, el usuario debe acceder al menú **Proyecto > Opciones de ajuste** y configurar la tolerancia de ajuste para la capa correspondiente.

FIGURA 22



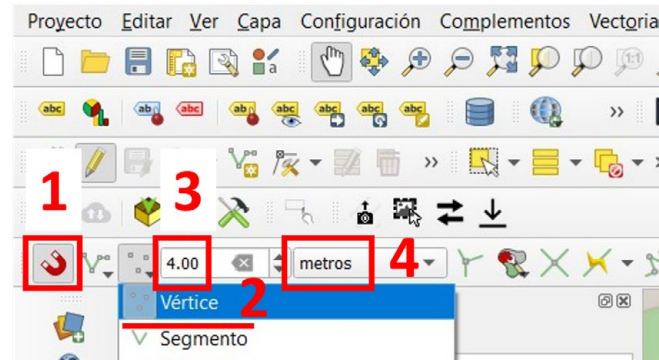
Se recomienda aplicar el ajuste únicamente a la **Capa Activa**, en la capa de los Tramos.

FIGURA 23



Para configurar la herramienta de ajuste, el usuario debe:

FIGURA 24



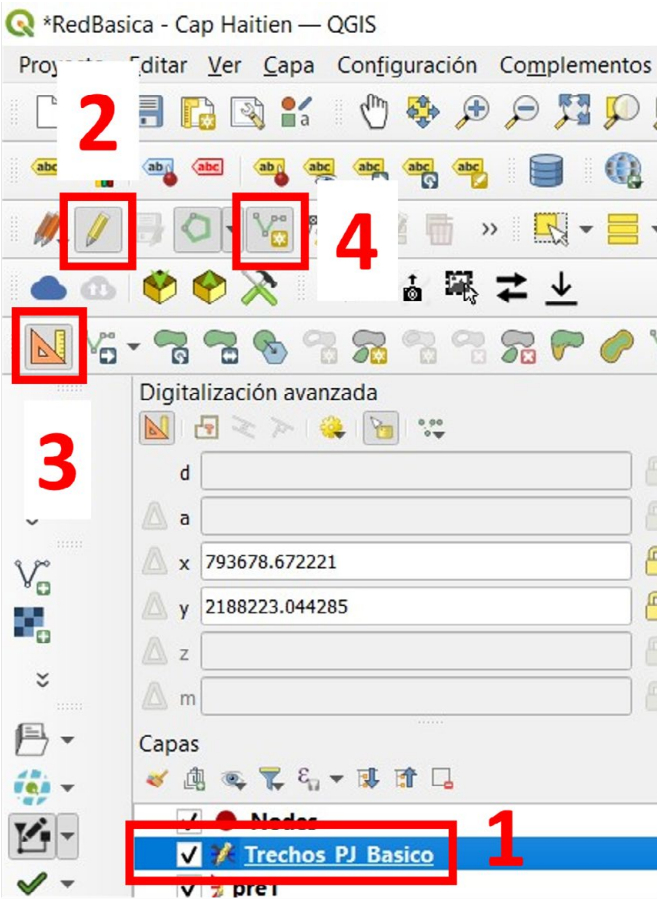
- 1 Habilitar el ajuste
- 2 Seleccionar la opción de ajuste solo para vértices
- 3 Se recomienda utilizar una tolerancia de 4.00
- 4 Seleccionar metros como unidad de tolerancia (un nuevo vértice a menos de 4 metros de uno existente se conectará automáticamente)

Después de activar y configurar el ajuste para la capa de tramos, el usuario puede iniciar el trazado de la Red Básica.

Para insertar nuevos tramos se utiliza la herramienta de agregar entidades del QGIS (como se mostró anteriormente). Basta con que el usuario seleccione la **capa vectorial de los tramos**, **active el modo de edición** y haga clic en el botón **Agregar nuevas entidades**.

La herramienta de digitalización avanzada del QGIS puede utilizarse como apoyo durante el trazado, mostrando la longitud de los tramos que están siendo insertados. Para habilitarla, el usuario debe acceder al menú **Ver > Paneles > Panel de Digitalización Avanzada**, luego activar el modo de edición de la capa de tramos y hacer clic en el botón **Activar herramientas avanzadas de digitalización**, como se indica en la figura siguiente:

FIGURA 25



- 1 Seleccionar la capa de tramos
- 2 Habilitar el modo de edición para la capa de tramos
- 3 Hacer clic en el botón **Activar herramientas avanzadas de digitalización** y utilizar el ratón para seleccionar uno o más tramos de la red
- 4 Hacer clic en el botón **Agregar línea**

Se utiliza el **botón izquierdo del ratón** para indicar dónde se ubicarán los vértices de los tramos, que coincidirán con los dispositivos de inspección (CIs y PVs). Para finalizar el trazado de un colector, basta hacer clic con el **botón derecho del ratón**.

El trazado se realiza siempre en el sentido desde aguas arriba hacia aguas abajo del colector, siguiendo las líneas de escurrimiento natural del terreno (puntos bajos de las manzanas) identificadas previamente, y se recomienda una longitud máxima entre 80 y 100 m, de acuerdo con las especificaciones locales.

Si el colector trazado tiene más de un tramo, se mostrará una ventana para la **asignación del nombre del colector y la numeración de sus tramos**.

FIGURA 26

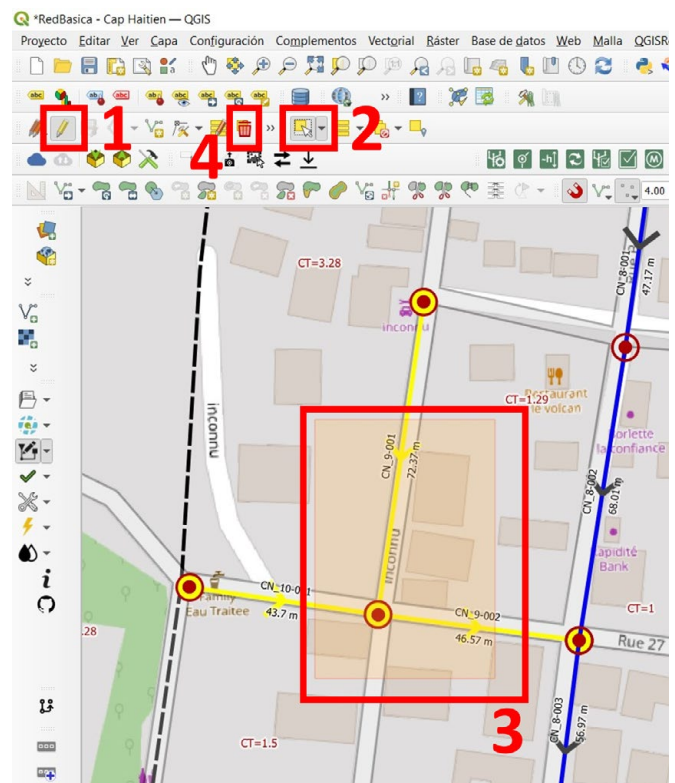
The dialog box titled 'saniHUB RedBasica' contains the following fields and buttons:

- Nombre del tramo:** A text input field containing 'C01'.
- Conteo inicial:** A text input field containing '1'.
- Buttons:** 'Aceptar' (Accept) and 'Cancelar' (Cancel).

Los colectores **con un solo tramo** deben ser **nombrados manualmente**, utilizando la **herramienta de nomenclatura o renombramiento de colectores**, como se explicará posteriormente (ítem 6.3.7).

El usuario puede eliminar tramos de la red siguiendo estos pasos:

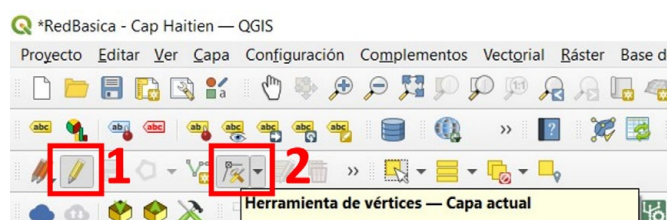
FIGURA 27



- 1 Habilitar el modo de edición para la capa de tramos
- 2 Seleccionar la herramienta de **selección de entidades**
- 3 Utilizar el ratón para seleccionar uno o más tramos de la red
- 4 Hacer clic en el botón **Eliminar entidades seleccionadas**

En cualquier momento, el usuario puede borrar tramos dibujados, insertar nuevos tramos o incluso editar los vértices de tramos existentes:

FIGURA 28

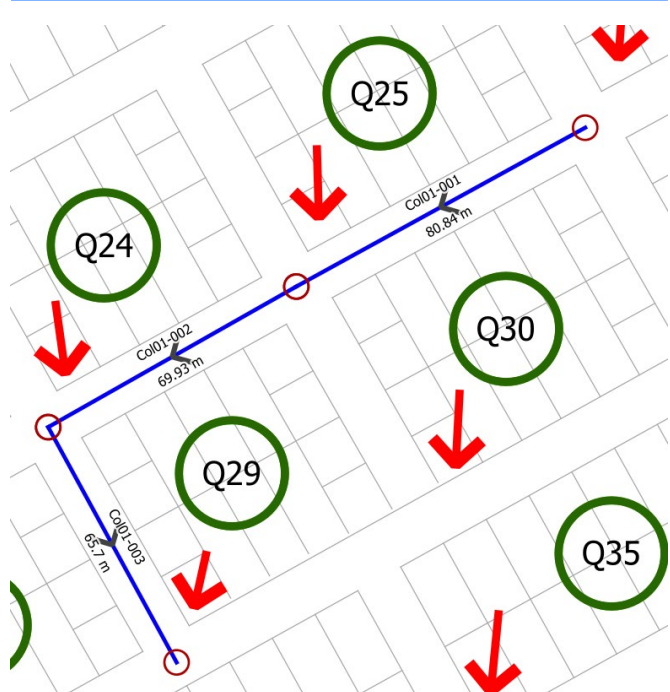


- 1 Habilitar el modo de edición para la capa de tramos
- 2 Seleccionar la **herramienta de vértices**
- 3 Hacer clic con el botón izquierdo del ratón en el vértice de interés y luego hacer clic nuevamente donde se ubicará la nueva posición del vértice seleccionado

Es importante no utilizar la herramienta de edición de vértices para eliminar uno o más vértices de un tramo (cada tramo está compuesto por dos vértices, y su eliminación puede generar inconsistencias topológicas). Siempre que el usuario desee eliminar un tramo, debe usar la herramienta de selección de entidades y eliminar las entidades seleccionadas. Después de realizar ediciones en el trazado, el usuario debe utilizar la herramienta de verificación de conexión entre colectores (ítem  6.3.6).

Después de indicar el nombre del colector, el número inicial de los tramos y hacer clic en OK, los tramos serán insertados según se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 29



Si los tramos insertados no muestran la leyenda con el **nombre y la longitud** del tramo, como en la [imagen anterior](#), el usuario debe utilizar el botón  que alterna el estilo de la capa de tramos y nodos entre el modo de dibujo y el modo de impresión, haciendo clic en él  **dos veces** para **volver al modo de dibujo**. Esto también puede ocurrir cuando el usuario abre el QGIS y carga un proyecto previamente realizado con el SaniHUB RedBasica; bastará repetir el procedimiento descrito para que las leyendas se visualicen normalmente.

La ubicación preferencial de la red debe ser en áreas protegidas del tráfico vehicular, preferiblemente bajo aceras o áreas verdes, lo que contribuye a reducir los recubrimientos necesarios para la protección de la tubería. Deben evitarse, en la medida de lo posible, vías pavimentadas y zonas con excavaciones y reposiciones costosas.

Después de realizar las ediciones en los tramos, se recomienda guardar la capa vectorial y verificar la conexión entre los colectores, de modo que los vértices comunes de los tramos tengan coordenadas X e Y coincidentes.

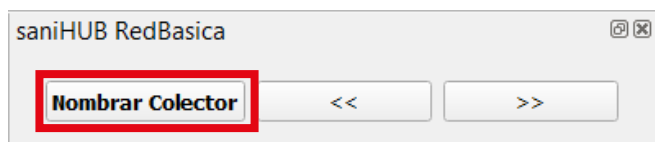
5.3.6. Verificación de la conexión entre colectores

Para verificar si los tramos están conectados correctamente se utiliza el botón correspondiente , el cual seleccionará todos los tramos que no estén conectados a ningún colector en su punto aguas abajo. De esta manera, para confirmar la consistencia de la red trazada, solo el (los) tramo(s) final(es) deben quedar seleccionados. **Si se selecciona algún otro tramo, significa que su punto aguas abajo no coincide con el punto aguas arriba del tramo con el cual debería estar conectado.**

5.3.7. Nomenclatura/Renombramiento de colectores

En caso de que se inserte un colector con un solo tramo o el usuario desee editar el nombre asignado a un colector, deberá seleccionar la capa de tramos y hacer clic en el botón correspondiente, ubicado en el panel del SaniHUB RedBasica (**para habilitar el panel: menú Ver > Paneles > SaniHUB RedBasica y Ver > Barra de herramientas > SaniHUB RedBasica**).

FIGURA 30



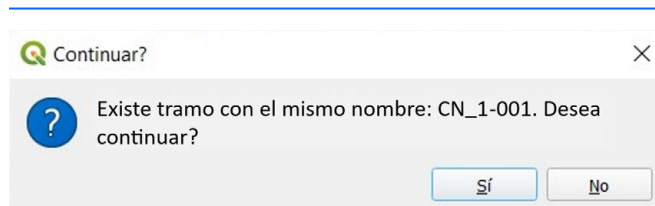
Para nombrar un colector de un solo tramo o renombrar un colector existente, el usuario debe seleccionar la capa vectorial de los tramos y utilizar el botón **Nombrar colector** ubicado en la ventana del SaniHUB, junto con la herramienta  del QGIS, siguiendo estos pasos:

- 1 Seleccionar el **primer** tramo del colector que se desea nombrar.
- 2 Seleccionar el **último** tramo del colector que se desea nombrar

Si los tramos seleccionados están correctamente conectados, aparecerá una ventana para que el usuario introduzca el nombre y el número del tramo inicial de ese colector (como se muestra en la [Figura 26](#)). **En caso de que el colector tenga solo un tramo, el usuario deberá seleccionar el mismo tramo dos veces.**

Es importante saber que dos colectores no pueden tener el mismo nombre. Si el nombre elegido ya existe, se mostrará una ventana de advertencia. Si el usuario hace clic en SÍ, el nombre seleccionado será adoptado, pero es fundamental asegurarse de que no queden tramos con nombres duplicados en el trazado.

FIGURA 31



5.3.8. Insertar/Actualizar Nodos – Dispositivos de Inspección

Los dispositivos de inspección de la Red Básica, al igual que los del Ramal Condominial, tienen como función principal permitir el acceso a los colectores para realizar labores de mantenimiento. Deben instalarse para subdividir tramos demasiado largos, en los puntos de inflexión de los colectores y en las uniones de más de dos tramos de colector, incluyendo los puntos de conexión del Ramal Condominial a la Red Básica.

Los tipos más comunes de dispositivos de inspección y limpieza son las cajas de inspección (CI) y los registros de inspección (RI). Otros tipos se emplean con menor frecuencia, como los tubos de inspección y limpieza (TIL) y el terminal de limpieza (TL) utilizado en los tramos iniciales de la red.

Caja de Inspección – CI

Las cajas de inspección son dispositivos simplificados de inspección y mantenimiento adoptados en el sistema condominial, generalmente construidos en concreto o albañilería, utilizados tanto en los ramales condominiales como en la red básica, en puntos con profundidades pequeñas, de hasta aproximadamente 1,20 m.

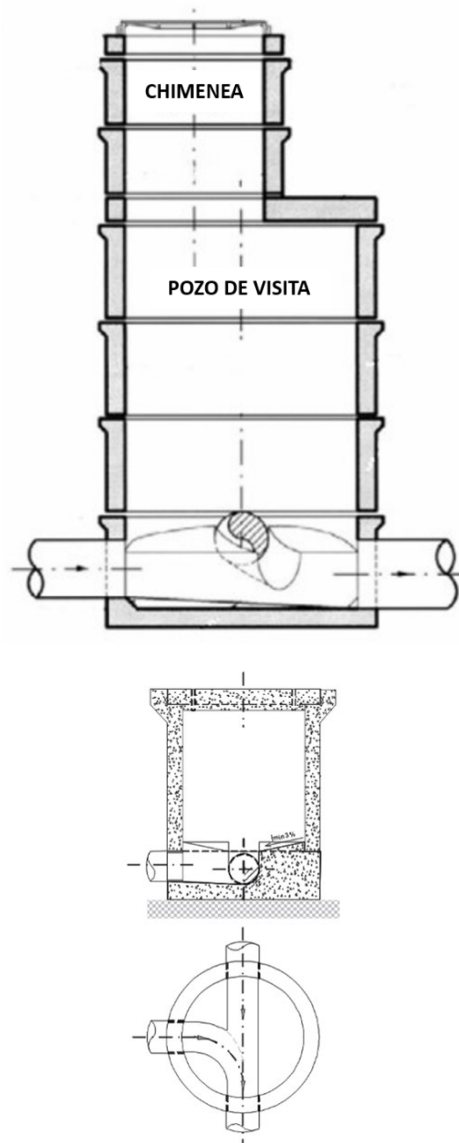
En redes básicas con diámetros de hasta 200 mm se emplean comúnmente cajas de inspección de sección de 0,60 m, que permiten un acceso razonable para que un operador realice labores de mantenimiento hasta esa profundidad.

Registro de Inspección – RI

Los registros de inspección son dispositivos de uso casi universal en las redes de alcantarillado convencionales. En el sistema condominial se utilizan en la red básica siempre que las profundidades y diámetros de los colectores superen lo que puede manejarse con las cajas de inspección.

La siguiente imagen muestra un esquema de dos dispositivos típicos de inspección: una caja de inspección a la izquierda y un registro de inspección a la derecha.

FIGURA 32



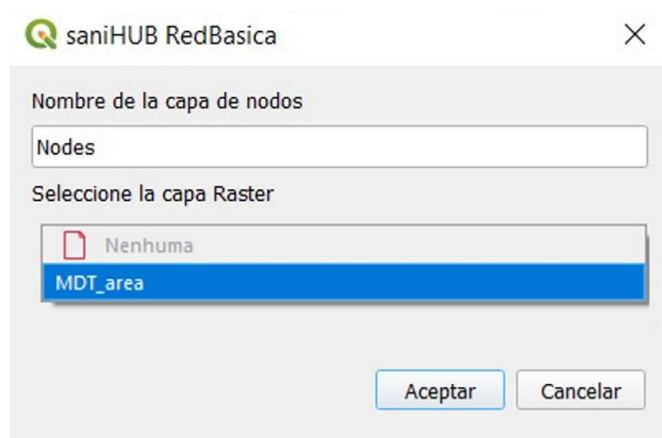
La distancia entre dispositivos consecutivos en la red básica no debe exceder la longitud permitida por las técnicas de mantenimiento que se emplearán en la operación del sistema. En la práctica, suele adoptarse una distancia máxima del orden de 80 m a 100 m.

Para que el complemento SaniHUB RedBasica funcione correctamente, debe existir un conjunto de líneas que representen los tramos de una red básica y un conjunto de nodos (ubicados en los extremos de las líneas) que representen los dispositivos de inspección.

Para insertar o actualizar los nodos (dispositivos de inspección) en el plugin, después del trazado y verificación de la red básica, el usuario debe hacer clic en el botón correspondiente .

Se abrirá una ventana donde el usuario podrá elegir el nombre de la capa que será insertada. Este nombre debe coincidir con el de la capa configurada en la pestaña “**Nodes**” dentro de la opción “Configuración de las capas de tramos y nodos” . En la misma ventana es posible seleccionar **una capa ráster que contenga datos topográficos del terreno** (Modelo Digital del Terreno – MDT) para que las cotas se capturen automáticamente, conforme se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 33

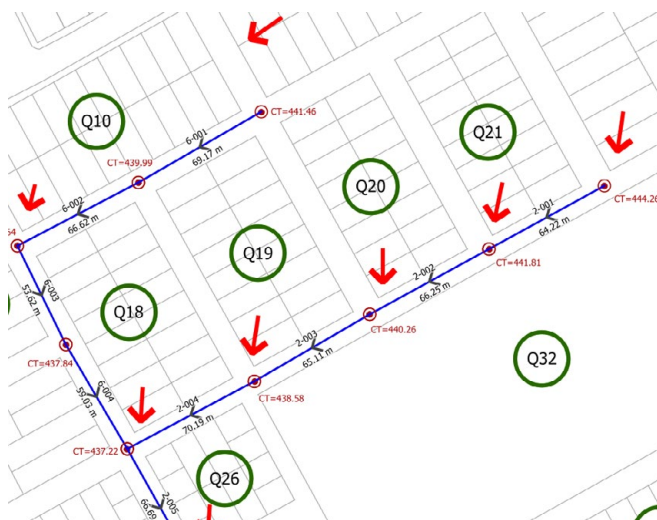


Al crear una nueva capa de nodos, esta copiará automáticamente el SRC configurado para el proyecto y, consecuentemente, el de la capa de tramos; por lo tanto, es necesario que la capa de tramos haya sido creada y configurada correctamente con anterioridad.

Los dispositivos de inspección se insertarán y las cotas del terreno correspondientes a cada uno de ellos se mostrarán en color **rojo** junto a los nodos en la planta, como se observa en la figura siguiente.

Si se produce alguna **modificación en el trazado** después de la inserción de los nodos, el usuario deberá **repetir esta operación**. En ese caso, el complemento únicamente eliminará los nodos que ya no formen parte del trazado y añadirá los nuevos en los vértices que hayan sido modificados o añadidos; los tramos no modificados conservarán los nodos previamente insertados.

FIGURA 34



5.3.9. Relleno/Edición de Cotas del Terreno y Unidades Contribuyentes

Tanto las cotas del terreno —en los puntos aguas arriba como aguas abajo— como la identificación de la(s) unidad(es) contribuyente(s) de cada tramo pueden ser editadas a través del panel del SaniHUB RedBasica. Los atributos **ID_UC**, **COTA_I** y **COTA_F** pueden editarse manualmente y aparecen en color azul dentro de la ventana del SaniHUB RedBasica.

Mediante la herramienta **Seleccionar entidades** de QGIS, con la capa de tramos activa, el usuario puede seleccionar un tramo y consultar en el panel del SaniHUB RedBasica los atributos del tramo y de los dispositivos de inspección correspondientes.

FIGURA 35

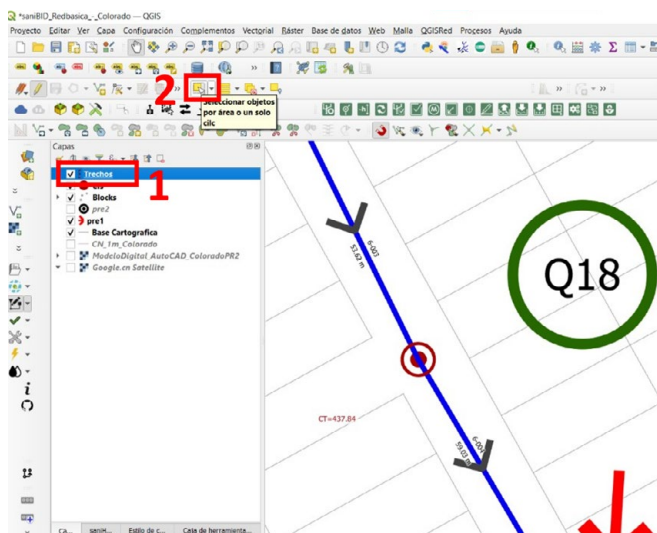
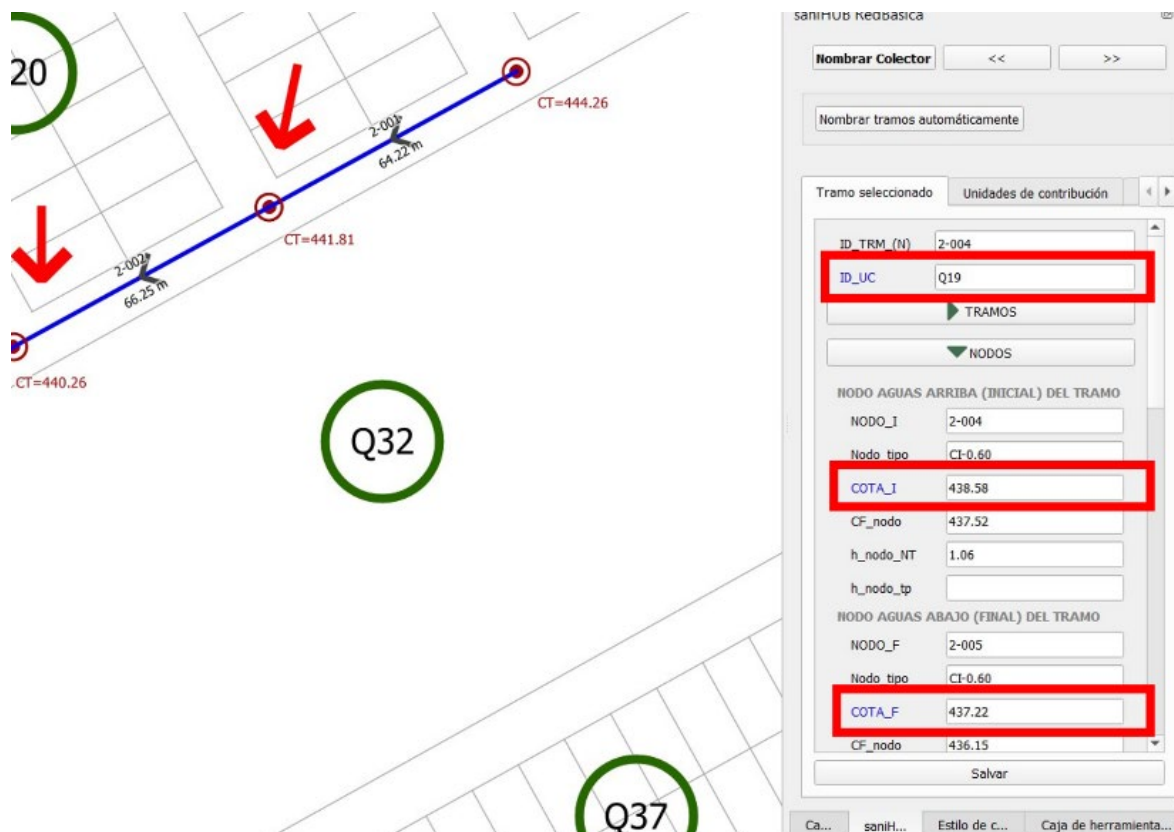


FIGURA 36



Si el conjunto tramos + nodos es consistente, en la pestaña Tramo seleccionado se mostrarán las informaciones de cota del terreno (tanto del nodo aguas arriba como del nodo aguas abajo) y de las unidades contribuyentes correspondientes al tramo. El usuario podrá introducirlas o editarlas manualmente. (Para habilitar el panel: menú **Ver > Paneles > SaniHUB RedBasica** y **Ver > Barra de herramientas > SaniHUB RedBasica**).

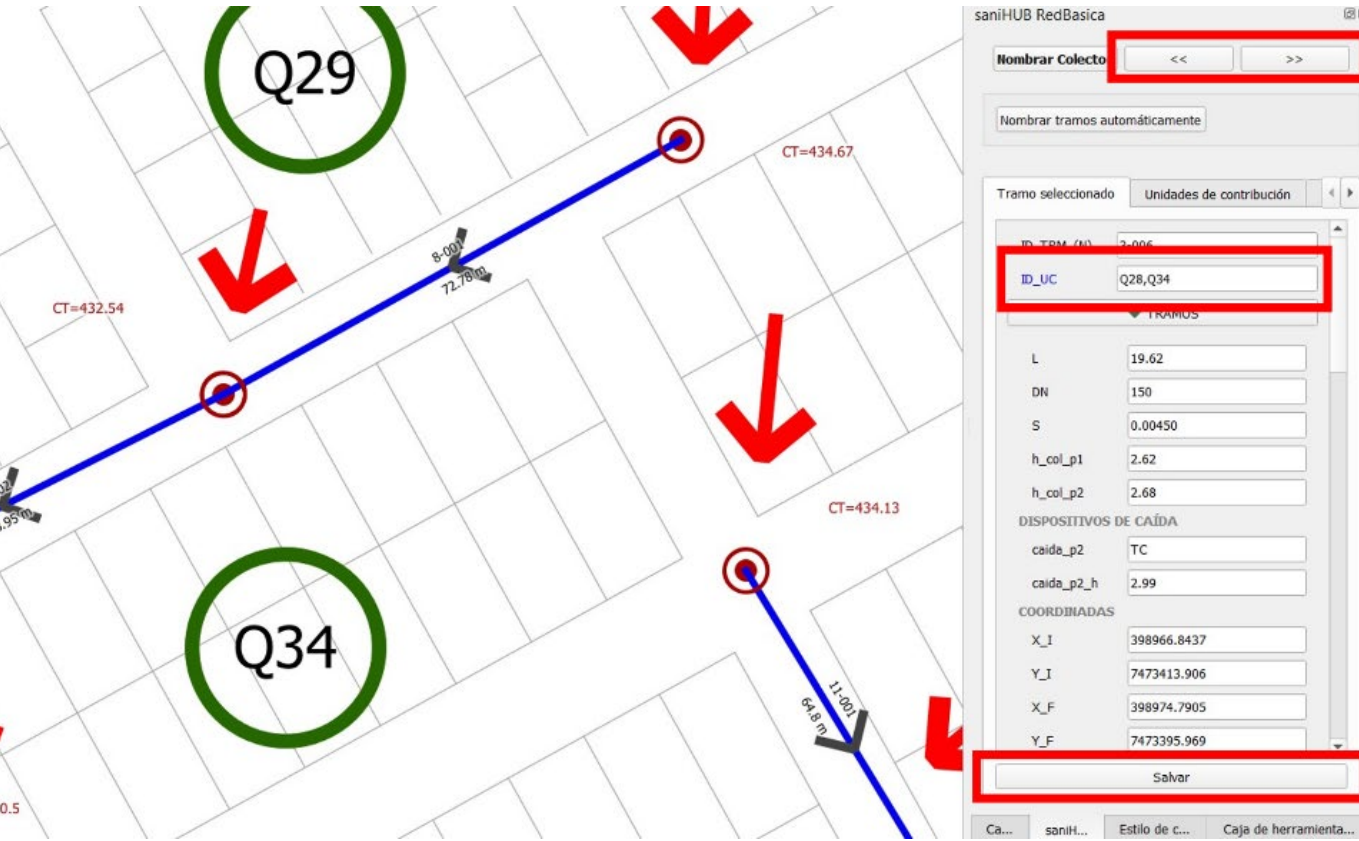
Las manzanas o unidades de caudales concentrados definidas previamente por el usuario en la capa Blocks deben vincularse a los tramos donde sus aguas residuales serán descargadas.

Para ello, el usuario debe seleccionar la capa de tramos y, utilizando la herramienta de selección , elegir el colector deseado y:

- 1 Hacer clic en la pestaña **"Tramo seleccionado"** del panel del plugin
- 2 Introducir en el campo **ID_UC** el nombre de la manzana o del caudal concentrado que alimenta el tramo en su punto aguas arriba
- 3 Hacer clic en el **botón ">>"** para guardar la edición y avanzar al siguiente tramo, o en el botón **"Guardar"** en la parte inferior del panel

Si más de una manzana contribuye a un mismo tramo, el usuario debe escribir los nombres de ambas separados por coma, como se muestra en la figura siguiente:

FIGURA 37

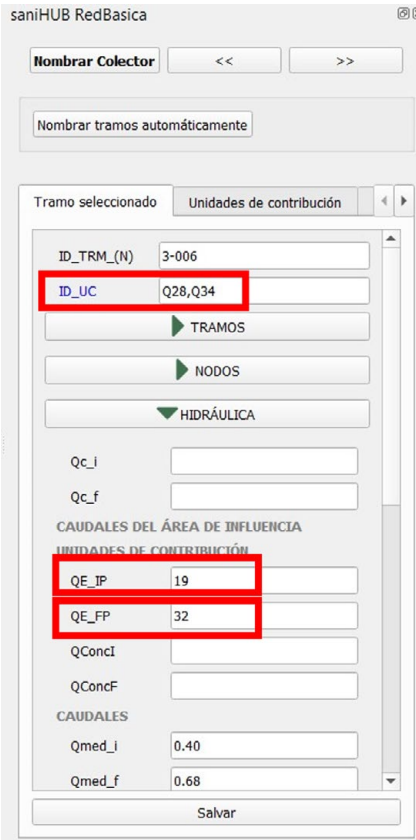


El número total de unidades contribuyentes, tanto para inicio (**QE_IP**) como para fin de plano (**QE_FP**) de cada tramo, será calculado automáticamente a partir del momento en que el usuario informe qué manzana (**ID_UC**) descarga su caudal de aguas residuales en el **tramo seleccionado**.

Las modificaciones en la cantidad de lotes que contribuyen a determinado tramo deben realizarse directamente en la capa **Blocks** (capa de unidades contribuyentes), mediante la **tabla de atributos** de la capa —QE_IP (número de lotes para inicio de plano), QE_FP (número de lotes para fin de plano), QConcF (caudal concentrado en L/s para fin de plano) y QConcI (caudal concentrado en L/s para inicio de plano).

Es posible editar el número de lotes de una manzana que ya contribuye con su caudal a un tramo determinado, o crear una nueva entidad en la capa **Blocks**, alimentar el número de lotes e introducir su identificación en el campo **ID_UC** del tramo desde la ventana del plugin (separando por coma, cuando haya más de una).

FIGURA 38



El número de lotes contribuyentes para inicio y fin de plano solo se actualiza o se muestra después de que el usuario **guarde la información, cambie el tramo seleccionado y vuelva nuevamente al tramo** editado.

También es posible que las cotas del terreno se rellenen o editen manualmente, en caso de que no exista una capa ráster válida o haya problemas con ella. Es importante que las cotas introducidas manualmente utilicen el carácter “.” (punto) como separador decimal. Por ejemplo: 19.03 para una cota de diecinueve metros y tres centímetros.

Las informaciones de **unidades contribuyentes y cotas del terreno** quedan almacenadas en la **capa vectorial de nodos** (dispositivos de inspección). Como se explicó anteriormente, si el usuario realiza ediciones en los tramos de la red básica y actualiza los nodos en los vértices, solo se modificarán aquellos cuyos respectivos tramos hayan sido alterados.

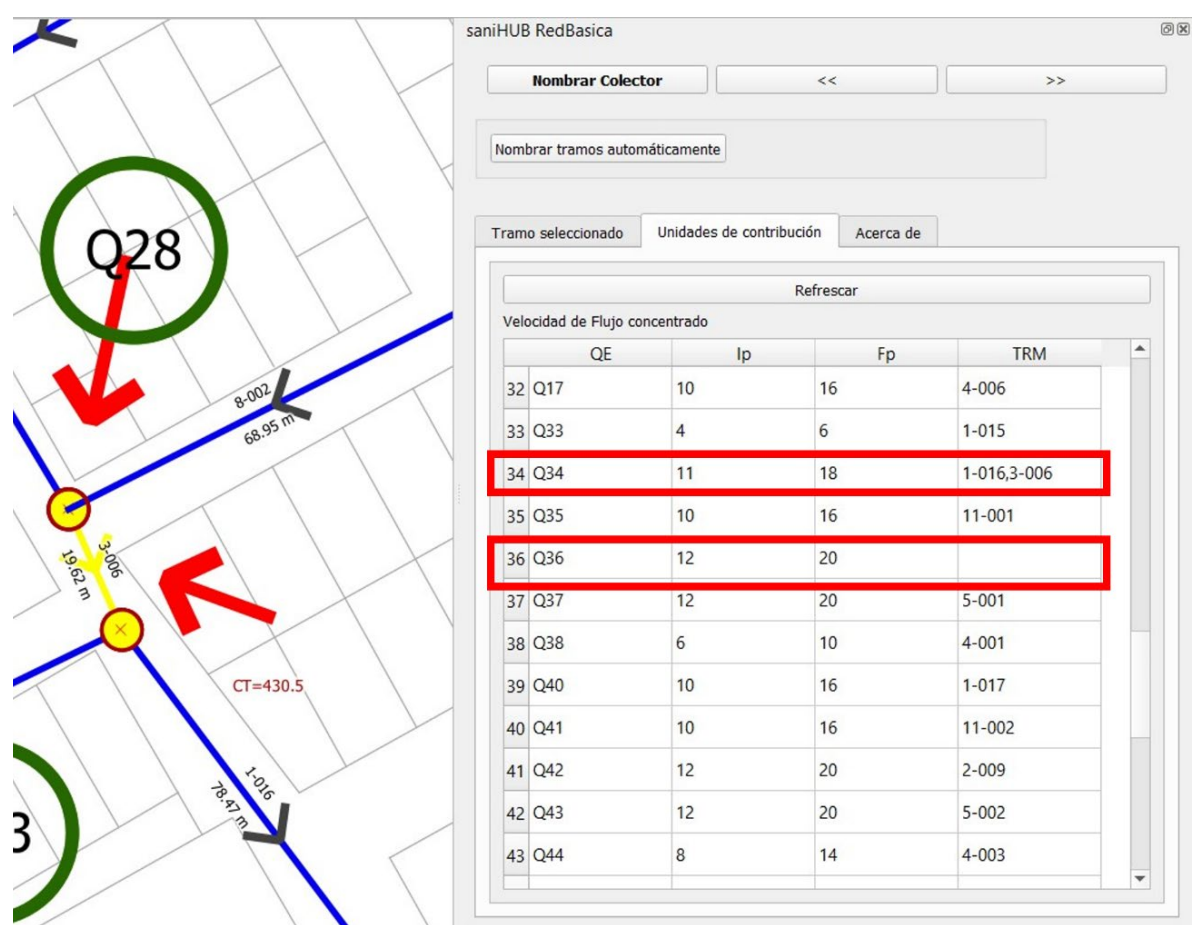
5.3.10. Lista de Colectores y Manzanas

En la ventana del **complemento** es posible mostrar una **lista de los colectores** del proyecto haciendo clic en la pestaña Colectores, y también una **lista de las manzanas** y sus respectivas **unidades contribuyentes** haciendo clic en la pestaña Unidades de Contribución.

La lista de colectores informa el nombre de los colectores, cuántos tramos posee cada colector, la extensión total de los mismos y, en la parte inferior, la extensión total de la red trazada.

La lista de unidades contribuyentes muestra el nombre de las manzanas (QE – identificación de la unidad contribuyente), el número de lotes para inicio de plano (Ip), el número de lotes para fin de plano (Fp) y el tramo que recibe el caudal (TRM). Para que la lista se muestre o se actualice después de alguna edición, el usuario debe presionar el botón **Actualizar** en la parte superior de la ventana.

FIGURA 39



Los posibles errores en la asignación de los caudales de las unidades contribuyentes pueden identificarse a partir de la **lista de unidades contribuyentes**, en los casos de manzanas o unidades contribuyentes que no descargan su caudal en ningún tramo, o también en casos de manzanas que descargan su caudal en dos tramos distintos (en esos casos, el usuario debe crear **dos entidades** en la capa **Blocks**, **dividiendo el caudal total de la unidad contribuyente** entre ambas y asignando cada una al colector correspondiente).

La [imagen anterior](#) muestra que la manzana Q34 está contribuyendo con su caudal de aguas residuales a dos tramos: 1-016 y 3-006, lo que posiblemente representa un error durante el ingreso de datos por parte del usuario, y que la manzana Q36 no está descargando su caudal en ningún colector. Para corregirlo, basta con que el usuario seleccione uno de los dos tramos, abra la pestaña **Tramo seleccionado** del complemento, elimine la manzana Q34 del campo **ID_UC** y **guarde** la modificación; luego seleccione el tramo que recibe la contribución de la manzana Q36 y repita el mismo procedimiento anterior.

5.3.11. Asignación de Caudales por el Área de Influencia de cada tramo

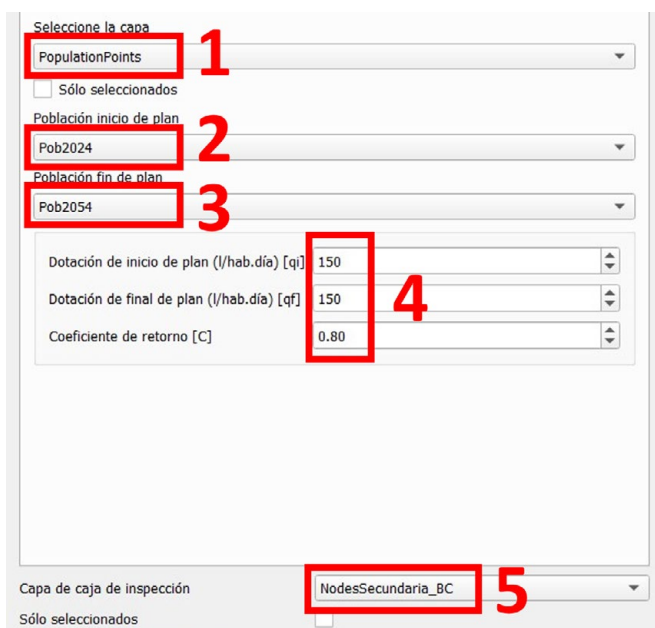
La herramienta calcula los caudales para cada tramo de la red utilizando el algoritmo de Polígonos de Thiessen (Voronoi), que define el área de influencia de cada dispositivo de inspección. Dentro de esta área se suman las contribuciones de todos los puntos relevantes —como población, conexiones de agua o caudales específicos (registro de clientes con datos de micromedición geoespacializados). De esta manera, a cada dispositivo de inspección se le asigna un caudal calculado en función de los atributos de los puntos ubicados dentro de su área de influencia.

Es necesario que el usuario disponga en su proyecto de una capa vectorial que represente al menos una de las siguientes informaciones: población, conexiones de agua o caudales. Para lugares con escasa información oficial, una buena alternativa es utilizar los datos del proyecto [Data for Good de META](#), que contiene información de densidad poblacional a nivel mundial, distribuida en cuadrículas de 30 x 30 metros.

Para abrir la herramienta, el usuario debe hacer clic en el botón correspondiente  e indicar las capas vectoriales de puntos de su proyecto que contengan los datos de población, conexiones o caudales; la capa de puntos que representa los dispositivos de inspección; y completar los demás parámetros, para que las informaciones se conviertan en caudales en litros por segundo.

La imagen siguiente muestra un ejemplo del uso de la capa de poblaciones del proyecto Data for Good.

FIGURA 40



- 1 La capa que contiene los datos de población
- 2 El atributo que posee los datos de población de inicio de plano
- 3 El atributo que posee los datos de población de fin de plano
- 4 Los parámetros de consumo de agua y el coeficiente de retorno, necesarios para transformar los datos de población en contribución de aguas residuales
- 5 La capa de dispositivos de inspección de la red trazada, donde se asignarán los caudales de aguas residuales de acuerdo con el área de influencia

En la parte inferior de la ventana del menú, además de indicar la capa que representa los dispositivos de inspección, el usuario también debe seleccionar un buffer que será considerado para la generación de los polígonos de Thiessen.

Al hacer clic en el botón OK, el algoritmo se ejecutará y devolverá como resultado una **capa temporal que muestra el polígono que representa el área de influencia de cada dispositivo de inspección**.

La imagen siguiente muestra la red trazada, las áreas de influencia de cada dispositivo de inspección y, en color verde, los puntos que representan la población.

El resultado de la suma de los caudales se almacena en la capa de dispositivos de inspección, donde se crean nuevos atributos con la suma de los caudales de inicio y fin de plano para cada tipo de capa: población (Q_{i_pop} y Q_{f_pop}), conexión (Q_{i_con} y Q_{f_con}), o caudal (Q_{i_cat} y Q_{f_cat}).

En el [ejemplo siguiente](#), como se utilizaron datos de población, es posible observar los valores de la suma de los caudales de cada dispositivo de inspección destacados en la tabla de atributos de la capa vectorial de nodos.

Es posible utilizar diversas fuentes de datos diferentes para informar los caudales de inicio y fin de plano de los tramos de la red, ejecutando el algoritmo con capas distintas de datos cada vez.

Como los valores se guardan en atributos diferentes, tal como se mostró anteriormente, el resultado final del caudal de cada tramo, tanto para inicio (Q_{c_i}) como para fin de plano (Q_{c_f}), corresponde a la suma de los caudales provenientes de todas las fuentes de datos.

La [Figura 43](#) muestra un ejemplo extremo en el que el caudal del tramo está compuesto por datos de población, conexiones, caudales provenientes de un registro de micromedición y, además, caudales concentrados asignados a partir de la capa **Blocks** (destacada en color naranja).

FIGURA 41

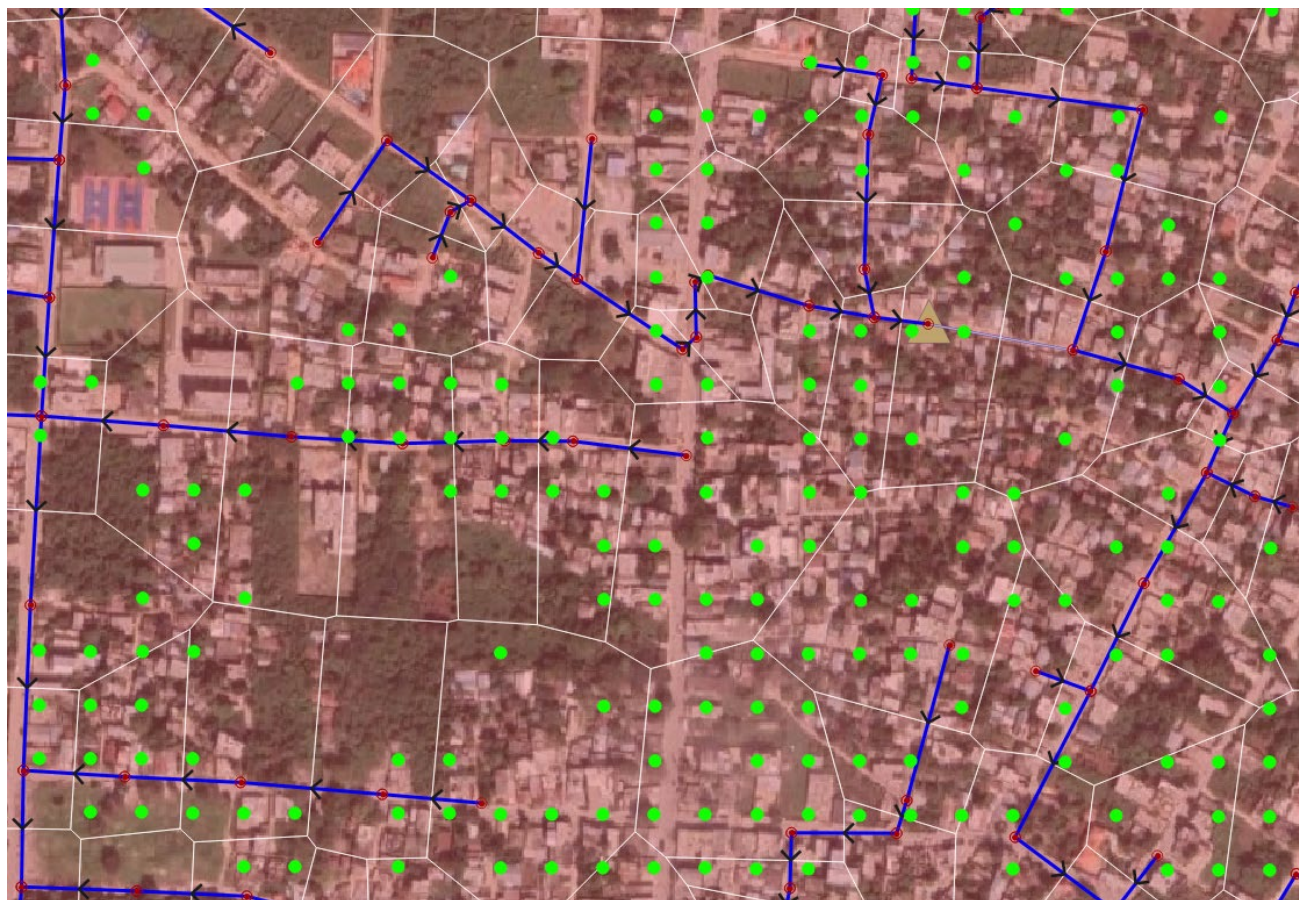


FIGURA 42

NodesSecundaria_BC—Objetos Totales: 570, Filtrados: 570, Seleccionados: 0

	Qi_pop	Qf_pop	Qi_cat	Qf_cat	Qi_con	Qf_con
1	0.7329	1.090635	NULL	NULL	NULL	NULL
2	0.56538	0.841347	NULL	NULL	NULL	NULL
3	0.48162	0.716703	NULL	NULL	NULL	NULL
4	0.48162	0.716703	NULL	NULL	NULL	NULL
5	0.46068	0.685542	NULL	NULL	NULL	NULL
6	0.39786	0.592059	NULL	NULL	NULL	NULL
7	0.35598	0.529737	NULL	NULL	NULL	NULL
8	0.35598	0.529737	NULL	NULL	NULL	NULL
9	0.33504	0.498576	NULL	NULL	NULL	NULL
10	0.33504	0.498576	NULL	NULL	NULL	NULL

FIGURA 43

ID_UC

▶ TRAMOS

▶ NODOS

▼ HIDRÁULICA

Qc_i

Qc_f

CAUDALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Qi_pop

Qf_pop

Qi_con

Qf_con

Qi_cat

Qf_cat

UNIDADES DE CONTRIBUCIÓN

CAUDALES

QE_IP

QE_FP

QConcI

QConcF

Salvar

Observación: El valor de la suma de los caudales del área de influencia provenientes de las distintas fuentes de datos (Qc_i y Qc_f) es dinámico y, por lo tanto, no se almacena de forma permanente en ninguna capa vectorial; en su lugar, se exporta a la aplicación de cálculo siempre que sea necesario.

5.3.12. Auxiliares de Localización e Interferencias de los Tramos

Además de los atributos de los tramos ya comentados, es posible que el usuario introduzca datos adicionales en cada tramo para facilitar los ajustes del dimensionamiento en la hoja de cálculo, como por ejemplo la **ubicación y la profundidad de las interferencias** de los puntos aguas arriba y aguas abajo (atributos **AUX_PROF_I** y **AUX_PROF_F**) y, en caso de disponer de la información, indicar si los tramos están ubicados en la calle o en la acera, lo cual influye en el recubrimiento mínimo necesario (atributo **AUX_POS**).

Ambos atributos deben completarse directamente en la **tabla de atributos** de la capa de tramos. Las interferencias deben describirse en formato de texto, y esta descripción se mostrará en la hoja de cálculo junto a la profundidad calculada, permitiendo que el usuario la modifique manualmente si lo desea. El auxiliar de posición del colector debe completarse con el número **0** (cero) si el tramo se encuentra en **la calle**, y con el número **1** (uno) si **está en la acera**; los ajustes de recubrimiento se realizarán automáticamente.

5.3.13. Verificación de Consistencia de la Red Básica

Para verificar la consistencia de la red básica proyectada, el usuario debe utilizar el botón correspondiente . Si se encuentran inconsistencias tanto en la capa de tramos como en la capa de nodos (dispositivos de inspección), el complemento mostrará un aviso de error y seleccionará los tramos que deben corregirse.

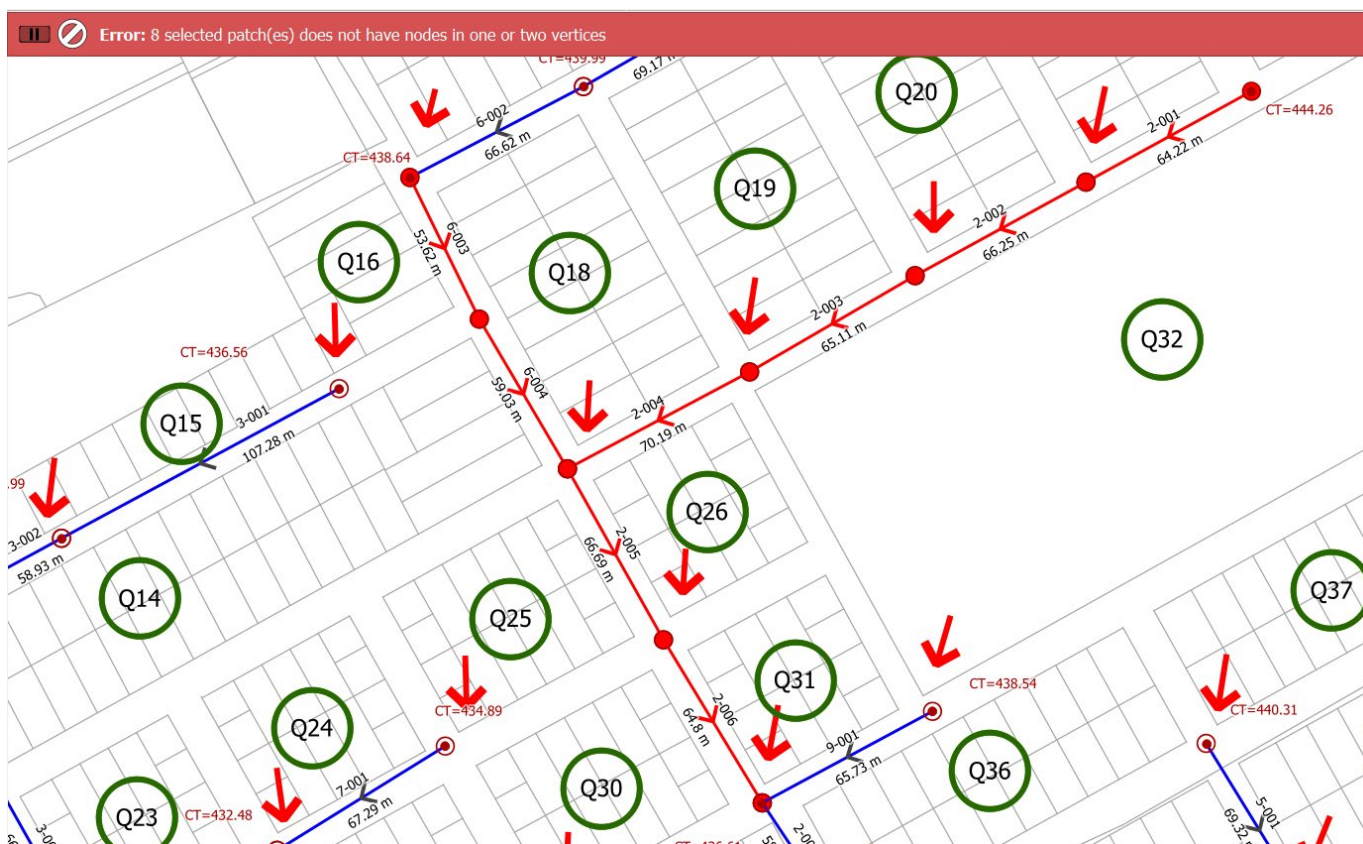
Los errores verificados por el complemento son los siguientes:

- » **Existencia de tramos con el mismo nombre:** el usuario debe renombrar alguno de los tramos siguiendo la regla explicada anteriormente (numeración de los tramos creciente, de aguas arriba a aguas abajo dentro de un mismo colector).

- » **Tramos con más de 2 vértices:** el usuario debe eliminar los vértices adicionales utilizando la herramienta de edición de vértices o eliminar el tramo y volver a insertarlo con solo 2 vértices.
- » **Tramos sin nodos** en al menos una de sus extremidades: el usuario debe actualizar los nodos del proyecto, conforme se explicó anteriormente.
- » **Tramos sin extensión** o con un solo vértice: el usuario debe eliminar esos tramos.

La imagen anterior ejemplifica un proyecto en el cual se encontraron ocho tramos que no poseían nodos en el punto aguas arriba o aguas abajo. Los tramos seleccionados se muestran en color **rojo**. Para corregirlos, basta con **actualizar los nodos** de la red colectora utilizando el botón correspondiente .

FIGURA 44



5.3.14. Estimación de Profundidad de la Red Trazada

El usuario puede obtener una estimación de la profundidad de la red básica trazada —o de una parte de ella— antes de realizar los cálculos hidráulicos y el dimensionamiento de la red en el módulo correspondiente. Para ello, debe utilizar el botón , que mostrará la ventana que se indica en la figura siguiente.

FIGURA 45

saniHUB RedBasica

Recubrimiento Mínimo [m]:

0.90

Diámetro [mm]:

150

Pendiente [m / m]:

0.0050

(Opcional) Profundidad Inicial [m]:

0.00

☐ Sólo seleccionados

Aceptar

Cancelar

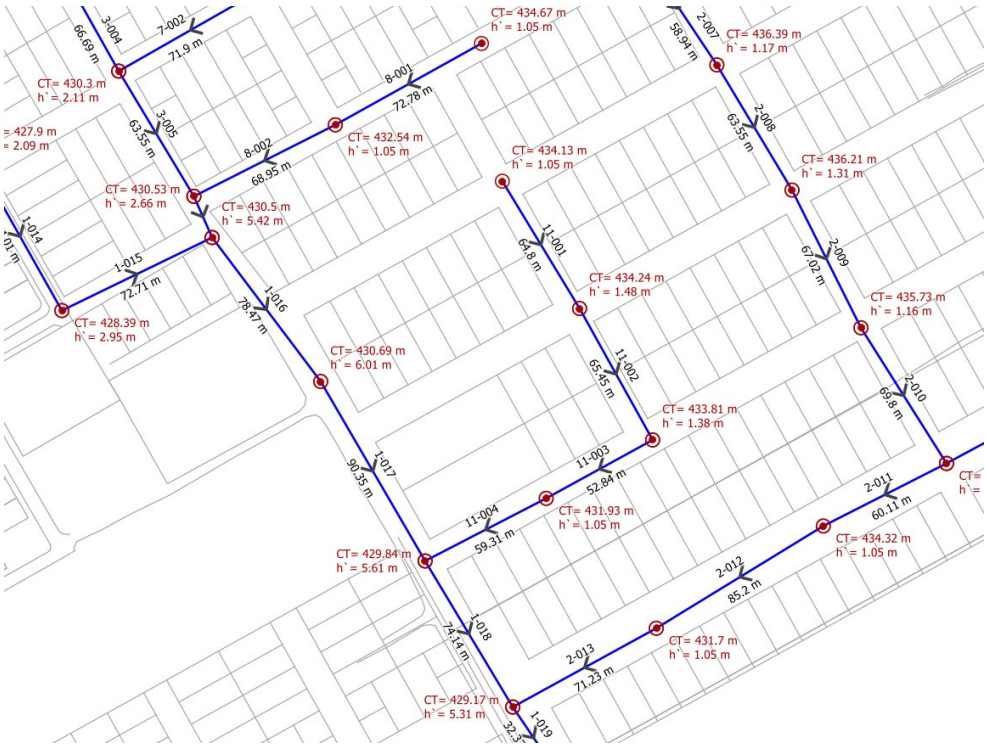
Los parámetros a completar son: **recubrimiento mínimo de la tubería**, **diámetro adoptado para la red**, **pendiente mínima considerada** y la **profundidad de los tramos iniciales** de la red (opcional; si no se completa, se adoptará la profundidad mínima, que corresponde al recubrimiento más el diámetro de la tubería).

Para estimar la profundidad solo de una parte de la red trazada, el usuario debe primero seleccionar los tramos que serán considerados y luego marcar la casilla **Sólo seleccionados**.

Es importante que, en ambos casos —tanto para la estimación de la red completa como para una parte de ella—, los tramos estén correctamente conectados y la capa de nodos (dispositivos de inspección) haya sido generada adecuadamente. Para garantizarlo, deben realizarse las verificaciones de conectividad  de los tramos y la verificación de consistencia  de la red trazada.

Si la red básica trazada es consistente, después de definir los parámetros de estimación y hacer clic en OK, las profundidades serán insertadas en los atributos de la capa de nodos (dispositivos de inspección) y también se mostrarán en el mapa, tal como se observa en la figura siguiente, donde **CT** representa la cota del terreno y **h'** la profundidad estimada de la red en ese punto.

FIGURA 46

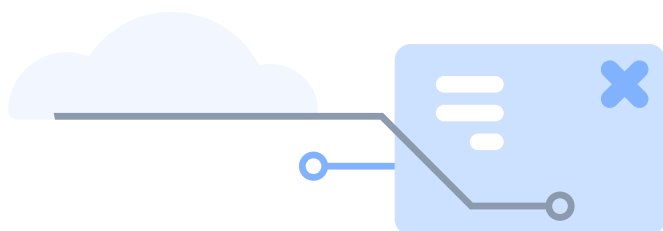


5.4. Modo de Visualización de Leyendas

Como se mencionó anteriormente, el usuario puede alternar la leyenda y el estilo tanto de la capa de tramos como de la capa de dispositivos de inspección utilizando el botón  / . **Cada clic alterna el estilo entre dos configuraciones predefinidas:**

- » La primera se utiliza durante la etapa de trazado o edición de la red y muestra únicamente la información esencial para esta fase: nombre del colector y del tramo, longitud del tramo, cotas de los nodos y profundidad estimada de la red.
- » La segunda se destina a la visualización de los resultados del dimensionamiento de los tramos y de los dispositivos de inspección (solo se muestran después de importar los valores calculados en la planilla de dimensionamiento).

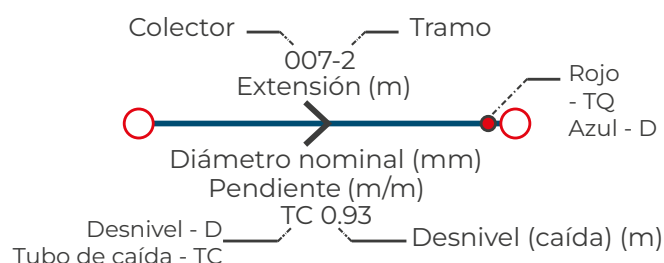
Esta función también puede emplearse para corregir posibles errores en la visualización del estilo o de las etiquetas (rótulos) de los tramos o de los nodos. Tales fallas pueden ocurrir por problemas temporales del QGIS que impidan al usuario ver las leyendas correctamente. Al hacer clic en este botón, los estilos preconfigurados se recargarán nuevamente para las capas vectoriales, sin que se produzcan alteraciones en la información contenida en ellas.



5.5. Leyendas de los Tramos y Dispositivos de Inspección

Las leyendas mostradas en los módulos anteriores corresponden a los resultados del dimensionamiento de la tubería realizados en la planilla de cálculos. Cada una de las informaciones representadas en el plano tiene el propósito de asistir durante la ejecución del proyecto de las redes básicas del alcantarillado sanitario.

La figura siguiente explica el significado de los símbolos y leyendas adoptados para los tramos, los cuales se muestran en color negro en la pantalla del QGIS.



La figura posterior presenta el significado de los símbolos y leyendas mostrados en color rojo en el QGIS, correspondientes a los datos de los dispositivos de inspección.

- Tipo de inspección y diámetro (m)
- Cota del terreno - CT (m)
- Cota del fondo - CF (m)
- Profundidad (m)

Es común que, en proyectos que contienen tramos con una longitud reducida, la proximidad entre dos nodos provoque que las leyendas se superpongan o incluso se vuelvan ilegibles. Para corregir estos casos, el QGIS dispone de herramientas que permiten editar individualmente las etiquetas (rótulos) de cada una de las entidades vectoriales.

5.6. Aplicación de Cálculos y Dimensionamiento de la Red Básica

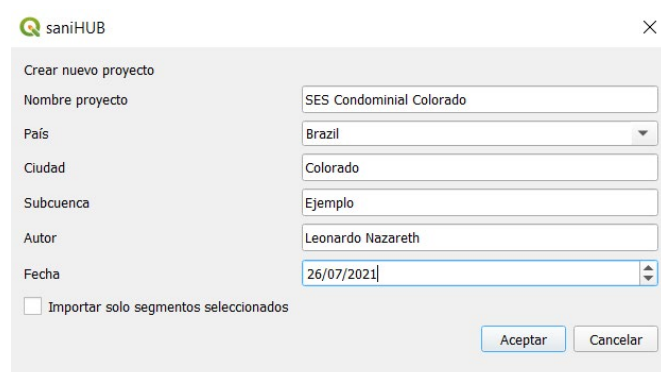
La nueva aplicación de cálculos y dimensionamiento sustituye la necesidad de utilizar la antigua planilla desarrollada en Excel, proporcionando una mayor integración con el entorno del QGIS y eliminando la necesidad de disponer de una licencia del software Microsoft Excel por parte del usuario.

Para utilizar la aplicación de cálculos, el usuario debe exportar los datos del conjunto de tramos y nodos para que sean procesados en el módulo de verificaciones hidráulicas y dimensionamiento de la red, mediante el botón correspondiente . Entre los datos enviados se incluyen informaciones sobre longitudes, cotas del terreno, interferencias, localización de los tramos (acera o calzada) y las unidades de contribución o caudales concentrados asociados a cada tramo.

5.6.1. Crear/Gestionar Proyectos en la Aplicación de Cálculos

La primera vez que el usuario abra la aplicación de cálculos, deberá crear un nuevo proyecto, completando los datos solicitados en la ventana de configuración.

FIGURA 47

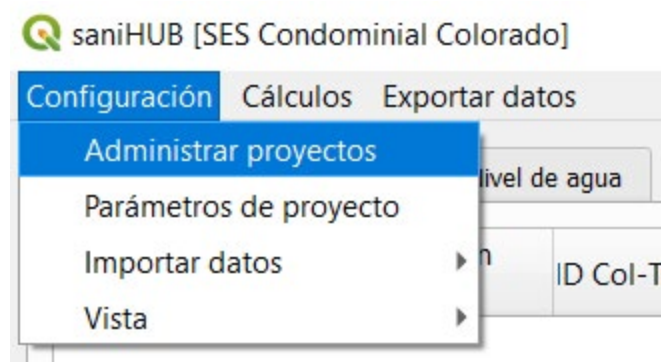


La imagen muestra la ventana de configuración de un nuevo proyecto en la aplicación saniHUB. El título de la ventana es "Crear nuevo proyecto". Hay campos de entrada para "Nombre proyecto" (con el valor "SES Condominial Colorado"), "País" (con un menú desplegable que muestra "Brasil"), "Ciudad" (con el valor "Colorado"), "Subcuenca" (con el valor "Ejemplo"), "Autor" (con el valor "Leonardo Nazareth") y "Fecha" (con un calendario que muestra "26/07/2021"). Hay un checkbox "Importar solo segmentos seleccionados" que no está marcado. En la parte inferior hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

Si se desea importar solamente una parte de los tramos que fueron trazados —por ejemplo, una subcuenca específica—, el usuario debe seleccionar los tramos de interés en el QGIS utilizando la herramienta de selección de entidades  y marcar la casilla **“Importar solo los segmentos seleccionados”**. De lo contrario, se exportarán todos los tramos del proyecto actual para su cálculo.

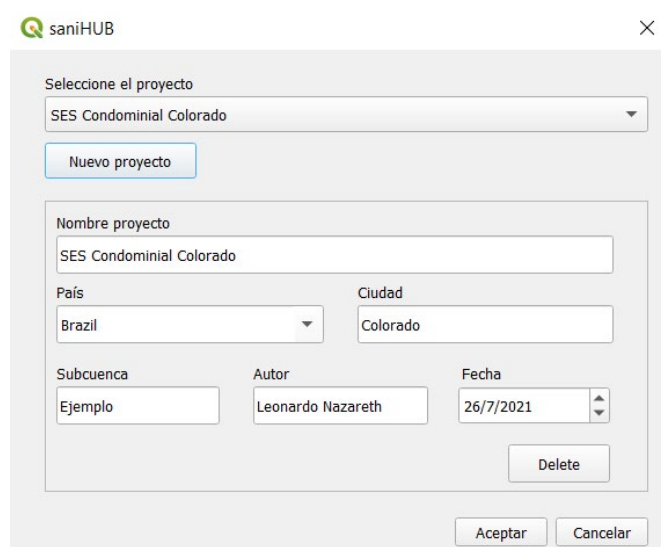
En los casos en que ya se hayan cargado en la aplicación otros conjuntos de tramos de redes colectoras (por ejemplo, redes de otra subcuenca o incluso de otra localidad), el usuario podrá optar por crear un proyecto nuevo o seleccionar uno existente mediante el menú **Configuración > Gestor de proyectos**.

FIGURA 48



Al hacerlo, se mostrará una ventana que permitirá al usuario elegir el proyecto en el cual desea trabajar o crear uno nuevo, según lo indicado en la figura siguiente.

FIGURA 49



La imagen muestra la ventana de selección de proyecto en la aplicación saniHUB. El título de la ventana es "Seleccione el proyecto". Hay un menú desplegable que muestra "SES Condominial Colorado". Hay un botón "Nuevo proyecto". Hay campos de entrada para "Nombre proyecto" (con el valor "SES Condominial Colorado"), "País" (con un menú desplegable que muestra "Brasil"), "Ciudad" (con el valor "Colorado"), "Subcuenca" (con el valor "Ejemplo"), "Autor" (con el valor "Leonardo Nazareth") y "Fecha" (con un calendario que muestra "26/7/2021"). Hay un botón "Delete". En la parte inferior hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

5.6.2. Parámetros del Proyecto

Antes de que se carguen los datos correspondientes a los tramos seleccionados en la aplicación, se mostrará una ventana para que el usuario defina los parámetros del proyecto. En primer lugar, es necesario establecer los datos básicos de población (nótese en la figura que es **obligatorio** informar la tasa de ocupación a considerar) y seleccionar el **tipo de contribución de aguas residuales que se adoptará para el proyecto**:

- » **Contribuciones puntuales o concentradas** – considera únicamente los caudales provenientes de las unidades de contribución (manzanas o equivalentes) descargadas en sus respectivos tramos;
- » **Contribuciones lineales** – también conocidas como contribuciones distribuidas, se calculan a partir de la población inicial y final del plan informada, distribuyéndose linealmente a lo largo de la red (L/s.km).
- » Si en el proyecto existen unidades de contribución que descargan caudales en tramos específicos, estos valores se sumarán a los caudales distribuidos, permitiendo una evaluación combinada.

En la pestaña Perfil del Proyecto, el usuario tiene acceso a parámetros como el consumo per cápita, los coeficientes de caudal, las verificaciones de escurrimiento hidráulico, así como los valores mínimos de diámetro, pendiente y recubrimiento, entre otros.

En esta ventana, el usuario dispone de las siguientes opciones:

- » Utilizar los parámetros básicos ya sugeridos por SaniHUB RedBasica;
- » Crear un nuevo perfil de parámetros; o
- » Alternar entre perfiles existentes.

Esto permite al usuario ajustar los parámetros a utilizar según las especificidades del proyecto, y guardar dichos perfiles para emplearlos posteriormente, si fuera necesario. Los parámetros del perfil **“saniBID – default”** no pueden ser modificados.

FIGURA 50

The screenshot shows the 'Parámetros' window in the SaniHUB application. It has tabs for 'Parámetros', 'Perfil Proyecto', and 'Importar'. The 'Parámetros' tab is active. The window is organized into several sections:

- Población y conexiones:** Includes input fields for 'Población' (0), 'Tasa de Ocupación' (0.00), 'Cantidad de viviendas' (0), 'Vivienda por conexiones' (1.00), and 'Cantidad de conexiones' (0). It also has 'Inicio de plan' and 'Final de plan' columns with corresponding values.
- Contribuciones puntuales (QE):** Includes a 'Caudal de referencia del proyecto' section with 'qe med' (0) and 'qe max' (0.0000) for both 'Inicio de Plan' and 'Final del plan'. It also has a 'Contribución de aguas residuales' section with two radio buttons: 'Contribuciones puntuales o concentradas' (selected) and 'Contribuciones lineales'.
- Contribución de aguas residuales:** Below the radio buttons, there are two diagrams showing how point and line contributions are distributed along a network. At the bottom, there are input fields for 'Tasa de contribución lineal de AR - media (final)' (0.000) and 'Longitud del Sistema de Alcantarillado (m)' (0.000), both set to 0.000. The 'Aceptar' button is highlighted in blue.

Para crear un perfil personalizado de parámetros, el usuario debe hacer clic en el botón **“+Nuevo perfil”**, asignar un nombre al nuevo perfil y modificar los valores de los parámetros conforme a sus necesidades. Este nuevo perfil quedará almacenado en la aplicación, permitiendo al usuario utilizarlo en otros proyectos o incluso crear nuevos perfiles basados en él.

IMPORTANTE: Por motivos de compatibilidad con el QGIS y con los estándares de otros programas, se utiliza el punto (".") como separador decimal de los números, independientemente del idioma elegido por el usuario.

FIGURA 51

saniHUB

Parámetros Perfil Proyecto Importar

Selección Perfil Perfil Proyecto A

Criterios del proyecto Tubos Dispositivos de inspección

Dotación per capita de Agua - Inicial 120.00 l/hab.dia

Dotación per capita de Agua - Final 120.00 l/hab.dia

K1 (coef. día max consumo) 1.20

K2 (coef. hora max consumo) 1.50

Coef. Retorno C 0.80

Tasa de infiltración 0.0100 l/s.km

Fuerza tractiva media - mínima 1.00 Pa

Caudal mínimo 1.50 l/s

Lámina máx. especial (DN < 150mm) 50.00 y/do

Lámina máx. regular (DN > 150mm) 75.00 y/do

Diámetros

DN Mínimo 150.00 mm

Pendientes mínimas

hasta DN (150mm) 0.0045 m/m

hasta DN (200mm) 0.0040 m/m

desde DN (250mm) 0.0035 m/m

Profundidades mínimas

Recubrimiento mín. (calzada) 0.90 m

Recubrimiento mín. (aceras y áreas verdes) 0.65 m

Nombre del Perfil Perfil Proyecto A

+ Nuevo perfil

Aceptar Cancelar

Además de los parámetros empleados en los cálculos hidráulicos y en las verificaciones de escurrimiento, también se incluyen dos listas que contienen:

- » Los diámetros de las tuberías de alcantarillado disponibles, junto con su material correspondiente, el coeficiente de Manning sugerido y el coeficiente de Manning adoptado;
- » La lista de dispositivos de inspección disponibles, además de las profundidades y diámetros máximos permitidos para cada modelo.

FIGURA 52

saniHUB

Parámetros Perfil Proyecto Importar

Selección Perfil Perfil Proyecto A

Criterios del proyecto Tubos Dispositivos de inspección

	DN(mm)	Material	C. Manning n sugerido	C. Manning n adoptado
1	100	PVC	0.01	0.01
2	150	PVC	0.01	0.01
3	200	PVC	0.01	0.01
4	250	PVC	0.01	0.01
5	300	PVC	0.01	0.01
6	350	PVC	0.01	0.01
7	400	PEAD	0.01	0.01
8	450	PEAD	0.01	0.01
9	500	PEAD	0.01	0.01
10	600	PEAD	0.01	0.01
11	700	PEAD	0.01	0.01
12	800	PEAD	0.01	0.01
13	900	PEAD	0.01	0.01
14	1000	PEAD	0.01	0.01

+ -

Nombre del Perfil Perfil Proyecto A

+ Nuevo perfil

Aceptar Cancelar

saniHUB

Parámetros Perfil Proyecto Importar

Selección Perfil Perfil Proyecto A

Criterios del proyecto Tubos Dispositivos de inspección

	Tipo	Prof. Máx. (m)	DN Máx. Admitido (mm)
1	CI-0.60	1.3	150
2	PV-0.80	2	400
3	PV-1.00	3	500
4	PV-1.20	4	600
5	PV-1.50	6	800
6	PV-2.00	15	1000

+ -

Nombre del Perfil Perfil Proyecto A

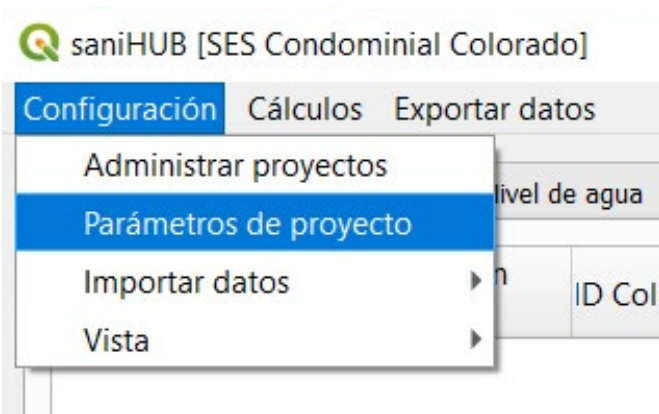
+ Nuevo perfil

Aceptar Cancelar

El usuario puede añadir o eliminar tuberías y dispositivos de inspección haciendo clic en los botones + / -, o editar las características de los existentes haciendo clic sobre ellos.

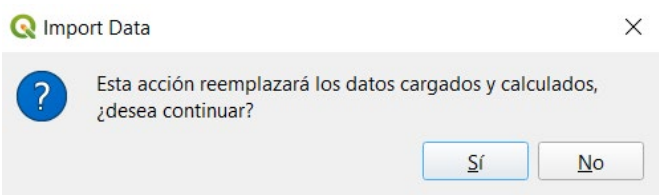
También es posible acceder y modificar los parámetros del proyecto incluso después de haber cargado la red en la aplicación de cálculos; para ello, se debe ir al menú **Configuración > Parámetros del proyecto**.

FIGURA 53



IMPORTANTE 1: Cualquier modificación en los parámetros del proyecto provocará que toda la red cargada en la aplicación de cálculo sea recalculada, eliminando todas las modificaciones realizadas manualmente por el usuario, como la selección de diámetros específicos o la imposición de profundidades en determinados tramos, entre otros, tal como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 54



IMPORTANTE 2: El archivo que contiene los cálculos de dimensionamiento de la red se almacena en la carpeta “db”, la cual se crea automáticamente en la misma ubicación donde está guardado el proyecto del QGIS. Si el usuario desea compartir tanto el proyecto como los cálculos, puede simplemente copiar toda la carpeta donde se encuentra el proyecto del QGIS y enviarla. Además, es posible importar los parámetros de otro proyecto

accediendo a la pestaña “Importar” en la ventana de parámetros y seleccionando el archivo “sanihub.db”, que contiene los parámetros deseados para incorporarlos al proyecto actual.

5.6.3. Pestaña Red Básica

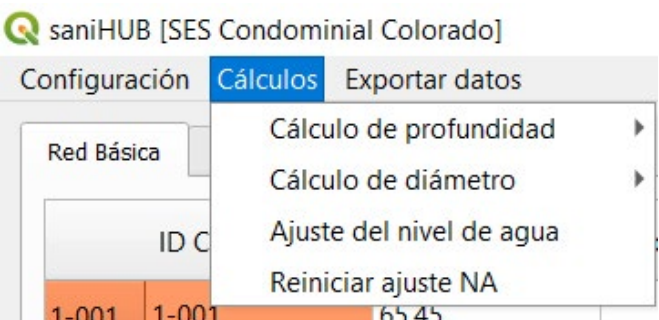
5.6.3.1 Herramientas, Menús e Información General

La aplicación de cálculos **SaniHUBapp** posee una interfaz y un funcionamiento similares a los de la planilla RedBasica (hoja de cálculo en Excel, detallada en el **ítem 8 – ANEXO**). A partir de la versión actual (v1.3), la aplicación reemplaza dicha planilla en la función de realizar el **dimensionamiento y las verificaciones hidráulicas** de la red proyectada.

En la pestaña **Red Básica** se presentan los resultados de los cálculos de acuerdo con los parámetros definidos previamente para cada uno de los tramos de los colectores. **Los cálculos se ejecutan con el objetivo de optimizar la red, procurando mantenerla lo menos profunda posible, pero respetando los parámetros mínimos establecidos, como el recubrimiento, la pendiente y otros criterios técnicos.**

Para garantizar la verificación hidráulica de la red proyectada, el usuario puede realizar ajustes en las características físicas y constructivas de los tramos, tales como: diámetro de la tubería, pendiente del conducto, profundidad de los colectores, entre otros. Estos ajustes pueden efectuarse manualmente, tramo por tramo, o de forma semiautomática, mediante las funciones disponibles en el menú “Cálculos”, que serán explicadas con mayor detalle más adelante.

FIGURA 55



Así como en la planilla RedBasica, cada fila de la aplicación de cálculo corresponde a un tramo de la red trazada en QGIS. La identificación del tramo permanece siempre fija en la columna ubicada más a la izquierda, de modo que el usuario pueda saber en todo momento a qué tramo se refieren las informaciones de esa fila.

También es posible seleccionar uno o varios tramos de la capa vectorial en QGIS directamente desde la aplicación de cálculos, haciendo clic en la identificación del tramo que aparece en la columna fija de la izquierda. Este procedimiento es similar al de seleccionar tramos mediante la tabla de atributos del QGIS, para seleccionar más de un tramo, mantenga presionada la tecla “Ctrl” del teclado mientras hace clic en los tramos deseados, o “Shift” para seleccionar un intervalo completo de tramos consecutivos.

La imagen de la página siguiente muestra una red cargada en la aplicación de cálculos. En ella es posible observar algunas características importantes:

- » Los tramos iniciales se identifican con el color **naranja**;
- » Las columnas de profundidad aguas arriba y aguas abajo de cada tramo presentan una coloración graduada, para resaltar los tramos más profundos de la red;
- » Advertencia de problemas en las verificaciones de la lámina líquida, indicando en color **magenta** los tramos donde los valores superan los límites máximos definidos en los parámetros del proyecto (en este caso, 75%);
- » Advertencia de falta de capacidad del diámetro seleccionado para el tramo (inicialmente se adopta el diámetro mínimo para todos los tramos de la red cargada), mostrando el mensaje **DN !!** cuando la lámina líquida supera el 100% de la altura de la tubería;
- » Las celdas que permiten ajustes manuales tramo por tramo por parte del usuario aparecen en color **amarillo**.

FIGURA 56

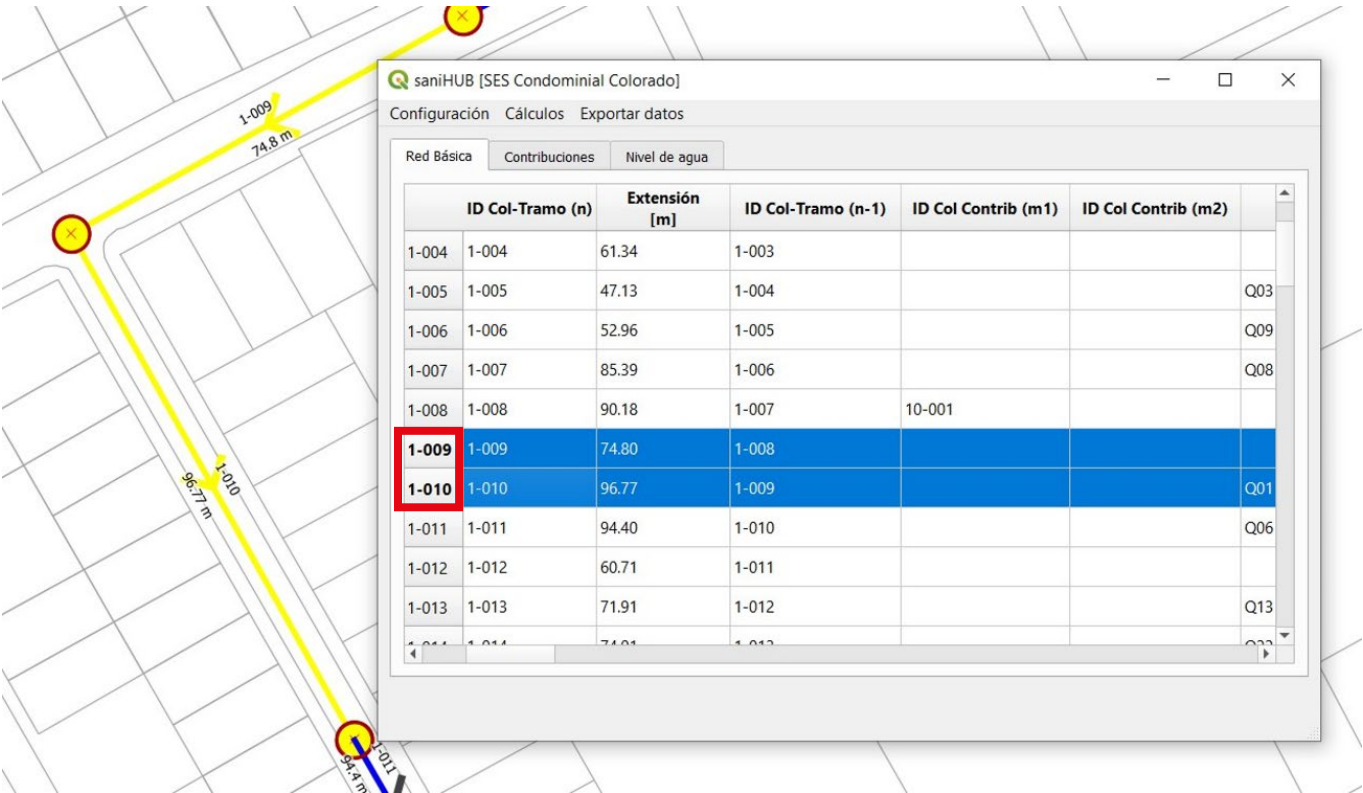


FIGURA 57 (1 de 2)

saniHUB [Proyecto Ejemplo Manual]

ConfiguraciónCálculosExportar datos

Red Básica		Contribuciones	Nivel de agua							
ID Col-Tramo (n)		Extensión [m]	ID Col-Tramo (n-1)	ID Col Contrib (m1)	ID Col Contrib (m2)	ID UCs	UCs cant f	UCs cant i	Caudal Concentrado f - QConc_f [l/s]	Caudal Concentrado i - QConc_i [l/s]
1-001	1-001	65.45				Q05	20	12	0.00	0.00
1-002	1-002	60.53	1-001						0.00	0.00
1-003	1-003	87.87	1-002			Q04	3	2	0.00	0.00
1-004	1-004	61.34	1-003						0.00	0.00
1-005	1-005	47.13	1-004			Q03	20	12	0.00	0.00
1-006	1-006	52.96	1-005			Q09	4	2	0.00	0.00
1-007	1-007	85.39	1-006			Q08	3	2	0.00	0.00
1-008	1-008	90.18	1-007	10-001					0.00	0.00
1-009	1-009	74.80	1-008						0.00	0.00
1-010	1-010	96.77	1-009			Q01	26	16	0.00	0.00
1-011	1-011	94.40	1-010			Q06	22	13	0.00	0.00
1-012	1-012	60.71	1-011						0.00	0.00
1-013	1-013	71.91	1-012			Q13	12	7	0.00	0.00
1-014	1-014	74.01	1-013			Q22	12	7	0.00	0.00
1-015	1-015	72.71	1-014			Q27,Q33	18	11	0.00	0.00
1-016	1-016	78.47	1-015	3-006		Q34	18	11	0.00	0.00
1-017	1-017	90.35	1-016			Q40	16	10	0.00	0.00
1-018	1-018	74.14	1-017	11-004		Q45	8	5	0.00	0.00
1-019	1-019	32.37	1-018	2-013		Q49	34	20	0.00	0.00
1-020	1-020	95.39	1-019			Q53	16	10	0.00	0.00
1-021	1-021	99.51	1-020						0.00	0.00
1-022	1-022	104.80	1-021			Q54	534	0	0.00	0.00

Infiltración en el tramo [l/s]	Caudal med f [l/s]	Caudal med i [l/s]	Aux Pos Col	Aux Prof - Pi Tramo (n)	Imponer Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pf Tramo (n) [m]	Imponer Prof - Pf Tramo (n) [m]	Pendiente Terreno [m/m]	Pend min Tramo (n) [m/m]	Pe
0.0007	0.09	0.05	1			0.80	0.80		0.0218	0.00450	0.02
0.0006	0.09	0.05	1			0.80	0.80		0.0292	0.00450	0.02
0.0009	0.10	0.06	1			0.80	0.80		0.0203	0.00450	0.02
0.0006	0.10	0.06				1.05	1.23		0.0016	0.00450	0.00
0.0005	0.19	0.12				1.23	1.05		0.0119	0.00450	0.00
0.0005	0.21	0.12				1.05	1.05		0.0194	0.00450	0.01
0.0009	0.22	0.13				1.05	1.05		0.0223	0.00450	0.02
0.0009	10.54	0.19				1.05	1.05		0.0191	0.00450	0.01
0.0007	10.54	0.19				1.05	1.05		0.0140	0.00450	0.01
0.0010	10.66	0.26				1.05	1.05		0.0228	0.00450	0.02
0.0009	10.76	0.32				1.05	1.05		0.0282	0.00450	0.02
0.0006	10.76	0.32				1.05	1.05		0.0203	0.00450	0.02
0.0007	10.81	0.35				1.05	2.05		-0.0095	0.00450	0.00
0.0007	10.86	0.38				2.05	2.88		-0.0066	0.00450	0.00
0.0007	10.94	0.43				2.88	5.31		-0.0290	0.00450	0.00
0.0008	11.70	0.88				5.31	5.86		-0.0024	0.00450	0.00
0.0009	11.77	0.93				5.86	5.41		0.0094	0.00450	0.00
0.0007	12.07	1.08				5.41	5.08		0.0090	0.00450	0.00
0.0003	13.72	2.08				5.08	4.99		0.0071	0.00450	0.00
0.0010	13.80	2.12				4.99	4.95		0.0049	0.00450	0.00
0.0010	13.80	2.12				4.95	4.01		0.0140	0.00450	0.00
0.0010	16.17	2.12		min = 2m		4.01	1.05		0.0372	0.00450	0.00

SaniHUB Módulo 1



55

FIGURA 57 (2 de 2)

Pend Tramo (n) [m/m]	DN Adotado [mm]	Coef Manning (n)	Qr_f [l/s]	Qmax_f [l/s]	Lamina y/do - ref Qi [%]	Fuerza Arrastre - ref Qi [Pa]	Vel Critica - Vc_f [m/s]	Vel Escurrimiento - Vf [m/s]	Qr_i [l/s]	Qmax_i [l/s]	Lamina y/do - ref Qi [m]	Fuerza Arrastre - ref Qi [Pa]	Vel Escurrimiento - Vi [m/s]	Ve
0.02185	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.44	2.38	0.72	1.50	1.50	17%	3.44	2.3782	0.72
0.02924	150	0.013	1.50	1.50	16%	4.31	2.30	0.80	1.50	1.50	16%	4.31	2.3024	0.80
0.02026	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.24	2.40	0.70	1.50	1.50	18%	3.24	2.3982	0.70
0.00450	150	0.013	1.50	1.50	26%	1.00	2.83	0.41	1.50	1.50	26%	1.00	2.8277	0.41
0.00815	150	0.013	1.50	1.50	22%	1.59	2.65	0.51	1.50	1.50	22%	1.59	2.6511	0.51
0.01945	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.14	2.41	0.69	1.50	1.50	18%	3.14	2.4091	0.69
0.02225	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.49	2.37	0.73	1.50	1.50	17%	3.49	2.3734	0.73
0.01907	150	0.013	15.82	18.98	74%	8.07	3.99	1.35	1.50	1.50	18%	3.09	2.4143	0.41
0.01404	150	0.013	15.82	18.98	88%	6.18	3.99	1.16	1.50	1.50	19%	2.43	2.4974	0.41
0.02284	150	0.013	15.99	19.19	70%	9.43	3.96	1.46	1.50	1.50	17%	3.56	2.3665	0.73
0.02818	150	0.013	16.14	19.37	65%	11.27	3.91	1.59	1.50	1.50	16%	4.19	2.312	0.73
0.02026	150	0.013	16.14	19.37	74%	8.55	3.99	1.39	1.50	1.50	18%	3.24	2.3982	0.73
0.00450	150	0.013	16.22	19.47	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00	2.8277	0.41
0.00450	150	0.013	16.30	19.56	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00	2.8277	0.41
0.00450	150	0.013	16.42	19.71	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00	2.8277	0.41
0.00450	150	0.013	17.57	21.08	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.61	27%	1.00	2.8714	0.41
0.00450	150	0.013	17.68	21.21	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.69	28%	1.00	2.9018	0.41
0.00450	150	0.013	18.12	21.74	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.65	1.97	30%	1.04	2.9993	0.41
0.00450	150	0.013	20.63	24.75	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.16	3.79	42%	1.37	3.4319	0.73
0.00450	150	0.013	20.74	24.87	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.23	3.87	43%	1.38	3.4464	0.73
0.00450	150	0.013	20.74	24.88	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.23	3.87	43%	1.38	3.4465	0.73
0.00897	150	0.013	24.30	29.15	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.23	3.87	35%	2.39	3.2131	0.41

Vel Escurrimiento - Vi [m/s]	Tipo Inspeccion Pi
0.7228	CI-0.60
0.8009	CI-0.60
0.7038	CI-0.60
0.4132	CI-0.60
0.5102	CI-0.60
0.6938	CI-0.60
0.7275	CI-0.60
0.689	CI-0.60
0.6184	CI-0.60
0.7342	CI-0.60
0.7905	CI-0.60
0.7038	CI-0.60
0.4132	CI-0.60
0.4132	PV-1.00
0.4132	PV-1.00
0.4217	PV-1.50
0.4277	PV-1.50
0.447	PV-1.50
0.5349	PV-1.50
0.5379	PV-1.50
0.538	PV-1.50
0.6918	PV-1.50
0.09	



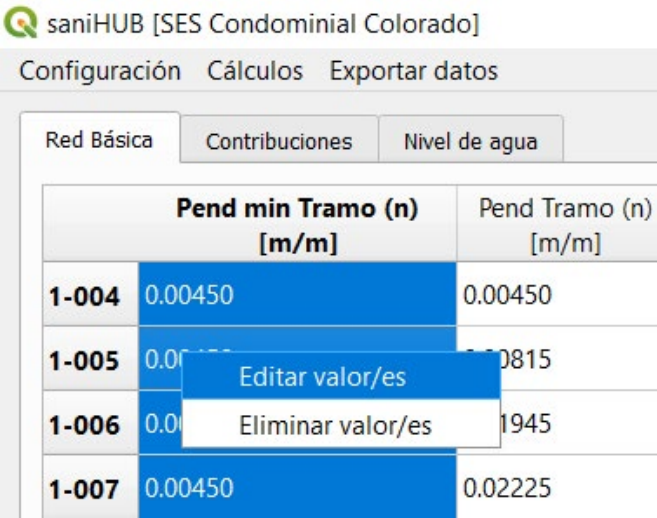
Como se mencionó anteriormente, la red trazada en QGIS se carga en la aplicación de cálculo con todos los tramos adoptando el valor del diámetro mínimo que fue definido en los parámetros del proyecto. Para que la red trazada quede dimensionada de manera que el flujo hidráulico cumpla con todos los requisitos técnicos, el usuario debe realizar ajustes en la red, ya sea manualmente o de forma semiautomática.

Es importante destacar que las verificaciones de flujo se ejecutan tanto para el inicio como para el final del periodo de proyecto, siendo responsabilidad del usuario garantizar que ambas condiciones de verificación hidráulica sean satisfechas. Por ejemplo, una reducción en el consumo per cápita de agua hacia el final del periodo, acompañada de una pequeña tasa de crecimiento poblacional, puede resultar en un caudal menor al final que al inicio del proyecto; por lo tanto, el esfuerzo cortante del fin de periodo también debe ser verificada.

Los **ajustes manuales** tramo por tramo se realizan únicamente en las celdas de color **amarillo**. Para ello, el usuario dispone de dos opciones:

- » Modificar el valor individualmente, haciendo clic con el botón izquierdo del ratón sobre la celda deseada, introduciendo un nuevo valor y presionando ENTER para ejecutar los cálculos; o
- » Modificar el valor de varias filas al mismo tiempo, haciendo clic con el botón izquierdo y arrastrando el ratón para seleccionarlas, y luego haciendo clic con el botón derecho del

FIGURA 58



ratón, aparecerán dos opciones en el menú contextual, como se muestra en la figura siguiente.

Al modificar los valores de las celdas en color amarillo, los cálculos se ejecutan en tiempo real, lo que permite al usuario probar diferentes configuraciones en su red y observar cómo se comporta el sistema en términos de flujo hidráulico.

IMPORTANTE: Dentro de la aplicación se utiliza el punto (".") como separador decimal para los valores numéricos.

La [imagen de la página siguiente](#) muestra la misma red presentada anteriormente, pero con ajustes en los diámetros y en las pendientes mínimas de los tramos donde se habían identificado problemas en las verificaciones del flujo hidráulico.

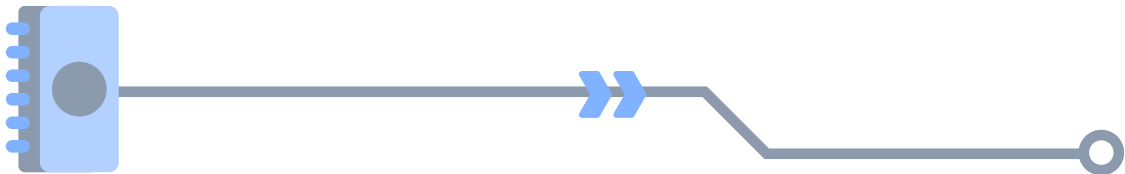


FIGURA 59

saniHUB [Proyecto Ejemplo Manual]

ConfiguraciónCálculosExportar datos

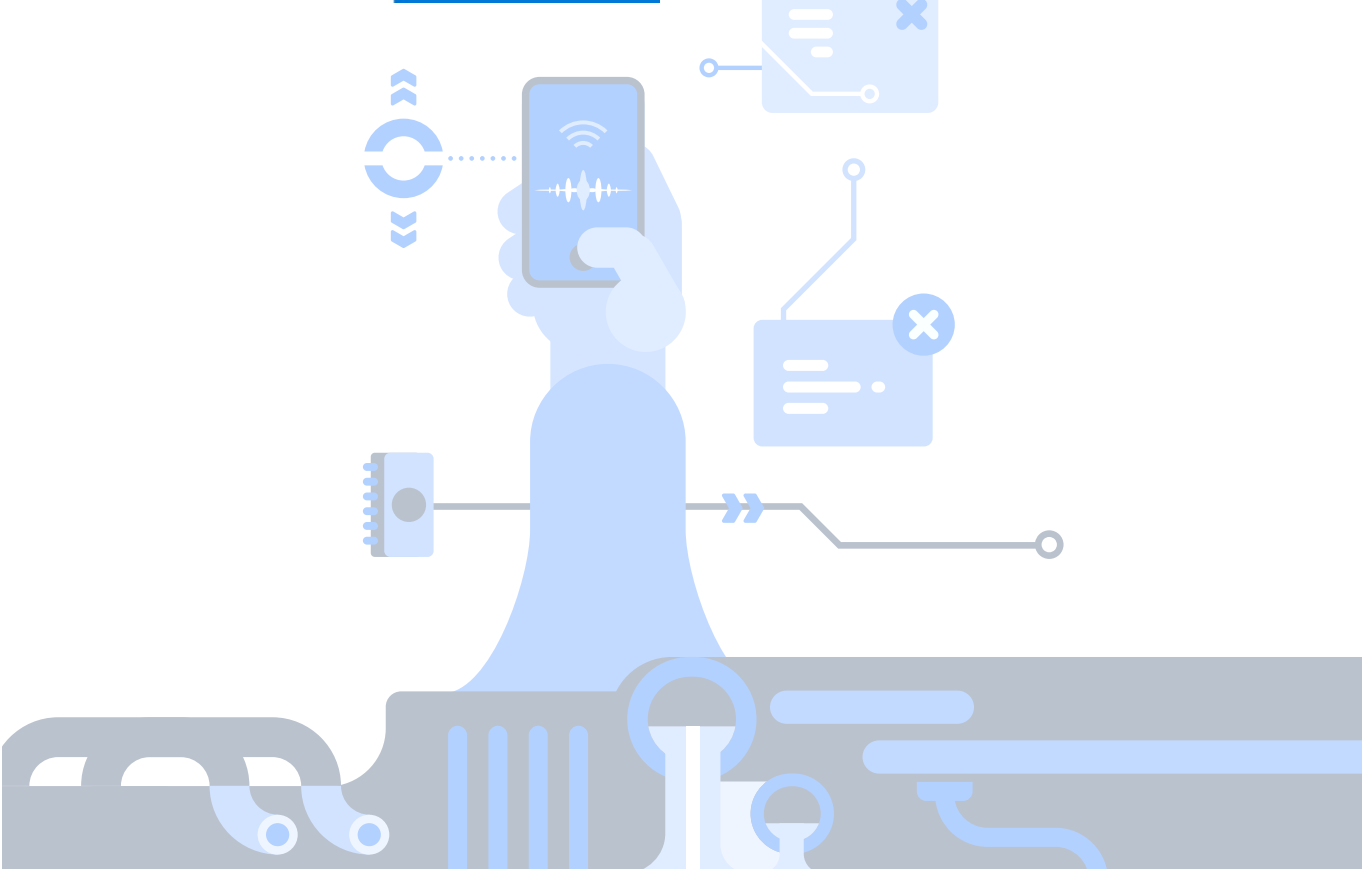
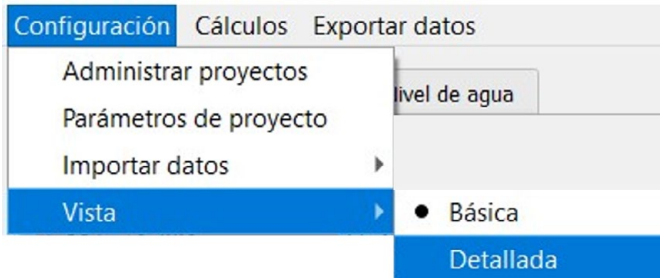
Red Básica		Contribuciones	Nivel de agua							
ID Col-Tramo (n)		Extensión [m]	ID Col-Tramo (n-1)	ID Col Contrib (m1)	ID Col Contrib (m2)	ID UCs	UCs cant f	UCs cant i	Caudal Concentrado f - QConc_f [l/s]	Caudal Concentrado i - QConc_i [l/s]
1-001	1-001	65.45				Q05	20	12	0.00	0.00
1-002	1-002	60.53	1-001						0.00	0.00
1-003	1-003	87.87	1-002			Q04	3	2	0.00	0.00
1-004	1-004	61.34	1-003						0.00	0.00
1-005	1-005	47.13	1-004			Q03	20	12	0.00	0.00
1-006	1-006	52.96	1-005			Q09	4	2	0.00	0.00
1-007	1-007	85.39	1-006			Q08	3	2	0.00	0.00
1-008	1-008	90.18	1-007	10-001					0.00	0.00
1-009	1-009	74.80	1-008						0.00	0.00
1-010	1-010	96.77	1-009			Q01	26	16	0.00	0.00
1-011	1-011	94.40	1-010			Q06	22	13	0.00	0.00
1-012	1-012	60.71	1-011						0.00	0.00
1-013	1-013	71.91	1-012			Q13	12	7	0.00	0.00
1-014	1-014	74.01	1-013			Q22	12	7	0.00	0.00
1-015	1-015	72.71	1-014			Q27,Q33	18	11	0.00	0.00
1-016	1-016	78.47	1-015	3-006		Q34	18	11	0.00	0.00
1-017	1-017	90.35	1-016			Q40	16	10	0.00	0.00
1-018	1-018	74.14	1-017	11-004		Q45	8	5	0.00	0.00
1-019	1-019	32.37	1-018	2-013		Q49	34	20	0.00	0.00
1-020	1-020	95.39	1-019			Q53	16	10	0.00	0.00
1-021	1-021	99.51	1-020						0.00	0.00
1-022	1-022	104.80	1-021			Q54	534	0	0.00	0.00

Infiltración en el tramo [l/s]	Imponer Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pf Tramo (n) [m]	Imponer Prof - Pf Tramo (n) [m]	Pendiente Terreno [m/m]	Pend min Tramo (n) [m/m]	Pend Tramo (n) [m/m]	DN Adotado [mm]	Coef Manning (n)	Qr_f [l/s]	Qmax_f [l/s]	Lamina y/do [%]
0.0007		0.80	0.80		0.0218	0.00450	0.02185	150	0.013	1.50	1.50	17%
0.0006		0.80	0.80		0.0292	0.00450	0.02924	150	0.013	1.50	1.50	16%
0.0009		0.80	0.80		0.0203	0.00450	0.02026	150	0.013	1.50	1.50	18%
0.0006		1.05	1.23		0.0016	0.00450	0.00450	150	0.013	1.50	1.50	26%
0.0005		1.23	1.05		0.0119	0.00450	0.00815	150	0.013	1.50	1.50	22%
0.0005		1.05	1.05		0.0194	0.00450	0.01945	150	0.013	1.50	1.50	18%
0.0009		1.05	1.05		0.0223	0.00450	0.02225	150	0.013	1.50	1.50	17%
0.0009		2.00	1.10		0.0191	0.00400	0.00909	200	0.013	15.82	18.98	56%
0.0007		1.10	1.10		0.0140	0.00400	0.01404	200	0.013	15.82	18.98	49%
0.0010		1.10	1.10		0.0228	0.00400	0.02284	200	0.013	15.99	19.19	43%
0.0009		1.10	1.10		0.0282	0.00400	0.02818	200	0.013	16.14	19.37	41%
0.0006		1.10	1.10		0.0203	0.00400	0.02026	200	0.013	16.14	19.37	45%
0.0007		1.15	2.23		-0.0095	0.00550	0.00550	250	0.013	16.22	19.47	47%
0.0007		2.23	3.12		-0.0066	0.00550	0.00550	250	0.013	16.30	19.56	47%
0.0007		3.12	5.63		-0.0290	0.00550	0.00550	250	0.013	16.42	19.71	47%
0.0008		5.63	6.25		-0.0024	0.00550	0.00550	250	0.013	17.57	21.08	49%
0.0009		6.25	5.90		0.0094	0.00550	0.00550	250	0.013	17.68	21.21	49%
0.0007		5.90	5.64		0.0090	0.00550	0.00550	250	0.013	18.12	21.74	50%
0.0003		5.64	5.52		0.0071	0.00350	0.00350	250	0.013	20.63	24.75	62%
0.0010		5.52	5.39		0.0049	0.00350	0.00350	250	0.013	20.74	24.87	62%
0.0010		5.39	4.34		0.0140	0.00350	0.00350	250	0.013	20.74	24.88	62%
0.0010	2	4.34	2.00	2	0.0372	0.00350	0.01485	250	0.013	24.30	29.15	44%

Como se mencionó anteriormente, la aplicación fue desarrollada para optimizar siempre la red en términos de profundidad, es decir, cualquiera que sea el ajuste o restricción impuesta por el usuario, el sistema buscará automáticamente la menor profundidad posible, respetando los parámetros definidos del proyecto.

Las dos imágenes anteriores muestran las columnas correspondientes a la configuración básica de la aplicación de cálculo. Si el usuario desea visualizar todas las columnas disponibles, debe seleccionar el menú **Configuración > Visualizar > Detallada**. Se recomienda utilizar la visualización “**Básica**” durante el uso de la aplicación de cálculos, ya que en ella se presentan las columnas principales empleadas para los cálculos hidráulicos.

FIGURA 60



Para visualizar más detalles, como por ejemplo: cuál es su función, cómo deben ser alimentadas (en el caso de las columnas con celdas amarillas) o cuál es la unidad de medida utilizada, basta con mantener el cursor del ratón sobre la columna de interés, y se mostrará un tooltip con la información correspondiente, tal como se observa en la imagen siguiente.

FIGURA 61

Aux Pos Col	Aux Prof - Pi Tramo (n)	Doner Prof - Pi Tram [m]	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pi
1	Auxiliar para informar la posición del tramo actual (Rua = 0; Acera = 1)			
1			0.80	0.80
1			0.80	0.80

A continuación se presentan todas las columnas (modo de visualización “**Detallada**”) de la pestaña principal de la aplicación de cálculos, junto con sus respectivas explicaciones y unidades de medida.

TABLA 2

Columna SaniHUBapp	Explicación [unidad]
aux tramo inicial	Tramo inicial del colector (No = 0; Sí = 1)
aux tramo final	Tramo final del colector (No = 0; Sí = 1)
id colector	Identificación del colector
ID Col-Tramo (n)	Identificación del colector y número del tramo (Colector-N° de tramo)
Extensión	Longitud del tramo [m]
ID Col-Tramo (n-1)	Tramo aguas arriba del actual perteneciente al mismo colector (Colector-N° de tramo)
ID Col Contrib (m1)	Tramo contribuyente (aguas arriba) del actual perteneciente a otro colector (Colector-N° de tramo)
ID Col Contrib (m2)	Tramo contribuyente (aguas arriba) del actual perteneciente a otro colector (Colector-N° de tramo)
ID UCs	Identificación del conjunto de unidades de contribución (condominio, manzana o punto de caudal concentrado) que descargan el caudal de aguas residuales en el tramo actual del colector (capa Blocks)
UCs qtd f	Cantidad de unidades de contribución (o lotes) que descargan el caudal de aguas residuales de fin de periodo en el tramo actual del colector [unidades]
UCs qtd i	Cantidad de unidades de contribución (o lotes) que descargan el caudal de aguas residuales de inicio de periodo en el tramo actual del colector [unidades]
Infiltración en el tramo	Infiltración en el tramo actual [l/s]
Caudal máx f	Caudal máximo de fin de periodo en el tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados + infiltración y los coeficientes de caudal adoptados en los parámetros del proyecto [l/s]
Caudal máx i	Caudal máximo de inicio de periodo en el tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados + infiltración y los coeficientes de caudal adoptados en los parámetros del proyecto [l/s]

TABLA 2

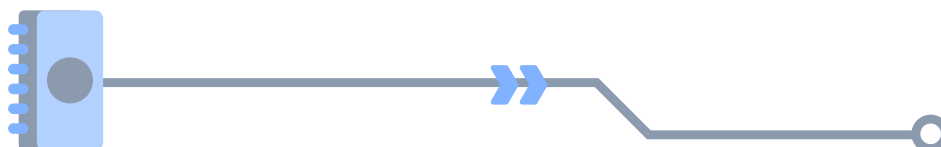
Columna SaniHUBapp	Explicación [unidad]
aux Pos Col	Auxiliar para indicar la posición del tramo actual (Calle = 0; Acerado = 1)
aux Prof - Pi Tramo (n)	Auxiliar para informar posibles interferencias o exigencias de profundidad en el punto aguas arriba del colector actual
Impor Prof - Pi Tramo (n)	El valor de este campo se adoptará como la profundidad del punto inicial (aguas arriba) del tramo actual, siempre que cumpla los criterios de recubrimiento mínimo y la profundidad de los tramos conectados en el punto [m]
aux Prof - calc NA	Impone la profundidad resultante de los cálculos para evitar remanso hidráulico [m]
Recubr - Pi Tramo (n)	Recubrimiento adoptado en el punto aguas arriba del tramo actual [m]
Recubr - Pf Tramo (n)	Recubrimiento adoptado en el punto aguas abajo del tramo actual [m]
Prof - Pi Tramo (n)	Profundidad adoptada en el punto aguas arriba del tramo actual [m]
Prof - Pf Tramo (n)	Profundidad adoptada en el punto aguas abajo del tramo actual [m]
Impor Prof - Pf Tramo (n)	El valor de este campo se adoptará como la profundidad del punto final (aguas abajo) del tramo actual, siempre que cumpla los criterios de recubrimiento mínimo y de los tramos conectados [m]
Cota Terreno - Pi	Cota del terreno en el punto aguas arriba del colector actual [m]
Cota Terreno - Pf	Cota del terreno en el punto aguas abajo del colector actual [m]
Cota Colector - Pi	Cota del punto inicial (aguas arriba) del fondo del colector actual [m]
Cota Colector - Pf	Cota del punto final (aguas abajo) del fondo del colector actual [m]

TABLA 2

Columna SaniHUBapp	Explicación [unidad]
Cota GS Col - Pi	Cota aguas arriba de la generatriz superior del colector actual [m]
Cota GS Col - Pf	Cota aguas abajo de la generatriz superior del colector actual [m]
Pendiente Terreno	Pendiente del terreno en el tramo actual [m/m]
Pend min Tramo (n)	Pendiente mínima admitida en el tramo actual [m/m]
Pend Tramo (n)	Pendiente adoptada en el tramo actual, conforme a los criterios de pendiente mínima y recubrimiento mínimo [m/m]
DN Sugerido	Diámetro sugerido a partir del cálculo estimado para el tramo actual [mm]
DN Adoptado	Diámetro adoptado en el tramo actual [mm]
Coef Manning (n)	Coeficiente de Manning adoptado para el tramo actual (n)
Qr_f	Caudal de fin de periodo recurrente proyectado en el tramo (considera solo el factor de pico horario) [l/s]
Qmax_f	Caudal de fin de periodo máximo proyectado en el tramo (considera los factores de pico diario y horario) [l/s]
Lámina y - ref Qf	Lámina líquida de fin de periodo correspondiente al caudal máximo proyectado (Qmax_f) en el tramo actual [m]
Lámina y/do - ref Qf	Lámina líquida relativa de fin de periodo correspondiente al caudal máximo proyectado (Qmax_f) en el tramo actual [%]
Tens Tract - ref Qf	Esfuerzo cortante de fin de periodo correspondiente al caudal recurrente proyectado (Qr_f) en el tramo actual [Pa]
Vel Crítica - Vc	Velocidad crítica de flujo en el tramo actual [m/s]
Vel Flujo - V	Velocidad de flujo en el tramo actual [m/s]

TABLA 2

Columna SaniHUBapp	Explicación [unidad]
Qr _i	Caudal de inicio de periodo recurrente proyectado en el tramo (considera solo el factor de pico horario) [l/s]
Qmax _i	Caudal de inicio de periodo máximo proyectado en el tramo (considera los factores de pico diario y horario) [l/s]
Lámina y - ref Qi	Lámina líquida de inicio de periodo correspondiente al caudal máximo proyectado (Qmax _i) en el tramo actual [m]
Lámina y/do - ref Qi	Lámina líquida relativa de inicio de periodo correspondiente al caudal máximo proyectado (Qmax _i) en el tramo actual [%]
Tens Tract - ref Qi	Esfuerzo cortante de inicio de periodo correspondiente al caudal recurrente proyectado (Qr _i) en el tramo actual [Pa]
ID - Inspección Pi	Identificación de la Caja de Inspección (CI) o del Registro de Inspección (PV) en el punto aguas arriba del tramo actual
Tipo Inspección Pi	Identificación de la Caja de Inspección (CI) o del Registro de Inspección (PV) en el punto aguas arriba del tramo actual
ID - Inspección Pf	Identificación de la Caja de Inspección (CI) o del Registro de Inspección (PV) en el punto aguas abajo del tramo actual
Tipo Inspección Pf	Tipo de Caja de Inspección (CI) o Registro de Inspección (PV) en el punto aguas abajo del tramo actual (Obs.: 0.80 = 80 cm DN)
ID Col-Tramo (n+1)	Tramo aguas abajo del actual (Colector-Nº de tramo)
Obs	Observaciones relacionadas con el tramo actual



En la parte superior de la aplicación existen tres menús principales: Configuración, Cálculos y Exportar datos. Cada menú contiene diversas herramientas y funciones, las cuales se describen detalladamente a continuación.

saniHUB [SES Condominial Colorado]

Configuración Cálculos Exportar datos

Menú Configuración:

- ➡ **Administrador de Proyectos:** se utiliza para que el usuario cree un nuevo proyecto o altere entre proyectos ya existentes, que pueden corresponder tanto a alternativas del trazado actual en QGIS como a proyectos de otras áreas vinculados a otro archivo (proyecto) de QGIS;
- ➡ **Parámetros del Proyecto:** abre el menú con los parámetros actualmente utilizados para el proyecto cargado en la pantalla principal del SaniHUBapp, permitiendo al usuario consultar o modificar dichos parámetros;
- ➡ **Importar Datos:** carga en la aplicación los datos del trazado provenientes del QGIS. Se utiliza, por ejemplo, cuando el usuario realiza alguna modificación en la red o actualiza alguna información (cotas del terreno, interferencias, unidades de contribución, etc.). Permite al usuario cargar la Red Completa o solo los tramos seleccionados en el QGIS;
- ➡ **Visualizar:** permite al usuario elegir el modo de visualización de la pestaña Red Básica de la aplicación de cálculos — puede optar por mostrar todas las columnas (Detallada) o solo las más utilizadas (Básica).

Menú Cálculos:

- ➡ **Cálculo de profundidad:** Permite al usuario alternar el método para el cálculo de las profundidades de los colectores, que puede ser:
 - » **Excavación mínima:** ajusta la profundidad de los tramos para que posean el menor recubrimiento posible (respetando el recubrimiento mínimo adoptado), utilizando escalones (degraus) y tubos

de caída en caso de existir un desnivel entre la base del tubo y el fondo del registro de inspección aguas abajo;

- » **Desniveles mínimos:** ajusta la profundidad de los tramos para que la base del tubo coincida con el fondo del registro de inspección aguas abajo, evitando así el uso de escalones y tubos de caída;
- ➡ **Cálculo de diámetro:** Cálculos semiautomáticos de los diámetros de los tramos de la red (los cálculos son aproximados y requieren una verificación por parte del usuario):
 - » **Adoptar DN creciente:** cálculo estimado del diámetro necesario para atender las condiciones de flujo en cada tramo, adoptando diámetros crecientes en los tramos de un mismo colector;
 - » **Adoptar DN sugerido:** cálculo estimado del diámetro necesario para atender las condiciones de flujo en cada tramo, adoptando el menor diámetro posible para cada tramo;
 - » **Borrar cálculos de DN:** utiliza el diámetro mínimo adoptado como parámetro de proyecto por el usuario, aun cuando no cumpla las condiciones de flujo. Puede utilizarse en caso de que el usuario desee realizar el ajuste manual del diámetro de los colectores.
- ➡ **Ajuste del nivel de agua:** ajusta la profundidad de llegada de los tubos en los registros de inspección con el objetivo de evitar el remanso en el flujo.
- ➡ **Limpiar ajuste NA:** borra los ajustes de profundidad realizados mediante el botón Ajuste del nivel de agua;

Menú Exportar datos:

- ➡ **Crear capa QGIS:** exporta todos los resultados del dimensionamiento y de los cálculos hidráulicos al QGIS, permitiendo al usuario crear nuevas capas (de tramos y de registros de inspección) o cargar la información en las capas ya existentes.

- ➡ **Generar hoja de impresión:** genera una hoja de cálculo resumida que contiene únicamente los datos más relevantes para el proyecto; además, incluye los parámetros utilizados y un resumen de los valores de las caudales de referencia adoptados.
- ➡ **Generar archivo INP (SWMM):** exporta la red dimensionada y los datos de caudal a un archivo “.inp” que puede ser cargado y utilizado por el software de modelación hidráulica EPA SWMM. Los caudales se lanzan como caudales de tiempo seco en los nodos de la red, por lo que el usuario debe elegir entre exportar la red con los caudales de inicio o de fin de plano.
- ➡ **Publicar proyecto:** utilizada para enviar las capas vectoriales de tramos y registros de inspección al portal del software, de modo que puedan visualizarse en línea sin necesidad de utilizar QGIS.

6.6.3.2 Pestaña Red Básica – Dimensionamiento de la Red

Con los datos cargados en la aplicación de cálculos SaniHUBapp, las profundidades entre los colectores y los tramos de la red se compatibilizan automáticamente, como puede observarse en las columnas “Prof - Pi Tramo (n)” (profundidades aguas arriba) y “Prof - Pf Tramo (n)” (profundidades aguas abajo) de los tramos.

La compatibilización de las profundidades se realiza inicialmente utilizando el método de excavación mínima (menor profundidad posible para la tubería). En caso de que el usuario desee dimensionar su red sin el uso de escalones ni tubos de caída, puede alternar al método de minimizar desniveles a través del **menú Cálculos > Cálculo de profundidad > Desniveles mínimos**, ya descrito anteriormente.

Como se muestra en la imagen anterior, la aplicación también carga las informaciones de los **tramos ubicados en la acera** y las anotaciones relativas a **interferencias**, ambas definidas por el usuario en el QGIS.

FIGURA 62

	Infiltración en el tramo [l/s]	Qmax_f [l/s]	Qmax_i [l/s]	Aux Pos Col	Aux Prof - Pi Tramo (n)	Imponer Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pf Tramo (n) [m]	Imponer Prof - Pf Tramo (n) [m]
1-001	0.0007	0.20	0.10	1			0.80	0.80	
1-002	0.0006	0.20	0.10	1			0.80	0.80	
1-003	0.0009	0.23	0.12	1			0.80	0.80	
1-004	0.0006	0.23	0.12				1.05	1.23	
1-005	0.0005	0.43	0.22				1.23	1.05	
1-006	0.0005	0.47	0.24				1.05	1.05	
1-007	0.0009	0.50	0.25				1.05	1.05	
1-008	0.0009	23.73	0.36				2.00	1.10	
1-009	0.0007	23.73	0.36				1.10	1.10	
1-010	0.0010	23.99	0.50				1.10	1.10	
1-011	0.0009	24.21	0.61				1.10	1.10	
1-012	0.0006	24.21	0.61				1.10	1.10	
1-013	0.0007	24.33	0.67				1.15	2.23	
1-014	0.0007	24.45	0.73				2.23	3.12	
1-015	0.0007	24.63	0.82				3.12	5.63	
1-016	0.0008	26.35	1.68				5.63	6.25	
1-017	0.0009	26.51	1.76				6.25	5.90	
1-018	0.0007	27.17	2.06				5.90	5.60	
1-019	0.0003	30.92	3.94				5.60	5.48	
1-020	0.0010	31.08	4.03				5.48	5.35	
1-021	0.0010	31.08	4.03				5.35	4.31	
1-022	0.0010	36.42	4.03		min = 2m	2	4.31	2.00	2
1-023	0.0004	36.42	4.03				2.00	1.15	
10-001	0.0003	23.22	0.11		min = 2m	2	2.00	2.00	2
11-001	0.0006	0.16	0.08				1.05	1.45	

La aplicación ajusta automáticamente el recubrimiento mínimo para los tramos localizados en la acera (columna **aux Pos Col**, alimentada con el valor 1), de acuerdo con lo definido en los parámetros.

En los casos de anotaciones de **interferencias**, el usuario debe introducir manualmente el valor de la profundidad a imponer (columnas **“aux Prof - Pi Tramo (n)”** y **“Prof - Pf Tramo (n)”**) conforme a su necesidad. En el ejemplo anterior, se impuso una profundidad mínima de 2 metros en los tramos 1-022 y 10-001.

Como en el tramo 1-022 de la imagen anterior, si las profundidades introducidas no cumplen con la pendiente mínima del colector, o resultan menores que las necesarias en el tramo (por ejemplo, debido a la conexión de otros colectores aguas arriba), se adoptará el menor valor compatible.

En principio, la red cargada en la aplicación no garantiza que los tramos de los colectores cumplan con las verificaciones hidráulicas y las condiciones de flujo, ya que por defecto se adopta el

diámetro mínimo informado en los parámetros para todos los tramos de la red. Los ajustes que deben realizarse por parte del usuario se detallan a continuación.

La [Figura 63](#) muestra algunos tramos de una red proyectada antes de que se realicen los ajustes de diámetros. El color **naranja** indica que se trata del **tramo inicial** de un colector, es decir, no existen otros colectores conectados aguas arriba.

Los tramos que presentan valores de **lámina líquida** en color **magenta** indican que esos valores se encuentran por **encima de los límites máximos establecidos** —en este caso, 75 % para tramos con velocidad menor que la velocidad crítica, y 50 % para los casos en que la velocidad sea mayor que la velocidad crítica. Cuando la lámina líquida sobrepasa el 100 % (capacidad total de la tubería), la celda muestra el mensaje **DN !!**.

Existen dos maneras de realizar los ajustes necesarios en el diámetro de los colectores:

- » Cambiar manualmente el diámetro de los colectores necesarios en la columna **DN Adoptado**;

FIGURA 63

Red Básica		Contribuciones		Nivel de agua								
	DN Adotado [mm]	f Manning	Qr_f [l/s]	Qmax_f [l/s]	Lamina y/do - ref Qf [%]	Fuerza Arrastre - ref Qf [Pa]	QfCrítica [m/s]	Vc [m/s]	Qr_l [l/s]	Qmax_l [l/s]	la y/do - [m]	Fuerza Arrastre - ref Qi [Pa]
1-001	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.44	2.38	0.72	1.50	1.50	17%	3.44
1-002	150	0.013	1.50	1.50	16%	4.31	2.30	0.80	1.50	1.50	16%	4.31
1-003	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.24	2.40	0.70	1.50	1.50	18%	3.24
1-004	150	0.013	1.50	1.50	26%	1.00	2.83	0.41	1.50	1.50	26%	1.00
1-005	150	0.013	1.50	1.50	22%	1.59	2.65	0.51	1.50	1.50	22%	1.59
1-006	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.14	2.41	0.69	1.50	1.50	18%	3.14
1-007	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.49	2.37	0.73	1.50	1.50	17%	3.49
1-008	150	0.013	15.82	18.98	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	22%	1.65
1-009	150	0.013	15.82	18.98	88%	6.18	3.99	1.16	1.50	1.50	19%	2.43
1-010	150	0.013	15.99	19.19	70%	9.43	3.96	1.46	1.50	1.50	17%	3.56
1-011	150	0.013	16.14	19.37	65%	11.27	3.91	1.59	1.50	1.50	16%	4.19
1-012	150	0.013	16.14	19.37	74%	8.55	3.99	1.39	1.50	1.50	18%	3.24
1-013	150	0.013	16.22	19.47	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00
1-014	150	0.013	16.30	19.56	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00
1-015	150	0.013	16.42	19.71	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.50	26%	1.00
1-016	150	0.013	17.57	21.08	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.61	27%	1.00
1-017	150	0.013	17.68	21.21	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.50	1.69	28%	1.00
1-018	150	0.013	18.12	21.74	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	1.65	1.97	30%	1.04
1-019	150	0.013	20.63	24.75	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.16	3.79	42%	1.37
1-020	150	0.013	20.74	24.87	DN !!	DN !!	DN !!	DN !!	3.23	3.87	43%	1.38

- » Utilizar las herramientas de cálculos semiautomáticos en el **menú Cálculos > Cálculo de diámetro > Adoptar DN creciente o Adoptar DN sugerido**, que completarán la columna DN Adoptado con los valores calculados.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los diámetros necesarios (menú **Cálculos > Cálculo de diámetro > Adoptar DN creciente o Adoptar DN sugerido**) son aproximaciones. El usuario debe verificar todos los tramos de la planilla para garantizar que las condiciones de flujo hayan sido cumplidas y realizar ajustes manuales adicionales si fuese necesario.

Los ajustes manuales pueden efectuarse tramo por tramo, haciendo clic con el botón izquierdo del ratón en la celda deseada, introduciendo un valor y presionando ENTER para ejecutar los cálculos; o bien modificando simultáneamente el valor de varias líneas, seleccionándolas con el botón izquierdo y, luego, con el botón derecho, eligiendo la opción **Editar valor/es**.

FIGURA 64

 **saniHUB [SES Condominial Colorado]**

Configuración Cálculos Exportar datos

Red Básica		Contribuciones	Nivel de agua
	Pend min Tramo (n) [m/m]	Pend Tramo (n) [m/m]	
1-004	0.00450	0.00450	Editar valor/es Eliminar valor/es
1-005	0.00450		
1-006	0.00450	0.01945	
1-007	0.00450	0.02225	

Para restablecer todos los tramos al diámetro mínimo, se debe utilizar el botón **Borrar cálculos de DN** o seleccionar toda la columna, hacer clic con el botón derecho y escoger la opción **Borrar valor/es**.

Si el usuario decide ajustar manualmente los valores de los diámetros, debe recordar adoptar únicamente diámetros comerciales existentes que figuren en la lista de tuberías disponible en el catálogo de parámetros del proyecto (**menú Configuraciones > Parámetros del proyecto > pestaña Perfil del Proyecto > Tubos**), presentada anteriormente.

Con los diámetros de todos los tramos ajustados, la aplicación recalcula automáticamente el flujo. En los casos en que el **esfuerzo cortante sea menor que la especificada en los parámetros** del proyecto, la celda también se mostrará en color **magenta**, como se observa en la [Figura 66](#).

En estos casos, el usuario debe realizar los **ajustes manuales** necesarios en la pendiente admitida (columna **Decliv min Tramo (n)**) o en el diámetro de la tubería, cuando la lámina líquida lo permita.

Para ello, como se mencionó anteriormente, el usuario puede modificar el valor tramo por tramo (recordando utilizar el punto “.” como separador decimal), o seleccionar varios tramos, hacer clic con el botón derecho y luego en **Editar valor/es**, como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 65

1-013	0.00450	Editar valor/es Ingrese el número 0.0055 Aceptar Cancelar
1-014	0.00450	
1-015	0.00450	
1-016	0.00450	
1-017	0.00450	
1-018	0.00450	

FIGURA 66

Red Básica	Contribuciones		Nivel de agua									
	DN Adotado [mm]	f Manning	Qr_f [l/s]	Qmax_f [l/s]	Lamina y/do - ref Qf [%]	Fuerza Arrastre - ref Qf [Pa]	Crítica - [m/s]	Vcurrimien [m/s]	Qr_i [l/s]	Qmax_i [l/s]	ia y/do - [m]	Fuerza Arrastre - ref Qi [Pa]
1-001	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.44	2.38	0.72	1.50	1.50	17%	3.44
1-002	150	0.013	1.50	1.50	16%	4.31	2.30	0.80	1.50	1.50	16%	4.31
1-003	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.24	2.40	0.70	1.50	1.50	18%	3.24
1-004	150	0.013	1.50	1.50	26%	1.00	2.83	0.41	1.50	1.50	26%	1.00
1-005	150	0.013	1.50	1.50	22%	1.59	2.65	0.51	1.50	1.50	22%	1.59
1-006	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.14	2.41	0.69	1.50	1.50	18%	3.14
1-007	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.49	2.37	0.73	1.50	1.50	17%	3.49
1-008	200	0.013	15.82	18.98	56%	4.48	4.35	1.04	1.50	1.50	15%	1.65
1-009	200	0.013	15.82	18.98	49%	6.36	4.18	1.23	1.50	1.50	13%	2.31
1-010	200	0.013	15.99	19.19	43%	9.43	4.00	1.48	1.50	1.50	12%	3.37
1-011	200	0.013	16.14	19.37	41%	11.19	3.92	1.60	1.50	1.50	11%	3.96
1-012	200	0.013	16.14	19.37	45%	8.60	4.05	1.42	1.50	1.50	12%	3.07
1-013	250	0.013	16.22	19.47	53%	2.08	4.78	0.73	1.50	1.50	14%	0.75
1-014	250	0.013	16.30	19.56	53%	2.09	4.79	0.74	1.50	1.50	14%	0.75
1-015	250	0.013	16.42	19.71	54%	2.09	4.80	0.74	1.50	1.50	14%	0.75
1-016	250	0.013	17.57	21.08	56%	2.15	4.85	0.75	1.50	1.61	15%	0.75
1-017	250	0.013	17.68	21.21	56%	2.15	4.86	0.75	1.50	1.69	15%	0.75
1-018	250	0.013	18.12	21.74	57%	2.17	4.88	0.75	1.65	1.97	16%	0.78
1-019	250	0.013	20.63	24.75	62%	2.27	4.99	0.78	3.16	3.79	22%	1.05
1-020	250	0.013	20.74	24.87	62%	2.28	4.99	0.78	3.23	3.87	22%	1.06

Las celdas de la columna **Decliv min Tramo (n)** cuyos valores fueron modificados por el usuario se destacan en color **naranja**. Si no existen otros ajustes pendientes, las celdas con los valores de lámina de agua y esfuerzo cortantes (tanto para inicio como para fin de tramo) quedarán en color blanco.

Si la **velocidad de flujo** en un cierto tramo **supera la velocidad crítica**, la celda de velocidad también se mostrará en color **magenta**. Esto no necesariamente indica que el tramo deba ser redimensionado, excepto si la lámina líquida es mayor que el valor definido en los parámetros del proyecto (normalmente 50 %). En estos casos, la aplicación resaltaré en color **magenta** los tramos con lámina líquida superior a la permitida.

Con los diámetros y pendientes definidos, el usuario debe verificar la necesidad de ajustes de nivel de agua. Para ello, debe observar si el valor indicado en el pie de la aplicación es diferente de 0,00. Este valor representa el mayor desnivel necesario a

realizar en el fondo de los registros de inspección de la red, con el fin de evitar el remanso hidráulico.

Para ejecutar estos cálculos, debe acceder al menú **Cálculos > Ajuste de nivel de agua**. Al hacerlo, aparecerá una ventana para que el usuario seleccione el número máximo de iteraciones (por defecto, hasta 12 iteraciones) que pueden efectuarse durante el proceso, conforme se muestra en la imagen siguiente.

FIGURA 67

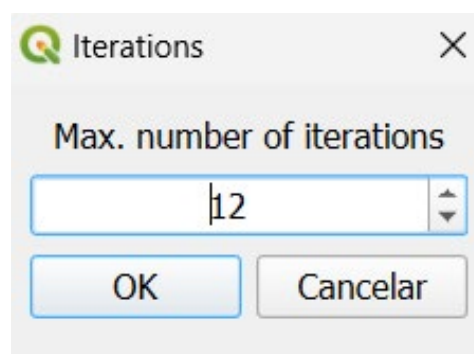


FIGURA 68

Configuración Cálculos Exportar datos														
Red Básica		Contribuciones		Nivel de agua										
	Pend min Tramo (n)	nd Tramo (n)	DN Adotado	f Manning	Qr_f	Qmax_f	ina y/do - r	rr'za Arrastre - r	Crítica -	zurrimien	Qr_i	Qmax_i	ia y/do -	Fuerza Arrastre - ref Qi
	[m/m]	[m/m]	[mm]		[l/s]	[l/s]	[%]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[Pa]
1-001	0.00450	0.02185	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.44	2.38	0.72	1.50	1.50	17%	3.44
1-002	0.00450	0.02924	150	0.013	1.50	1.50	16%	4.31	2.30	0.80	1.50	1.50	16%	4.31
1-003	0.00450	0.02026	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.24	2.40	0.70	1.50	1.50	18%	3.24
1-004	0.00450	0.00450	150	0.013	1.50	1.50	26%	1.00	2.83	0.41	1.50	1.50	26%	1.00
1-005	0.00450	0.00815	150	0.013	1.50	1.50	22%	1.59	2.65	0.51	1.50	1.50	22%	1.59
1-006	0.00450	0.01945	150	0.013	1.50	1.50	18%	3.14	2.41	0.69	1.50	1.50	18%	3.14
1-007	0.00450	0.02225	150	0.013	1.50	1.50	17%	3.49	2.37	0.73	1.50	1.50	17%	3.49
1-008	0.00400	0.00909	200	0.013	15.82	18.98	56%	4.48	4.35	1.04	1.50	1.50	15%	1.65
1-009	0.00400	0.01404	200	0.013	15.82	18.98	49%	6.36	4.18	1.23	1.50	1.50	13%	2.31
1-010	0.00400	0.02284	200	0.013	15.99	19.19	43%	9.43	4.00	1.48	1.50	1.50	12%	3.37
1-011	0.00400	0.02818	200	0.013	16.14	19.37	41%	11.19	3.92	1.60	1.50	1.50	11%	3.96
1-012	0.00400	0.02026	200	0.013	16.14	19.37	45%	8.60	4.05	1.42	1.50	1.50	12%	3.07
1-013	0.00550	0.00550	250	0.013	16.22	19.47	47%	2.99	4.59	0.87	1.50	1.50	13%	1.07
1-014	0.00550	0.00550	250	0.013	16.30	19.56	47%	3.00	4.59	0.87	1.50	1.50	13%	1.07
1-015	0.00550	0.00550	250	0.013	16.42	19.71	47%	3.01	4.60	0.87	1.50	1.50	13%	1.07
1-016	0.00550	0.00550	250	0.013	17.57	21.08	49%	3.09	4.66	0.89	1.50	1.61	13%	1.07
1-017	0.00550	0.00550	250	0.013	17.68	21.21	49%	3.10	4.66	0.89	1.50	1.69	13%	1.07
1-018	0.00550	0.00550	250	0.013	18.12	21.74	50%	3.13	4.68	0.90	1.65	1.97	14%	1.11
1-019	0.00350	0.00350	250	0.013	20.63	24.75	62%	2.27	4.99	0.78	3.16	3.79	22%	1.05
1-020	0.00350	0.00350	250	0.013	20.74	24.87	62%	2.28	4.99	0.78	3.23	3.87	22%	1.06
1-021	0.00350	0.00350	250	0.013	20.74	24.88	62%	2.28	4.99	0.78	3.23	3.87	22%	1.06
1-022	0.00350	0.01485	250	0.013	24.30	29.15	44%	7.78	4.50	1.40	3.23	3.87	16%	3.25

Esta función realiza ajustes finos en las profundidades de algunos tramos, de modo que las cotas del nivel de agua en la entrada y salida de los registros de inspección coincidan, evitando así el remanso en el flujo. Es posible notar las diferencias en las profundidades en la figura siguiente, que compara el tramo antes (a la izquierda) (Figura 69-1) y después (a la derecha) (Figura 69-2) de ejecutar el cálculo de ajuste de nivel de agua.

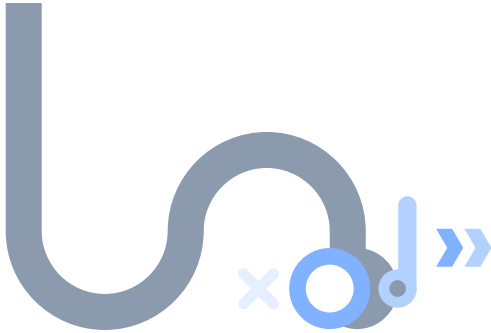


FIGURA 69 (1 de 2)

	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pf Tramo (n) [m]	Superf Prof - Pf Tramo [m]	Pendiente Terrer [m/m]	Pendiente min Tramo [m/m]	Pendiente Tramo (n) [m/m]
1-001	0.80	0.80		0.0218	0.00450	0.02185
1-002	0.80	0.80		0.0292	0.00450	0.02924
1-003	0.80	0.80		0.0203	0.00450	0.02026
1-004	1.05	1.29		0.0016	0.00550	0.00550
1-005	1.29	1.05		0.0119	0.00450	0.00685
1-006	1.05	1.05		0.0194	0.00450	0.01945
1-007	1.05	1.05		0.0223	0.00450	0.02225
1-008	2.00	1.30		0.0191	0.00350	0.01131
1-009	1.30	1.30		0.0140	0.00350	0.01404
1-010	1.30	1.30		0.0228	0.00350	0.02284
1-011	1.30	1.30		0.0282	0.00350	0.02818
1-012	1.30	1.30		0.0203	0.00350	0.02026
1-013	1.35	2.28		-0.0095	0.00350	0.00350
1-014	2.28	3.03		-0.0066	0.00350	0.00350
1-015	3.03	5.40		-0.0290	0.00350	0.00350
1-016	5.40	5.86		-0.0024	0.00350	0.00350
1-017	5.86	5.33		0.0094	0.00350	0.00350
1-018	5.33	4.92		0.0090	0.00350	0.00350
1-019	4.92	4.80		0.0071	0.00350	0.00350
1-020	4.80	4.66		0.0049	0.00350	0.00350
1-021	4.66	3.62		0.0140	0.00350	0.00350
1-022	3.62	2.00	2	0.0372	0.00350	0.02175

FIGURA 69 (2 de 2)

	Prof - Pi Tramo (n) [m]	Prof - Pf Tramo (n) [m]	Imponer Prof - Pf Tramo [m]	Pendiente Terreno [m/m]	Pendiente min Tramo [m/m]	Pendiente Tramo (n) [m/m]
1-001	0.80	0.80		0.0218	0.00450	0.02185
1-002	0.80	0.80		0.0292	0.00450	0.02924
1-003	0.81	0.80		0.0203	0.00450	0.02014
1-004	1.05	1.29		0.0016	0.00550	0.00550
1-005	1.29	1.05		0.0119	0.00450	0.00679
1-006	1.05	1.05		0.0194	0.00450	0.01945
1-007	1.05	1.05		0.0223	0.00450	0.02225
1-008	2.00	1.30		0.0191	0.00350	0.01131
1-009	1.30	1.30		0.0140	0.00350	0.01404
1-010	1.30	1.30		0.0228	0.00350	0.02284
1-011	1.30	1.30		0.0282	0.00350	0.02818
1-012	1.32	1.30		0.0203	0.00350	0.01993
1-013	1.41	2.34		-0.0095	0.00350	0.00350
1-014	2.35	3.10		-0.0066	0.00350	0.00350
1-015	3.10	5.46		-0.0290	0.00350	0.00350
1-016	5.47	5.93		-0.0024	0.00350	0.00350
1-017	5.94	5.41		0.0094	0.00350	0.00350
1-018	5.41	5.00		0.0090	0.00350	0.00350
1-019	5.01	4.89		0.0071	0.00350	0.00350
1-020	4.90	4.76		0.0049	0.00350	0.00350
1-021	4.77	3.73		0.0140	0.00350	0.00350
1-022	3.73	2.00	2	0.0372	0.00350	0.02071

IMPORTANTE: Si el número de iteraciones elegido no es suficiente para realizar todos los ajustes de niveles de agua necesarios en la red, se

mostrará un mensaje en el pie de la aplicación, como se ilustra en la figura siguiente.

FIGURA 70

1-021	4.72	3.68		0.0140	0.00350	0.00350
Advertencia: todavía hay secciones en las que se necesitan ajustes. Repita la operación aumentando el número de iteraciones máximas.						

Para que la red sea correctamente dimensionada, el usuario debe repetir la operación aumentando el número de iteraciones. Normalmente 12 iteraciones son suficientes, pero en redes con muchos tramos y condiciones de flujo muy variables puede ser necesario un número mayor, recordando que el número de iteraciones influye directamente en el tiempo de cálculo de la operación.

Después de realizar los ajustes del nivel de agua, pueden producirse cambios en las condiciones de flujo de los tramos modificados. El usuario debe asegurarse de que no sean necesarios nuevos ajustes de diámetro o pendiente (celdas en color **magenta**). Estos ajustes pueden realizarse manualmente o mediante las funciones automáticas descritas anteriormente (**menú Cálculos > Cálculo de diámetro > Adoptar DN creciente o Adoptar DN sugerido**).

Como cualquier modificación en los diámetros, pendientes o profundidades está interrelacionada, el usuario podría necesitar repetir el ajuste de nivel de agua después de alterar los diámetros o pendientes, utilizando nuevamente el **menú Cálculos > Ajuste de nivel de agua**.

IMPORTANTE: La etapa de ajuste de nivel de agua constituye el último paso del dimensionamiento de la red básica proyectada. Cualquier modificación que se realice en los parámetros de cálculo o en las características físicas y constructivas de los tramos debe ser sucedida por un nuevo ajuste del nivel de agua.

Con la red básica dimensionada, el usuario puede:

- » Generar una hoja de impresión de resultados mediante el **menú Exportar datos > Generar hoja de impresión**;
- » Exportar los resultados del dimensionamiento al QGIS, mediante el **menú Exportar datos > Crear capa QGIS**, permitiendo crear nuevas capas (de tramos y registros de inspección) o cargar la información en las capas existentes;
- » Exportar los resultados del dimensionamiento al SWMM, a través del menú **Exportar datos > Generar archivo INP (SWMM)**;
- » Publicar el proyecto en el portal del SaniHUB, mediante el menú **Exportar datos > Publicar proyecto**.

5.6.4. Pestaña Contribuciones

En la pestaña Contribuciones se encuentran todos los cálculos detallados de las aportaciones de aguas residuales de la red.

En ella se muestran los caudales distribuidos, concentrados, infiltraciones, entre otros valores asociados al sistema de alcantarillado sanitario.

5.6.5. Pestaña Nivel de agua

En la pestaña Nivel de agua se presentan los cálculos detallados realizados por la aplicación para determinar las profundidades de los tramos de la red, con el fin de evitar el fenómeno de remanso hidráulico en el sistema de alcantarillado sanitario.

5.7. Exportar red dimensionada al EPA SWMM

Con la red dimensionada en SaniHUBapp, el usuario puede exportarla al software EPA SWMM, generando un archivo con extensión “.inp”.

Para trabajar en el SWMM, se consideran los caudales de aguas residuales de la red como caudales de tiempo seco. Por lo tanto, el usuario debe elegir entre exportar los caudales de inicio o de fin de plano, haciendo clic sobre el icono  “Export to SWMM” de la barra de herramientas del SaniHUB RedBasica, luego: **Seleccione el caudal (inicial o final) con el cual desea realizar la simulación > seleccione la ubicación donde desea guardar el archivo “.inp” > haga clic sobre el botón “Aceptar”.**

FIGURA 71

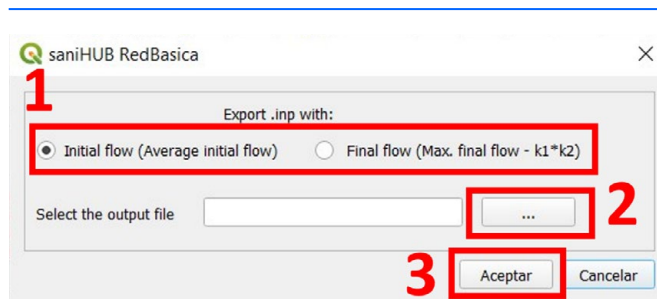
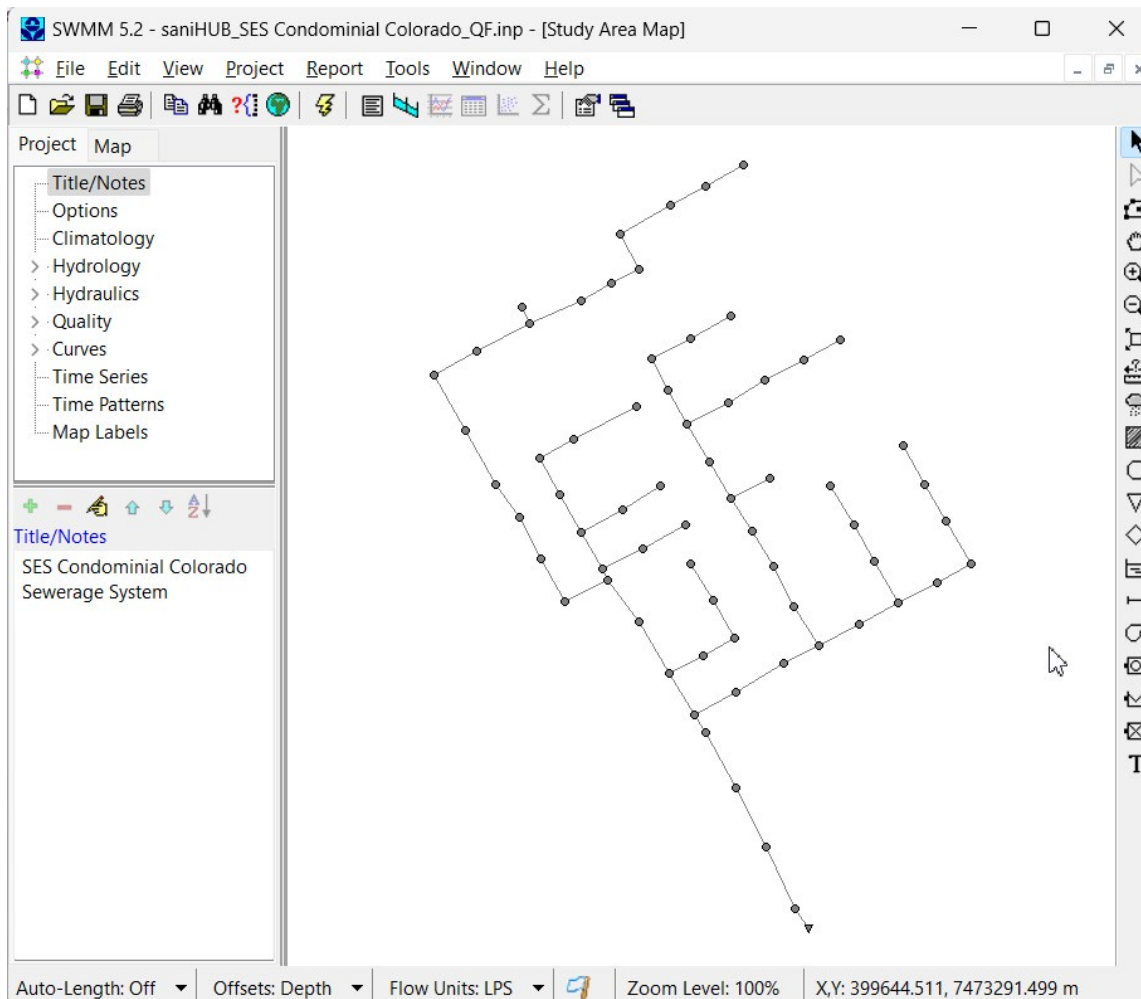


FIGURA 72



Para cargar la red en el EPA SWMM, el usuario debe abrir el archivo a través del menú **File > Open** y seleccionar el archivo .inp exportado por SaniHUB. La red cargada se mostrará en el entorno del SWMM como se ilustra en la [Figura 72](#).

5.8. Visualizar los resultados del dimensionamiento en QGIS

Para visualizar la información de los tramos dimensionados en el mapa, el usuario puede alternar el estilo de la capa vectorial de los tramos al modo de visualización de resultados. Esto se realiza utilizando el botón , que al ser presionado cambia su apariencia al ícono  y el resultado mostrado debe contener la información de acuerdo con lo presentado en la [Figura 73](#).

FIGURA 73

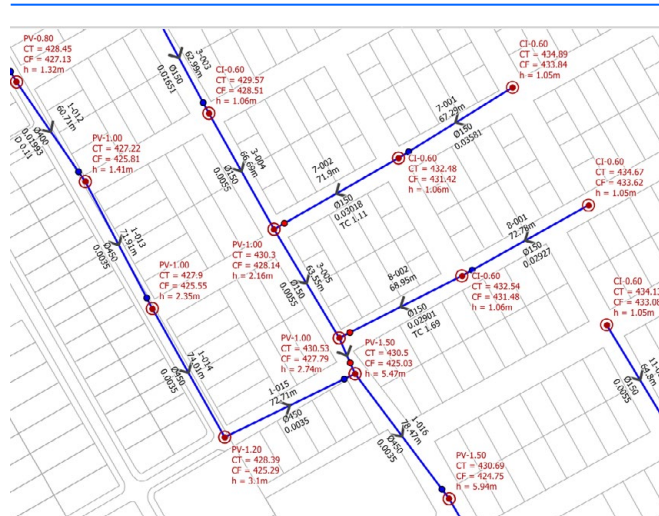
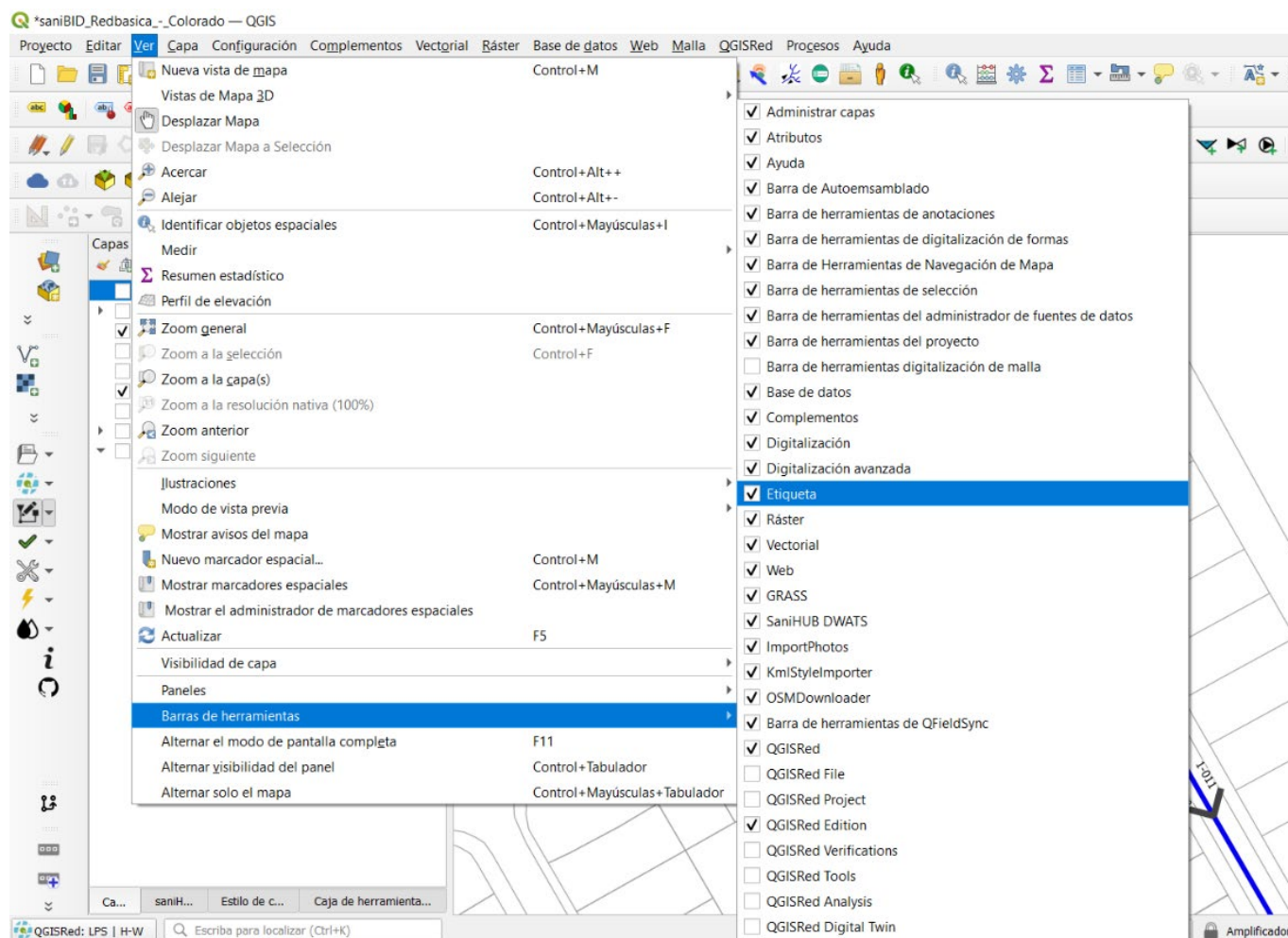


FIGURA 74



5.9. Leyendas de los tramos y registros de inspección

Para habilitar la barra de herramientas de etiquetas (leyendas), el usuario debe acceder al menú: **Ver > Barra de herramientas > Etiqueta**, tal como se muestra en la imagen siguiente (Figura 74).

Las herramientas de edición de etiquetas pueden utilizarse tanto en las leyendas de los tramos como en las de los registros de inspección. Para permitir su edición, es necesario activar el modo de edición de la capa que se desea modificar y seleccionar una de las herramientas mostradas a continuación.



Entre las herramientas de edición de etiquetas disponibles, el usuario puede ocultar, mover o rotar las leyendas de cada tramo o registro de inspección individualmente, haciendo clic en la herramienta y luego en la leyenda de interés.

5.10. Perfil de los colectores

La herramienta de perfil funciona obteniendo la información de la red dimensionada en la aplicación de cálculo del QGIS, y no directamente desde la capa vectorial de tramos y nodos. Por este motivo, es indispensable que la red haya sido dimensionada utilizando la aplicación de cálculo, y no mediante la hoja de cálculo .xls de dimensionamiento. Además, no es posible seleccionar únicamente un tramo del colector para mostrar el perfil.

FIGURA 75



Para la representación del perfil de los colectores dimensionados, el usuario debe seleccionar los tramos que desea visualizar en el perfil. Es importante que todos los tramos seleccionados estén conectados y que no se seleccionen dos tramos que descarguen en un mismo nodo (tramos resaltados con rectángulos rojos), como se muestra en la [Figura 75](#).

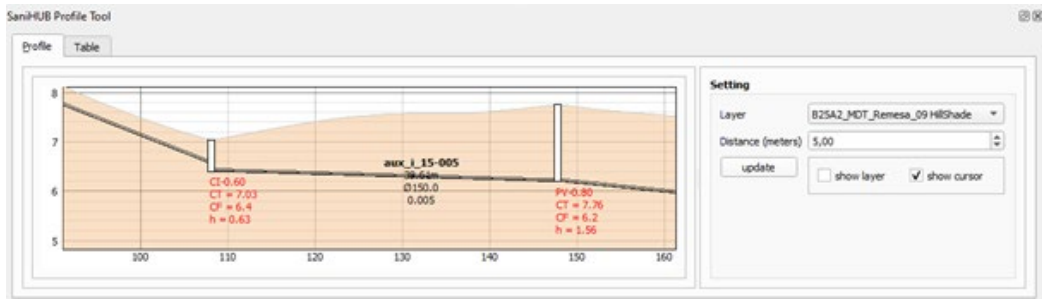
Después de seleccionar los tramos, basta con hacer clic en el botón  de perfil para que se muestre el panel de perfil. El usuario debe seleccionar en el campo **Layer** la capa raster utilizada como MDT (Modelo Digital del Terreno) del proyecto. En el campo **Distance (meters)** es posible definir cada cuántos metros se capturará la cota del terreno para la interpolación y

trazado del perfil. Una vez configurados los parámetros, el usuario debe hacer clic en Update, y el perfil se generará tal como se muestra en la [Figura 76](#).

En la ventana donde se muestra el perfil, el usuario puede aplicar zoom y mover el gráfico utilizando el botón izquierdo y la rueda de desplazamiento del ratón. Haciendo clic con el botón derecho del ratón, es posible modificar los ejes X e Y, exportar el perfil como imagen, entre otras opciones.

La opción **Show cursor** vincula el perfil de los colectores con la planta del proyecto (ventana principal del QGIS), facilitando al usuario visualizar en qué parte del tramo se encuentra dentro de la ventana del perfil.

FIGURA 76

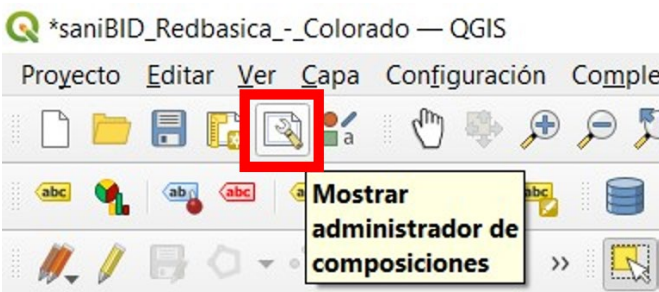


5.11. Impresión del proyecto

El QGIS ofrece recursos avanzados para la impresión de mapas y planos, que permiten al usuario personalizar todos los detalles del diseño de la página según sus preferencias.

Para crear un nuevo diseño de impresión, se utiliza el menú **Nuevo diseño de impresión**, como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 77



Después de crear un nuevo diseño, el usuario debe configurar el diseño de impresión, delimitando el área de la hoja en la que se mostrará el proyecto creado en QGIS. Para ello, debe utilizar el botón **Add a new Map to the layout** y definir el área de impresión de la hoja, conforme se muestra a continuación.

FIGURA 78



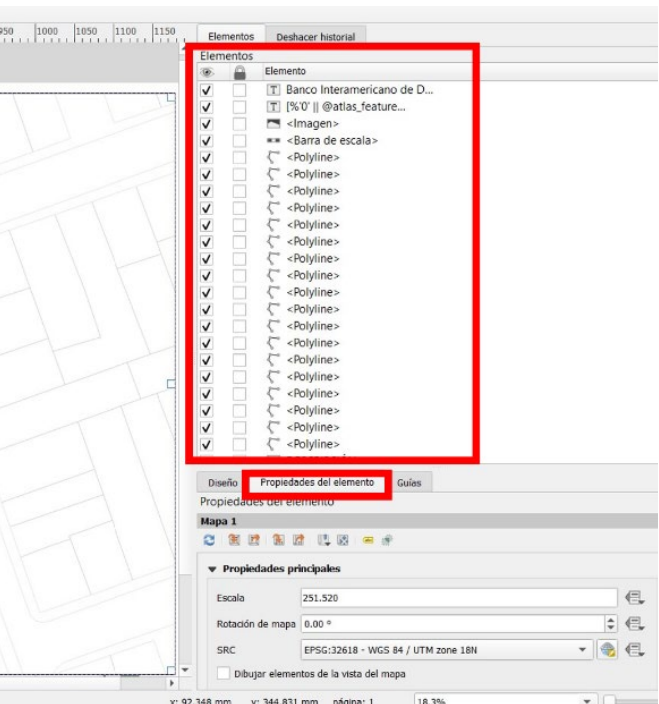
Para agregar los elementos de impresión —como leyendas, flecha indicadora del norte, textos y figuras geométricas— se utilizan las **herramientas** mostradas en la figura siguiente.

FIGURA 79



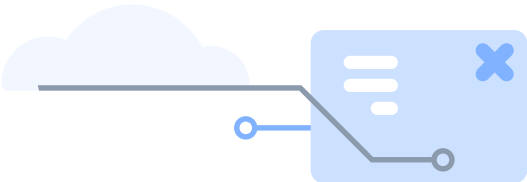
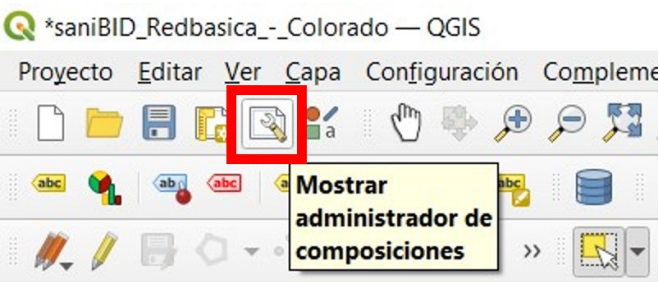
Al agregar los elementos, el usuario puede editarlos seleccionando el elemento correspondiente en la **ventana Items**, ubicada en la esquina superior derecha, y utilizando la pestaña **Propiedades del elemento**, donde se muestran todas las opciones de edición disponibles.

FIGURA 80



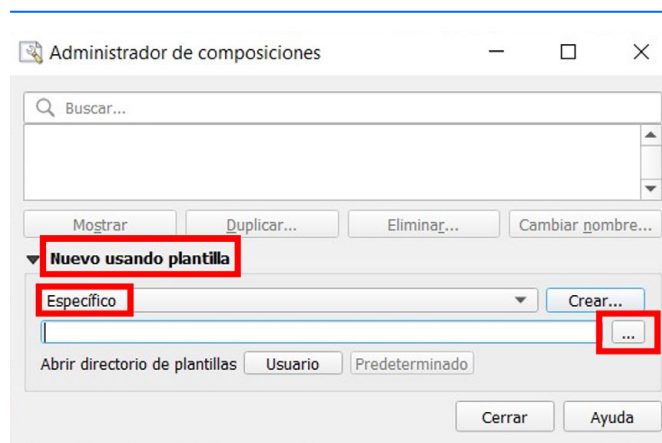
Para facilitar el proceso de impresión, el SaniHUB RedBasica ya incluye dos diseños preconfigurados para impresión en hojas A0. Para cargarlos, el usuario debe hacer clic en el botón **Mostrar administrador de diseño**, resaltado en la imagen siguiente.

FIGURA 81



A continuación, en la pestaña **Layout Manager**, debe hacer clic en Nuevo a partir de un modelo y seleccionar la opción Específico, como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 82



El usuario debe presionar el botón “...” y seleccionar la ubicación donde se encuentran los compositores de impresión, dentro de la carpeta **Print**, la cual se crea automáticamente en el mismo directorio del proyecto actual cuando se configura el SaniHUB RedBasica.

Después de seleccionar el compositor de impresión deseado (A0-Horizontal o A0-Vertical), el usuario debe hacer clic en **Crear**, asignar un nombre al compositor, seleccionarlo en la ventana y hacer clic en **Mostrar**.

Con el compositor cargado, el usuario debe hacer clic en el área donde se mostrará el mapa en la hoja de trazado, o seleccionar el elemento **Mapa 1** en la **ventana Items** ubicada a la derecha. Luego, en la pestaña **Propiedades del elemento**, dentro de la opción Extensiones, debe utilizar el botón **Fijar el mapa a la extensión de la pantalla**, para que se muestre en el compositor de impresión la misma área del proyecto visible en la ventana principal del QGIS (Figura 84).

Con el área del proyecto posicionada en la plantilla y los datos completados, el usuario puede optar por: Imprimir directamente, utilizando la opción **Print Layout**; Exportar la página de impresión a formato de imagen, mediante **Export as Image**; o Exportar al formato PDF, mediante la opción **Export as PDF**. Todas estas opciones se encuentran disponibles en el menú **Layout**.

FIGURA 83

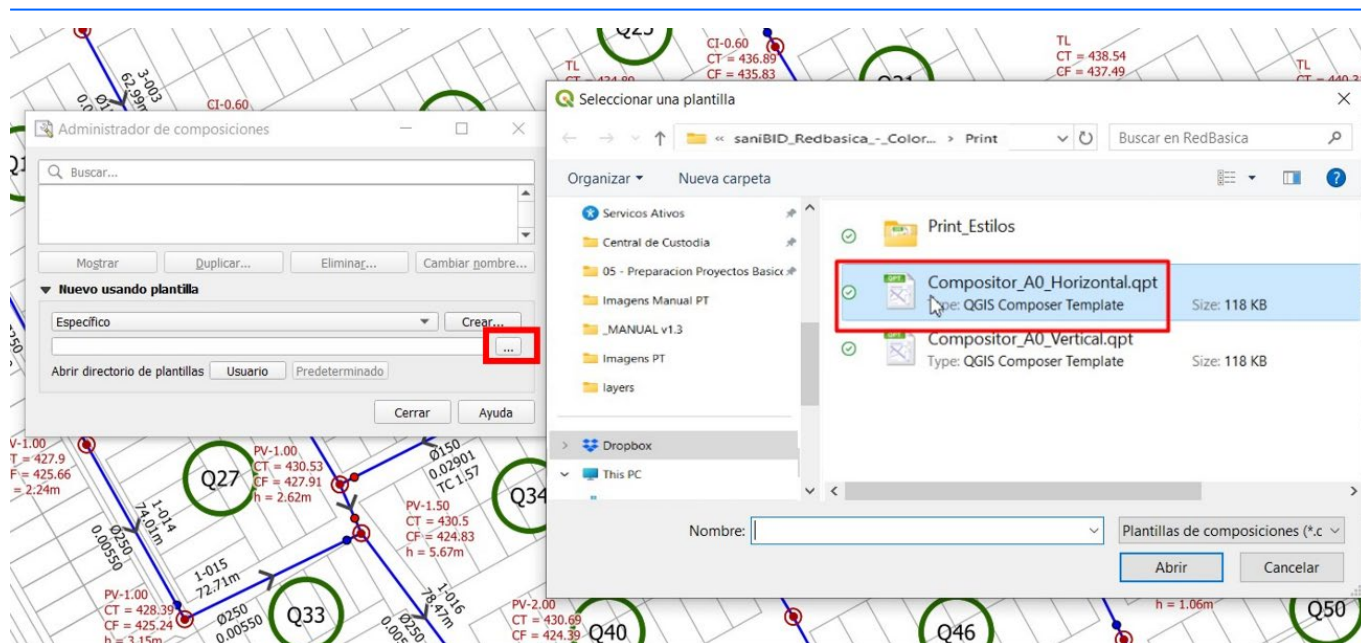
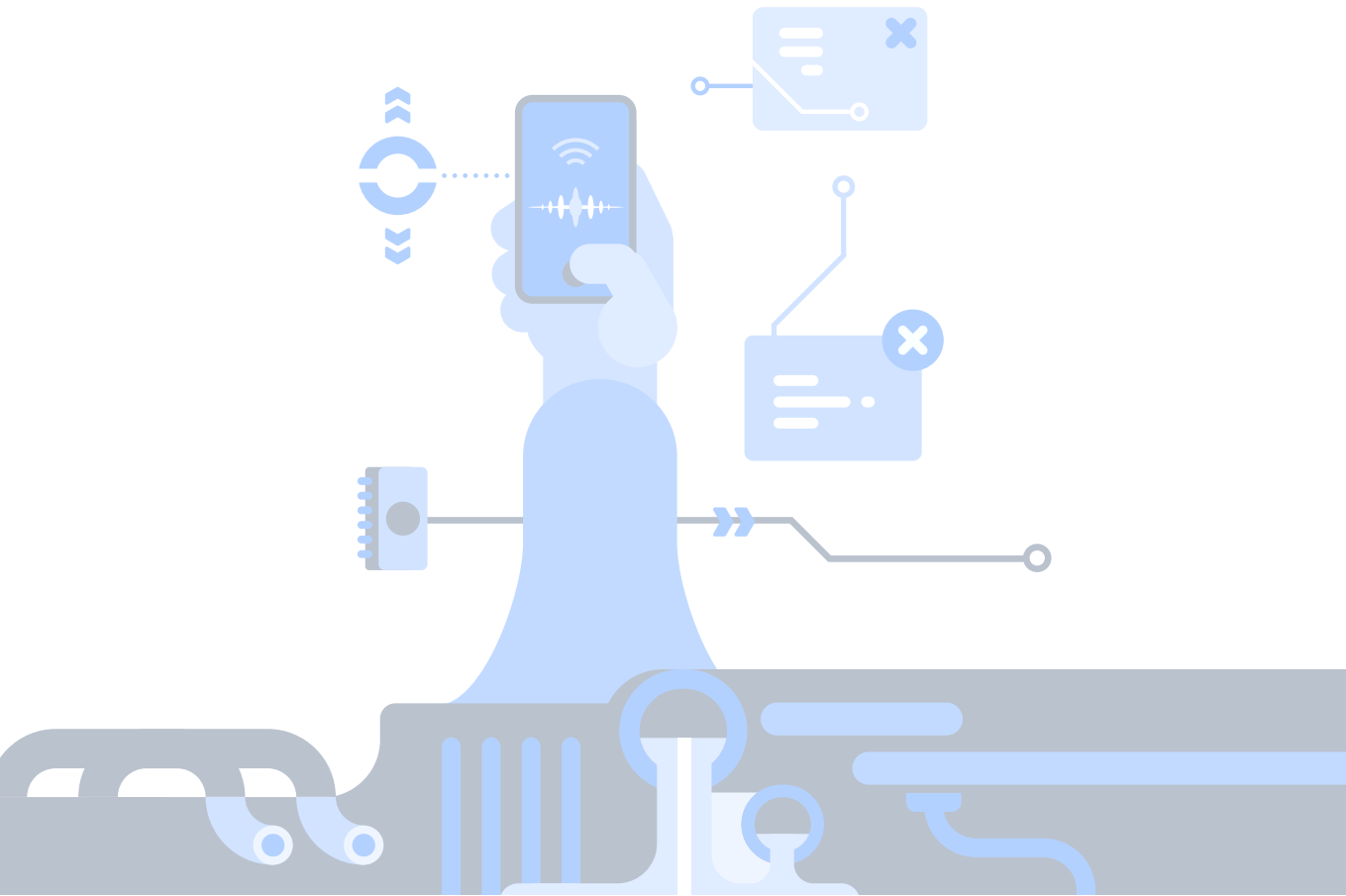
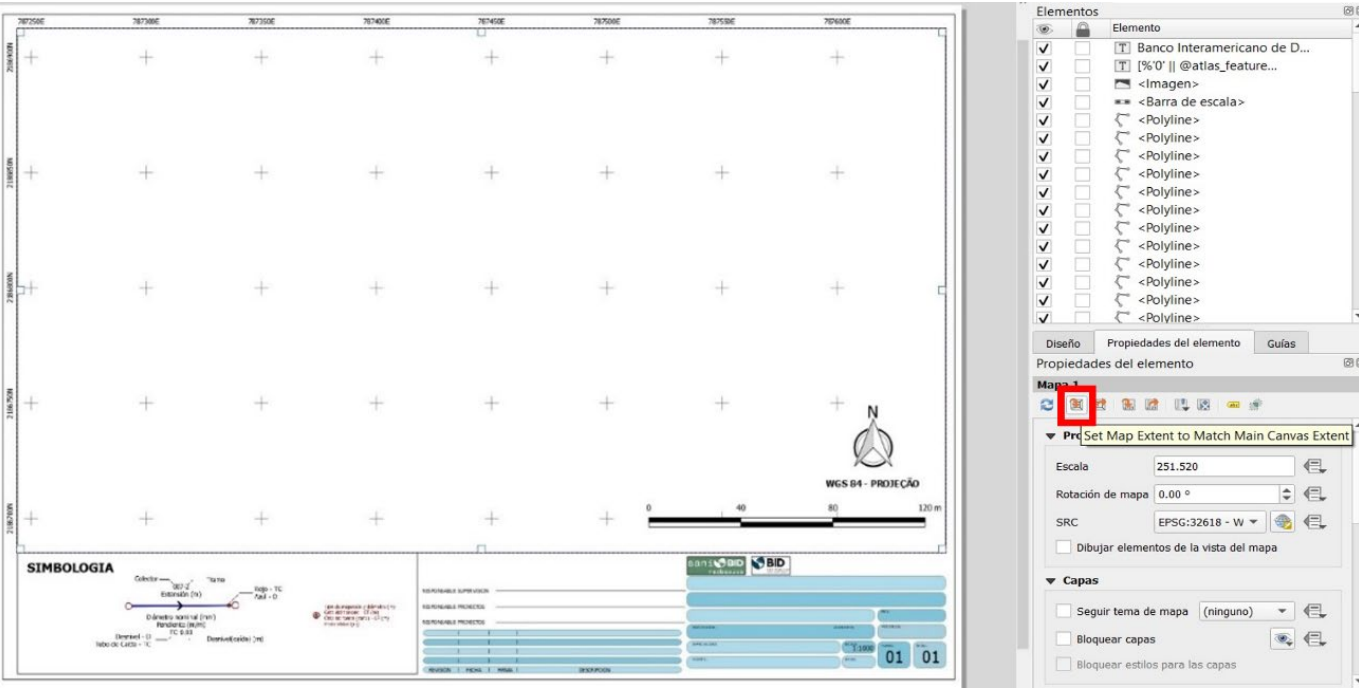


FIGURA 84



6. LISTA DE ATRIBUTOS

Los atributos de las capas vectoriales de los tramos y de los nodos son una parte esencial para el buen funcionamiento tanto del módulo de trazado como de la aplicación de los cálculos hidráulicos y del dimensionamiento del SaniHUB RedBasica, que se integra con el QGIS, así como de la hoja de cálculo en Excel, cuyo uso es opcional.

A continuación se presentan los atributos estándar que son utilizados por el complemento, recordando que el usuario puede modificar el nombre de los atributos si desea emplear una capa vectorial ya existente, tal como se mostró anteriormente. Sin embargo, el tipo de atributo (número real, número entero, texto, etc.) y el número de decimales o precisión (en el caso de tratarse de un número real) deben seguir el patrón indicado a continuación.

TABLA 3 - Atributos de la capa de Tramos (1 de 3)

Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
aux_pav_1	Tipo de pavimento de la calle (ej.: asfalto = 1; adoquín de piedra = 2; bloque de concreto = 3)	string	10		-
aux_pav_2	Tipo de pavimento de la acera, con la misma lógica del pavimento de la calle	string	10		-
aux_pos	Anotación de posición preferencial del tramo (0 = calle, 1 = acera)	string	10		-
aux_Prof_f	Ayuda de profundidad requerida en el punto de aguas abajo del tramo actual (por interferencia u otro factor)	string	80		-
aux_Prof_i	Ayuda de profundidad requerida en el punto de aguas arriba del tramo actual (por interferencia u otro factor)	string	80		-
aux01	Campo auxiliar genérico	string	10		-
aux02	Campo auxiliar genérico	string	10		-
aux03	Campo auxiliar genérico	string	10		-
Caída_p2	Dispositivo de caída en el punto de aguas abajo del tramo	string	80		-
Caída_p2_h	Altura del dispositivo de caída en el punto de aguas abajo del tramo	string	80		m
DN	Diámetro nominal del colector	string	80		mm
h_col_p1	Profundidad del colector en el punto de aguas arriba (inicio) del tramo	string	80		m

TABLA 3 - Atributos de la capa de Tramos (2 de 3)

Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
h_col_p2	Profundidad del colector en el punto de aguas abajo (final) del tramo	string	80		m
h_tap_p1	Profundidad de la capa de recubrimiento del colector en el punto de aguas arriba (inicio) del tramo	string	80		m
h_tap_p2	Profundidad de la capa de recubrimiento del colector en el punto de aguas abajo (final) del tramo	string	80		m
Id_Col	Nombre del colector	string	10		-
Id_TRM_(n)	Nombre del tramo del colector (nombre y número del tramo actual)	string	10		-
L	Longitud del tramo	real	10	2	m
LABEL_VIS	Ayuda para visibilidad de rótulos (1 = visible, 0 = oculto)	entero			-
LABEL_X	Coordenada X auxiliar para posición del rótulo	real	10	6	m
LABEL_Y	Coordenada Y auxiliar para posición del rótulo	real	10	6	m
Mat_col	Material de la tubería	string	80		-
n	Coefficiente de rugosidad de Manning del tramo	string	80		-
Q_f	Caudal de fin de plano adoptado para el tramo	string	80		l/s
Q_i	Caudal de inicio de plano adoptado para el tramo	string	80		l/s
Qmax_f	Caudal máximo de fin de plano del tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados + infiltración y los coeficientes de caudal definidos en los parámetros del proyecto	string	80		l/s
Qmax_i	Caudal máximo de inicio de plano del tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados + infiltración y los coeficientes de caudal definidos en los parámetros del proyecto	string	80		l/s
Qmed_f	Caudal medio de fin de plano del tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados	string	80		l/s

TABLA 3 - Atributos de la capa de Tramos (3 de 3)

Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
Qmed_i	Caudal medio de inicio de plano del tramo. Se consideran: caudales distribuidos + caudales concentrados	string	80		l/s
Qr_f	Caudal de fin de plano recurrente proyectado en el tramo (considera el factor de pico horario)	string	80		l/s
Qr_i	Caudal de inicio de plano recurrente proyectado en el tramo (considera el factor de pico horario)	string	80		l/s
S	Pendiente de la tubería	string	80		m/m
Trativa_f	Esfuerzo cortante en el fin de plano del tramo	string	80		Pa
Trativa_i	Esfuerzo cortante en el inicio de plano del tramo	string	80		Pa
V_f	Velocidad de escurrimiento en el fin del plano	string	80		m/s
V_i	Velocidad de escurrimiento en el inicio del plano	string	80		m/s
Vc_f	Velocidad crítica de escurrimiento en el fin del plano	string	80		m/s
Vc_i	Velocidad crítica de escurrimiento en el inicio del plano	string	80		m/s
X_f	Coordenada X en el punto final del tramo (aguas abajo)	real	10	6	m
X_i	Coordenada X en el punto inicial del tramo (aguas arriba)	real	10	6	m
Y_f	Coordenada Y en el punto final del tramo (aguas abajo)	real	10	6	m
Y_i	Coordenada Y en el punto inicial del tramo (aguas arriba)	real	10	6	m
yn_f	Lámina líquida en el colector – fin de plano	string	80		m
yn_i	Lámina líquida en el colector – inicio de plano	string	80		m
yrel_f	Lámina líquida relativa en el colector – fin de plano	string	80		%
yrel_i	Lámina líquida relativa en el colector – inicio de plano	string	80		%

TABLA 4 - Atributos de la capa de Nodos (1 de 2)

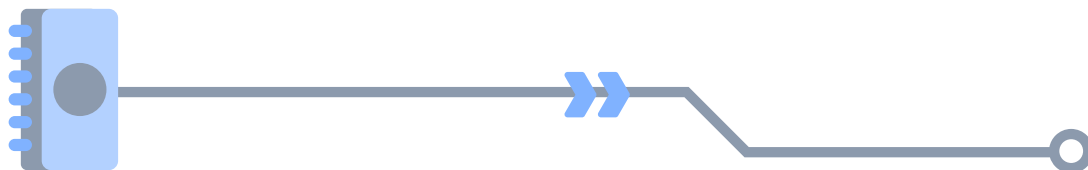
Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
aux04	Campo auxiliar genérico	string	10		-
aux05	Campo auxiliar genérico	string	10		-
aux06	Campo auxiliar genérico	string	10		-
CF_nodo	Cota de fondo del dispositivo de inspección	string	80		m
Citrdo_nodo	Cota del intradós del nodo	string	80		m
CT_(N)	Cota del terreno en el nodo (inicial y final)	real	10	2	m
h_nodo_NT	Profundidad del dispositivo de inspección respecto al nivel del terreno	string	80		m
h_nodo_tp	Profundidad del dispositivo de inspección respecto a su tapa	string	80		m
Id_NODO_(n)	Nombre del nodo actual (registro de inspección o pozo de visita)	string	80		-
Qi_cat	Caudal de inicio de plano del área de influencia proveniente de datos de caudal (catastro de usuarios)	real	10	6	l/s
Qf_cat	Caudal de fin de plano del área de influencia proveniente de datos de caudal (catastro de usuarios)	real	10	6	l/s
Qi_con	Caudal de inicio de plano del área de influencia proveniente de datos de conexiones	real	10	6	l/s
Qf_con	Caudal de fin de plano del área de influencia proveniente de datos de conexiones	real	10	6	l/s
Qi_pop	Caudal de inicio de plano del área de influencia proveniente de datos de población	real	10	6	l/s
Qf_pop	Caudal de fin de plano del área de influencia proveniente de datos de población	real	10	6	l/s
Id_UC	Identificación de la manzana contribuyente	string	10		-
LABEL_VIS	Ayuda para visibilidad de rótulos (1 = visible, 0 = oculto)	entero	10		-

TABLA 4 - Atributos de la capa de Nodos (2 de 2)

Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
LABEL_X	Coordenada X auxiliar para posición del rótulo	real	10	6	m
LABEL_Y	Coordenada Y auxiliar para posición del rótulo	real	10	6	m
Nodo_tipo	Tipo y tamaño del dispositivo de inspección	string	80		-
Tap_nodo	Profundidad de la capa de recubrimiento del dispositivo de inspección	string	80		m
CF_NODO2	Cota del nodo calculada por estimativa de profundidad	real	10	2	m
H_NODO_TP2	Profundidad del nodo calculada por estimativa de profundidad	real	10	2	m

TABLA 5 - Atributos de la capa de Unidades de Contribución

Nombre	Descripción	Tipo	Tamaño	Precisión	Unidad
Id_UC	Identificación de la manzana contribuyente	string	10		-
Qe_ip	Número de viviendas contribuyentes al inicio de plano	entero	10		un
Qe_fp	Número de viviendas contribuyentes al fin de plano	entero	10		un
QConcl	Caudal concentrado de inicio de plano	real	10	4	l/s
QConcF	Caudal concentrado de fin de plano	real	10	4	l/s



7. ANEXO – UTILIZACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO REDBASICA (OPCIONAL)

7.1. Exportar datos de la Red Básica Trazada a un archivo “.csv”

Para la exportación del trazado y de la información básica necesaria para el dimensionamiento del proyecto, se utiliza el botón correspondiente . Después de hacer clic en él, el usuario debe indicar la ubicación donde se guardará el archivo y asignarle un nombre al archivo de exportación.

Es posible que el usuario exporte solamente los tramos seleccionados, habilitando la opción **“Solo Tramos Seleccionados”** en la ventana de exportación. Esta función debe emplearse en los casos de proyectos que contienen dos o más microsistemas de alcantarillado sanitario distintos, en los cuales el usuario debe utilizar una hoja de cálculo de dimensionamiento (Excel) para el cálculo de la red de cada microsistema de manera independiente.

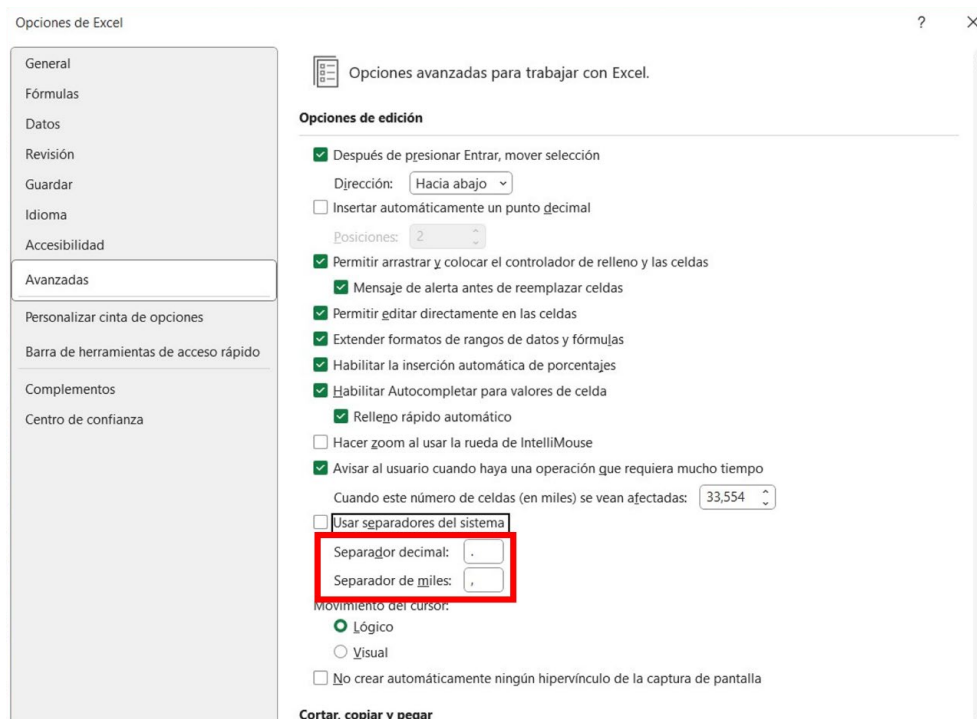
Se recomienda que tanto los archivos “.csv” como las hojas de cálculo hidráulico-dimensionamiento de la red se mantengan en la misma carpeta del proyecto de QGIS, a fin de evitar confusiones entre archivos de diferentes proyectos.

7.2. Dimensionamiento de la Red Básica Trazada – Excel

7.2.1. Configuración Inicial del Excel

Para la utilización de la hoja de cálculo hidráulica y de dimensionamiento, el usuario debe configurar Excel para que utilice el carácter “.” (punto) como separador decimal y la “,” (coma) como separador de miles. Esto se realiza accediendo al menú de Excel: Archivo > Opciones > Pestaña Avanzado, y modificando las opciones conforme se muestra en la imagen siguiente.

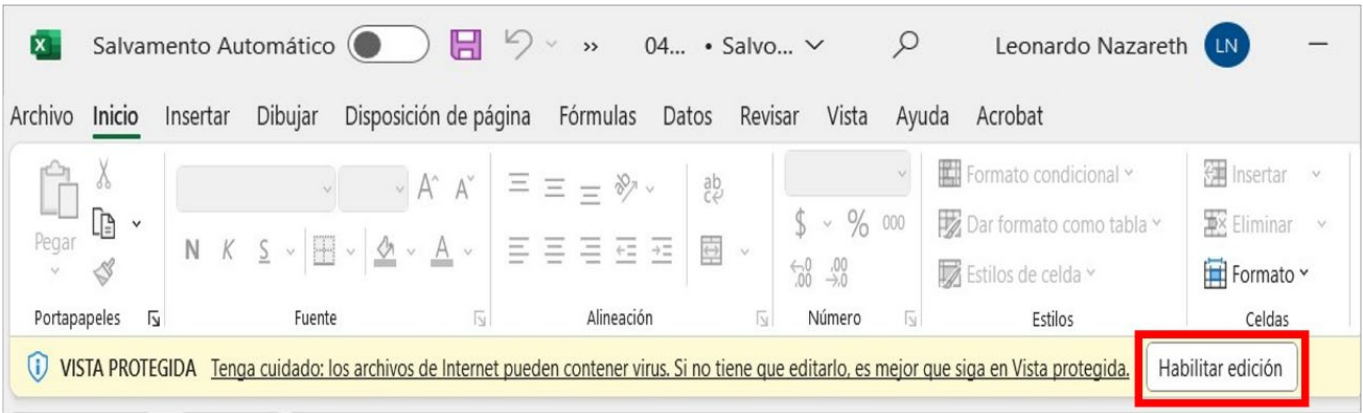
FIGURA 85



También es necesario habilitar el uso de Macros en la hoja de cálculo. Esto puede hacerse manualmente cuando se abre el archivo, haciendo clic en el botón “Habilitar contenido”, como se muestra en la imagen a continuación.

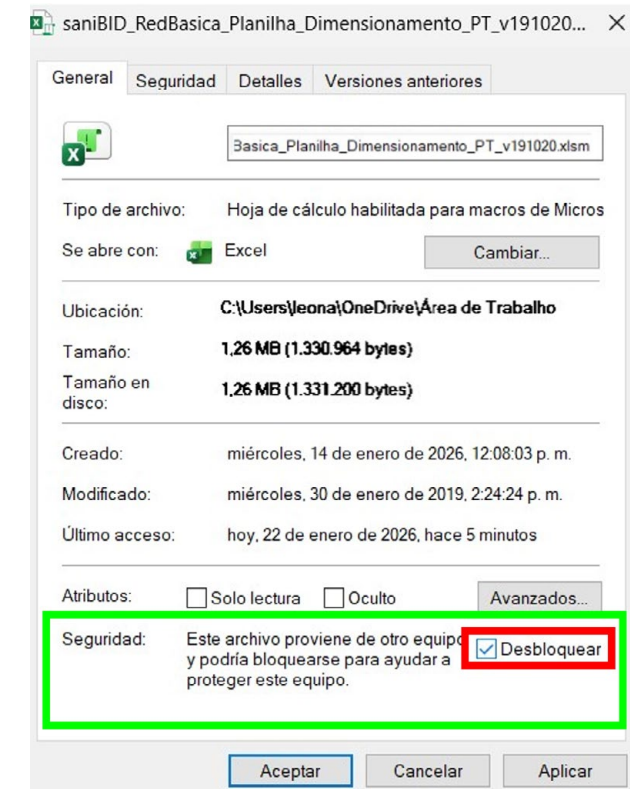
La hoja de cálculo cuenta con varias pestañas, cada una con una función específica. El usuario debe importar a la hoja de cálculo los datos exportados desde QGIS (archivo “.csv”), cargarlos en la hoja de cálculo principal (RedBasica), informar

FIGURA 86



Observación 01: En las versiones más recientes de Windows 11 y Excel, el usuario debe, antes de abrir la hoja de cálculo, hacer clic con el botón derecho sobre el archivo y, en la opción “Propiedades”, desactivar la opción de seguridad para permitir el uso de Macros, conforme se muestra en la figura correspondiente.

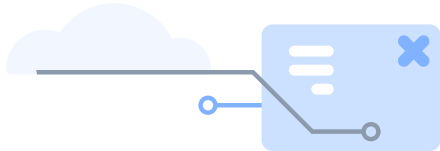
FIGURA 87



los parámetros de proyecto, realizar los ajustes necesarios para cumplir con las condiciones hidráulicas, y luego exportar nuevamente los resultados hacia QGIS, utilizando la función del complemento SaniHUB RedBasica.

El usuario solo puede editar las celdas coloreadas en amarillo. Las demás celdas contienen fórmulas vinculadas entre los datos de los tramos, y cualquier modificación en ellas puede generar errores en los cálculos hidráulicos y en el dimensionamiento de la tubería.

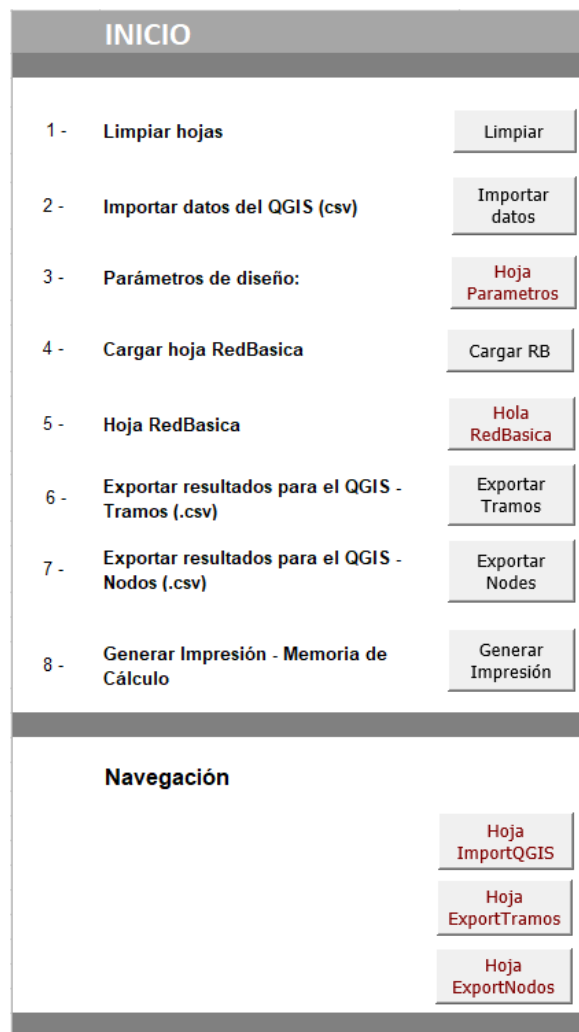
Los diferentes pasos para el dimensionamiento y las funciones de las distintas pestañas de la hoja de cálculo se describen detalladamente a continuación.



7.2.2. Hoja de Inicio

La Hoja de Inicio cuenta con 11 botones, cada uno de los cuales ejecuta una acción específica, tal como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 88



El primer botón se utiliza para **limpiar todos los datos de la hoja** de cálculo, en caso de que el usuario ya la haya alimentado anteriormente.

Para cargar los **datos de la red trazada** exportados desde QGIS (archivo “.csv”), se utiliza el segundo botón – “Importar datos”. Al hacer clic en él, se mostrará una ventana para localizar y seleccionar el archivo correspondiente a la red.

Para transferir **los datos importados hacia la hoja de cálculo** de dimensionamiento, se debe utilizar el cuarto botón – “Cargar RB”. Si el usuario ya ha ingresado información en la hoja de parámetros, al presionar este botón los valores existentes serán

reemplazados por los valores predeterminados. La hoja de cálculo donde se realiza el dimensionamiento de las tuberías y las verificaciones hidráulicas se denomina **RedBasica**.

Los demás botones de la Hoja de Inicio se emplean para navegación dentro del archivo o ejecutan otras funciones que serán explicadas posteriormente.

7.2.3. Hoja de Datos Importados

Esta hoja es donde se almacenan los datos exportados del trazado desde QGIS al archivo “.csv” e importados a la hoja de cálculo mediante el botón “Importar Datos”. Cada vez que se realice una modificación en el trazado, el usuario debe exportar nuevamente los datos desde QGIS e importarlos otra vez en la hoja de cálculo, con el fin de actualizar la información de la red que será objeto de cálculo.

Al hacer clic en el botón “Cargar RB”, estos son los datos que se transfieren a la **hoja de cálculo de dimensionamiento RedBasica**.

7.2.4. Hoja de Parámetros

Es la hoja en la cual el usuario define todos los parámetros necesarios para los cálculos hidráulicos y el dimensionamiento del proyecto actual, ingresándolos manualmente. Aunque los valores se introduzcan de forma manual, es importante recordar que deben seguirse las recomendaciones mínimas establecidas por la norma técnica local.

Además de los parámetros utilizados para los cálculos hidráulicos, en la hoja Parámetros también se incluyen dos listas relacionadas con aspectos constructivos:

- » Diámetros de las tuberías de alcantarillado sanitario, el material adoptado para cada diámetro y el coeficiente de rugosidad de Manning sugerido y adoptado en cada caso;
- » Lista de dispositivos de inspección a ser utilizados en el proyecto, junto con sus características físicas, como la profundidad máxima y el diámetro máximo que pueden adoptarse para cada modelo. Si el usuario desea modificar estas características, es importante que los valores se mantengan en orden ascendente, para evitar errores en la hoja de cálculo.

FIGURA 89

PARÁMETROS Y CRITERIOS BASICOS :

Población y conexiones		Inicial	Final	
Población				hab
Tasa de ocupación		4.00	4.00	hab/vivienda
Cantidad de viviendas		0	0	un
Vivienda por conexiones		1.00	1.00	dom/conex.
Cantidad de conexiones		0	0	un
Contribuciones puntuales - Qe		Inicial	Final	
Cantidades de Qe		0	0	un
Caudal de Referencia del proyecto	qe max	0.008	0.008	l/s
Caudal de referencia del proyecto	qe med	384	384	l/día
Contribuciones distribuidas		Inicial	Final	
Contribución lineal de aguas residuales ? (si o no)		No		
Tasa de contribución lineal de AR - media (final)		0.000	0.000	l/s.km
Parámetros - Cálculo Hidráulico		Inicial	Final	
Dotación per capita de Agua		120	120	l/hab.día
K1 (coef. día max consumo)		1.20		
K2 (coef. hora max consumo)		1.50		
Coef. Retorno C		0.80		
Tasa de infiltración		0.0100		l/s.km
Fuerza tractiva media - mínimo		1.00		Pa
Caudal mín. Qmin		1.50		l/s
Lámina máx. especial - para DN < 150mm		50%		y/do
Lámina máx. regular - para DN desde 150 mm		75%		y/do
Diámetros				
DN mínimo		150		mm
Pendientes mínimas		I min		
hasta DN 150 mm		0.0045		m/m
hasta DN 200 mm		0.0040		m/m
desde DN 250 mm		0.0035		m/m
Profundidades mínimas				
Recubrimiento mín. (calzada)		0.90		m
Recubrimiento mín. (aceras y áreas verdes)		0.65		m
Dispositivos de inspección y limpieza				
¿Adoptar TL (limpieza terminal) en los tramos iniciales:		No		
Desnivel y Tubo de Caída				
Desnivel mín. entre llegada y salida de CI o PV		0.00		m
Desnivel máximo sin tubo de caída		0.50		m
Desnivel mínimo admitidos para CI o PV		0.00		m

El usuario debe editar únicamente las celdas coloreadas en amarillo. Las celdas de color blanco contienen fórmulas automáticas, y cualquier modificación en ellas puede generar errores en los cálculos hidráulicos o en el dimensionamiento de las tuberías.

Es posible guardar los parámetros definidos y recuperarlos posteriormente, utilizando los botones “Guardar Parámetros” y “Recargar Parámetros”. Asimismo, el usuario puede optar por utilizar los Parámetros Predeterminados de la hoja mediante el botón “Parámetros Predeterminados”.

Cuando se completan los parámetros relacionados con el cálculo de los caudales, se muestra un resumen de los valores adoptados para los

FIGURA 90

Tubos			
DN (mm)	Material	C.Manning n sugerido	C.Manning n adoptado
100	PVC	0.010	0.010
150	PVC	0.010	0.010
200	PVC	0.010	0.010
250	PVC	0.010	0.010
300	PVC	0.010	0.010
350	PVC	0.010	0.010
400	PEAD	0.010	0.010
450	PEAD	0.010	0.010
500	PEAD	0.010	0.010
600	PEAD	0.010	0.010
700	PEAD	0.010	0.010
800	PEAD	0.010	0.010
900	PEAD	0.010	0.010
1000	PEAD	0.010	0.010
Dispositivos de Inspección			
Tipo	Prof. máxima (m)	DN máximo (mm)	
CI-0.60	1.30	150	
PV-0.80	1.80	400	
PV-1.00	3.50	500	
PV-1.20	4.00	600	
PV-1.50	6.00	800	
PV-2.00	15.00	1000	

FIGURA 91

RedBasica

Sistema de Alcantarillado - Red Basica

CIUDAD:
Colorado

PROYECTO :
Colorado Manual

SUBCUENCA:

AUTOR :
Leonardo Nazareth

FECHA :
19/3/2024

Hoja INICIO

Hoja RB

Salvar Parámetros

Recargar Parámetros

Parámetros por defecto

caudales de referencia del proyecto, es decir, el caudal correspondiente a una **unidad de contribución**, cuyo número fue previamente informado en la capa **Blocks** (cantidad de lotes equivalentes que cada manzana aporta a los tramos).

Si el usuario opta por adoptar un caudal distribuido (lineal) de aguas residuales en su proyecto, también se presenta un resumen de los valores adoptados de acuerdo con los datos ingresados.

FIGURA 92

CAUDALES DE REFERENCIA

Caudal de referencia del proyecto - Qe			
		Caudal medio (l/día)	Caudal máx (l/s)
Inicio de Plan	1 Qe = 1 Familia =	384	0.0080
	1250 Qe = 1250 familias =		10.0
Final de Plano	1 Qe = 1 Familia =	384	0.0080
	1250 Qe = 1250 familias =		10.0
(*) Qe = Caudal equivalente a una unidad unifamiliar de referencia			

Tasa de contribución lineal		
Población (hab)	Extensión de la red (m)	Tz contr lineal (l/s.km)
Inicio de plan	4,499	
Final de plan	4,499	

7.2.5. Hoja de Lista de Tuberías y Dispositivos de Inspección

La hoja denominada A7 es una hoja auxiliar donde se almacenan las informaciones que serán utilizadas en los parámetros y en el dimensionamiento, relativas a:

- » Tuberías: los diámetros a ser utilizados, el material disponible para cada diámetro y el coeficiente de Manning correspondiente a cada material;
- » Dispositivos de inspección: el nombre asignado a cada tipo de dispositivo de inspección y los parámetros de profundidad y diámetro máximos que deben adoptarse en cada tipo.

Las informaciones de esta hoja son reflejadas en la hoja de Parámetros, por lo tanto, las modificaciones realizadas aquí impactan directamente en los datos utilizados para el cálculo.

En la [Figura 93](#), el usuario puede **modificar las informaciones de los campos resaltados en color amarillo**, de acuerdo con las siguientes orientaciones:

- » **Diámetros de las tuberías:** se pueden modificar los valores de los diámetros en la columna DN, manteniendo siempre los diámetros en orden ascendente;
- » **Materiales disponibles:** en las filas superiores, el usuario puede modificar los materiales disponibles, que por defecto son PVC, PEAD, Hormigón, Hierro y Otro;

FIGURA 93

n	DN (mm)	PVC	PEAD	Concreto	Hierro	Otro
1	100	1	1			
2	150	1	1		1	
3	200	1	1		1	
4	250	1	1		1	
5	300	1	1		1	
6	350	1	1	1	1	1
7	400		1	1	1	1
8	450		1	1	1	1
9	500		1	1	1	1
10	600		1	1	1	1
11	700		1	1	1	
12	800		1	1	1	
13	900		1	1	1	
14	1000		1	1	1	

Material	PVC	PEAD	Concreto	Hierro	Otro
Coeficiente de rugosidad de Manning n	0.010	0.010	0.013	0.013	0.013

Inspección
Tipo

Dispositivos de Inspección

Tipo	Prof. máxima (m)	DN máximo (mm)
CI-0.60	1.30	150
PV-0.80	2.00	400
PV-1.00	3.00	500
PV-1.20	4.00	600
PV-1.50	6.00	800
PV-2.00	15.00	1000

- » **Disponibilidad de material por diámetro:** los materiales disponibles también pueden variar según el diámetro. El valor 0 indica que no hay disponibilidad de ese material para el diámetro específico, y el valor 1 indica que sí hay disponibilidad. Los materiales que se adoptarán para cada diámetro del proyecto actual deben seleccionarse en la hoja de Parámetros.
- » **Coeficiente de Manning:** el usuario puede ingresar el coeficiente de Manning sugerido para cada tipo de material disponible;
- » **Nombre de los dispositivos de inspección:** los nombres que representan los distintos tipos de dispositivos de inspección posibles en el proyecto pueden variar según la localidad, y estos nombres pueden ser modificados por el usuario.

7.2.6. Hoja RedBasica

Es la **hoja de cálculo principal**, responsable del **dimensionamiento** y de las **verificaciones hidráulicas** de la red proyectada. En esta hoja se muestran los resultados de los cálculos de acuerdo con los parámetros definidos previamente para cada uno de los tramos de los colectores.

Los cálculos se realizan con el objetivo de optimizar la red, procurando mantenerla lo más superficial posible, pero respetando los parámetros mínimos exigidos, tales como el recubrimiento, la pendiente mínima, entre otros.

Para garantizar la verificación hidráulica de la red proyectada, el usuario puede realizar ajustes en las características físicas y constructivas de los tramos, tales como: el diámetro de la red, la pendiente de la tubería, la profundidad de los colectores, entre otros. Estos ajustes pueden efectuarse de manera semiautomática (con la ayuda de las macros de la hoja de cálculo) o de forma manual, tramo por tramo.

Al igual que en las demás hojas, solo las celdas coloreadas en amarillo pueden modificarse o completarse manualmente.

FIGURA 94 (1 de 3)

RedBasica

Sistema de Alcantarillado - Red Básica

Importar Datos

Exportar Tramos

Exportar Nodos

Generar Hoja de Impresión

Ciudad:
Proyecto:
Subcuenca:
Autor:
Fecha:

Hoja INICIO

Recargar RedBasica

Hoja

Hoja

Hoja ExportNodos

Hoja

	4.498.70				3.638	478						
N° Colector e Tramo Actual	Extensión (m)	CONTRIBUCIONES - IDENTIFICACIÓN				CONTRIBUCIÓN EQUIVALENTE EN FAMILIAS		CONTRIBUCIÓN CONCENTRADA		CAUDALES		
		TRAMOS DE AGUAS ARRIBA			RAMALES CONDOMINIALES Y OTROS	RAMALES CONDOMINIALES Y OTROS	INFILTRACIÓN en el tramo (l/s)			CAUDAL total FINAL DE PLAN (l/s)	CAUDAL total INICIO DE PLAN (l/s)	
		Tramo anterior- Colector actual Id	Colector m1 Id	Colector m2 Id	Manzanas (cuadras) y otros Id	Cantidad FINAL (QE)		Cantidad INICIAL (QE)	Flujo concentrado FINAL Qc_f (l/s)			Flujo concentrado INICIAL Qc_i (l/s)
1-001	65.45				Q05	20	12			0.0007	0.09	0.05
1-002	60.53	1-001								0.0006	0.09	0.05
1-003	87.87	1-002			Q04	3	2			0.0009	0.10	0.06
1-004	61.34	1-003								0.0006	0.10	0.06
1-005	47.13	1-004			Q03	20	12			0.0005	0.19	0.12
1-006	52.96	1-005			Q09	4	2			0.0005	0.21	0.12
1-007	85.39	1-006			Q08	3	2			0.0009	0.22	0.13
1-008	90.18	1-007	10-001							0.0009	10.54	0.19
1-009	74.80	1-008								0.0007	10.54	0.19
1-010	96.77	1-009			Q01	26	16			0.0010	10.66	0.26
1-011	94.40	1-010			Q06	22	13			0.0009	10.76	0.32
1-012	60.71	1-011								0.0006	10.76	0.32
1-013	71.91	1-012			Q13	12	7			0.0007	10.81	0.35
1-014	74.01	1-013			Q22	12	7			0.0007	10.86	0.38
1-015	72.71	1-014			Q27,Q33	18	11			0.0007	10.94	0.43
1-016	78.47	1-015	3-006		Q34	18	11			0.0008	11.70	0.88
1-017	90.35	1-016			Q40	16	10			0.0009	11.77	0.93
1-018	74.14	1-017	11-004		Q45	8	5			0.0007	12.07	1.08
1-019	32.37	1-018	2-013		Q49	34	20			0.0003	13.72	2.08
1-020	95.39	1-019			Q53	16	10			0.0010	13.80	2.12
1-021	99.51	1-020								0.0010	13.80	2.12
1-022	104.80	1-021			Q54	534				0.0010	16.17	2.12
1-023	35.64	1-022								0.0004	16.17	2.12
10-001	26.42				Q02,Q55	2322	13			0.0003	10.32	0.06
11-001	64.80				Q35	16	10			0.0006	0.07	0.04
11-002	65.45	11-001			Q41	16	10			0.0007	0.14	0.09

FIGURA 94 (2 de 3)

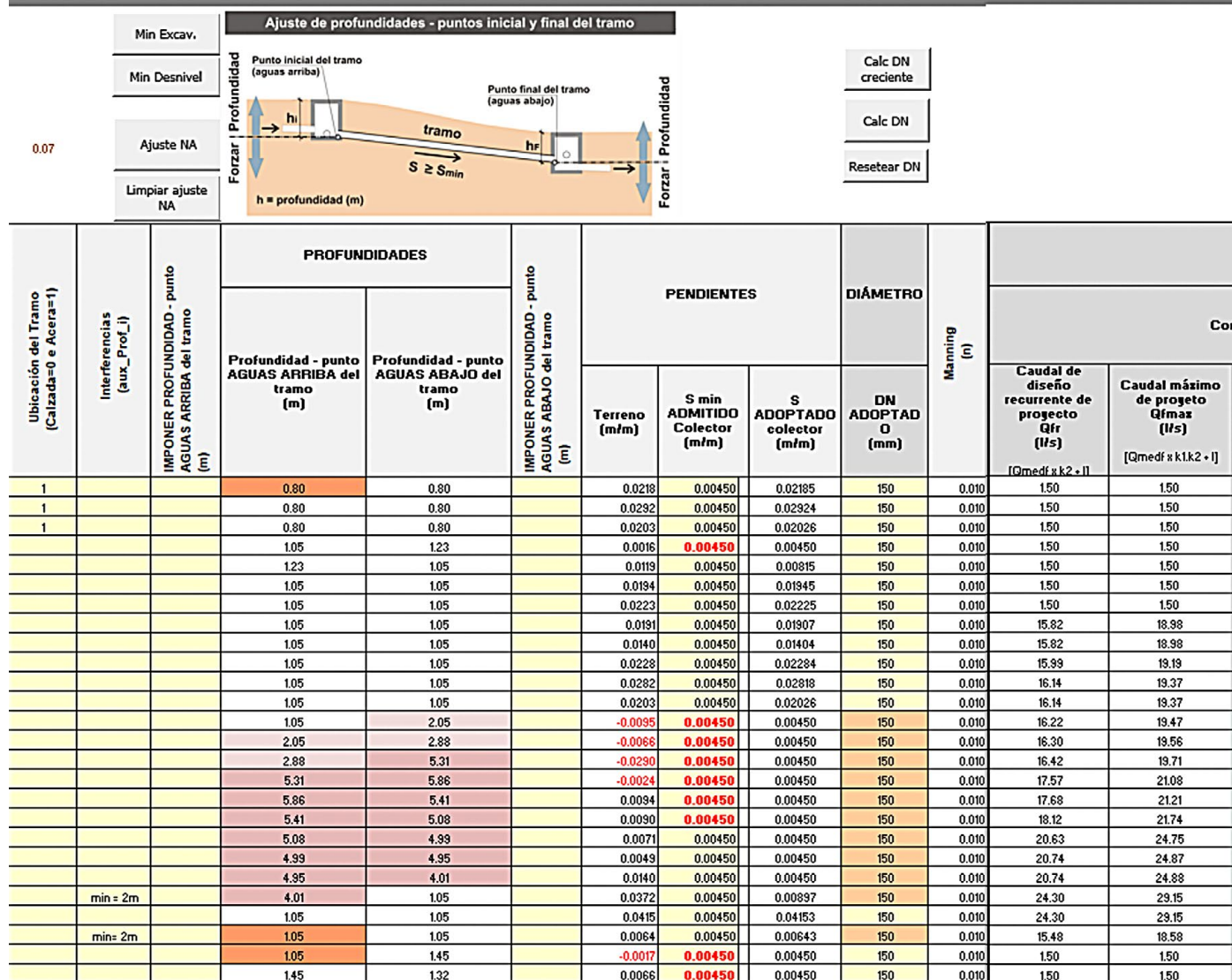
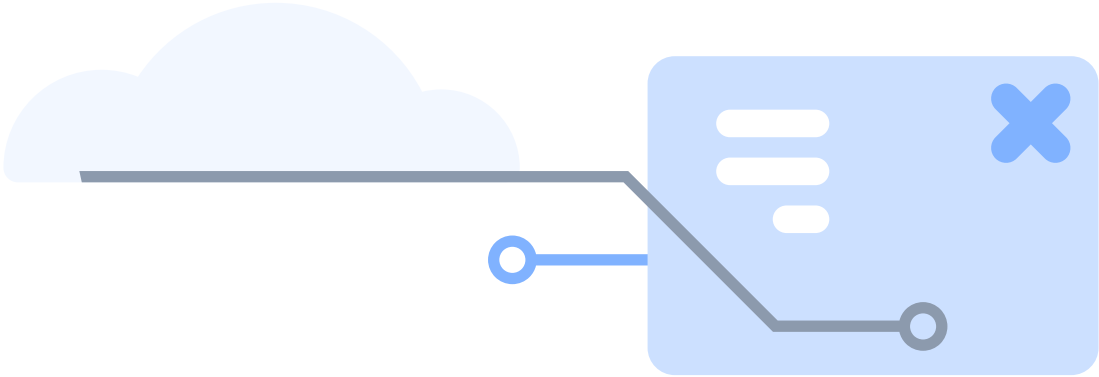


FIGURA 94 (3 de 3)

HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO										TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ARRIBA	TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ABAJO	OBSERVACIONES
Condición FINAL				Condición INICIAL								
Lámina Líquida g'do (%)	Tensão trativa (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de projeto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida g'do (%)	Tensão trativa (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)			
15%	3.06	2.24	0.87	150	150	15%	3.06	2.24	0.87	CI-0.60	CI-0.60	
14%	3.83	2.17	0.96	150	150	14%	3.83	2.17	0.96	CI-0.60	CI-0.60	
16%	2.88	2.26	0.85	150	150	16%	2.88	2.26	0.85	CI-0.60	CI-0.60	
23%	0.89	2.67	0.50	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	CI-0.60	CI-0.60	
20%	1.42	2.50	0.61	150	150	20%	1.42	2.50	0.61	CI-0.60	CI-0.60	
16%	2.79	2.27	0.83	150	150	16%	2.79	2.27	0.83	CI-0.60	CI-0.60	
15%	3.10	2.24	0.87	150	150	15%	3.10	2.24	0.87	CI-0.60	CI-0.60	
61%	7.40	3.85	1.67	150	150	16%	2.75	2.28	0.83	CI-0.60	CI-0.60	
68%	5.74	3.94	1.48	150	150	17%	2.17	2.36	0.74	CI-0.60	CI-0.60	
58%	8.61	3.80	1.80	150	150	15%	3.16	2.23	0.88	CI-0.60	CI-0.60	
55%	10.25	3.74	1.95	150	150	14%	3.73	2.18	0.95	CI-0.60	CI-0.60	
61%	7.83	3.85	1.72	150	150	16%	2.88	2.26	0.85	CI-0.60	CI-0.60	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	CI-0.60	PV-100	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	PV-100	PV-100	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	PV-100	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	150	1.61	24%	0.89	2.71	0.51	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	150	1.69	24%	0.89	2.74	0.52	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	1.65	1.97	26%	0.93	2.84	0.54	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	3.16	3.79	37%	1.23	3.25	0.65	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	3.23	3.87	37%	1.24	3.27	0.65	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	3.23	3.87	37%	1.24	3.27	0.65	PV-150	PV-150	
DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	3.23	3.87	31%	2.14	3.04	0.84	PV-150	CI-0.60	
63%	16.35	3.88	2.49	3.23	3.87	21%	7.08	2.58	1.44	CI-0.60	CI-0.60	
DN!!!	2.88	DN!!!	DN!!!	150	150	21%	1.18	2.57	0.57	CI-0.60	CI-0.60	
23%	0.89	2.67	0.50	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	CI-0.60	PV-0.80	
23%	0.89	2.67	0.50	150	150	23%	0.89	2.67	0.50	PV-0.80	PV-0.80	



A continuación se describen las columnas de la hoja RedBasica, explicando brevemente sus funciones y, posteriormente, indicando cómo deben realizarse los ajustes necesarios para que se cumplan las verificaciones hidráulicas establecidas.

FIGURA 95

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nº Colector y Tramo Actual	Extensión (m)	CONTRIBUCIONES - IDENTIFICACIÓN				CONTRIBUCIÓN EQUIVALENTE EN FAMILIAS		CONTRIBUCIÓN CONCENTRADA		CAUDALES		
		TRAMOS DE AGUAS ARRIBA			RAMALES CONDOMINIALES Y OTROS	RAMALES CONDOMINIALES Y OTROS				INFILTRACIÓN en el tramo (l/s)	CAUDAL total FINAL DE PLAN (l/s)	CAUDAL total INICIO DE PLAN (l/s)
		Tramo anterior-Colector actual Id	Colector m1 Id	Colector m2 Id	Manzanas (cuadras) y otros Id	Cantidad FINAL (QE)	Cantidad INICIAL (QE)	Flujo concentrado FINAL Qc_f (l/s)	Flujo concentrado INICIAL Qc_I (l/s)			

- **Columna 1:** numeración del colector y del tramo actual;

→ **Columna 2:** longitud del tramo en metros;

→ **Columna 3:** tramo ubicado aguas arriba del actual, perteneciente al mismo colector;

→ **Columnas 4 y 5:** colectores y tramos situados aguas arriba, pero pertenecientes a otros colectores;

→ **Columna 6:** identificación del conjunto de unidades contribuyentes (manzanas) que aportan su caudal al registro de inspección aguas arriba del tramo;

→ **Columnas 7 y 8:** número de lotes o unidades de contribución de referencia (Qe) que descargan sus caudales en el tramo, para fin e inicio de plano, respectivamente;

→ **Columnas 9 y 10:** suma de los caudales concentrados en el tramo (Q_pop, Q_cat, Q_con y QConc).

→ **Columna 11:** infiltración del tramo;

→ **Columnas 12 y 13:** caudales medios en los tramos de fin e inicio de plano, respectivamente.

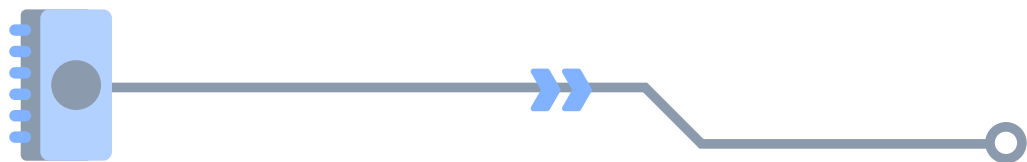


FIGURA 96

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ubicación del Tramo (Calzada=0 e Acera=1)	Interferencias (aux_Prof_i)	IMPONER PROFUNDIDAD - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)	PROFUNDIDADES		IMPONER PROFUNDIDAD - punto AGUAS ABAJO del tramo (m)	PENDIENTES				DIÁMETRO	Manning (n)
			Profundidad punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)	Profundidad punto AGUAS ABAJO del tramo (m)		Terreno (m/m)	S min ADMITIDO Colector (m/m)	S ADOPTADO colector (m/m)	DN ADOPTADO (mm)		

- **Columna 14:** localización del colector (calle o acera);

→ **Columna 15:** columna auxiliar para anotaciones de interferencias;

→ **Columna 16:** ajuste manual de la profundidad en el punto aguas arriba del tramo actual;

→ **Columna 17:** profundidad del registro de inspección aguas arriba, optimizada para ser la menor posible;

→ **Columna 18:** profundidad del colector en el punto aguas abajo del tramo actual;

→ **Columna 19:** ajuste manual de la profundidad en el punto aguas abajo del tramo actual;
- **Columna 20:** pendiente natural del terreno;

→ **Columnas 21 y 22:** pendiente mínima admitida en el tramo según los parámetros de proyecto (puede modificarse manualmente);

→ **Columna 23:** pendiente adoptada para el colector en el tramo;

→ **Columna 24:** diámetro adoptado para el tramo del colector, que debe cumplir con las verificaciones hidráulicas;

→ **Columna 25:** coeficiente de Manning (n) adoptado en el tramo.

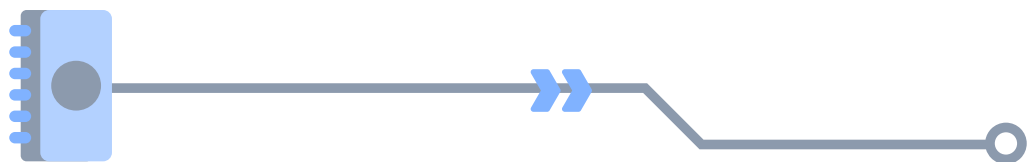


FIGURA 97

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO												TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ARRIBA	TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ABAJO	OBSERVACIONES
Condición FINAL						Condición INICIAL								
Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad critica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad critica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)			

- **Columna 26:** caudal recurrente de fin de plano del proyecto (caudal medio × coef. máx. hora + infiltración);

Columna 27: caudal máximo de fin de plano del proyecto (caudal medio × coef. máx. día y hora + infiltración);

Columna 28: lámina líquida del tramo en fin de plano;

Columna 29: tensión tractiva del tramo en fin de plano;

Columna 30: velocidad crítica del tramo en fin de plano;

Columna 31: velocidad del tramo en fin de plano;
- **Columna 32:** caudal recurrente de inicio de plano del proyecto;

Columna 33: caudal máximo de inicio de plano del proyecto;

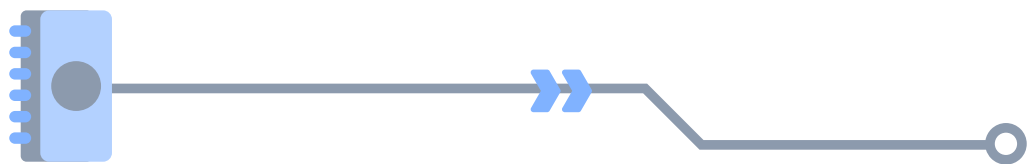
Columna 34: lámina líquida del tramo en inicio de plano;

Columna 35: tensión tractiva del tramo en inicio de plano;

Columna 36: velocidad crítica del tramo en inicio de plano;

Columna 37: velocidad del tramo en inicio de plano;

Columnas 38 y 39: registros de inspección adoptados en los puntos aguas arriba y aguas abajo.



En la parte superior de la hoja RedBasica existen dos tipos de botones: los que tienen texto en rojo, usados para navegación entre las otras hojas; y los que tienen texto en negro, cuyas funciones se describen a continuación:

- » **Importar datos:** misma función que el botón de la hoja Inicio; importa los datos del archivo “.csv” generado por QGIS hacia la hoja **ImportQGIS**;
- » **Recargar RedBasica:** función similar a Cargar RB; carga los datos de la hoja ImportQGIS, pero mantiene los parámetros definidos por el usuario;
- » **Exportar Tramos:** exporta los resultados del dimensionamiento hidráulico de los tramos hacia un archivo .csv para ser cargado en QGIS;
- » **Exportar Nodos:** exporta los resultados del dimensionamiento hidráulico de los registros de inspección hacia un archivo .csv para ser cargado en QGIS;
- » **Generar hoja de impresión:** crea una hoja configurada para impresión de resultados en formato A3;
- » **Min Escav.:** ajusta las profundidades de los tramos para obtener el menor recubrimiento posible, respetando el mínimo adoptado, utilizando escalones y tubos de caída cuando exista desnivel entre la base del tubo y el fondo del registro de inspección aguas abajo;

- » **Min Desniveles:** ajusta las profundidades para que la base del tubo coincida con el fondo del registro de inspección aguas abajo, evitando el uso de escalones y tubos de caída;
- » **Ajuste NA:** ajusta la profundidad de llegada de las tuberías en los registros de inspección para evitar remansos en el flujo.
- » **Limpiar ajuste NA:** elimina los ajustes de profundidad realizados con el botón Ajuste NA;
- » **Admitir DN creciente:** cálculo estimado del diámetro necesario para cumplir las condiciones de flujo, adoptando diámetros crecientes en tramos de un mismo colector;
- » **Admitir DN sugerido:** cálculo estimado del diámetro necesario para cumplir las condiciones de flujo, adoptando el menor diámetro posible.
- » **Reiniciar DN:** aplica el diámetro mínimo definido en los parámetros del proyecto, incluso si no cumple las condiciones de flujo (puede usarse para ajustes manuales).

La planilla compatibiliza automáticamente las profundidades entre los colectores y tramos de la red, como se observa en las columnas de Profundidades **aguas arriba y aguas abajo**.

FIGURA 98

Nº Colector y Tramo Actual	INFILTRACIÓN en el tramo (l/s)	CAUDAL total FINAL DE PLAN (l/s)	CAUDAL total INICIO DE PLAN (l/s)	Ubicación del Tramo (Calzada=0 e Acera=1)	Interferencias (aux_Prof_i)	IMPONER PROFUNDIDAD - AGUAS ARRIBA del tramo (m)	Profundidad - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)	Profundidad - punto AGUAS ABAJO del tramo (m)	IMPONER PROFUNDIDAD - AGUAS ABAJO del tramo (m)
1-001	0.0007	0.09	0.05	1			0.80	0.80	
1-002	0.0006	0.09	0.05	1			0.80	0.80	
1-003	0.0009	0.10	0.06	1			0.80	0.80	
1-004	0.0006	0.10	0.06				1.05	1.23	
1-005	0.0005	0.19	0.12				1.23	1.05	
1-006	0.0005	0.21	0.12				1.05	1.05	
1-007	0.0009	0.22	0.13				1.05	1.05	
1-008	0.0009	10.54	0.19				2.00	1.05	
1-009	0.0007	10.54	0.19				1.05	1.05	
1-010	0.0010	10.66	0.26				1.05	1.05	
1-011	0.0009	10.76	0.32				1.05	1.05	
1-012	0.0006	10.76	0.32				1.05	1.05	
1-013	0.0007	10.81	0.35				1.05	2.05	
1-014	0.0007	10.86	0.38				2.05	2.88	
1-015	0.0007	10.94	0.43				2.88	5.31	
1-016	0.0008	11.70	0.88				5.31	5.86	
1-017	0.0009	11.77	0.93				5.86	5.41	
1-018	0.0007	12.07	1.08				5.41	5.08	
1-019	0.0003	13.72	2.08				5.08	4.99	
1-020	0.0010	13.80	2.12				4.99	4.95	
1-021	0.0010	13.80	2.12				4.95	4.01	
1-022	0.0010	16.17	2.12		min = 2m	2.00	4.01	2.00	2.00
1-023	0.0004	16.17	2.12				2.00	1.05	
10-001	0.0003	10.32	0.06		min = 2m	2.00	2.00	2.00	2.00
11-001	0.0006	0.07	0.04				1.05	1.45	
11-002	0.0007	0.14	0.09				1.45	1.32	
11-003	0.0005	0.26	0.13				1.32	1.05	
11-004	0.0006	0.26	0.13				1.05	1.05	

La compatibilización de las profundidades se realiza inicialmente utilizando el método de mínima excavación (menor profundidad posible para la tubería). Si el usuario desea dimensionar su red sin el uso de saltos o tubos de caída, puede alternar al método de minimización de desniveles, a través del botón “**Min Desniveles**”, ya descrito anteriormente.

Como se muestra en la imagen anterior, las informaciones de **los tramos ubicados** en la acera y las anotaciones relacionadas con **interferencias**, ambas ingresadas por el usuario en QGIS, también son cargadas en la hoja.

La hoja ajusta automáticamente el recubrimiento mínimo para los tramos ubicados en la acera (columna **Posición del Colector** alimentada con el valor 1), de acuerdo con lo definido en los parámetros del proyecto.

En los casos de anotaciones de **interferencia**, el usuario debe ingresar manualmente el valor de la profundidad a ser forzada (**columnas Forzar Profundidad – punto aguas arriba del tramo y Forzar Profundidad – punto aguas abajo del tramo**), conforme a su necesidad. Si las profundidades informadas no cumplen con la pendiente mínima del colector, se adoptará automáticamente el menor valor compatible.

FIGURA 99

Nº Colector y Tramo Actual	DIÁMETRO		HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO								TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ARRIBA	TIPO - INSPECCIÓN DE AGUAS ABAJO
	DN ADOPTADO (mm)	Manning (n)	Condición FINAL					Condición INICIAL				
			Caudal máximo de proyeto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + 1]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyeto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + 1]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)		
CS_1-001	150	0.010	1.50	13%	4.67	2.11	1.05	1.50	13%	4.67	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-002	150	0.010	1.50	14%	4.07	2.15	0.99	1.50	14%	4.07	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-003	150	0.010	1.50	19%	1.44	2.50	0.62	1.50	19%	1.44	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-004	150	0.010	1.50	17%	2.06	2.37	0.73	1.50	17%	2.06	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-005	150	0.010	1.80	16%	3.98	2.28	1.00	1.50	15%	3.66	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-006	150	0.010	3.67	22%	5.62	2.65	1.25	1.83	16%	4.14	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-007	150	0.010	5.48	29%	5.31	2.99	1.26	2.74	21%	3.93	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-008	150	0.010	7.33	38%	4.50	3.30	1.20	3.66	26%	3.36	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-009	150	0.010	8.01	38%	5.48	3.29	1.32	4.01	26%	4.09	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-010	150	0.010	10.22	54%	3.18	3.72	1.05	5.11	36%	2.42	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-011	150	0.010	10.94	58%	2.97	3.81	1.02	5.47	39%	2.28	CI-0.60	CI-0.60
CS_1-012	150	0.010	11.30	86%	1.33	4.00	0.70	5.65	51%	1.12	CI-0.60	PV-0.80
CS_1-013	150	0.010	14.15	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	7.07	59%	1.21	PV-0.80	CI-0.60
CS_1-014	150	0.010	14.37	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	7.19	59%	1.22	CI-0.60	PV-0.80
CS_1-015	150	0.010	15.06	70%	3.57	3.96	1.13	7.53	45%	2.81	PV-0.80	CI-0.60
CS_1-016	150	0.010	15.77	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	7.89	63%	1.26	CI-0.60	PV-0.80
CS_1-017	150	0.010	16.09	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	8.04	64%	1.26	PV-0.80	PV-0.80
CS_1-018	150	0.010	16.25	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	8.12	65%	1.27	PV-0.80	PV-1.00
CS_1-019	150	0.010	28.21	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	14.10	DN!!!	DN!!!	PV-1.00	PV-1.00
CS_1-020	150	0.010	31.08	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	15.54	DN!!!	DN!!!	PV-1.00	PV-2.00
CS_1-021	150	0.010	139.72	DN!!!	DN!!!	DN!!!	DN!!!	44.04	DN!!!	DN!!!	PV-2.00	PV-2.00
CS_10-001	150	0.010	1.50	25%	0.65	2.79	0.43	1.50	25%	0.65	CI-0.60	CI-0.60
CS_11-001	150	0.010	1.50	20%	1.28	2.54	0.59	1.50	20%	1.28	CI-0.60	CI-0.60
CS_11-002	150	0.010	1.50	24%	0.78	2.72	0.47	1.50	24%	0.78	CI-0.60	PV-0.80
CS_12-001	150	0.010	1.50	20%	1.43	2.50	0.62	1.50	20%	1.43	CI-0.60	CI-0.60
CS_12-002	150	0.010	1.50	19%	1.59	2.46	0.65	1.50	19%	1.59	CI-0.60	CI-0.60

En principio, la red cargada en la hoja no garantiza que los tramos de los colectores cumplan con las verificaciones hidráulicas y condiciones de escurrimiento, ya que, por defecto, se adoptará el diámetro mínimo informado en los parámetros para todos los tramos de la red. Los ajustes que deben realizarse manualmente por el usuario se describen en la [Figura 99](#).

La imagen anterior muestra algunos tramos de una red proyectada antes de realizar los ajustes en los diámetros. El color **naranja** indica que se trata del tramo inicial de un colector, es decir, que no posee otros colectores conectados aguas arriba. Los tramos que presentan los valores de lámina líquida en color rosa indican que dichos valores superan los límites máximos establecidos, que son: 75 % para los tramos con velocidad menor que la velocidad crítica; 50 % para los tramos con velocidad mayor

que la velocidad crítica. Cuando la lámina líquida supera el 100 % (capacidad total de la tubería), la celda se muestra en color **rosa** con el mensaje **DN!!!**.

Existen dos maneras de realizar los ajustes necesarios en el diámetro de los colectores:

- » Modificar manualmente el diámetro de los colectores necesarios en la columna “DN Adoptado” (columna 24 de la [Figura 96](#));
- » Utilizar los botones “Admitir DN creciente” o “Admitir DN sugerido”, que completan la columna **DN Adoptado** con los valores calculados.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los diámetros necesarios (botones **Admitir DN creciente** o **Admitir DN sugerido**) son aproximaciones. El usuario debe verificar todos los tramos de la hoja

para garantizar que las condiciones de escurrimiento hayan sido cumplidas, y realizar los ajustes manuales en los tramos si aún fuera necesario.

Dado que los cálculos de diámetro son iterativos, se debe utilizar el botón **“Reiniciar DN”** en caso de que ya se hayan hecho ajustes en los diámetros de los tramos, sean estos manuales o automáticos.

Si el usuario opta por ajustar manualmente los valores de los diámetros, es importante recordar que deben utilizarse únicamente diámetros existentes, incluidos en la lista de diámetros de tuberías presente en la hoja Parámetros, presentada anteriormente.

Con los diámetros de todos los tramos ajustados, la hoja recalcula automáticamente los caudales y el escurrimiento. Si los diámetros adoptados son suficientes, las celdas que contienen los valores de lámina de agua y esfuerzo cortante (tanto para inicio como para fin de plano) se mostrarán en color blanco.

Si la **velocidad de escurrimiento** del alcantarillado sanitario en un determinado tramo es **mayor que la velocidad crítica**, la celda correspondiente a la velocidad también se mostrará en color **rosa**. Esto no indica necesariamente que el tramo deba ser redimensionado, sino solo si su lámina líquida supera el 50 %, como se comentó anteriormente. En estos casos, la hoja mostrará en color rosa los tramos cuya lámina líquida exceda el límite permitido.

FIGURA 100

Nº Colector y Tramo Actual	DIÁMETRO DN ADOPTADO (mm)	Manning (n)	HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO											
			Condición FINAL						Condición INICIAL					
			Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)
1-001	150	0.010	150	150	15%	3.06	2.24	0.87	150	150	15%	3.06	2.24	0.87
1-002	150	0.010	150	150	14%	3.83	2.17	0.96	150	150	14%	3.83	2.17	0.96
1-003	150	0.010	150	150	16%	2.88	2.26	0.85	150	150	16%	2.88	2.26	0.85
1-004	150	0.010	150	150	22%	1.04	2.61	0.53	150	150	22%	1.04	2.61	0.53
1-005	150	0.010	150	150	20%	1.24	2.55	0.58	150	150	20%	1.24	2.55	0.58
1-006	150	0.010	150	150	16%	2.79	2.27	0.83	150	150	16%	2.79	2.27	0.83
1-007	150	0.010	150	150	15%	3.10	2.24	0.87	150	150	15%	3.10	2.24	0.87
1-008	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.20	3.33	1.06	134.24	161.09	53%	10.81	6.06	2.36
1-009	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.79	3.25	1.14	134.24	161.09	50%	12.86	5.94	2.56
1-010	400	0.010	8.16	9.79	11%	5.58	3.09	1.36	134.35	161.22	44%	19.00	5.67	3.06
1-011	400	0.010	8.31	9.97	10%	6.61	3.03	1.47	134.44	161.32	41%	22.46	5.56	3.31
1-012	400	0.010	8.31	9.97	11%	5.12	3.14	1.31	134.44	161.33	45%	17.27	5.74	2.93
1-013	450	0.010	8.39	10.07	15%	1.29	3.79	0.70	134.49	161.38	64%	4.16	6.74	1.51
1-014	450	0.010	8.47	10.16	15%	1.29	3.80	0.70	134.53	161.44	64%	4.16	6.74	1.51
1-015	450	0.010	8.59	10.31	15%	1.30	3.81	0.71	134.61	161.53	64%	4.16	6.74	1.51
1-016	450	0.010	9.74	11.68	16%	1.38	3.92	0.73	135.30	162.35	64%	4.17	6.74	1.51
1-017	450	0.010	9.85	11.81	16%	1.39	3.93	0.73	135.36	162.43	64%	4.17	6.74	1.51
1-018	450	0.010	10.29	12.34	16%	1.41	3.97	0.74	135.60	162.71	64%	4.17	6.74	1.51
1-019	450	0.010	13.14	15.76	18%	1.58	4.19	0.80	137.32	164.78	65%	4.19	6.76	1.51
1-020	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51
1-021	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51
1-022	450	0.010	28.55	34.25	17%	9.21	4.06	1.91	219.89	263.86	49%	22.07	6.26	3.41
1-023	450	0.010	28.55	34.25	17%	9.71	4.03	1.96	219.89	263.86	48%	23.32	6.22	3.49
10-001	400	0.010	7.65	9.18	14%	2.03	3.51	0.86	134.04	160.84	64%	6.81	6.36	1.89
11-001	150	0.010	150	150	22%	1.04	2.61	0.53	150	150	22%	1.04	2.61	0.53
11-002	150	0.010	150	150	22%	1.04	2.61	0.53	150	150	22%	1.04	2.61	0.53
11-003	150	0.010	150	150	14%	3.72	2.18	0.95	150	150	14%	3.72	2.18	0.95
11-004	150	0.010	150	150	14%	4.43	2.13	1.03	150	150	14%	4.43	2.13	1.03

El usuario debe prestar especial atención a los valores de esfuerzo cortante de la red básica que está siendo dimensionada. Si el **esfuerzo cortante es menor que la especificada en los parámetros** del proyecto, la celda correspondiente también se mostrará en color **rosa**, como se ilustra en la figura [Figura 101](#).

En estos casos, el usuario debe realizar los **ajustes manuales** necesarios en la pendiente admitida o en el diámetro de la tubería, siempre que la lámina líquida lo permita. Las celdas cuyos valores en la columna **“I min ADMITIDO Colector”** hayan sido modificados se mostrarán en color **naranja**.

Con los diámetros y pendientes ya definidos, el usuario debe verificar la necesidad de realizar ajustes en el nivel de agua. Esto se hace utilizando el botón **“Ajuste NA”**, en caso de que el valor indicado en la celda situada a su izquierda sea diferente de cero, conforme se muestra en la figura [Figura 103](#) y [104](#).

Esta función realiza ajustes finos en las profundidades de algunos tramos, de modo que la cota del nivel de agua en la llegada y salida de los dispositivos de inspección coincida, evitando así el remanso en el escurrimiento. Es posible notar pequeñas diferencias en las profundidades aguas arriba de

FIGURA 101

Nº Colector y Tramo Actual	DIÁMETRO		HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO											
	DN ADOPTADO (mm)	Manning (n)	Condición FINAL						Condición INICIAL					
			Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)
1-001	150	0.010	1.50	1.50	15%	3.06	2.24	0.87	1.50	1.50	15%	3.06	2.24	0.87
1-002	150	0.010	1.50	1.50	14%	3.83	2.17	0.96	1.50	1.50	14%	3.83	2.17	0.96
1-003	150	0.010	1.50	1.50	16%	2.88	2.26	0.85	1.50	1.50	16%	2.88	2.26	0.85
1-004	150	0.010	1.50	1.50	23%	0.89	2.67	0.50	1.50	1.50	23%	0.89	2.67	0.50
1-005	150	0.010	1.50	1.50	20%	1.42	2.50	0.61	1.50	1.50	20%	1.42	2.50	0.61
1-006	150	0.010	1.50	1.50	16%	2.79	2.27	0.83	1.50	1.50	16%	2.79	2.27	0.83
1-007	150	0.010	1.50	1.50	15%	3.10	2.24	0.87	1.50	1.50	15%	3.10	2.24	0.87
1-008	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.20	3.33	1.06	134.24	161.09	53%	10.81	6.06	2.36
1-009	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.79	3.25	1.14	134.24	161.09	50%	12.86	5.94	2.56
1-010	400	0.010	8.16	9.79	11%	5.58	3.09	1.36	134.35	161.22	44%	19.00	5.67	3.06
1-011	400	0.010	8.31	9.97	10%	6.61	3.03	1.47	134.44	161.32	41%	22.46	5.56	3.31
1-012	400	0.010	8.31	9.97	11%	5.12	3.14	1.31	134.44	161.33	45%	17.27	5.74	2.93
1-013	450	0.010	8.39	10.07	15%	1.29	3.79	0.70	134.49	161.38	64%	4.16	6.74	1.51
1-014	450	0.010	8.47	10.16	15%	1.29	3.80	0.70	134.53	161.44	64%	4.16	6.74	1.51
1-015	450	0.010	8.59	10.31	15%	1.30	3.81	0.71	134.61	161.53	64%	4.16	6.74	1.51
1-016	450	0.010	9.74	11.68	16%	1.38	3.92	0.73	135.30	162.35	64%	4.17	6.74	1.51
1-017	450	0.010	9.85	11.81	16%	1.39	3.93	0.73	135.36	162.43	64%	4.17	6.74	1.51
1-018	450	0.010	10.29	12.34	16%	1.41	3.97	0.74	135.60	162.71	64%	4.17	6.74	1.51
1-019	450	0.010	13.14	15.76	18%	1.58	4.19	0.80	137.32	164.78	65%	4.19	6.76	1.51
1-020	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51
1-021	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51
1-022	450	0.010	28.55	34.25	17%	9.21	4.06	1.91	219.89	263.86	49%	22.07	6.26	3.41

FIGURA 102

Nº Colector y Tramo Actual	PENDIENTES		DIÁMETRO	Manning (n)	HIDRAULICA - CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO											
	S min ADMITIDO Colector (m/m)	S ADOPTADO colector (m/m)			DN ADOPTADO (mm)	Condición FINAL						Condición INICIAL				
			Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]			Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño recurrente de proyecto Qfr (l/s) [Qmedf x k2 + I]	Caudal máximo de proyecto Qfmax (l/s) [Qmedf x k1.k2 + I]	Lámina Líquida y/do (%)	Fuerza tractiva (Pa)	Velocidad crítica Vc (m/s)	Velocidad (m/s)
1-001	0.00450	0.02185	150	0.010	1.50	1.50	15%	3.06	2.24	0.87	1.50	1.50	15%	3.06	2.24	0.87
1-002	0.00450	0.02924	150	0.010	1.50	1.50	14%	3.83	2.17	0.96	1.50	1.50	14%	3.83	2.17	0.96
1-003	0.00450	0.02026	150	0.010	1.50	1.50	16%	2.88	2.26	0.85	1.50	1.50	16%	2.88	2.26	0.85
1-004	0.00550	0.00550	150	0.010	1.50	1.50	22%	1.04	2.61	0.53	1.50	1.50	22%	1.04	2.61	0.53
1-005	0.00450	0.00685	150	0.010	1.50	1.50	20%	1.24	2.55	0.58	1.50	1.50	20%	1.24	2.55	0.58
1-006	0.00450	0.01945	150	0.010	1.50	1.50	16%	2.79	2.27	0.83	1.50	1.50	16%	2.79	2.27	0.83
1-007	0.00450	0.02225	150	0.010	1.50	1.50	15%	3.10	2.24	0.87	1.50	1.50	15%	3.10	2.24	0.87
1-008	0.00350	0.01131	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.20	3.33	1.06	134.24	161.09	53%	10.81	6.06	2.36
1-009	0.00350	0.01404	400	0.010	7.99	9.58	12%	3.79	3.25	1.14	134.24	161.09	50%	12.86	5.94	2.56
1-010	0.00350	0.02284	400	0.010	8.16	9.79	11%	5.58	3.09	1.36	134.35	161.22	44%	19.00	5.67	3.06
1-011	0.00350	0.02818	400	0.010	8.31	9.97	10%	6.61	3.03	1.47	134.44	161.32	41%	22.46	5.56	3.31
1-012	0.00350	0.02026	400	0.010	8.31	9.97	11%	5.12	3.14	1.31	134.44	161.33	45%	17.27	5.74	2.93
1-013	0.00350	0.00350	450	0.010	8.39	10.07	15%	1.29	3.79	0.70	134.49	161.38	64%	4.16	6.74	1.51
1-014	0.00350	0.00350	450	0.010	8.47	10.16	15%	1.29	3.80	0.70	134.53	161.44	64%	4.16	6.74	1.51
1-015	0.00350	0.00350	450	0.010	8.59	10.31	15%	1.30	3.81	0.71	134.61	161.53	64%	4.16	6.74	1.51
1-016	0.00350	0.00350	450	0.010	9.74	11.68	16%	1.38	3.92	0.73	135.30	162.35	64%	4.17	6.74	1.51
1-017	0.00350	0.00350	450	0.010	9.85	11.81	16%	1.39	3.93	0.73	135.36	162.43	64%	4.17	6.74	1.51
1-018	0.00350	0.00350	450	0.010	10.29	12.34	16%	1.41	3.97	0.74	135.60	162.71	64%	4.17	6.74	1.51
1-019	0.00350	0.00350	450	0.010	13.14	15.76	18%	1.58	4.19	0.80	137.32	164.78	65%	4.19	6.76	1.51
1-020	0.00350	0.00350	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51
1-021	0.00350	0.00350	450	0.010	13.25	15.89	18%	1.58	4.20	0.80	137.39	164.86	65%	4.19	6.76	1.51

FIGURA 103

E	Q	R	S	T	X
RedBasica					
Sistema de Al				Min Excav.	Ajuste de
Ciudad:				Min Desnivel	Punto inicial d (aguas arriba)
Proyecto:		0.06		Ajuste NA	Forzar Profundidad
Subcuenca:				Limpiar ajuste NA	h = profundi
Autor:					
Fecha:					
Nº Colector y Tramo Actual	CAUDAL total INICIO DE PLAN (l/s)	Ubicación del Tramo (Calzada=0 e Acera=1)	Interferencias (aux_Prof_i)	IMPONER PROFUNDIDAD - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)	PROFUNDIDADES
					Profundidad - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)
1-001	0.05	1			0.80
1-002	0.05	1			0.80
1-003	0.06	1			0.81
1-004	0.06				1.05
1-005	0.12				1.29
1-006	0.12				1.05
1-007	0.13				1.05
1-008	89.49				2.00
1-009	89.49				1.30
1-010	89.56				1.30
1-011	89.62				1.30
1-012	89.62				1.30
1-013	89.65				1.35
1-014	89.68				2.28
1-015	89.73				3.03
1-016	90.18				5.40

algunos tramos, ver la [Figura 103](#), luego de efectuarse los ajustes.

Después de realizar los ajustes del nivel de agua, pueden presentarse pequeñas variaciones en las condiciones de escurrimiento de los tramos modificados. El usuario debe asegurarse de que no sean necesarios nuevos ajustes en los diámetros o pendientes. Estos ajustes pueden realizarse manualmente o mediante las funciones automáticas mostradas anteriormente (**Reiniciar DN y luego Admitir DN creciente o Admitir DN sugerido**).

Dado que cualquier modificación en los diámetros, pendientes o profundidades de los tramos está interrelacionada, puede ser necesario repetir el ajuste del nivel de agua después de cambiar los diámetros o pendientes. Sin embargo, se debe recordar utilizar la función **“Limpiar ajuste NA”** antes de volver a emplear la función **“Ajuste NA”**, para garantizar que el cálculo se realice utilizando las profundidades correctas.

FIGURA 104

E	Q	R	S	T	X
RedBasica					
Sistema de Al				Min Excav.	Ajuste de
Ciudad:				Min Desnivel	Punto inicial d (aguas arriba)
Proyecto:		0.00		Ajuste NA	Forzar Profundidad
Subcuenca:				Limpiar ajuste NA	h = profundi
Autor:					
Fecha:					
Nº Colector y Tramo Actual	CAUDAL total INICIO DE PLAN (l/s)	Ubicación del Tramo (Calzada=0 e Acera=1)	Interferencias (aux_Prof_i)	IMPONER PROFUNDIDAD - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)	PROFUNDIDADES
					Profundidad - punto AGUAS ARRIBA del tramo (m)
1-001	0.05	1			0.80
1-002	0.05	1			0.80
1-003	0.06	1			0.81
1-004	0.06				1.05
1-005	0.12				1.29
1-006	0.12				1.05
1-007	0.13				1.05
1-008	89.49				2.00
1-009	89.49				1.30
1-010	89.56				1.30
1-011	89.62				1.30
1-012	89.62				1.32
1-013	89.65				1.41
1-014	89.68				2.35
1-015	89.73				3.10
1-016	90.18				5.47

Es importante que esta etapa sea siempre el último paso del dimensionamiento de la red básica proyectada. Cualquier modificación posterior en los parámetros de cálculo o en las características físicas y constructivas de los tramos debe ser sucedida por un nuevo ajuste del nivel de agua.

Con la red básica dimensionada, el usuario puede:

- » Generar una hoja de impresión con los resultados, utilizando el botón **“Generar Hoja de Impresión”**;
- » Exportar los archivos con los resultados del dimensionamiento para ser cargados en el trazado dibujado por el complemento en QGIS, utilizando los botones **“Exportar Tramos”** y **“Exportar Nodos”**. Se recomienda que los archivos .csv generados con los resultados sean guardados en la misma carpeta del proyecto QGIS, para mantener la organización y evitar errores de vinculación.

7.2.7. Hoja de Impresión

La hoja denominada RedBasica_print es una hoja resumida que contiene solo los datos más relevantes del proyecto. Además, incluye los parámetros utilizados y un resumen de los valores de caudales de referencia adoptados.

Está configurada para que todos los datos de los tramos se ajusten a una hoja tamaño A3, manteniendo siempre el encabezado visible, a fin de facilitar la consulta después de la impresión.

7.2.8. Hoja de Exportación – Nodos

La hoja ExportNodos es donde se almacenan los datos dimensionados que serán incorporados como atributos de la capa vectorial de nodos en QGIS. Algunos de estos datos serán mostrados como leyenda en el plano, otros se visualizarán en la hoja “Tramo Seleccionado” del módulo RedBasica en QGIS, y otros permanecerán solo en la tabla de atributos.

7.2.9. Hoja de Exportación – Tramos

La hoja ExportTramos es donde se almacenan los datos dimensionados que serán incorporados como atributos de la capa vectorial de tramos en QGIS. Algunos de estos datos serán mostrados como leyenda en el plano, otros se visualizarán en la hoja “Tramo Seleccionado” del complemento SaniHUB RedBasica en QGIS, y otros permanecerán solo en la tabla de atributos.

7.3. Importación de los Resultados del Dimensionamiento – QGIS

Como resultado final del dimensionamiento, la hoja de cálculo exportará dos archivos “.csv”, conforme se mencionó anteriormente. Estos archivos contienen los datos de dimensionamiento y los cálculos hidráulicos de los dispositivos de inspección y de los tramos trazados. Para cargar estos datos en QGIS, el usuario debe seguir los pasos descritos a continuación.

Para la importación de los resultados del dimensionamiento de los tramos, el usuario debe utilizar el botón correspondiente  e indicar la ubicación del archivo “.csv” que contiene los datos. Las informaciones serán importadas a la capa vectorial de tramos en QGIS y podrán ser consultadas a través de la tabla de atributos.

Para visualizar la información de los tramos dimensionados en el mapa, el usuario puede alternar el estilo de la capa vectorial de tramos al modo de visualización de resultados. Esto se realiza mediante el botón , que al ser presionado cambiará su ícono  y permitirá que el resultado mostrado contenga la información tal como se observa en la imagen siguiente.

Para la importación de los resultados del dimensionamiento de los nodos, el usuario debe utilizar el botón correspondiente  e indicar la ubicación del archivo “.csv” que contiene los datos. Las informaciones serán importadas a la capa vectorial de nodos en QGIS y podrán ser consultadas a través de la tabla de atributos.

Para visualizar la información de los dispositivos de inspección dimensionados en el mapa, se utiliza el mismo botón para alternar el estilo mencionado anteriormente. De este modo, si la capa de los tramos se encuentra en el modo de visualización de resultados, la capa de los dispositivos de inspección también estará, y el resultado mostrado debe contener la información tal como se observa en la [Figura 106](#).

FIGURA 105

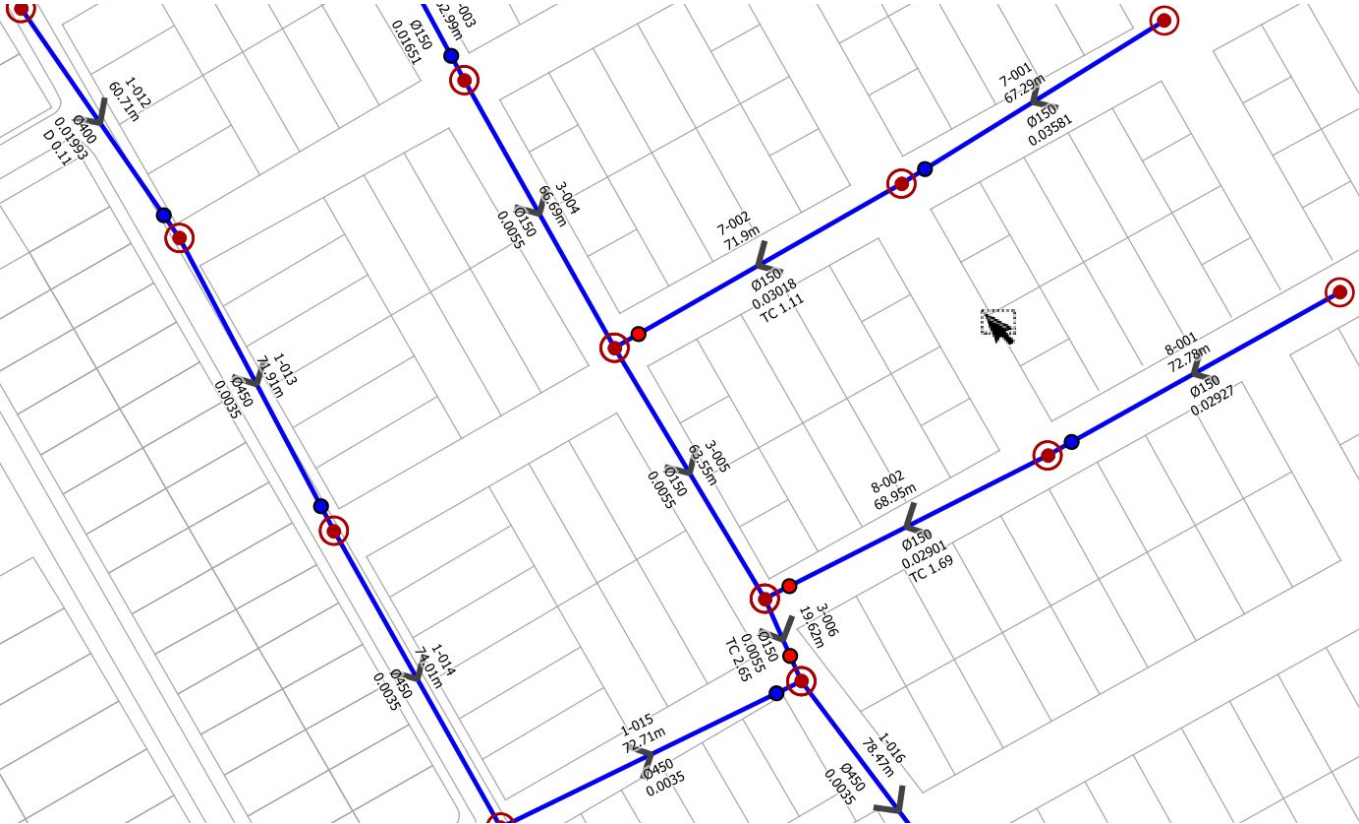
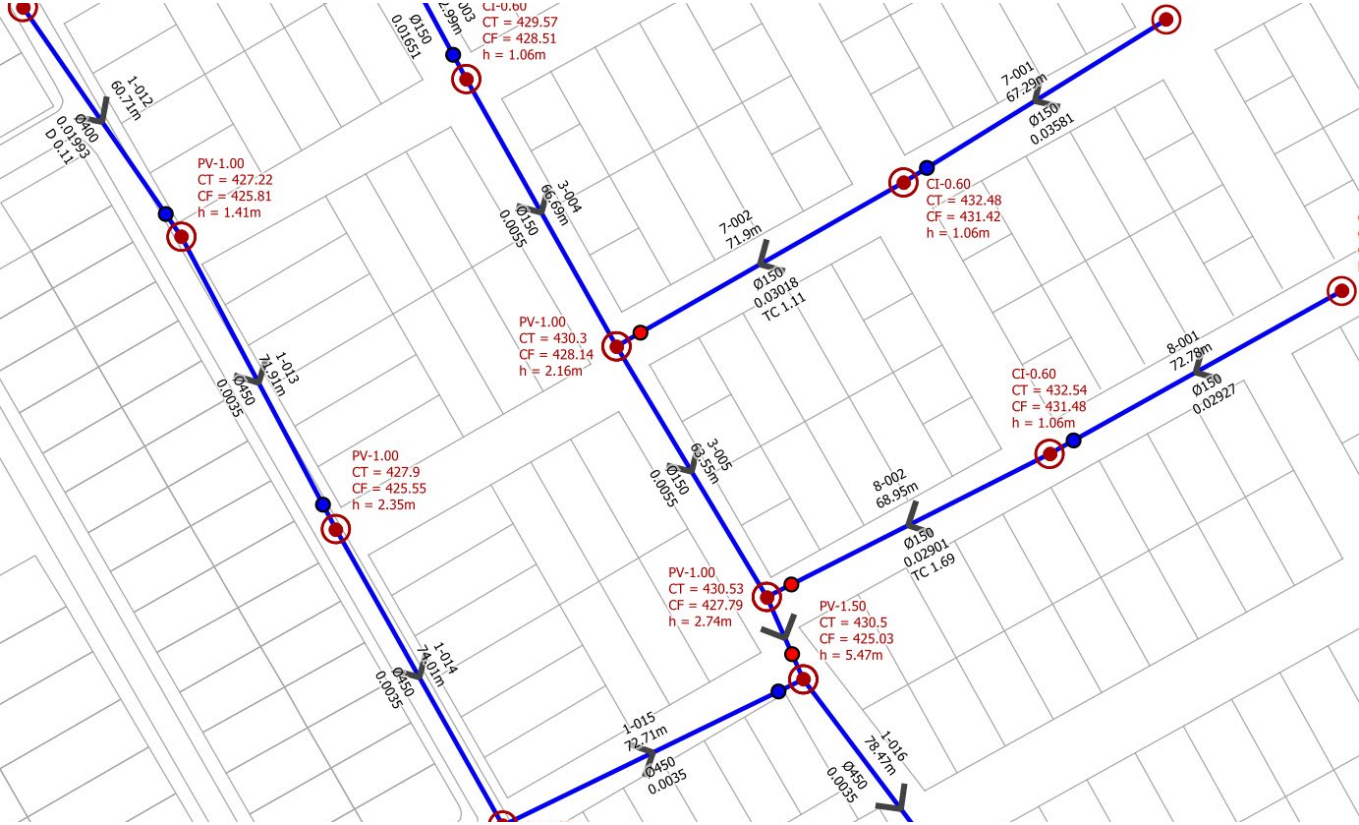


FIGURA 106



Referencias

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-9648**: Estudo de concepção de sistema de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986a.

_____. **NBR-9649**: Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986b.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. **Cronologia dos serviços de esgotos, com especial menção ao Brasil**. Edição: 33. São Paulo: SABESP, 1959.

_____; FERNANDEZ, Miguel F.; ARAUJO, Roberto; ITO, Acácio E. **Manual de Hidráulica**. 8ª edição. São Paulo: Blucher, 1998.

_____. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Redes de Esgoto Simplificadas (RES)**. Brasília, 1987.

BUFF, Sonia R. **Saneamento Básico**. Vinhedo, 2014.

CAESB. **Manual Ambiental - Obras de Saneamento**.

COLLODEL, M.G. **Aplicação de modelo hidrológico SWMM na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica submetida ao processo de transformação chuva-vazão**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 2009.

FERNANDES, Carlos. **Esgotos Sanitários**. João Pessoa: Editora Universitária / UFPB, 1997.

GARCIA, Maiza. **Saturnino de Brito, o pioneiro nos projetos de abastecimento de água e saneamento**. 2009.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSOA, Constantino A. **Tratamento de Esgoto Doméstico**. Rio de Janeiro: ABTE, 2011.

LOMPOGLIA, Teresa. **Experiencias em la Aplicación de Sistemas Condominiales de Alcantarillado Sanitario**. Lima, 2004.

LOPES, André L. B. **O engenheiro Saturnino de Brito e o urbanismo sanitário**. São Paulo, 2012.

MACHADO NETTO, Joaquim G.O.; TSUTIYA, Milton T. **Tensão trativa: Um critério econômico para o dimensionamento das tubulações de esgoto**. Edição nº: 140. São Paulo: Revista DAE, 1985.

MARA, Duncan; SLEIGH, Andrew. **Health and Sanitation in the Developing World**. School of Civil Engineering, University of Leeds. Leeds, 2001a.

MELO, José C. **Sistema condominial: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento / José Carlos de Melo**. Brasília-DF: Gráfica Qualidade, 2008.

MIKOWSKI, André A.; TAKEUCHI, Cristina M. **Sistema Informatizado para Dimensionamento de Unidades de Tratamento de Esgoto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

NAZARETH, Pery L. M. **Sistemas Condominiais de Esgotos e sua Aplicação no Distrito Federal**. Brasília-DF: CAESB, 1998.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 1ª edição. São Paulo: Blucher, 2003.

_____. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 2ª edição revista, atualizada e ampliada. São Paulo: Blucher, 2011.

PAFFRATH, Silvia F. **Utilização do Sistema Condominial como Alternativa de Esgotamento: Históricos, Fundamentos e Comparação com o Sistema Convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

PEREIRA, José A. R.; SILVA, Jaqueline M. S. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 2ª edição revista e ampliada. Belém, 2010.

SANEPAR. **Manual de Obras de Saneamento**. Disponível em: < http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mos-4a-edicao/mos_4ed_v00_completo.pdf> Acesso em: 17 fev. 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1997**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento-MPO. Secretaria de Política Urbana-SEPURB: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA, 1998.

RODRIGUES, Gustavo P.W.; **Computação gráfica e modelagem computacional aplicadas ao traçado e dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

SOUSA, Luís. **A Peste Negra: Da história à Biologia Molecular**. 2010.

SOUZA, Fernanda Karolini Moretti de; CURTI, Giovanni Carvalho; NAZARETH, Leonardo Porto. **Desenvolvimento de um software para dimensionamento de redes coletoras de esgoto**. 2015. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

TSUTIYA, Milton T.; SOBRINHO, Pedro A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

