



QGISRed v. 0.12

PLUGIN DE QGIS PARA LA CONFECCIÓN DE MODELOS REALISTAS
DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

MANUAL DE USUARIO



Dirigido

Fernando Martínez Alzamora

fmartine@upv.es



Desarrollo

Néstor Lerma

info@waterpi.com

Grupo REDHISP

www.redhisp.upv.es

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Universitat Politècnica de València

València, España

Enero, 2021



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
DETALLES DE LA VERSIÓN ACTUAL.....	1
Versión 0.12	1
DETALLES DE VERSIONES PREVIAS	1
Versión 0.11	1
Versión 0.10	2
Versión 0.9	3
Versión 0.8	3
Versión 0.7	4
Versión 0.6	4
INSTALACIÓN.....	5
Repositorio.....	5
Local	7
Dependencias.....	7
GUÍA RÁPIDA	9
Archivo	9
Gestor de Proyectos.....	10
Crear Proyecto.....	10
Importar datos	11
Crear copia de seguridad del proyecto	12
Proyecto	12
Opciones de Proyecto	12
Gestión de capas	12
Añadir datos	13
Opciones hidráulicas	13
Valores por defecto.....	14
Tabla de materiales.....	14
Resumen.....	15
Simular y ver resultados.....	15
Exportar modelo a INP	16
Edición.....	16
Creación de elementos básicos.....	16
Selección múltiple	17
Mover nudos	17

Edición de vértices	17
Herramientas sobre elementos de la red	17
Eliminación de elementos	18
Propiedades.....	18
Curvas de modulación.....	18
Curvas de comportamiento.....	19
Controles simples	19
Rules	20
Verificaciones	20
Herramientas.....	21
DATOS DE ENTRADA.....	24
Tuberías.....	24
Líneas.....	24
Patrones, Curvas, Controles, Reglas.....	25
Valores por defecto.....	25
TIPS.....	27
EJEMPLOS.....	28
Ejemplo 1.....	28
Ejemplo 2.....	31

INTRODUCCIÓN

QGISRed es una herramienta de ayuda al ingeniero hidráulico en la tarea de modelar una red de distribución de agua y en el proceso de toma de decisiones, dentro del entorno de un Sistema de Información Geográfico (SIG). Esta herramienta está diseñada como un complemento (plugin) del software libre QGis. Sin embargo, QGISRed emplea el código fuente del software GISRed, aplicación diseñada como herramienta de escritorio para el sistema operativo Windows.

El plugin QGISRed se desarrolla con el objetivo de poder aprovechar todas las herramientas que un entorno SIG puede proporcionar de manera nativa. Por ejemplo, herramientas de geo-proceso, utilización de imágenes de satélite, gestión de estilos, etc. Por el contrario, este plugin tendrá una serie de limitaciones frente al potencial que pueda incluir la herramienta GISRed.

DETALLES DE LA VERSIÓN ACTUAL

Versión 0.12

Versiones de QGis: 3.2-3.99

Novedades:

- Edición de la tabla de materiales-rugosidad para el cálculo de la rugosidad en función de material y edad
- Nueva importación y exportación de patrones/curvas en formato CSV
- Nueva herramienta para importar las demandas base en los nudos y los Ids de las curvas de modulación (simples o múltiples) desde un fichero CSV
- Importación de acometidas desde SHP
- Nueva herramienta para obtener el árbol de mínima resistencia de la red
- Actualización de la librería de Epanet a la versión 2.2
- Mejorada la interfaz para convertir los coeficientes de rugosidad
- Corrección de un error al mostrar resultados de Calidad
- Refresco de las unidades y la fórmula de pérdidas actuales en la barra de estado, al cargar un proyecto QGis
- Los proyectos importados desde INP se muestran ahora en la lista de proyectos
- Corrección de un error cuando los nudos no tienen coordenadas
- Al insertar válvulas o bombas en tuberías, se evita ahora la aparición de longitudes negativas
- Corrección de un error de acceso a la edición de Patrones cuando el Pattern TimeStep es 0:00
- Las acometidas se leen ahora correctamente

DETALLES DE VERSIONES PREVIAS

Versión 0.11

Versiones de QGis: 3.2-3.99

Características:

- Creación de un archivo Json para definir las diferentes proyecciones (contenido del .prj) en el caso de no disponer de Internet
- Implementada la lectura de los formatos de la sección PUMPS heredados de la versión 1.1 de Epanet

- Nuevo instalador único para ambas arquitecturas (x86 y x64)
- Se muestran las unidades y la fórmula de pérdida de carga en la barra de estado.
- La estimación del coeficiente de rugosidad en función de la edad y el material admite diferentes fórmulas de pérdida de carga y sistema de unidades
- Conversión de coeficientes de rugosidad entre diferentes fórmulas de pérdida de carga
- Herramienta para crear una copia de seguridad del proyecto (restauración manual)
- Corregido el error al cargar el plugin en la versión de QGis 3.14.15
- Corregido un error por no permitir expresar las horas en formato distinto a AM/PM en la sección Controls
- Corregido un error al no poder acceder a la información del usuario de Windows en determinados ordenadores
- Nuevo color azul en las etiquetas para los resultados de tipo línea
- Corregido el error al clonar el proyecto y perder los metadatos
- Corregido el error al guardar un escenario de resultados y quedarse congelado el mapa
- Nuevo orden alfabético en las listas de links y nodes en los Controles Simples

Versión 0.10

Versiones de QGis: 3.0-3.14.1

Características:

- Corregido mal funcionamiento al crear/importar cuando hay otras cosas abiertas.
- Escritura de las cabeceras de las secciones del INP en inglés.
- Validación en las propiedades de los elementos para impedir mismo nudo final en líneas.
- Corregido error al importar depósitos.
- Mejora de la simplificación de vértices para eliminar los repetidos en el punto inicial.
- Corregido error al escribir los Times de Options.
- Reestructuración de metadatos, ahora unificado en el archivo *_Metadata.txt.
- Corregido error al juntar tuberías de características iguales cuando empieza y acaba en el mismo nudo.
- Comprueba si hay versiones nuevas y avisa al usuario.
- Corregida visualización de iconos en la leyenda para versión 3.12 de QGis
- Corregido error que impedía guardar los estilos de resultados.
- Corregido error en lectura de símbolo decimal cuando el usuario usa el formato inglés y cambia el símbolo decimal por coma.
- EditProject cambia a LayerManagement para controlar visibilidad de capas y su creación.
- Ahora la proyección se guarda correctamente en el archivo PRJ.
- Nueva ventana con opciones del proyecto.
- Separación entre Importar (sin proyecto - INP o SHPs) y Añadir (con proyecto - solo SHPs).
- Tolerancia espacial al importar/añadir datos desde SHPs.
- Manual incluye formato del archivo ascii para interpolación de cotas y clasificación de los 4 tipos de sectores hidráulicos.
- Simplificadas 4 capas de medidores en 1 sola.
- Corregido error al escribir SHPs de incidencias en válvulas y bombas.
- Métodos para asignar rugosidad, chequear elementos superpuestos, vértices alineados, longitudes, material, diámetro o fecha de instalación ahora también para elementos seleccionados.

- Corregido error en caso muy específico al crear conexiones en T de forma individual.
- Nueva gestión de dependencias para evitar errores si están en uso.
- Diversas mejoras sobre las prestaciones ya ofrecidas en versiones anteriores

Versión 0.9

Versiones de QGis: 3.0-3.99

Características:

- Un nuevo logo para el plugin QGISRed
- Creación ágil de tuberías, depósitos y embalses con herramientas propias, y opciones de anclaje a los elementos ya existentes
- Herramienta para editar el trazado de los elementos lineales, incluyendo creación (clic sobre el trazado), desplazamiento y borrado (botón derecho) de vértices
- Orientación por defecto de válvulas/bombas al insertarlas en una tubería, siguiendo el trazado de ésta
- Herramienta para invertir la orientación de los elementos lineales (tuberías, válvulas y bombas)
- Herramienta para partir y unir tuberías
- Herramientas para separar/unir nudos
- Herramienta para crear/deshacer conexiones en T
- Herramientas para crear/deshacer cruces de tuberías
- Herramienta para mover de posición válvulas y bombas
- Selección múltiple de elementos de diferentes capas (Ctrl añade y Shift elimina)
- Borrado de todos los elementos seleccionados dentro de una región poligonal
- Eliminación de la mayor parte de los botones dobles y sustitución por una opción en la ventana de diálogo.
- Nuevo icono para acceder a los últimos resultados sin simular de nuevo
- Posibilidad de expandir y comprimir el menú de resultados para permitir el acoplamiento de otras ventanas de QGis
- Corrección de un error al trabajar con rutas de ficheros largas
- Diversas mejoras sobre las prestaciones ya ofrecidas en versiones anteriores

Versión 0.8

Versiones de QGis: 3.0-3.99

Características:

- Edición de propiedades de los elementos principales a través de una ventana de diálogo, pudiendo navegar desde ella a través de los diferentes elementos del mismo tipo que contiene el modelo.
- Inserción/Eliminación de válvulas y bombas en tuberías. En el primer caso clicando en un punto de la tubería, ésta se dividirá o se acortará (según el caso) para introducir el nuevo elemento. En el segundo caso, clicando sobre el elemento válvula o bomba, éste se eliminará juntando las tuberías colindantes si es posible.
- Edición del trazado de la red, pudiendo mover nudos del modelo de modo que el resto de los elementos que coincidan espacialmente con éstos, se desplacen a la misma posición.
- Reorganización de todos los botones del plugin agrupándolos en 5 categorías para facilitar el manejo de las diferentes opciones.

- Corrección de errores en la lectura de algunas leyes de control.
- Diálogos para la edición de las opciones de cálculo y los valores por defecto.
- Verificación de Ids repetidos durante la generación de los mismos.
- Ocultación de las tablas de datos de la leyenda (Patterns, Curves, Controls, Rules, Options y DefaultValues).
- Cambios en el menú de selección de resultados para mostrar una única variable por nudo o por línea. Reducción del tiempo de refresco.
- Opción para visualizar mediante etiquetas fijas el valor del parámetro elegido para cada elemento.
- Eliminación de los permisos de administrador para instalar las dependencias necesarias.
- Algunas mejoras sobre las prestaciones ya ofrecidas en versiones anteriores.

Versión 0.7

Versiones de QGIS: 3.0-3.99

Características:

- Tabla resumen con el número de elementos de cada tipo, así como las unidades de caudal, la fórmula de pérdidas de carga y si se modela algún parámetro de calidad.
- Gestor de Curvas de modulación: Permite editar, crear, borrar, clonar, exportar e importar nuevas curvas de modulación (o Patterns). Añade la opción de definir el tipo de curva de modulación. También se indica qué elementos están asociados a esa curva. Por último, se incluye la funcionalidad de trabajar con valores reales (en función del valor base asociado a la curva) o con un multiplicador o factor (forma tradicional).
- Gestor de Curvas de comportamiento: Permite editar, crear, borrar, clonar, exportar e importar nuevas curvas de comportamiento. Para las curvas asociadas a bombas, en el caso de 1 o 3 puntos se especifica la ecuación de la curva aproximada. También se especifica los elementos asociados a dichas curvas.
- Gestor de Controles Simples: Permite editar, añadir, borrar, clonar y ordenar leyes de control simple. Incluye la opción de poder deshabilitar una ley de control.
- Gestor de Rules: Permite editar, añadir, borrar, clonar y ordenar Rules. Incluye la opción de poder deshabilitar una Rule. Se permiten combinar diferentes condiciones a través de los operadores OR y AND, así como seleccionar la condición combinada apropiada para aplicar a la Rule.
- Tanto en el gestor de controles simples como en el de Rules su definición se realiza de forma interactiva y no escribiendo texto (modo tradicional).

Versión 0.6

Versiones de QGIS: 2.0-3.99

Características:

- Gestionar los proyectos de QGISRed. Es posible abrir, crear, importar, clonar o borrar proyectos.
- Crear o editar un proyecto de QGISRed. Permite crear las capas vectoriales (SHPs) de los elementos básicos con los que trabaja el software EPANET. Si el usuario elimina alguno de estos SHPs, es posible volver a crearlos.
- Importación de datos desde ficheros INP (EPANET) o SHPs. En el primer formato se pueden importar modelos completos desarrollados con el popular software EPANET. Mediante SHPs se puede crear o completar un modelo especificando para cada tipo de

elemento principal, el SHP del que se desea importar información y qué campos contienen determinada información necesaria para el modelo.

- Validación del modelo, informando de si se ha producido algún tipo de error o aviso al procesar la información contenida en los SHPs.
- Exportación al fichero INP de EPANET, con la opción de abrir este software una vez generado el fichero.
- Simulación con la Toolkit de EPANET para mostrar los resultados hidráulicos y de calidad.
- Dispone de un conjunto de herramientas asociadas al trazado (eliminación de elementos superpuestos, simplificación de vértices alineados, creación de conexiones tipo T, fusión de tuberías con las mismas características o análisis de la conectividad de la red), a las propiedades de los elementos (análisis de longitudes, diámetros, materiales, fechas de instalación, cambio de estado de tuberías o interpolación de cotas), para añadir componentes (acometidas, hidrantes, desagües) o para sectorizar (sectores hidráulicos y sectores de demandas).

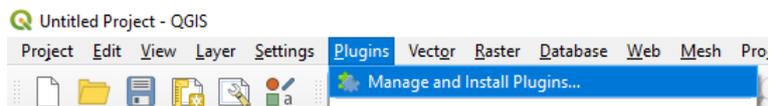
INSTALACIÓN

El plugin QGISRed requiere la instalación de unas dependencias (como se detallará más adelante). Estas dependencias de QGISRed funcionan bajo el sistema operativo Windows y requieren tener instalado la versión 4.5 del componente .Net Framework de Windows. Por tanto, el plugin QGISRed solo funcionará bajo dichas condiciones.

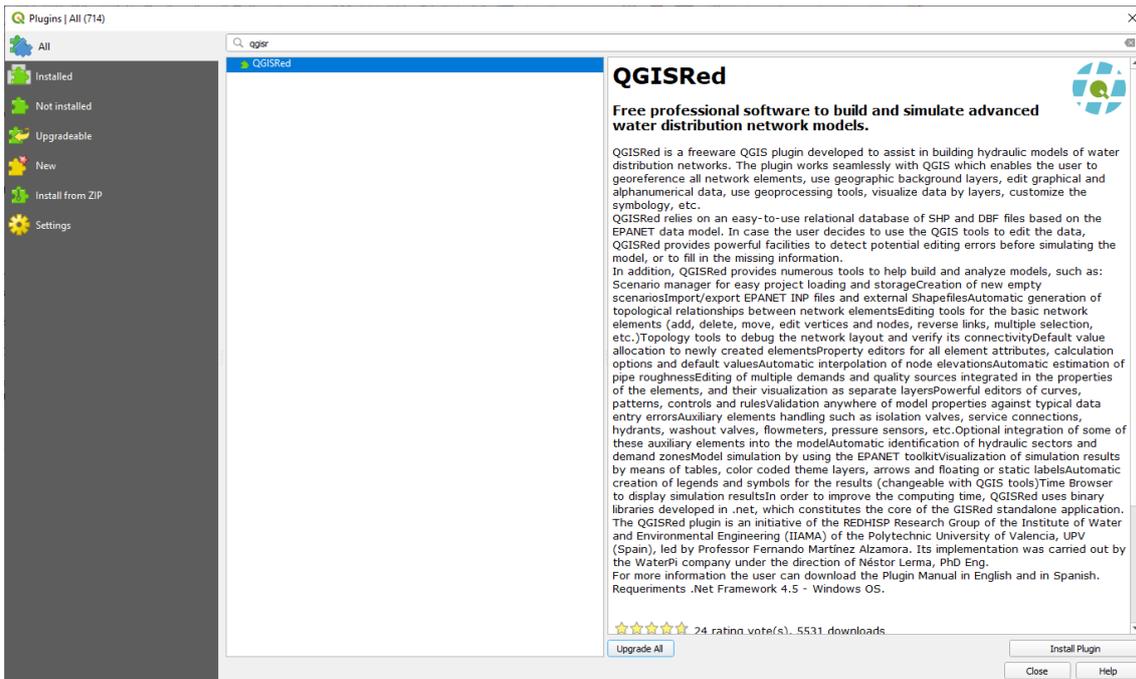
Repositorio

Para instalar el plugin o una actualización desde el repositorio oficial de QGIS, se deben seguir los siguientes pasos:

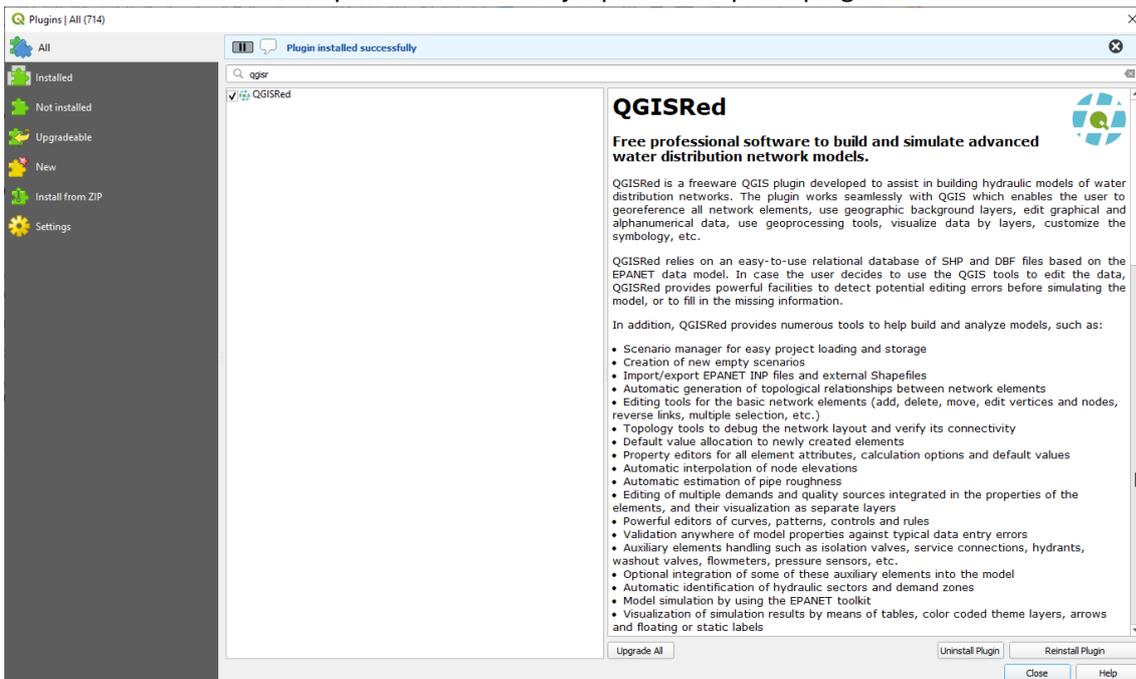
1. Iniciar QGIS v3.x
2. Acceder al menú Complementos → Administrar e instalar complementos...



3. Seleccionar la pestaña "Todos" (o "All"), en la barra superior escribir QGISRed. A continuación, seleccionar el único elemento que aparece y, por último, pulsar el botón para instalarlo en la esquina inferior derecha ("Install Plugin").

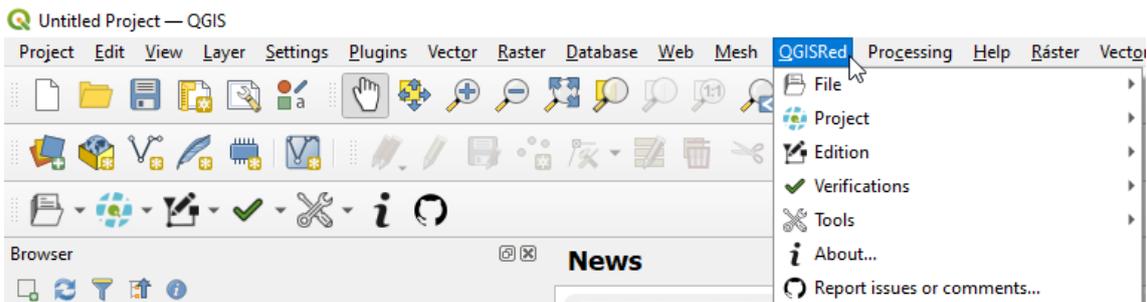


4. Una vez instalado aparecerá un mensaje que indica que el plugin se ha instalado.



5. Cerrar la ventana al finalizar el proceso.

6. Debe aparecer una nueva barra de botones y un nuevo elemento en el menú superior.



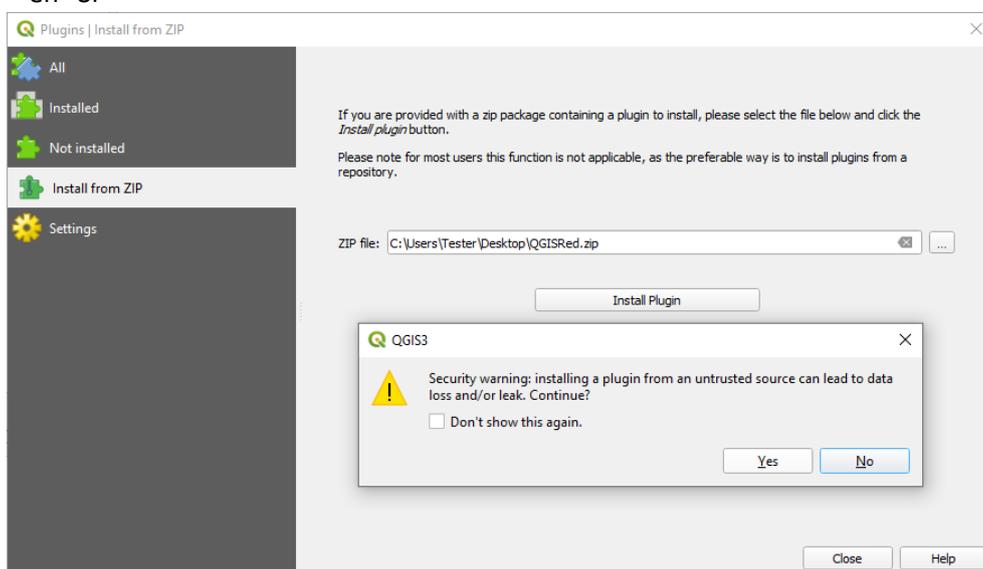
Local

Para instalar una actualización del plugin de forma local, previamente a los pasos que se comentan a continuación, es necesario desinstalarlo. Para ello, se puede desinstalar desde el propio gestor de complementos de QGIS, o manualmente borrando el directorio correspondiente.

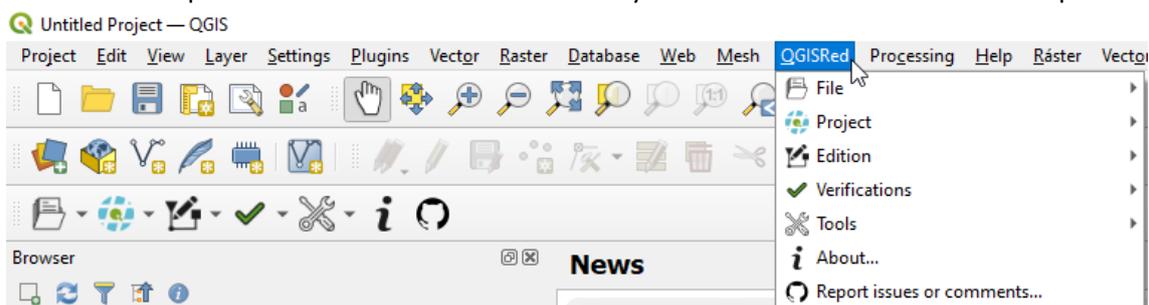
1. Iniciar QGIS v3.x
2. Acceder al menú Complementos→Administrar e instalar complementos...



3. Seleccionar la pestaña “Instalar a partir de ZIP”, seleccionar el fichero **QGISRed.zip**. A continuación, pulsar en “Instalar complemento” y si aparece el mensaje de aviso, pulsar en “Sí”

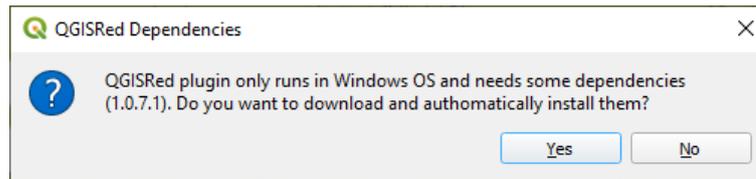


4. Cerrar la ventana al finalizar el proceso.
5. Debe aparecer una nueva barra de botones y un nuevo elemento en el menú superior.



Dependencias

1. Una vez instalado, cuando se quiera hacer uso de cualquier herramienta del plugin, aparecerá un mensaje que indica la necesidad de instalar las dependencias de QGISRed que se comentaban anteriormente.



2. Al pulsar sobre el botón "Sí" ("Yes") se descargarán e instalarán las dependencias necesarias para el funcionamiento del plugin (no requiere permisos de administrador).
3. En el caso de pulsar el botón "No", cuando el usuario intente volver a usar alguna herramienta del plugin se le indicará la necesidad de instalar las dependencias del plugin.

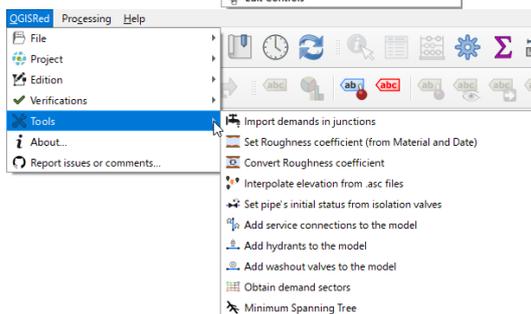
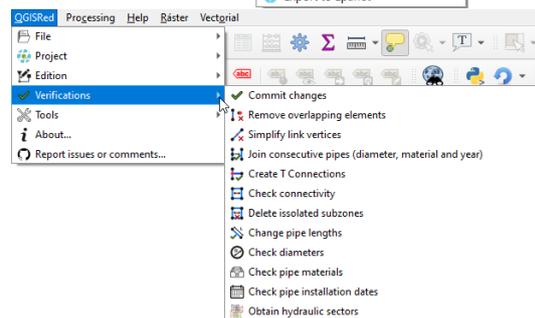
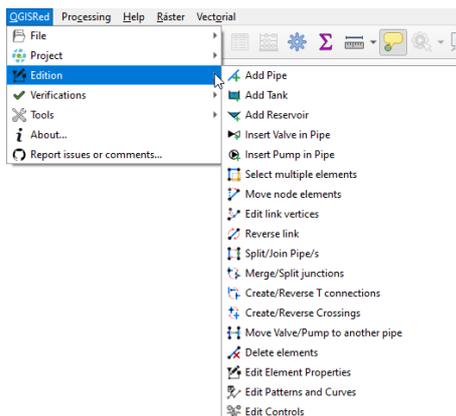
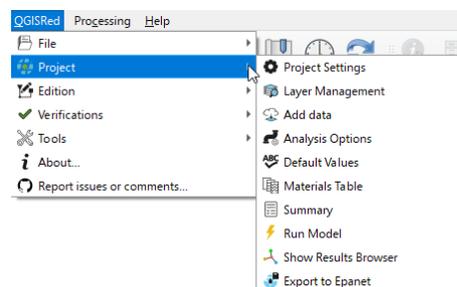
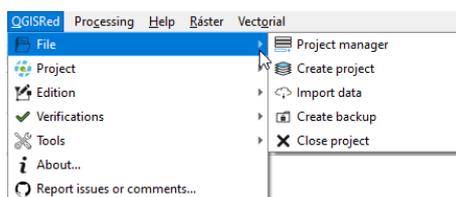
GUÍA RÁPIDA

En este apartado se presenta brevemente cada herramienta de la que dispone el plugin. En las secciones posteriores se profundizará más en algunos detalles.

El plugin se divide principalmente en cinco categorías, cada una de ellas con un conjunto de herramientas que se muestran a continuación.

Categorías:

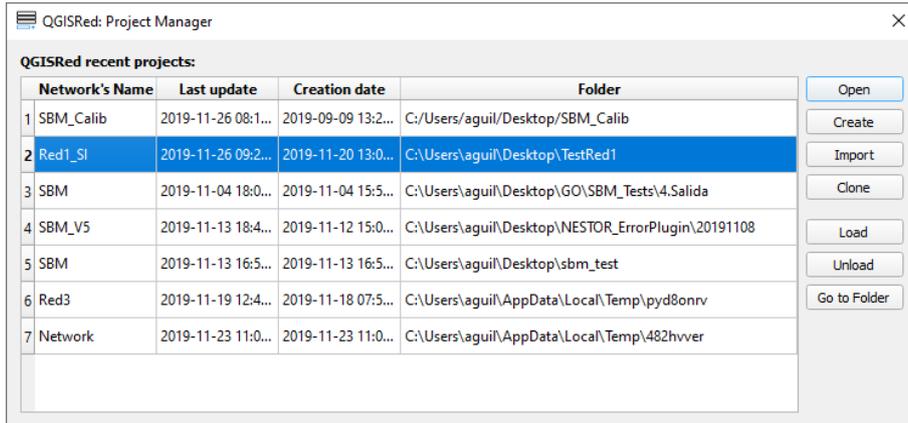
- File (Archivo)
- Project (Proyecto)
- Edition (Edición)
- Verifications (Verificaciones)
- Tools (Herramientas)



Archivo

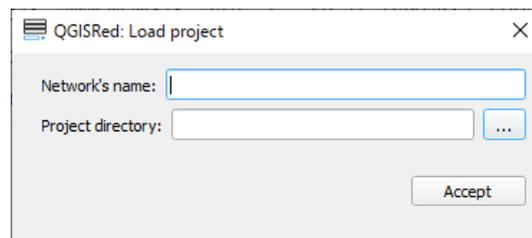
Esta categoría contiene las herramientas relacionadas con la gestión de un proyecto, es decir, las utilidades básicas para abrir, crear, importar y cerrar.

Gestor de Proyectos



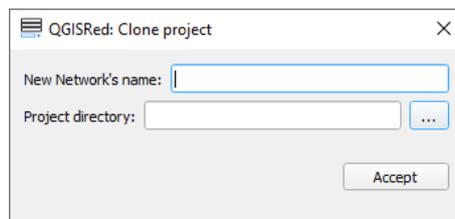
Esta ventana permite gestionar los proyectos de QGISRed abiertos recientemente, pero además se puede cargar proyectos que no aparezcan en el listado, borrar (*unload*) aquellos que no queramos que aparezcan, hacer una copia de alguno, crear un proyecto nuevo, importar datos o acceder al directorio del proyecto.

Cargar (Load)



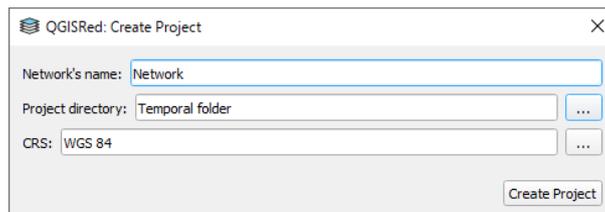
Para importar un proyecto se debe especificar el nombre de la red y el directorio donde se encuentran los SHPs.

Clonar



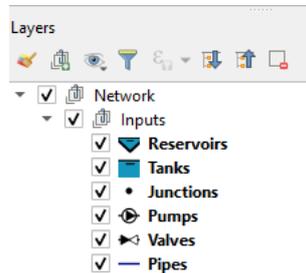
Para clonar un proyecto se debe especificar el nombre nuevo de la red y el directorio donde se desea copiar. Si el nombre de la red es distinto al original, el directorio puede ser el mismo. Es decir, en un mismo directorio puede haber varios proyectos de QGISRed.

Crear Proyecto



Desde esta ventana es posible crear un proyecto de QGISRed, es decir, los SHPs necesarios para construir un modelo de una red hidráulica.

Los datos que se necesitan es el nombre de la red y el directorio donde crear la información. También se puede especificar el Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS en inglés). Si en el campo del directorio se mantiene el valor por defecto “Temporal folder”, el programa creará un directorio temporal que se podrá consultar desde el Gestor de Proyectos.

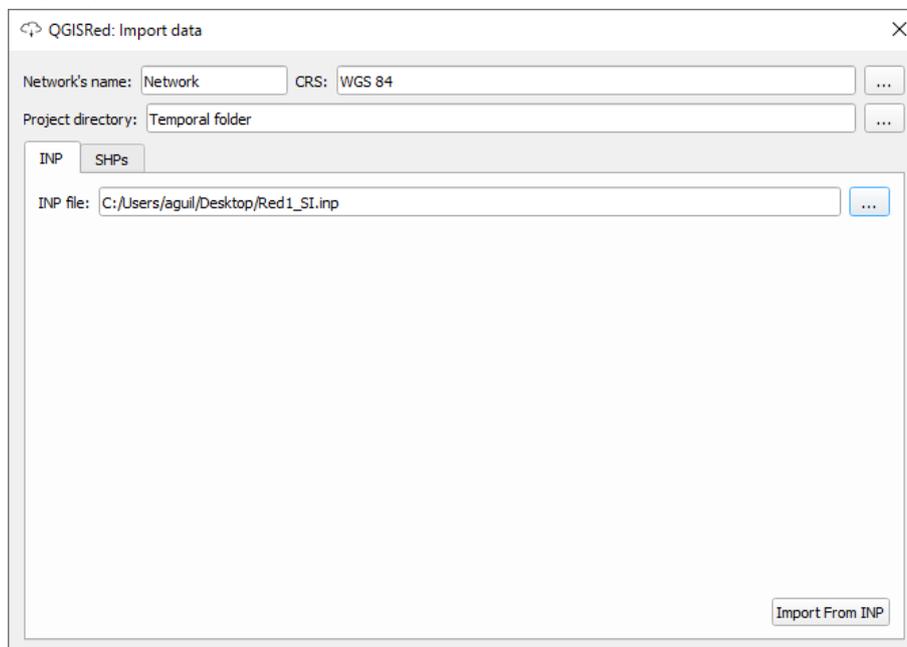


Una vez creado, aparecerá en la leyenda el siguiente contenido: Un grupo con el nombre de la red que, a su vez, incluirá otro grupo titulado “Inputs”, indicando así que esa información son datos de entrada para construir el modelo. Dentro del grupo, se incluyen al menos 6 SHPs, uno por cada tipo de elemento base de EPANET.

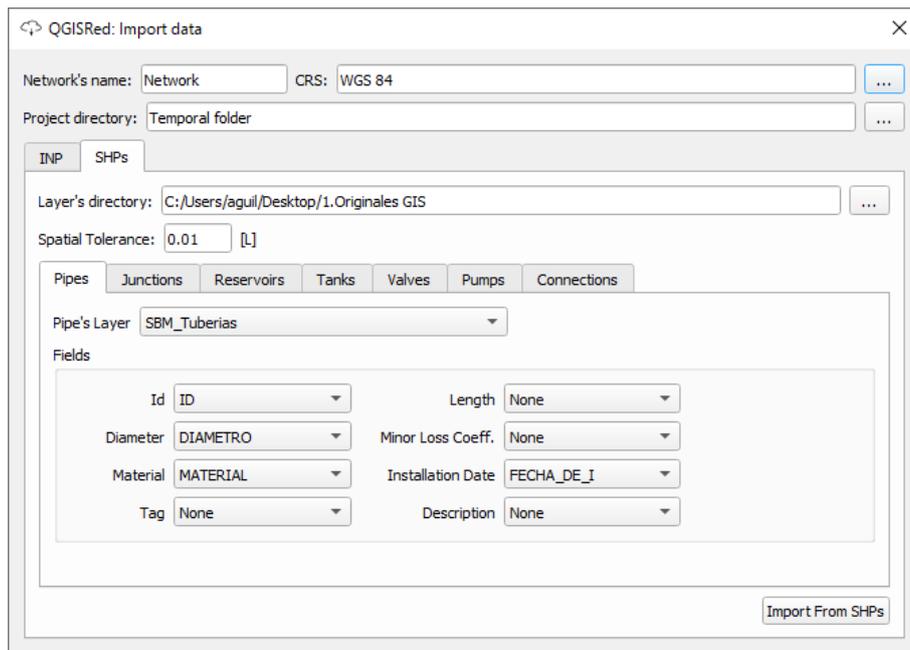
Importar datos

QGISRed permite importar un modelo completo desde un fichero INP de EPANET o importar datos desde ficheros SHPs. En el primer caso, únicamente es necesario seleccionar el fichero INP. En el segundo caso, se debe seleccionar el directorio donde están las capas, y luego, para cada tipo de elemento, seleccionar la capa correspondiente y los campos que se quieren importar. En este segundo caso es posible establecer el valor correspondiente con la tolerancia espacial.

- Desde INP:



- Desde SHPs:



Crear copia de seguridad del proyecto

Esta herramienta  permite crear en un archivo comprimido (ZIP) una copia de seguridad de todos los archivos del proyecto.

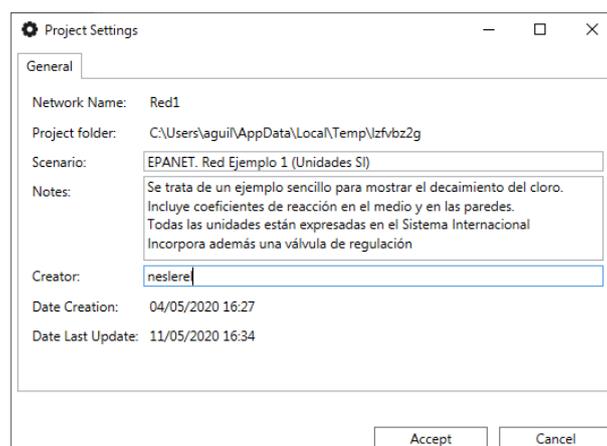
Para restaurarla habría que hacerlo manualmente descomprimiendo el contenido en la carpeta del proyecto.

Proyecto

Esta categoría permite editar el proyecto, ver un resumen de lo que contiene, exportarlo a otro formato y simular la parte hidráulica y de calidad.

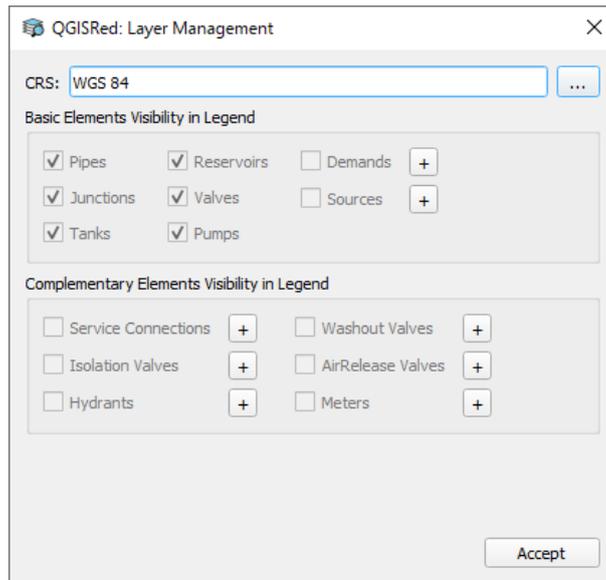
Opciones de Proyecto

Esta ventana permite especificar un nombre de escenario, apuntar una serie de notas relativas al escenario y editar el nombre del creador.



Gestión de capas

Esta herramienta permite controlar qué capas ver en la leyenda o, en el caso de que no que no existan, crear la capa asociada a un elemento. Además, se puede especificar en qué proyección está la información (esta herramienta no reproyecta).

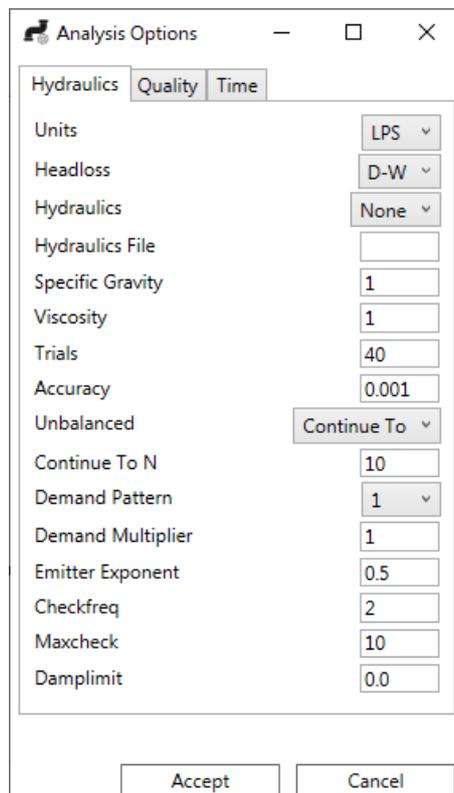


Añadir datos

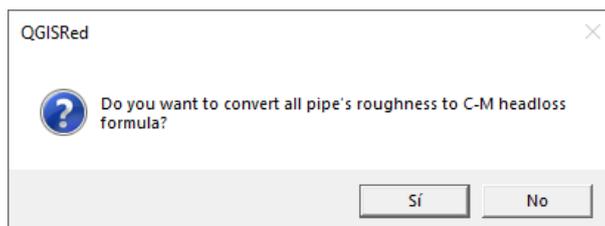
Esta herramienta es igual que la de Importar datos, pero en este caso no permite añadir al proyecto información desde un INP.

Opciones hidráulicas

Es posible editar de propiedades asociadas al cálculo del modelo hidráulico y de calidad.



En el caso de la fórmula de pérdida de carga, al cambiar el valor preguntará si desea convertir las rugosidades teniendo en cuenta la nueva fórmula escogida.



Valores por defecto

También se pueden editar una serie de valores por defecto utilizados en la creación de los diferentes elementos soportados.

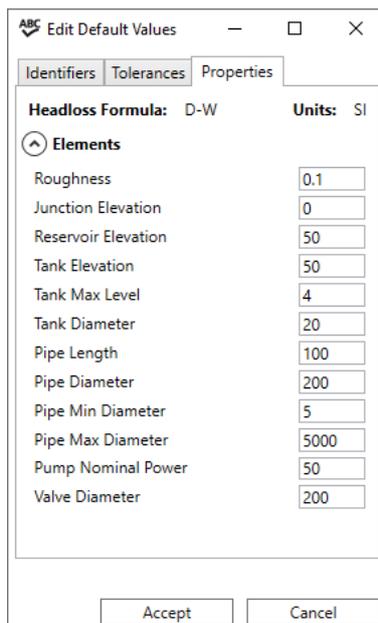


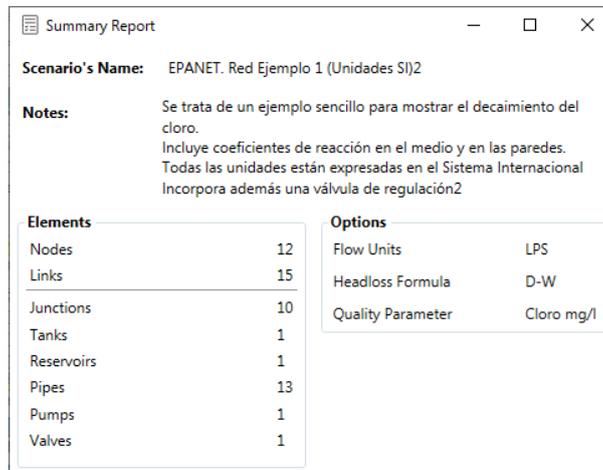
Tabla de materiales

Permite definir la lista de materiales junto con la rugosidad inicial y el incremento anual. Estos datos se utilizan al estimar la rugosidad en función del material y la edad de las tuberías.

Abbreviature	Description	Initial Roughness (mm)	Annual increment (mm)
AC	Asbestos Cement	0.025	0.03
CI	Cast Iron	0.5	0.07
CU	Cooper	0.1	0.01
CWOSMJ	Concrete Without Sheet Metal Jacket	0.1	0.03
CWSMJ	Concrete With Sheet Metal Jacket	0.1	0.03
DI	Ductile Iron	0.06	0.04
GI	Galvanized Iron	0.1	0.03
HDPE	Hight Density Polyethylene	0.1	0.01
L	Lead	0.002	0.03
LDPE	Low Density Polyethylene	0.1	0.01
MDPE	Medium Density Polyethylene	0.1	0.01
PC	Prestressed Concrete	0.1	0.03
PE	Polyethylene	0.002	0.01
PVC	Polyvinyl Chloride	0.002	0.01
PVC-O	Orientated PVC	0.02	0.01
PVC-UNP	Unplasticized PVC	0.02	0.01
RFC	Reinforced Concrete Pipe	0.1	0.03
SST	Stainless Steel	0.03	0.02
ST	Steel	0.03	0.02

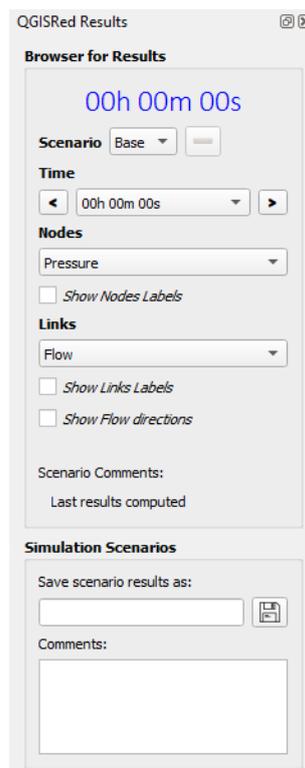
Resumen

Permite acceder a una ventana donde se resumen los elementos que contiene el modelo, así como algunas unidades y fórmulas de interés.

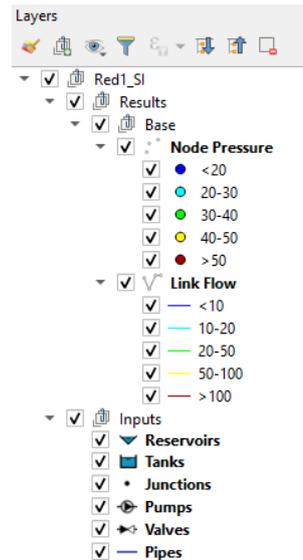
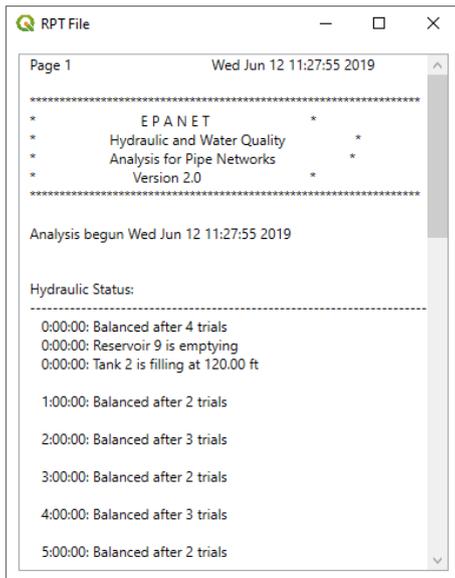


Simular y ver resultados

Pulsando sobre el botón ⚡ se lleva a cabo la simulación de la red y se abre una barra lateral como la de la siguiente imagen. En ella podemos seleccionar qué resultados y qué intervalo de tiempo mostrar.



Una vez se simula, aparece una ventana que contiene el reporte de la simulación generado por la Toolkit de EPANET y se abren las capas de resultado seleccionadas en el campo de "Browser for Results".



Desde la barra lateral es posible abrir o cerrar tipos de resultados, así como cambiar el instante de tiempo que se quiere mostrar.

Además, es posible guardar los resultados de la simulación especificando un nombre del escenario (correspondiente únicamente a los resultados y no a los datos) y unos comentarios para indicar, por ejemplo, qué características tiene ese escenario o qué datos se han cambiado.

Exportar modelo a INP



Esta ventana nos permite exportar a un fichero INP el modelo generado a partir de la información contenida en el proyecto de QGISRed. Además, dispone la opción de especificar con qué programa abrir el fichero resultante.

Edición

Esta sección permite editar el trazado, las propiedades de los elementos y otros componentes como curvas y controles.



Creación de elementos básicos



Con estos botones es posible crear los elementos básicos que maneja Epanet para una red hidráulica. El primero, aparte de crear una tubería y asignarle sus propiedades por defecto, también genera los dos nudos extremos (tipo Junctions).

Los dos siguientes botones permiten crear depósitos y embalses. En este caso es necesario pulsar sobre un nudo ya existente (no es posible crear un nudo aislado).

Los dos últimos botones permiten insertar válvulas y bombas en tuberías existente. Por ello, es necesario seleccionar un punto de una tubería.

Selección múltiple

Con el botón  es posible seleccionar mediante un rectángulo (clicando y arrastrando) o un polígono (clicando en cada uno de los puntos – sin arrastrar) todos los elementos que se encuentran dentro de la región seleccionada. Esto permite, por ejemplo, borrar de forma masiva elementos. En siguientes versiones permitirá aplicar ciertas herramientas sobre los elementos seleccionados.

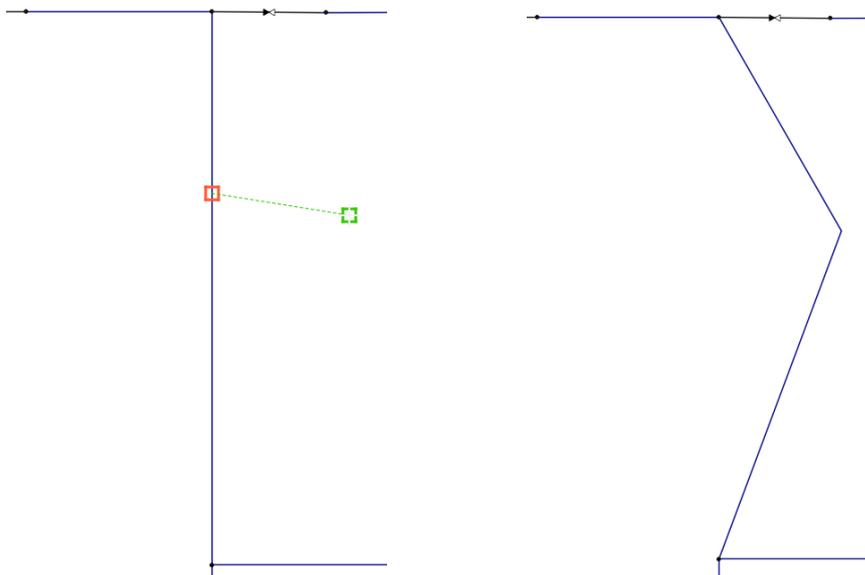
Mover nudos

Este botón  permite mover los nodos de nuestra red (Junctions, Tanks, Reservoirs) y que se desplacen el resto de los elementos que coincidan espacialmente con este (otros nodos, tuberías, válvulas o bombas).



Edición de vértices

Con esta herramienta  es posible mover los vértices intermedios de los elementos lineales (tuberías, válvulas y bombas), así como crear nuevos vértices (clicando donde se desee añadir) o borrarlos (botón derecho sobre el vértice).



Herramientas sobre elementos de la red



Con estas herramientas es posible:

- Invertir la orientación de una línea (tubería, válvula o bomba)

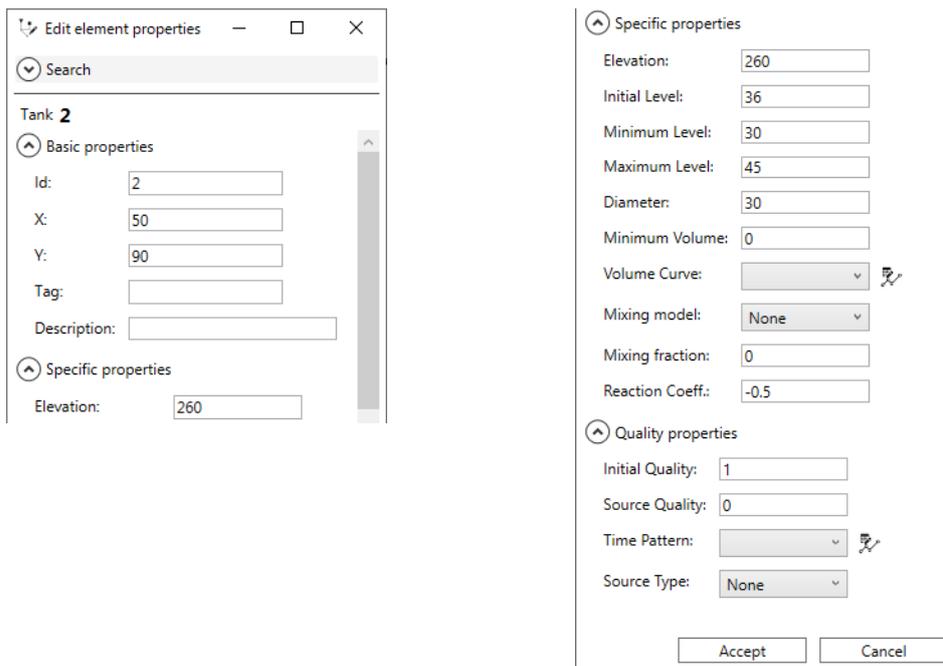
- Dividir una tubería o unir dos tuberías con las mismas propiedades (diámetro, edad y material)
- Dividir un nudo en varios, uno según el número de líneas que conecte. Proceso inverso de unir nudos. Los nudos tienen que ser de tipo Junction. Para dividir, se debe pulsar botón derecho sobre el nudo. Para unir, tiene que ser de dos en dos. Se selecciona primero el nudo origen y luego el nudo destino (botón izquierdo).
- Crear o deshacer conexiones en T. Funciona de forma similar a la herramienta anterior.
- Crear o deshacer cruces de tuberías. Se debe clicar con el botón izquierdo sobre el nudo de cruce a fusionar o sobre el punto de cruce de dos tuberías.
- Desplazar válvulas o bombas de una tubería a otra (o en la misma tubería, pero en otra posición).

Eliminación de elementos

Esta herramienta () permite borrar elementos. Pueden seleccionarse previamente aquellos que se desee borrar o, en caso contrario, seleccionar el elemento a borrar haciendo clic sobre él.

Propiedades

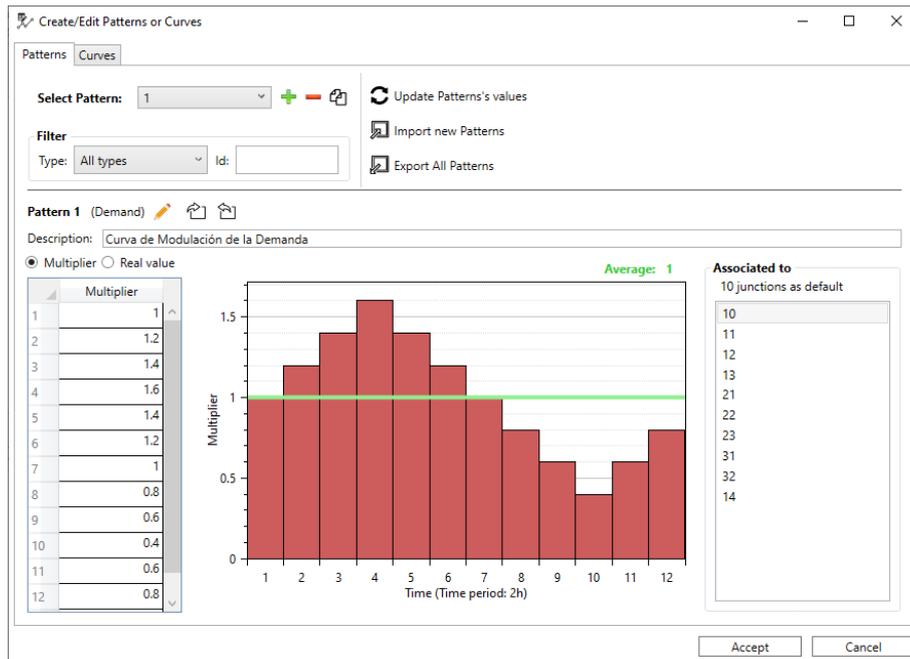
Este botón () permite seleccionar cualquier elemento de nuestro modelo y acceder a sus propiedades (a través de una ventana de diálogo) y modificarlas de un modo sencillo e intuitivo.



Curvas de modulación

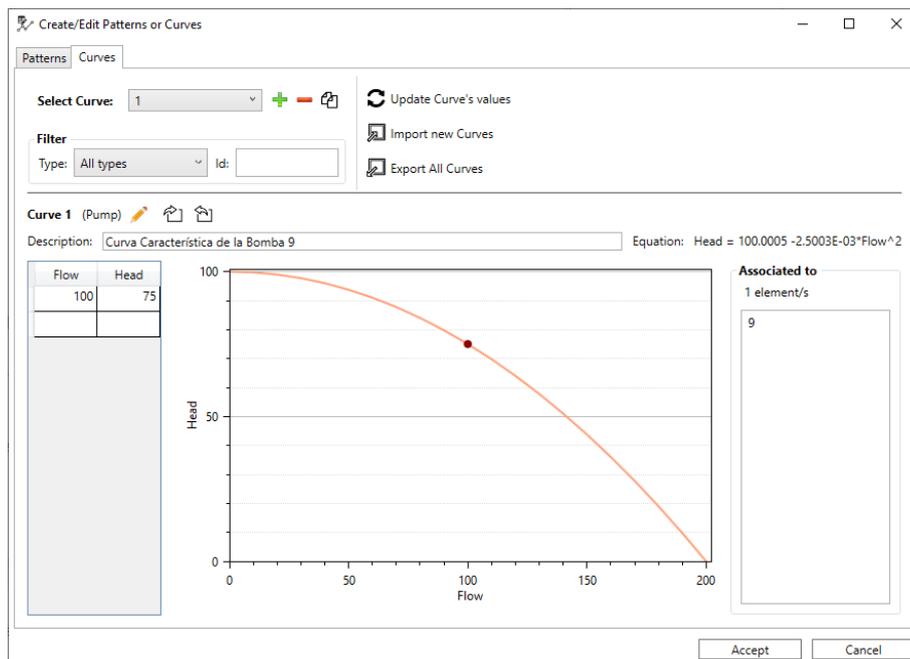
El botón () permite acceder a la edición de los diferentes tipos de curvas (de modulación o "patterns" y de comportamiento).

En la primera pestaña de la ventana se pueden gestionar las curvas de modulación.



Curvas de comportamiento

Desde el mismo botón, pero en la segunda pestaña, se pueden gestionar las curvas demodulación.



Controles simples

El botón  permite acceder a la edición de los diferentes tipos de controles (simples o Rules).

En la primera pestaña de la ventana se pueden gestionar los controles simples.

- Análisis de diámetros, indicando aquellos superiores o inferiores a unos umbrales preestablecidos.
- Análisis de los materiales, indicando aquellos no reconocidos o desconocidos.
- Análisis de fechas de instalación de tuberías, indicando fechas incorrectas o futuras.
- Sectores hidráulicos: tratan de identificar si todas las demandas pueden ser satisfechas a partir de las fuentes de suministro disponibles, en particular depósitos y embalses.
 - Para cada sector, en función de la existencia o no de demandas y de depósitos se clasifica en 4 tipos:
 - TIPO A: Subred en la cual existe al menos una fuente de suministro, esto es, un depósito, un embalse o bien un punto de inyección, y además al menos uno de sus nudos es un nudo de caudal y, por consiguiente, con una demanda base asignada. Esta subred se trataría realmente de un subsistema hidráulicamente compatible, en la que todos sus nudos podrían ser alimentados con garantías.
 - TIPO B: Subred en la cual existe al menos una fuente de suministro, esto es, un depósito, un embalse o bien un punto de inyección, pero en la que ninguno de sus nudos de caudal posee demanda base asignada. Esta subred se trataría realmente de un subsistema hidráulicamente compatible, en la que no existiría flujo de caudal al no existir puntos de demanda.
 - TIPO C: Subred en la cual no existen fuentes de suministro, pero sin embargo sus nudos de caudal tienen asignada una demanda base. Esta subred conformaría una subred aislada, hidráulicamente incompatible, en la que sus nudos no podrían ser abastecidos al carecer de toda fuente de suministro.
 - TIPO D: Subred en la cual no existen fuentes de suministro, y además ninguno de los nudos de caudal posee demanda base asignada. Esta subred conformaría una subred aislada, pero hidráulicamente compatible, pues sus nudos no necesitan ser abastecidos, y por tanto no se requieren fuentes de suministro.

Herramientas

En esta categoría se dispone de un conjunto de utilidades para aplicar propiedades o insertar elementos masivamente.



Las utilidades actuales permiten:

- Importar la demanda base y el id de la curva de modulación para los nudos de demanda.
 - El formato del archivo debe ser: IdJunction; Demanda base; IdPattern (separado por ; o ,)
- Asignación el coeficiente de rugosidad según el material y el año de instalación según la fórmula de pérdida de carga definida en el proyecto.
- Conversión de la rugosidad entre unas fórmulas de pérdida de carga y otras:

Darcy-Weisbach (D-W); Hazen-Williams (H-W); Chezy-Manning (C-M)

- De D-W a H-W:

$$C_{HW} = A + B(\log_{10}\varepsilon + 3)^C, \quad \varepsilon \text{ en mm}$$

Sí $\varepsilon < 0.001 \rightarrow \varepsilon = 0.001 \text{ mm}$

- De H-W a D-W

$$\varepsilon = 10^{\left[\left(\frac{C_{HW}-A}{B}\right)^{1/C} - 3\right]}, \quad \varepsilon \text{ en mm}$$

Sí $C_{HW} > A \rightarrow C_{HW} = A$

con:

$$A = 157 - 12(e^{-5D}) \quad ; e (2.718281828)$$

$$B = -4.89 - 1.15(\log_{10}D) \quad ; D (m)$$

$$C = 1.97 - 0.263(\log_{10}D)$$

- De D-W a C-M:

$$n = A + B(\log_{10}\varepsilon + 3)^C, \quad \varepsilon \text{ en mm}$$

Si $\varepsilon < 0.001 \rightarrow \varepsilon = 0.001$

- De C-M a D-W:

$$\varepsilon = 10^{\left[\left(\frac{n-A}{B}\right)^{1/C} - 3\right]}, \quad \varepsilon \text{ en mm}$$

If $n < A \rightarrow n = A$

con:

$$A = 0.0101 + 0.00115(\log_{10}D), \quad ; D (m)$$

$$B = 7.77 * 10^{-6} + 1.02 * 10^{-5} * e^{-5D} \quad ; e (2.718281828)$$

$$C = 4.84$$

- De H-W a C-M:

Se convierte de H-W a D-W y de D-W a C-M

- De C-M a H-W:

Se convierte de C-M a D-W y de D-W a H-W

Para más información acceda a [esta publicación](#).

- Interpolación masiva de las cotas de los elementos puntuales (nudos, depósitos y embalses) a partir de archivos ASCII.

- El formato del archivo debe ser el siguiente:

```

1 NCOLS 5843
2 NROWS 3869
3 XLLCENTER 684010
4 YLLCENTER 4374410
5 CELLSIZE 5
6 NODATA_VALUE -999
7 377.278 377.468 377.551 377.641 377.756 377.955 378.114 378.25 378.253 378.275 378.
8 377.376 377.428 377.659 377.754 378.021 378.126 378.395 378.476 378.227 378.337 378
9 377.637 377.559 377.68 377.992 378.138 378.352 378.473 378.44 378.413 378.376 378.4
10 377.341 377.594 377.864 378.076 378.236 378.285 378.408 378.55 378.636 378.589 378.
11 377.391 377.717 377.946 377.961 378.097 378.237 378.253 378.304 378.348 378.446 378
12 377.618 377.942 378.03 377.992 378.129 378.379 378.304 378.225 378.318 378.642 378.
13 377.703 377.773 377.927 378.103 378.286 378.367 378.225 378.407 378.564 378.73 378.

```

Donde NCOLS es el número de columnas, NROWS el número de filas, XLLCENTER es la coordenada X del centro de la celda de la esquina inferior izquierda de la malla, YLLCENTER es la coordenada Y del centro de la celda de la esquina inferior izquierda de la malla, CELLSIZE es el tamaño de celda y NODATA_VALUE es el valor por defecto de la celda cuando no se dispone de dato.

- La interpolación se lleva a cabo únicamente en los nodos cuya cota es igual al valor por defecto (diferente según el tipo de elemento: Conexión, Embalse o Depósito). Si el usuario ha modificado o importado previamente esa cota, no se interpola.
- Asignación del estado inicial de una tubería en función del estado de las válvulas manuales (o de corte).
- Insertar acometidas, tanto como un nudo puntual, como un tramo lineal (tubería)
- Insertar hidrantes, asignando el nombre de éste al nudo más próximo o en su defecto creando uno sobre la tubería en la que espacialmente se sitúe.
- Insertar desagües, asignando el nombre de éste al nudo más próximo o en su defecto creando uno sobre la tubería en la que espacialmente se sitúe.
- Sectores de demanda: permite identificar zonas de la red delimitadas por caudalímetros y elementos de regulación que permitan abrir o cerrar una tubería.
- Árbol de mínima resistencia.

DATOS DE ENTRADA

Esta sección detalla qué valores se deben introducir en los diferentes campos que existen en las tablas de atributos de los elementos que aparecen en la leyenda de QGIS y que forman parte del proyecto QGISRed. Todos aquellos datos que se deben introducir con los mismos valores que en EPANET no se comentarán (revisar el manual de EPANET).

Tuberías

A partir de la versión 0.8 estos datos se pueden introducir desde la ventana de propiedades y no requiere conocer las opciones disponibles. Sin embargo, por si se quiere editar algún dato manualmente desde la tabla de atributos:

En la tabla de atributos de este tipo de elemento aparecen dos campos adicionales respecto los de EPANET, en este caso, el campo *Material* e *InstalDate*. El primero corresponde con el material de la tubería y, para versiones previas a la 0.12, los valores que se puede definir son:

- *GREY CAST IRON*
- *DUCTILE CAST IRON*
- *STEEL*
- *FIBER CEMENT*
- *GALVANIZEDIRON*
- *CONCRETE WITH SHEET METAL JACKET*
- *CONCRETE WITHOUT SHEET METAL JACKET*
- *PRESTESSED CONCRETE*
- *LEAD*
- *POLYETHYLENE*
- *ORIENTATED PVC*
- *UNPLASTICIZED PVC*
- *COPPER*
- *HIGHT DENSITY POLYETHYLENE*
- *LOW DENSITY POLYETHYLENE*
- *MEDIUM DENSITY POLYETHYLENE*
- *UNDETERMINED*
- *UNKNOWN*

A partir de la versión 0.12 los valores del campo *Material* corresponden con el acrónimo de la tabla de Materiales.

En el caso del campo *InstalDate*, éste corresponde con la fecha de instalación de la tubería. El formato de entrada es *yyyyMMdd*, donde *yyyy* corresponde con los cuatro dígitos del año, *MM* es el número de mes con dos cifras (añadiendo un 0 delante si es necesario) y *dd* es el día (20190715, para el 15 de julio de 2019). Con estos dos campos es posible estimar la rugosidad de la tubería.

Líneas

A diferencia de EPANET u otras herramientas, GISRed y, por tanto, QGISRed no requiere la definición de la topología, es decir, para cada línea no es necesario definir el Id del nudo inicial y final. Este proceso se hace automáticamente por análisis espacial.

Patrones, Curvas, Controles, Reglas

A partir de la versión 0.7 se dispone de nuevas herramientas para introducir esta información (ver apartado correspondiente). Estos datos se almacenan en tablas de datos (DBF) que pueden ser editadas desde QGIS. Para modificar este tipo de información directamente desde las tablas, se introduce de forma muy parecida al fichero INP de EPANET, pero en vez de separado por espacios, está separado en diferentes columnas.

En el caso de los Patrones, se añade un campo adicional que indica el orden de los factores dentro de un mismo patrón o curva de modulación.

Para las Reglas, son tres los nuevos campos (*RuleOrder*, *LineOrder* y *Name*). Si importamos desde un fichero INP que contenga Rules, la primera vez que abrimos la tabla de atributos se mostrará desordenada (según la versión de QGIS).

	RuleOrder	LineOrder	Clause	Object	IdObj	Attribute	Operator	Value	Name
1	1	6	AND	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN	a2
2	1	5	THEN	PIPE	1	STATUS	IS	CLOSED	a1
3	2	1	RULE		2				
4	1	7	ELSE	PIPE	3	STATUS	IS	OPEN	ea1
5	2	3	THEN	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN	Action
6	2	2	IF	NODE	2	PRESSURE	>	20	Condition
7	1	2	IF	NODE	1	PRESSURE	>	20	c1
8	1	1	RULE		1				
9	1	4	OR	NODE	2	PRESSURE	>	15	c3
10	1	3	AND	NODE	1	DEMAND	>	1	c2

En ese caso, es necesario ordenar por la columna *LineOrder* y después por *RuleOrder*. De ese modo, veremos un aspecto muy parecido a como se escriben la Rules en EPANET, pero como dos columnas adicionales al principio. Estas columnas nos permitirán añadir o modificar componentes de una Regla concreta. Debemos asignar el mismo *RuleOrder* para todas las filas que correspondan a la misma Regla y luego especificar el orden adecuado para cada fila en el campo *LineOrder*.

	RuleOrder	LineOrder	Clause	Object	IdObj	Attribute	Operator	Value	Name
1	1	1	RULE		1				
2	1	2	IF	NODE	1	PRESSURE	>	20	c1
3	1	3	AND	NODE	1	DEMAND	>	1	c2
4	1	4	OR	NODE	2	PRESSURE	>	15	c3
5	1	5	THEN	PIPE	1	STATUS	IS	CLOSED	a1
6	1	6	AND	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN	a2
7	1	7	ELSE	PIPE	3	STATUS	IS	OPEN	ea1
8	2	1	RULE		2				
9	2	2	IF	NODE	2	PRESSURE	>	20	Condition
10	2	3	THEN	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN	Action

La última columna “Name” permite darle nombre a cada una de las condiciones o acciones definidas, de modo que a través de la interfaz pueden ser fácilmente reconocibles.

Valores por defecto

Los valores por defecto (DefaultValues) son un conjunto de atributos que se utilizan en el proceso de lectura, construcción o validación del modelo para corregir o completar información. Por ejemplo, los prefijos de nuevos elementos que se crean, la separación mínima o máxima a

la hora de introducir un elemento sobre una tubería o los valores por defecto de alguno de los atributos de cada elemento. El usuario puede modificar estos datos haciendo un uso coherente de los mismos.

TIPS

En este apartado se comentan algunos puntos que pueden resultar interesantes para el usuario de QGISRed:

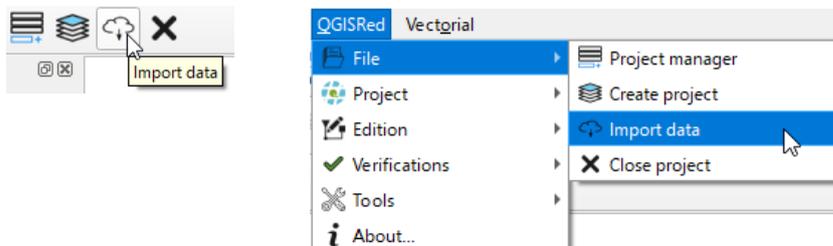
- En el Gestor de Proyectos, para abrir un proyecto reciente es suficiente con hacer doble clic sobre él.
- La importación de un modelo en INP reemplaza cualquier información previa. Sin embargo, la importación de SHPs es incremental, es decir, se puede importar una capa y luego otra, obteniendo al final una combinación de ambas.
- Cualquier herramienta del plugin que se utilice empleará la información contenida en el directorio del proyecto, no únicamente las capas abiertas en QGIS.
- Al exportar el modelo a INP, si no se quiere abrir el fichero resultante, el usuario puede pulsar el botón derecho del ratón sobre la ruta del programa, dejándola en blanco.
- Guardar el proyecto de QGIS permite que al volver a abrir el proyecto de QGISRed o directamente el proyecto de QGIS, aparezca todo como el usuario lo había dejado al guardar.
- Cuando la opción "Advertencias de mapa" está activa, es necesario seleccionar una capa concreta para que aparezcan las etiquetas.

EJEMPLOS

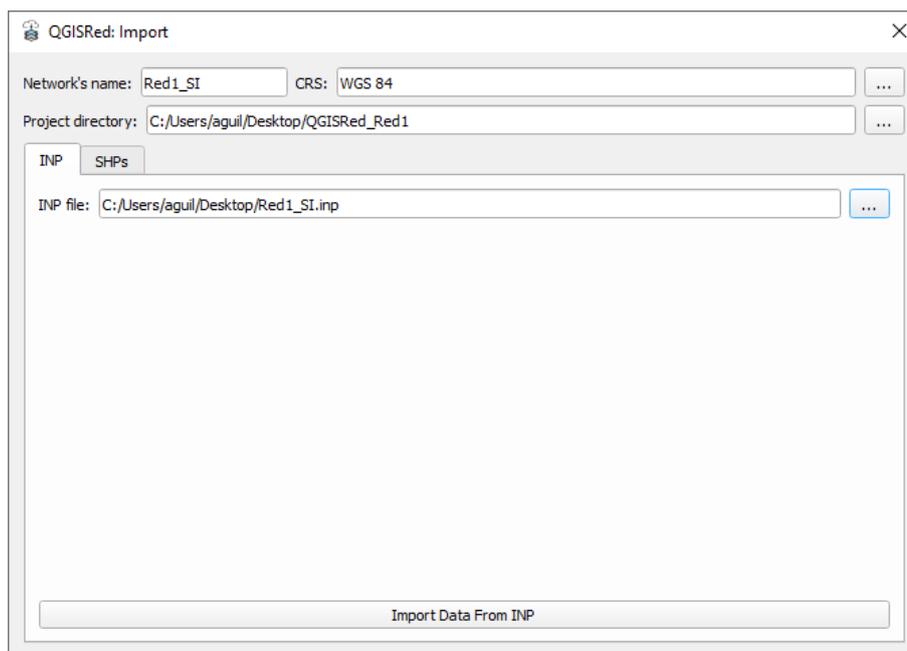
Ejemplo 1

El primer ejemplo pretende ilustrar la facilidad de importar un modelo previo disponible en un fichero INP de EPANET y realizar el cálculo hidráulico y de calidad.

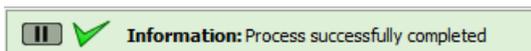
Disponiendo del archivo INP (“Red1_SI.inp”) y QGis abierto, pulsamos sobre el botón de importar (en la barra de botones o en el menú superior):



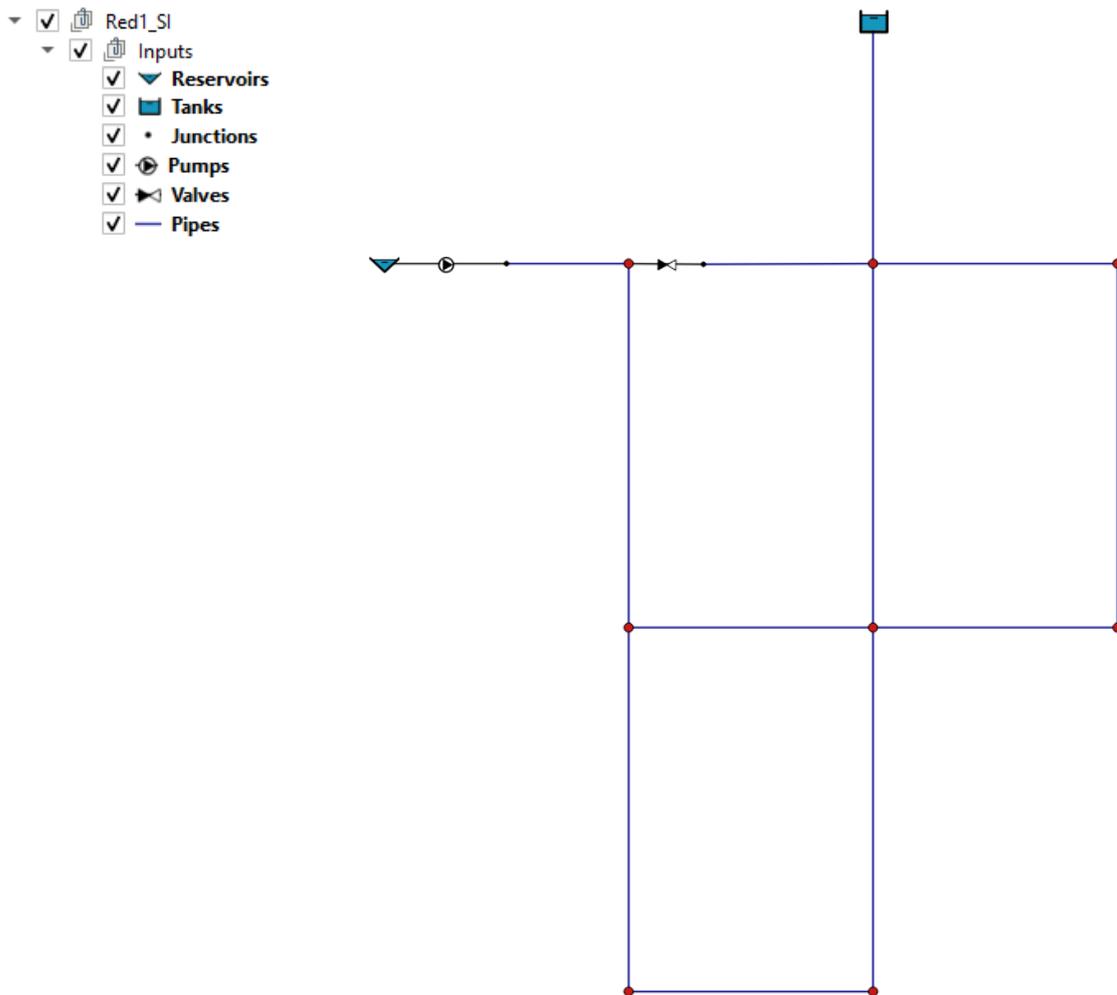
Se abrirá la siguiente ventana, en la que se debe definir el nombre de la red, el directorio donde se guardarán los SHPs, así como el sistema de referencia (CRS) y el archivo INP. Una vez indicada esta información se pulsa el botón “Import Data From INP”.



En este ejemplo no existe ningún aviso en el proceso de importación, pero si los hubiese aparecería una ventana emergente con el registro de incidencias ocurridas.

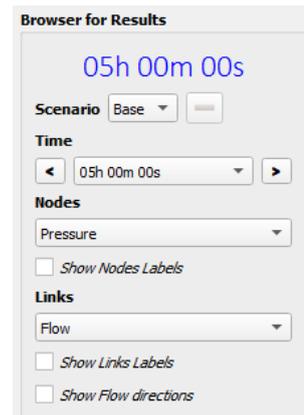
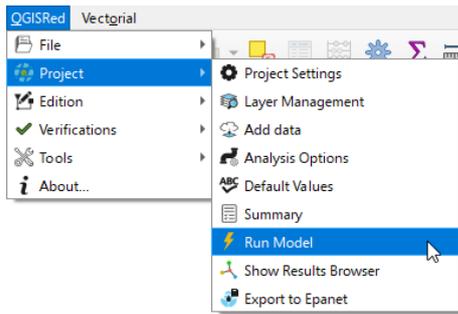


En la ventana principal de QGis aparecerán las capas del modelo y las tablas con la información no espacial:

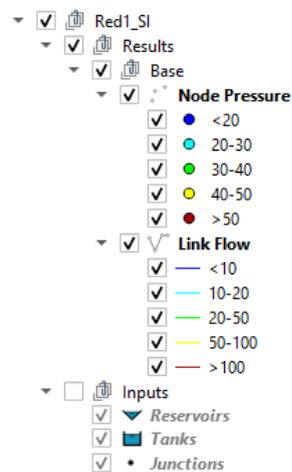
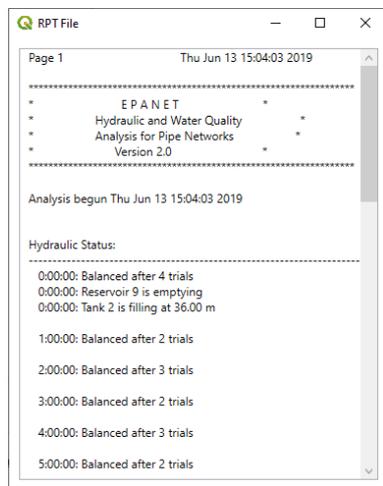


A partir de la versión 0.7, los datos relativos a curvas (de modelación y de comportamiento) se pueden editar a través de los botones correspondientes. A partir de la versión 0.8, las propiedades de cada elemento también pueden ser editadas mediante la herramienta que permite acceder a los datos a través de una ventana de diálogo. Sin embargo, también es posible consultar los datos contenidos en cada uno de los ítems que aparecen en la leyenda accediendo a su tabla de atributos (botón secundario en cada capa o con el botón disponible en la barra superior de herramientas ). Si se desea modificar algún valor, hay que habilitar el modo edición  para la capa o tabla seleccionada, cambiar o incluso añadir algún elemento y finalmente guardar los cambios.

Partiendo del supuesto que el modelo está completamente definido, se procede a realizar el cálculo hidráulico y de calidad. Para ello, es necesario pulsar sobre el botón “*Run model*”, apareciendo un menú lateral.

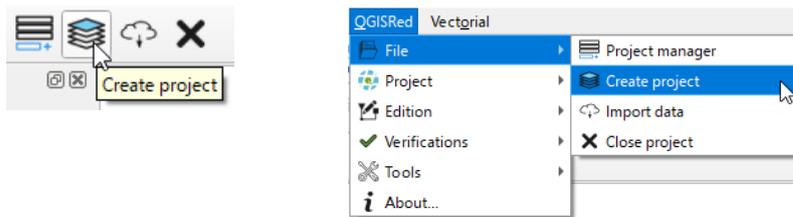


Tras efectuar la simulación, de forma instantánea para este ejemplo, aparece una ventana emergente con el reporte generado por la ToolKit de EPANET, al mismo tiempo que se cargan los resultados seleccionados (*Flow* y *Pressure*).

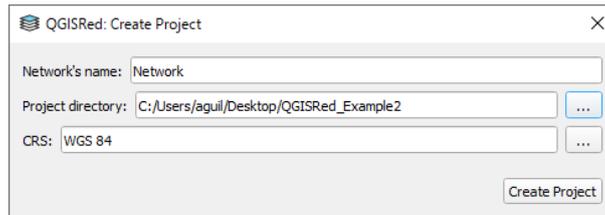


Desde el menú lateral que aparece al pulsar sobre el botón de simular, es posible mostrar los diferentes resultados, así como cambiar el instante de tiempo a representar.

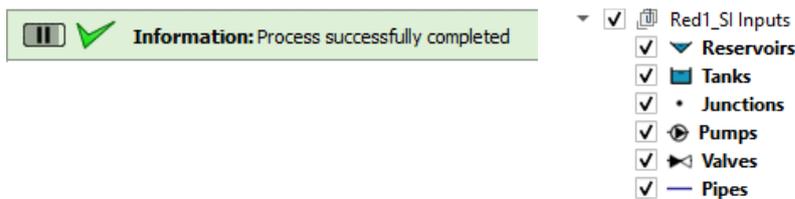
Es recomendable desactivar la visualización del grupo de Inputs, para que los colores representativos de los resultados se aprecien mejor.



Se abrirá una ventana donde se debe completar el nombre de la red, el directorio de trabajo y el sistema de referencia (CRS). Para este ejemplo que no dispone de una localización espacial concreta podemos seleccionar el WGS 84. A continuación, pulsamos sobre el botón “Create project”.



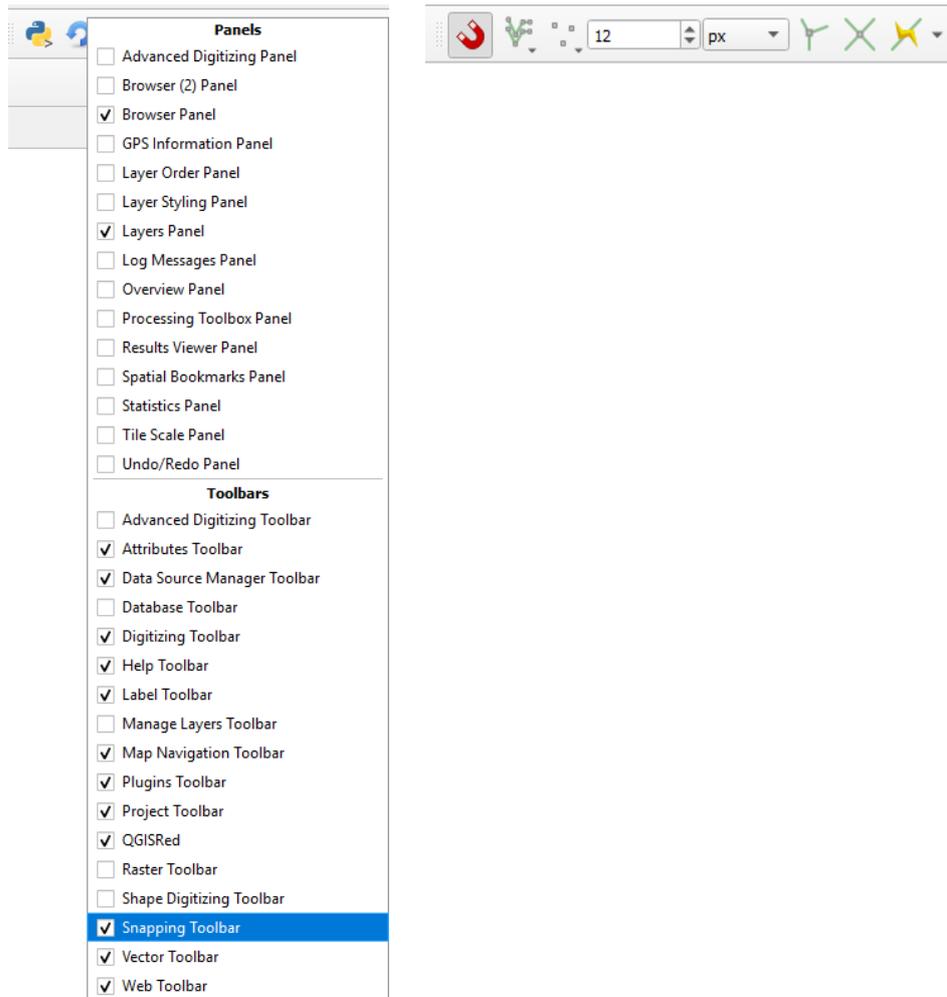
Aparecerá un mensaje de que el proceso ha finalizado correctamente y en la leyenda se mostrarán las capas y tablas (vacías o con los valores por defecto).



Antes de continuar y, como el proceso puede llevar su tiempo, es recomendable guardar el proyecto con QGis. De este modo, la próxima vez que queramos continuar, tanto si abrimos el proyecto de QGis como el proyecto de QGISRed, estará todo igual que lo habíamos dejado la última vez que lo guardemos.

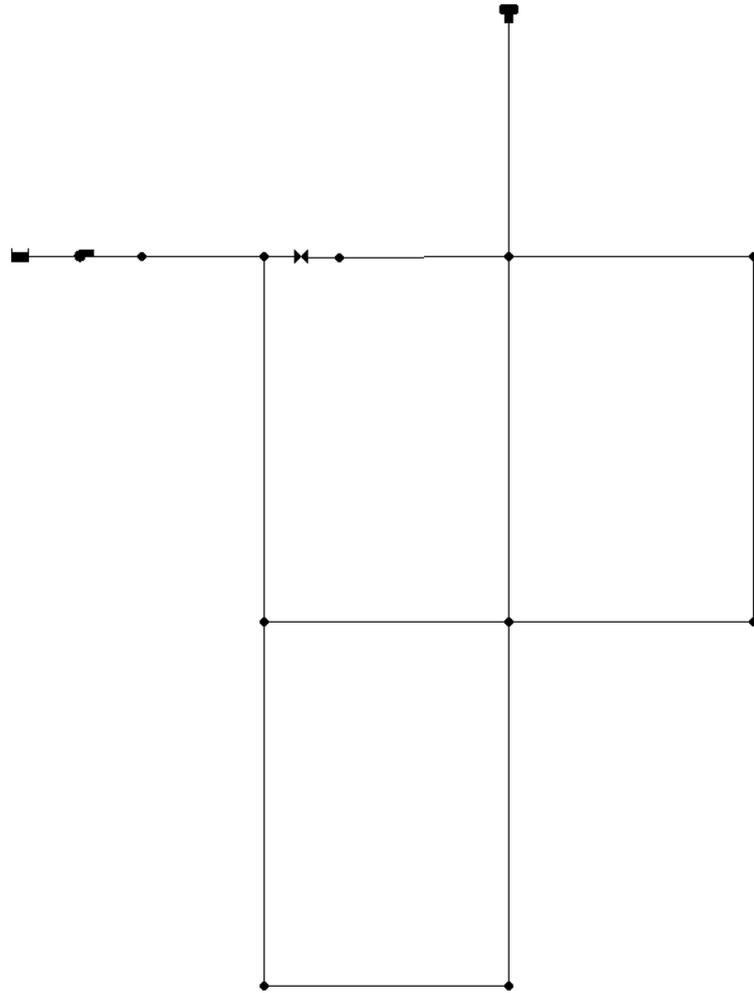
A partir de la versión 0.9, las siguientes operaciones pueden realizarse con las herramientas propias del plugin QGISRed.

Previo a comenzar a dibujar el trazado de nuestro modelo es conveniente activar la opción de “autoensablado” de QGis. Esta opción facilitará la creación de un elemento a partir de un punto anterior de nuestro modelo. Para ello, hay que mostrar la barra de herramientas “Snapping Toolbar” y activar el primer botón.

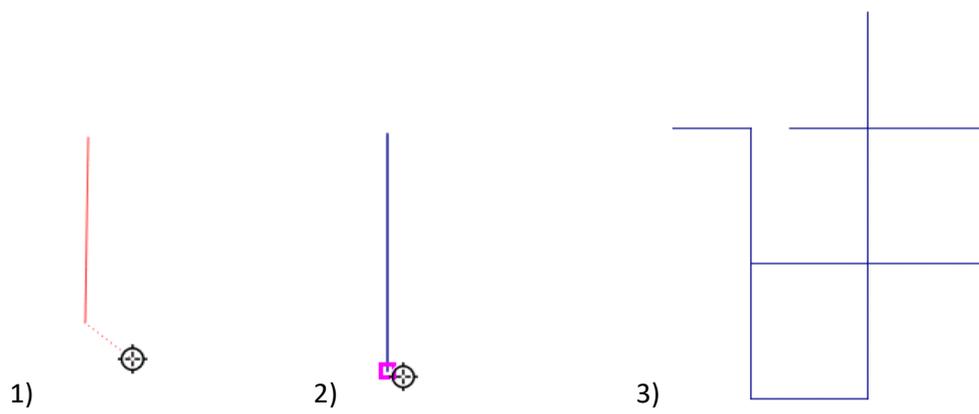


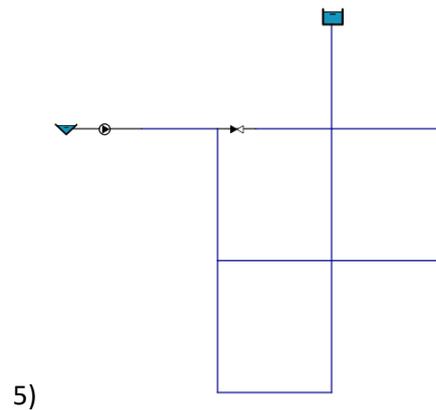
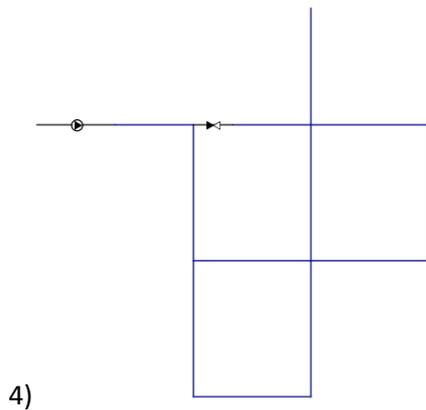
Llegados a este punto podemos comenzar a dibujar el trazado. Posiblemente lo más conveniente sea empezar por las tuberías, luego válvulas y bombas y, por último, embalses y depósitos. Por tanto, se debe activar la capa de Pipes en modo edición , seleccionar el botón  para crear una nueva línea.

El modelo que debemos construir es el siguiente. Como punto de partida se puede elegir la tubería que parte del depósito superior.



Primeros pasos:





- 1) Tras seleccionar el segundo punto de nuestra tubería, pulsamos botón derecho para aceptar ese tramo. En ese momento aparece una ventana para introducir los datos asociados al modelo y que están contenidos en la tabla de atributos. En cualquier caso, cuando generemos o consolidemos el modelo los datos vacíos que sean necesarios se completarán.

Pipes - Atributos del objeto espacial

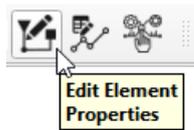
Acciones

Id	NULL
Length	NULL
Diameter	200.000
RoughCoeff	0.010
LossCoeff	0.000
IniStatus	NULL
BulkCoeff	0.000
WallCoeff	0.000
Tag	NULL
Descrip	NULL
Sector	NULL

Aceptar Cancelar

- 2) Se aprecia el cuadrado fucsia que facilita la selección del final de la tubería anterior.
- 3) Terminamos de dibujar el resto de las tuberías.
- 4) Dibujamos la bomba (activar edición de la capa) y la válvula (activar edición de la capa).
- 5) Dibujar el depósito (activar edición de la capa) y el embalse (activar edición de la capa).

Una vez construida la topología hay que introducir los datos de cada elemento. Para ello, debemos guardar todos los cambios en las distintas capas editadas. Una vez hecho, seleccionando la herramienta de edición de propiedades podemos clicar en cada elemento y modificar sus datos.



Edit element properties

Select Element: 9

Filter
Type: All types Id:

RESERVOIR 9

Basic properties

Id: 9
X: 10
Y: 70
Tag:
Description:

Specific properties

Total Head: 245
Head Pattern:

Quality properties

Initial Quality: 1
Source Quality: 0
Time Pattern:
Source Type: None

Accept Cancel

También es posible modificar los datos, manteniendo el modo edición, abriendo la tabla de atributos de un tipo de elemento, en la que aparecen todos los elementos creados para ese tipo e ir completando la información. Otra opción es utilizar el identificador de objetos seleccionando en el menú lateral que se abre la opción de “Auto open form”. Esto permite que al clicar sobre un elemento se abra una ventana emergente para introducir los datos únicamente de ese elemento.

Identify Results

Feature	Value
---------	-------

Mode: Current layer Auto open form
View: Tree Help

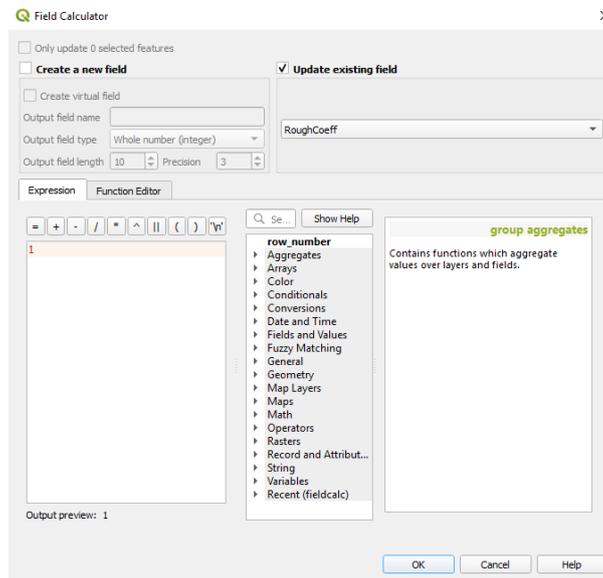
Pipes - Feature Attributes

Actions

Id: NULL
Length: NULL
Diameter: 200.000
RoughCoeff: 0.010
LossCoeff: 0.000
IniStatus: NULL
BulkCoeff: 0.000
WallCoeff: 0.000
Tag: NULL
Descrip: NULL
Sector: NULL

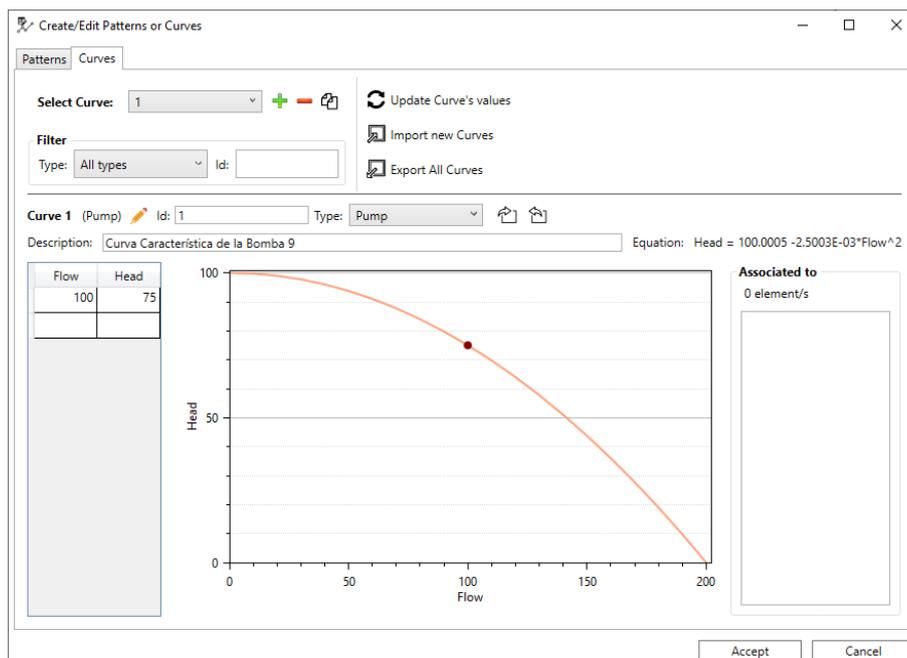
OK Cancel

Otra opción adicional cuando el valor de un campo se repite en todos o casi todos los elementos (por ejemplo, el coeficiente de rugosidad de las tuberías del ejemplo), es posible usar la calculadora de campos . Se marca la opción de actualizar un campo, se selecciona el campo y se completa el valor deseado.



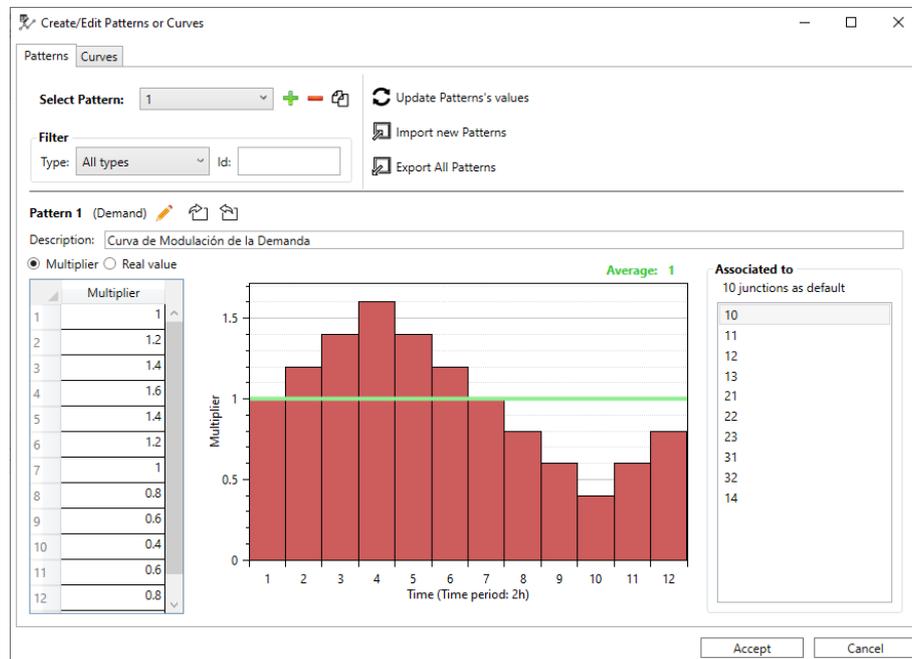
Como habrá observado el lector, no se han introducido los nudos (*junctions*) por el momento. Podrían añadirse manualmente uno a uno y completar su información o, una vez validemos y consolidemos el modelo, estos elementos se crearán y bastará con completar los datos como, por ejemplo, los relativos a la demanda base.

Una vez introducidos todos los datos de los elementos, hay que completar los datos de la curva característica de la bomba. Para ello, se pulsa el botón  y accedemos a la edición de curvas. En este ejemplo solo es necesario introducir un punto de la curva y especificar el tipo de curva.



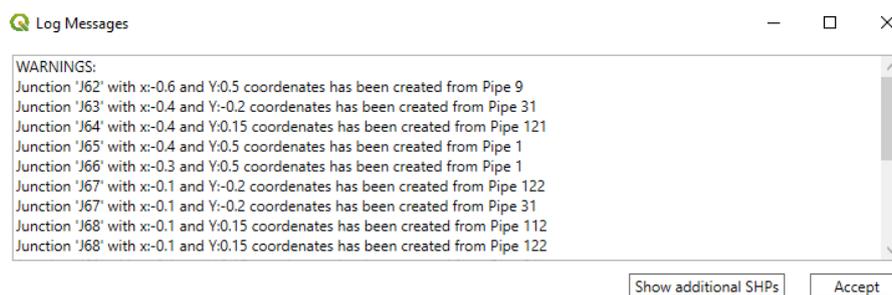
El procedimiento es: añadir una nueva curva de comportamiento, editar con el icono  el tipo de curva, seleccionando la opción PUMP y, a continuación, añadir el par de valores Flow-Head correspondientes.

También es necesario introducir los datos de la curva de modulación. Desde la misma ventana, pero en la pestaña correspondiente, se introducen los valores del ejemplo.

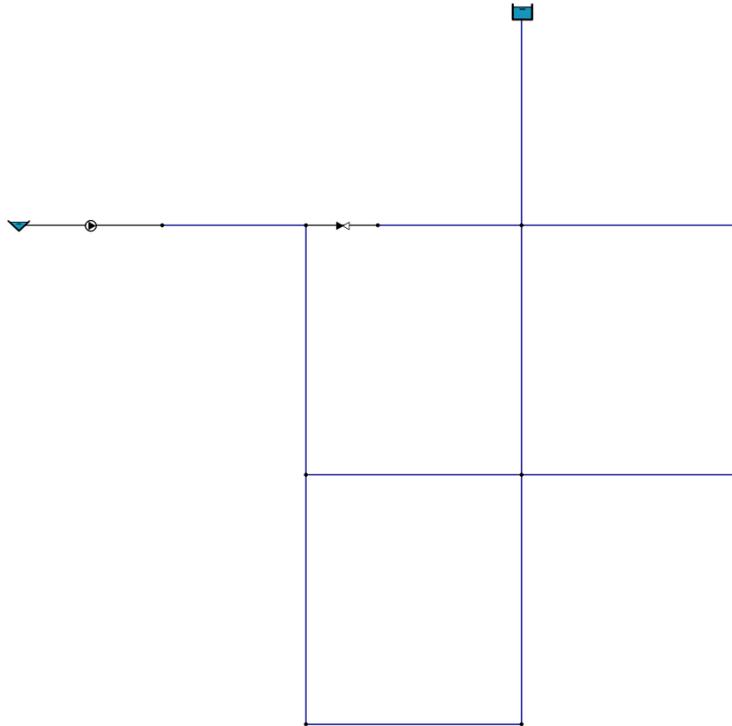


Una vez finalizada la introducción de estos datos, se pulsa en el botón “Aceptar” para guardar esos cambios. A continuación, será necesario en la bomba especificar el Id de la curva de comportamiento en el campo *IdHFCurve*.

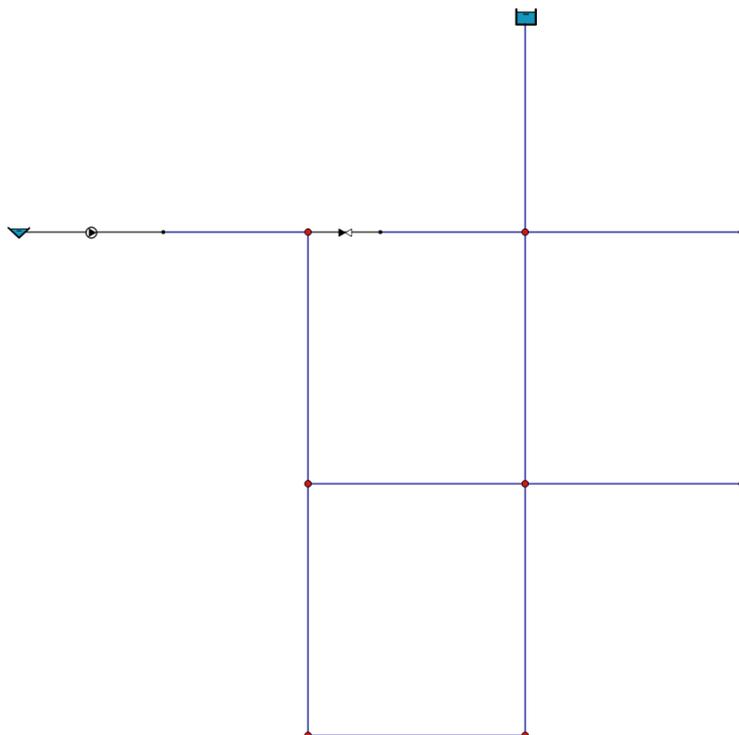
Llegados a este punto, podemos validar la topología y los datos introducidos. Pulsando el botón  nos mostrará un listado de mensajes, correspondiente únicamente a la creación de los nudos (*junctions*) a partir de las tuberías (*pipes*). La imagen puede diferir a partir de la versión 0.9.



Si lo consideramos correcto, al pulsar sobre el botón Aceptar (*Accept*), veremos cómo se han creado los nodos faltantes en el esquema.



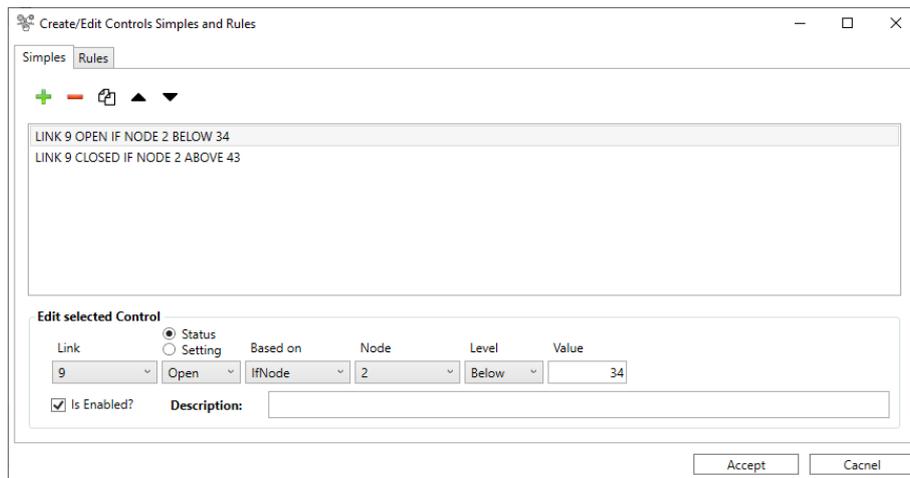
Una vez disponemos de los nodos, podemos completar sus datos, de igual modo que se ha hecho con el resto de los elementos. Ahora debemos visualizar nuestro esquema con en la siguiente figura.



Si volvemos a validar, veremos cómo ya no aparecen mensajes de errores.



Otro aspecto para completar son las leyes de control simple que se definen para este ejemplo. Se accede con el botón  y, en la primera pestaña, creamos los dos controles simples.



Para finalizar, antes de proceder con la simulación, es necesario modificar las opciones pertinentes, para ello pulsamos el botón  y modificamos las siguientes.

HEADLOSS	D-W
UNBALANCED	CONTINUETO
CONTINUETO	10
QUALITY TYPE	CHEMICAL
CHEMICAL LABEL	Cloro
CONCENTRATION UNITS	mg/l
DURATION	24:00 (1.00:00:00)
QUALITY TIMESTEP	00:05
STATUS	YES
SUMMARY	NO

Hay que mencionar que, el PATTERN por defecto que aparece en las opciones es el Id 1. En este ejemplo corresponde con el Id de la curva de modulación que se ha creado. En caso contrario, sería necesario cambiarlo si queremos asignar a todos los nudos de caudal esa curva o, especificar el Id correspondiente en cada nudo.

Si simulamos del mismo modo que en el Ejemplo 1, veremos que se obtienen los mismos resultados.