



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

MANUAL DE USUARIO



Dirigido por Fernando Martínez Alzamora

fmartine@upv.es

Desarrollado por Néstor Lerma

nestorlerma@upv.es



Grupo REDHISP

www.redhisp.upv.es

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Universitat Politècnica de València

València, España

Julio, 2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
DETALLES DE LA VERSIÓN ACTUAL.....	1
INSTALACIÓN.....	2
Local	2
QGIS v2.x.....	2
QGIS v3.x.....	3
GUÍA RÁPIDA	4
Gestor de Proyectos	4
Importar	4
Clonar	4
Crear/Editar Proyecto	5
Importar datos	6
Validar/Consolidar datos.....	7
Exportar modelo a INP	7
Simular y ver resultados.....	8
Herramientas.....	9
Trazado.....	9
Propiedades.....	10
Componentes	10
Sectorización	11
DATOS DE ENTRADA.....	12
Tuberías.....	12
Líneas.....	12
Patrones, Curvas, Controles, Reglas.....	12
Valores por defecto.....	13
TIPS.....	14
EJEMPLOS.....	15
Ejemplo 1.....	15
Ejemplo 2.....	18

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: 0.6

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

Local

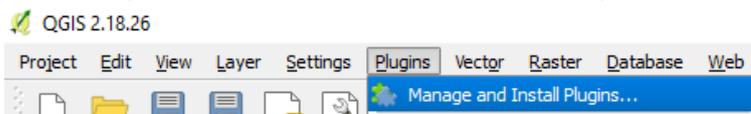
Para instalar una actualización del plugin de forma local, previamente a los pasos que se comentan a continuación, es necesario desinstalarlo. Para ello, se puede desinstalar desde el propio gestor de complementos de QGIS, o manualmente borrando el directorio correspondiente.

QGIS v2.x

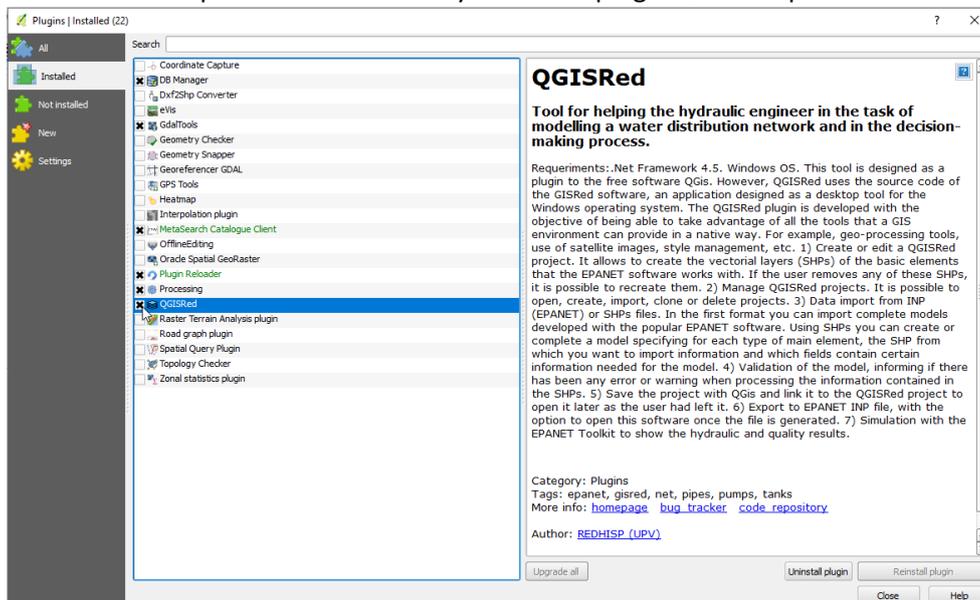
1. Acceder a la siguiente ruta: “C:\Users*username*\.qgis2\python\plugins”, donde *username* es el nombre de usuario de Windows en el que se ha iniciado sesión. Si la carpeta *plugins* no existe, crearla manualmente.
2. Descomprimir el fichero **QGISRed.zip** en el directorio anterior (*plugins*). La estructura final debe ser:

```
\plugins\  
    QGISRed\  
        dlls\  
        images\  
        layerStyles\  
        ui\  
        ...
```

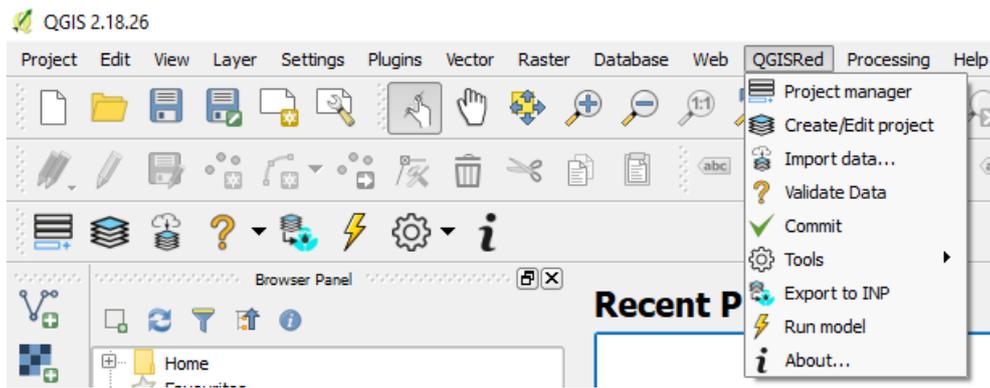
3. Iniciar QGIS v2.x
4. Acceder al menú Complementos → Administrar e instalar complementos...



5. Seleccionar la pestaña de Instalado y marcar el plugin QGISRed para habilitarlo.



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

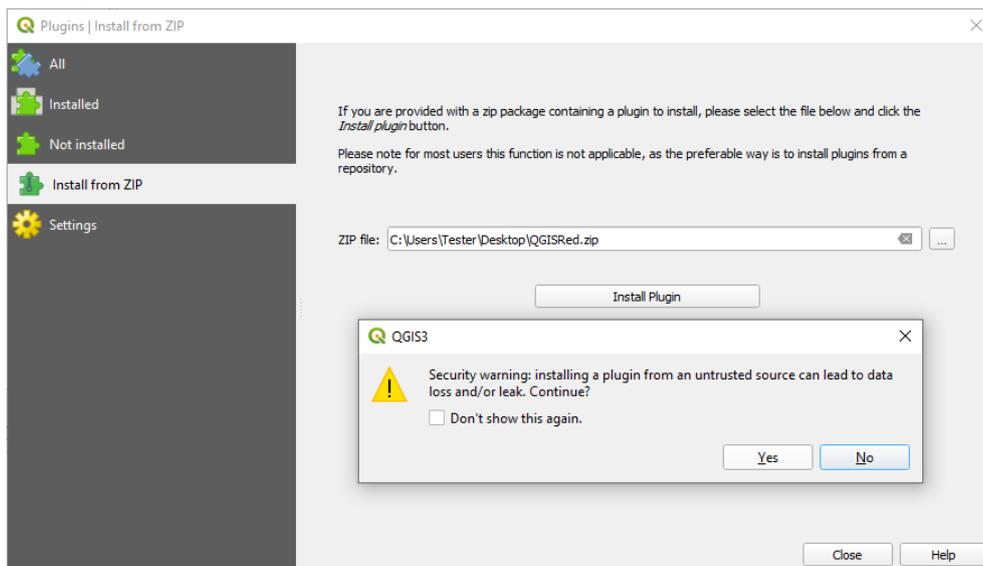


QGIS v3.x

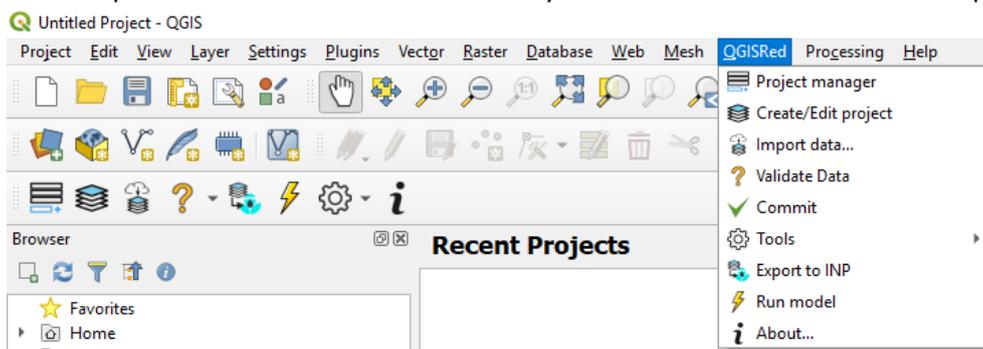
1. Iniciar QGIS v3.x
2. Acceder al menú Complementos → Administrar e instalar complementos...



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”.



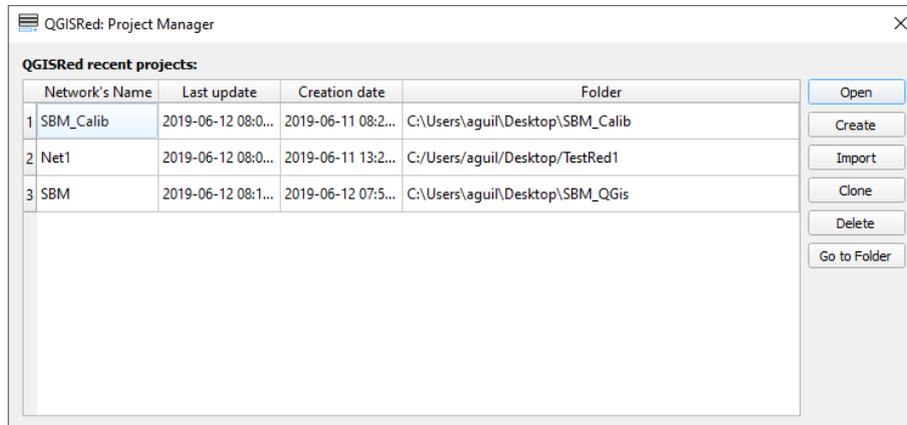
4. Cerrar la ventana al finalizar el proceso.
5. Debe aparecer una nueva barra de botone y un nuevo elemento en el menú superior.



GUÍA RÁPIDA

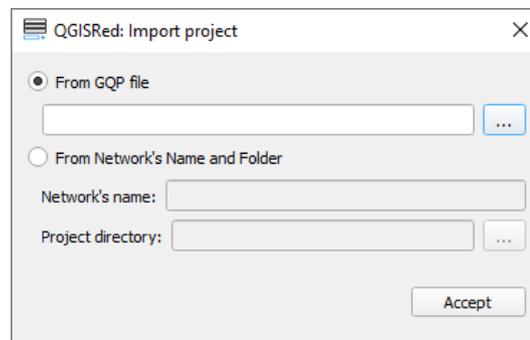
En este apartado se presenta brevemente cada herramienta de la que dispone el plugin. En las secciones posteriores se profundizará más en algunos detalles.

Gestor de Proyectos



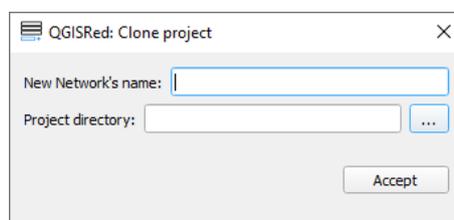
Esta ventana permite gestionar los proyectos de QGISRed abiertos recientemente, pero además se puede importar proyectos que no aparezcan en el listado, borrar aquellos que no queramos que aparezcan, hacer una copia de alguno, crear un proyecto nuevo o acceder al directorio del proyecto.

Importar



Para importar un proyecto se dispone de dos métodos. El primero seleccionando un fichero (extensión “.gqp”) que se genera al crear un proyecto de QGISRed. El segundo método, especificando 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/Editar Proyecto

The screenshot shows the 'QGISRed: Create/Edit Project' dialog box. It contains the following fields and sections:

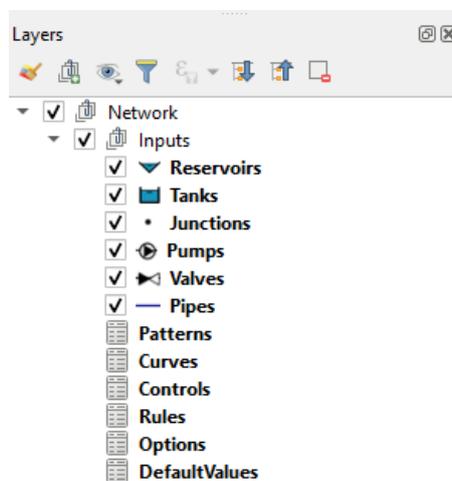
- Network's name:** Network
- Project directory:** Temporal folder
- CRS:** WGS 84
- Information:**
 - Scenario's name:** New Scenario
 - Notes:** (Empty text area)
- Elements:**
 - Basic:**
 - Pipes
 - Junctions
 - Tanks
 - Reservoirs
 - Valves
 - Pumps
 - Complementary:**
 - Isolated Valves
 - Check Valves
 - Hydrants
 - Purge Valves
 - Air Releases
 - Connections
 - Manometers
 - Flowmeters
 - Countmeters
 - Levelmeters

A 'Create Project' button is located at the bottom left of the dialog.

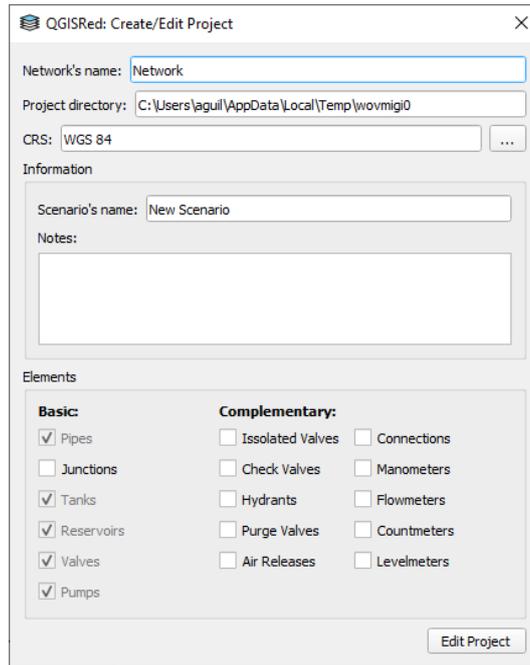
Desde esta ventana es posible crear un proyecto de QGISRed, es decir, los SHPs necesarios para construir un modelo de una red hidráulica. También se puede editar, completando en el caso de que nos falte alguna capa, estableciendo el sistema de referencia (CRS) o aportando información del escenario (nombre y notas).

Los datos que se necesitan es el nombre de la red y el directorio donde crear la información. 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 y varias tablas para completar información como los patrones, curvas, leyes de control y las opciones de simulación. Además, pueden aparecer otros elementos si se marca alguno de los elementos complementarios.



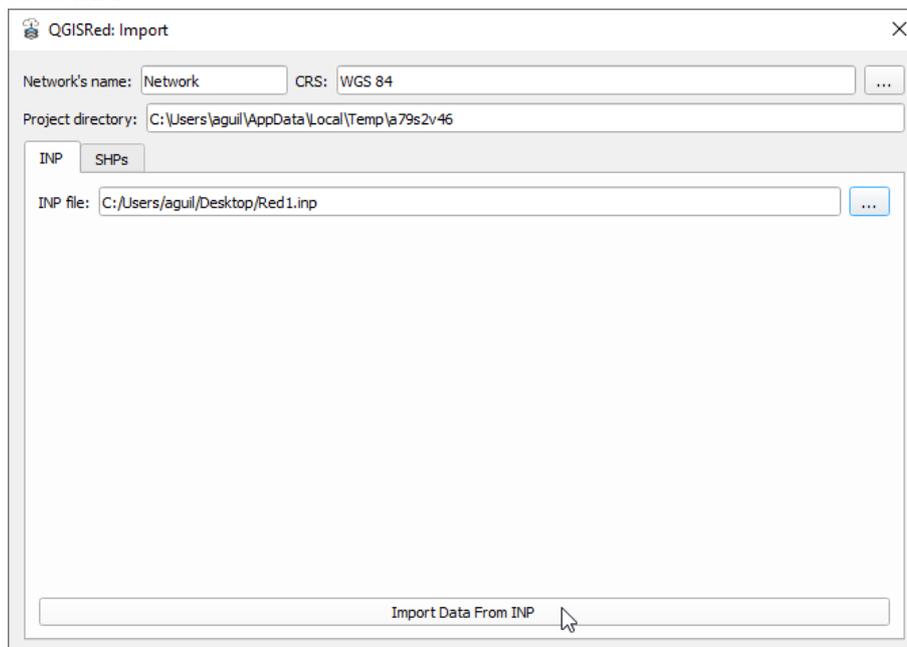
Si se elimina alguno de los SHPs (elementos base), al acceder a la ventana anterior, permitirá marcar dicha capa para volverla a crear.



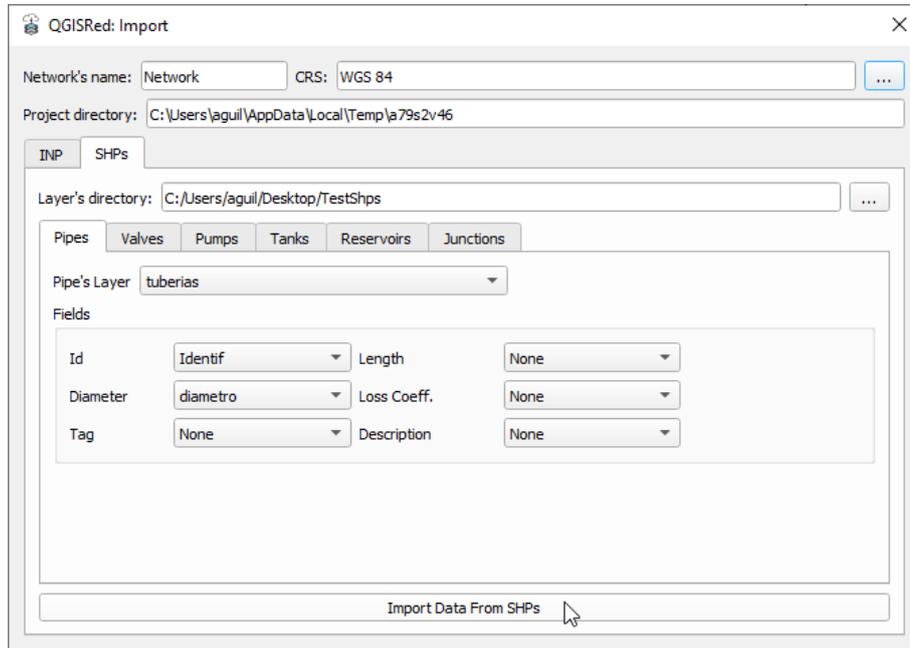
Importar datos

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.

- Desde INP:

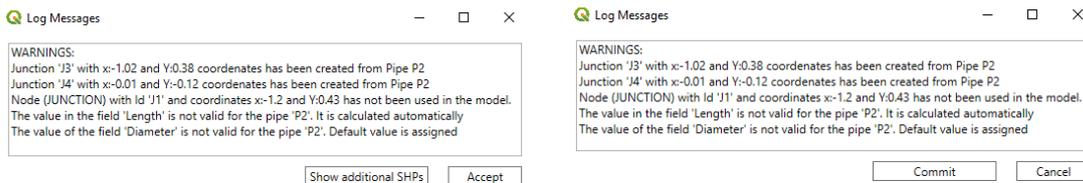


- Desde SHPs:

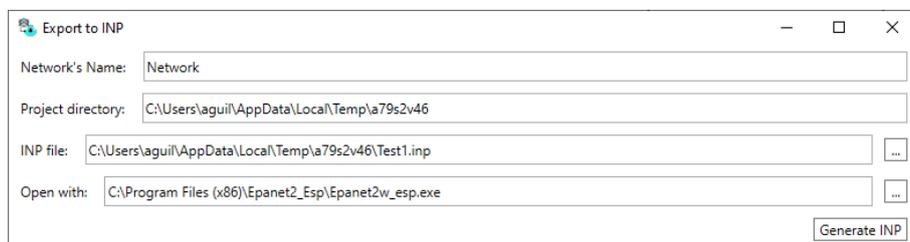


Validar/Consolidar datos

La validación  y la consolidación  son dos herramientas similares. Ambas validan que los datos introducidos en las capas y en las tablas auxiliares (Options, Rules, etc.) sean correctos, mostrando un informe con todas las incidencias que hayan ocurrido en el proceso de construcción del modelo con dicha información. La diferencia entre las dos opciones es que la primera únicamente muestra el listado de incidencias y permite cargar las capas SHPs con las incidencias producidas, mientras que la segunda también rescribe los ficheros con los cambios necesarios (inclusión o eliminación de elementos, cambios en los valores de los atributos, etc.).



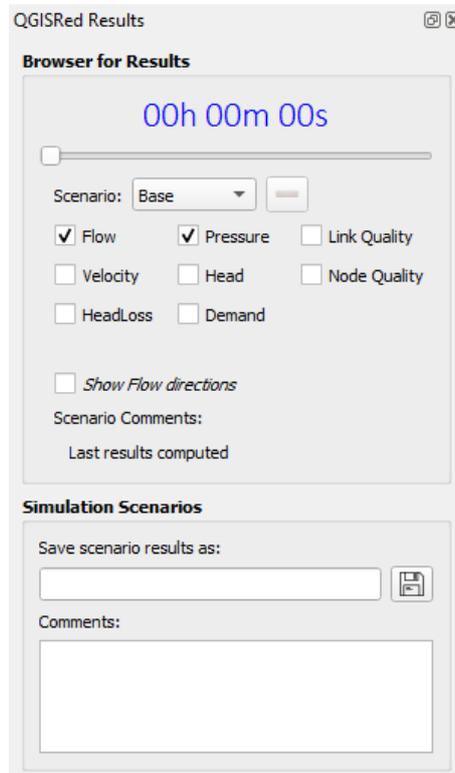
Exportar modelo a INP



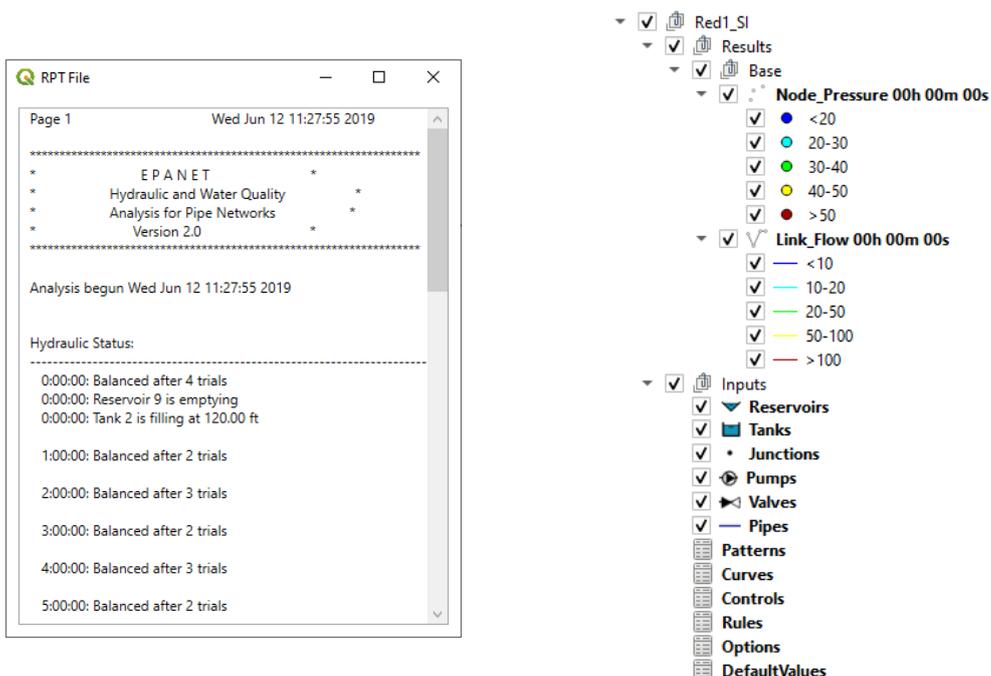
Esta ventana nos permite exportar a un fichero INP el modelo generado a partir de la información contenida en el proyecto de QGISRed. Además, dispone la opción de especificar con qué programa abrir el fichero resultante.

Simular y ver resultados

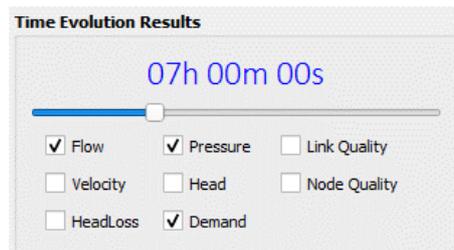
Pulsando sobre el botón  se lleva a cabo la simulación de la red y se abre una barra lateral como la de la siguiente imagen. En ella podemos seleccionar qué resultados y qué intervalo de tiempo mostrar.



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 marcadas en el campo de “Browser for Results”.



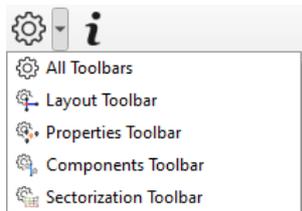
Desde la barra lateral es posible abrir o cerrar tipos de resultados, así como cambiar el instante de tiempo que se quiere mostrar.



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.

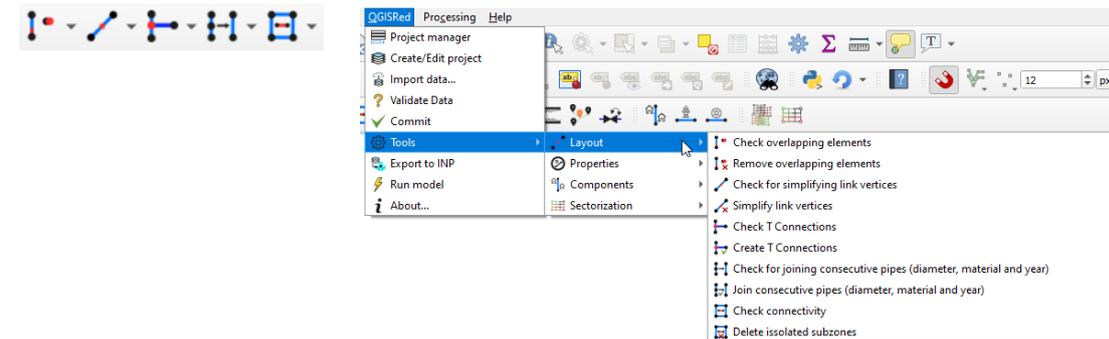
Herramientas

Desde el botón  o desde el menú del plugin se puede acceder a una serie de herramientas, las cuales irán en aumento conforme se publiquen nuevas versiones del plugin.



Trazado

Este bloque contiene herramientas asociadas al trazado de la red que se está diseñando. Normalmente, cada herramienta tiene dos opciones: análisis para ver un informe o SHPs de avisos o aplicación de los cambios solicitados, de forma análoga a lo explicado para la validación o consolidación de datos. Las herramientas están presentes tanto en la botonera como en el menú del plugin.



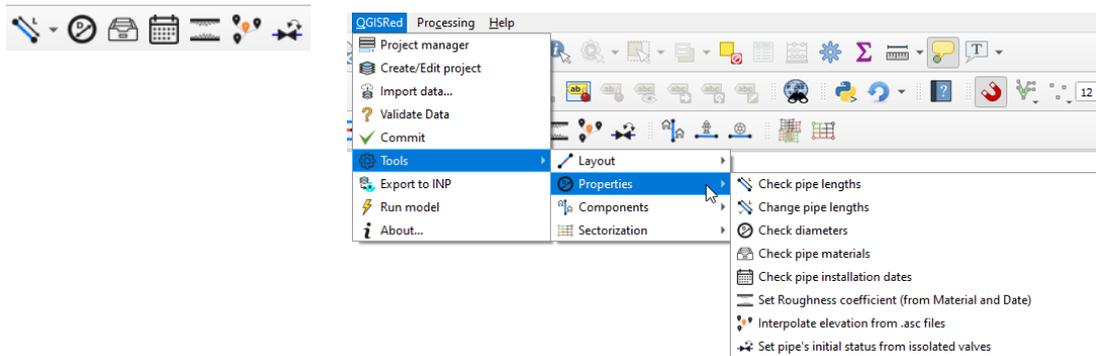
Las utilidades actuales permiten:

- Buscar elementos superpuestos (y eliminarlos).
- Simplificar vértices alineados en los elementos lineales.
- Crear conexiones tipo T, es decir, si un nudo de conectividad uno coincide sobre una tubería, ésta es dividida en dos y conectadas entre sí.
- Simplificación o unión de tuberías con el mismo diámetro, material y año de instalación.

- Análisis de la conectividad de la red, mostrando zonas aisladas. Esta herramienta permite eliminar subzonas con un número de tuberías inferior al indicado por el usuario.

Propiedades

Este conjunto de herramientas está asociado a algunas de las propiedades de los elementos de la red. En este caso, solo alguna herramienta tiene la opción de análisis/consolidación comentada previamente.

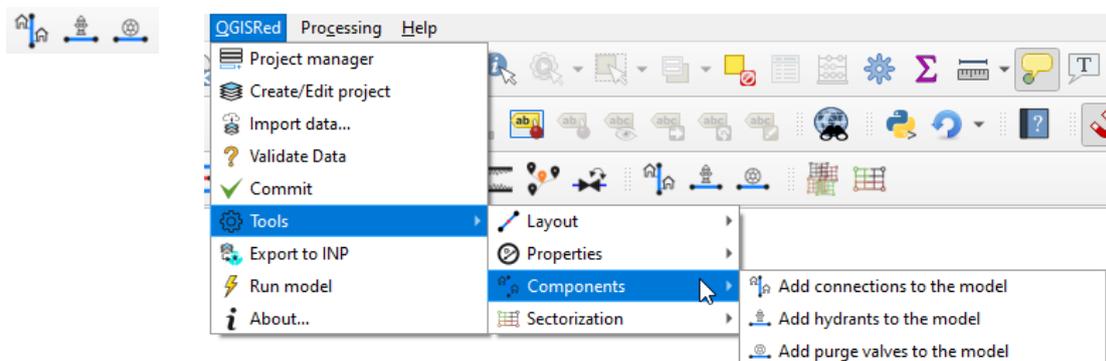


Las utilidades actuales permiten:

- Análisis de las longitudes de las tuberías. Compara la longitud asignada como atributo con la longitud Euclídea. Muestra un mensaje en caso de que la diferencia sea superior a un porcentaje especificado por el usuario. Existe la opción de que automáticamente se modifique el valor de la longitud con el valor geométrico si el usuario así lo indica.
- 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.
- Asignación el coeficiente de rugosidad según el material y el año de instalación.
- Interpolación masiva de las cotas de los elementos puntuales (nudos, depósitos y embalses) a partir de archivos ASCII.
- Asignación del estado inicial de una tubería en función del estado de las válvulas manuales (o de corte).

Componentes

Estas herramientas permiten añadir elementos complementarios al modelo final de la red como tuberías o nudos.

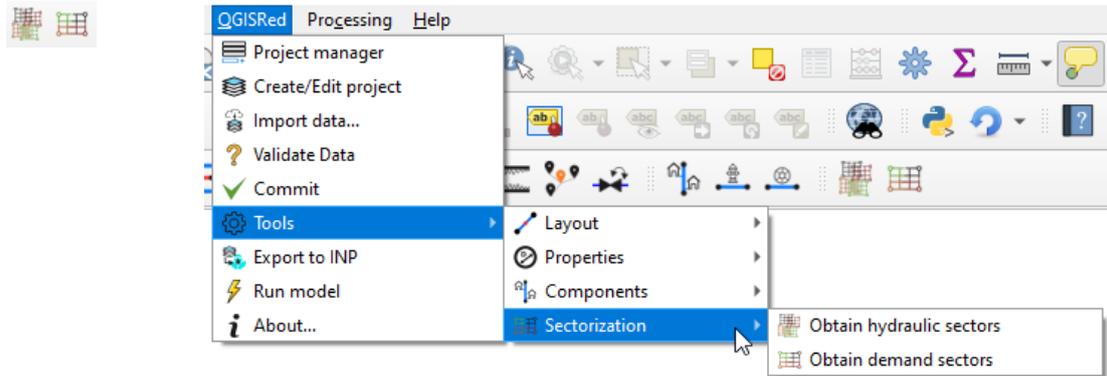


Actualmente se permite añadir:

- Acometidas, tanto como un nudo puntual, como un tramo lineal (tubería)
- 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.
- 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.

Sectorización

Este bloque contiene herramientas asociadas con la sectorización de la red.



Actualmente se permiten crear:

- 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.
- Sectores de demanda: permite identificar zonas de la red delimitadas por caudalímetros y elementos de regulación que permitan abrir o cerrar una tubería.

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

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 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

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

Los datos asociados a este tipo de información se introducen 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 dos los nuevos campos (*RuleId* y *Order*). 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).

	RuleId	Order	Clause	Object	IdObj	Attribute	Operator	Value
1	1	3	AND	NODE	1	DEMAND	>	1
2	1	4	OR	NODE	2	PRESSURE	>	15
3	1	1	RULE		1			
4	1	2	IF	NODE	1	PRESSURE	>	20
5	1	7	ELSE	PIPE	3	STATUS	IS	OPEN
6	2	1	RULE		2			
7	1	5	THEN	PIPE	1	STATUS	IS	CLOSED
8	1	6	AND	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN
9	2	2	IF	NODE	2	PRESSURE	>	20
10	2	3	THEN	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN

En ese caso, es necesario ordenar por la columna *Order* y después por *RuleId*. 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 *RuleId* para todas las filas que correspondan a la misma Regla y luego especificar el orden adecuado para cada fila en el campo *Order*.

	RuleId	Order	Clause	Object	IdObj	Attribute	Operator	Value
1	1	1	RULE		1			
2	1	2	IF	NODE	1	PRESSURE	>	20
3	1	3	AND	NODE	1	DEMAND	>	1
4	1	4	OR	NODE	2	PRESSURE	>	15
5	1	5	THEN	PIPE	1	STATUS	IS	CLOSED
6	1	6	AND	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN
7	1	7	ELSE	PIPE	3	STATUS	IS	OPEN
8	2	1	RULE		2			
9	2	2	IF	NODE	2	PRESSURE	>	20
10	2	3	THEN	PIPE	2	STATUS	IS	OPEN

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:

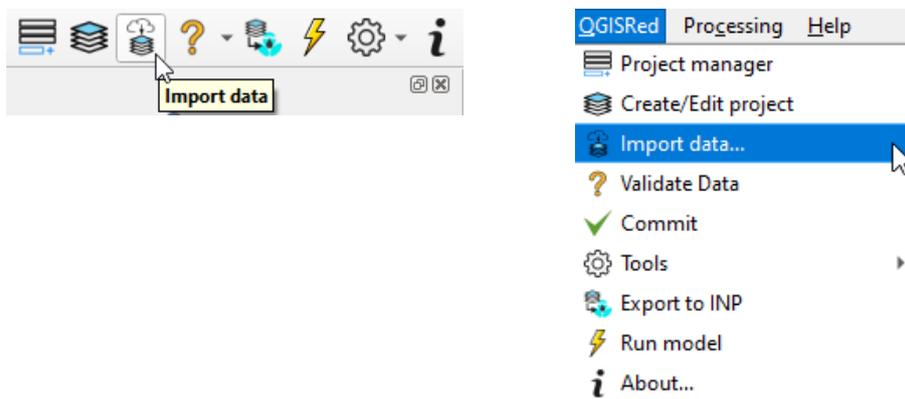
- En el Gestor de Proyectos, para abrir un proyecto reciente es suficiente con hacer doble clic sobre él.
- Cualquier herramienta del plugin que se utilice empleará la información contenida en el directorio del proyecto, no las capas abiertas en QGIS únicamente.
- Al exportar el modelo a INP, si no se 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.
- 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.

EJEMPLOS

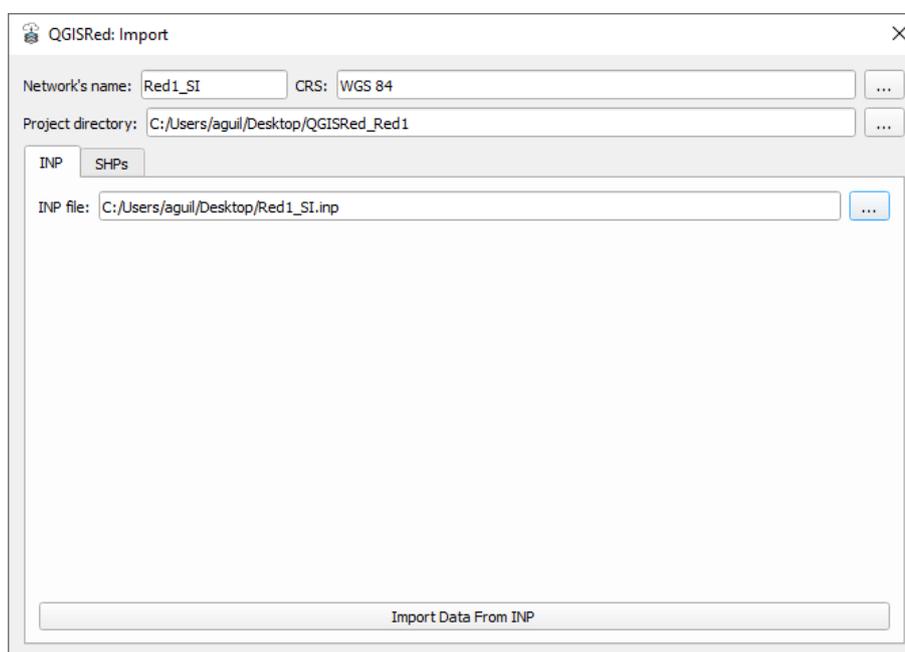
Ejemplo 1

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.

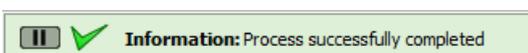
Disponiendo del archivo INP (“Red1_Sl.inp”) y QGis abierto, pulsamos sobre el botón de importar (en la barra de botones o en el menú superior):



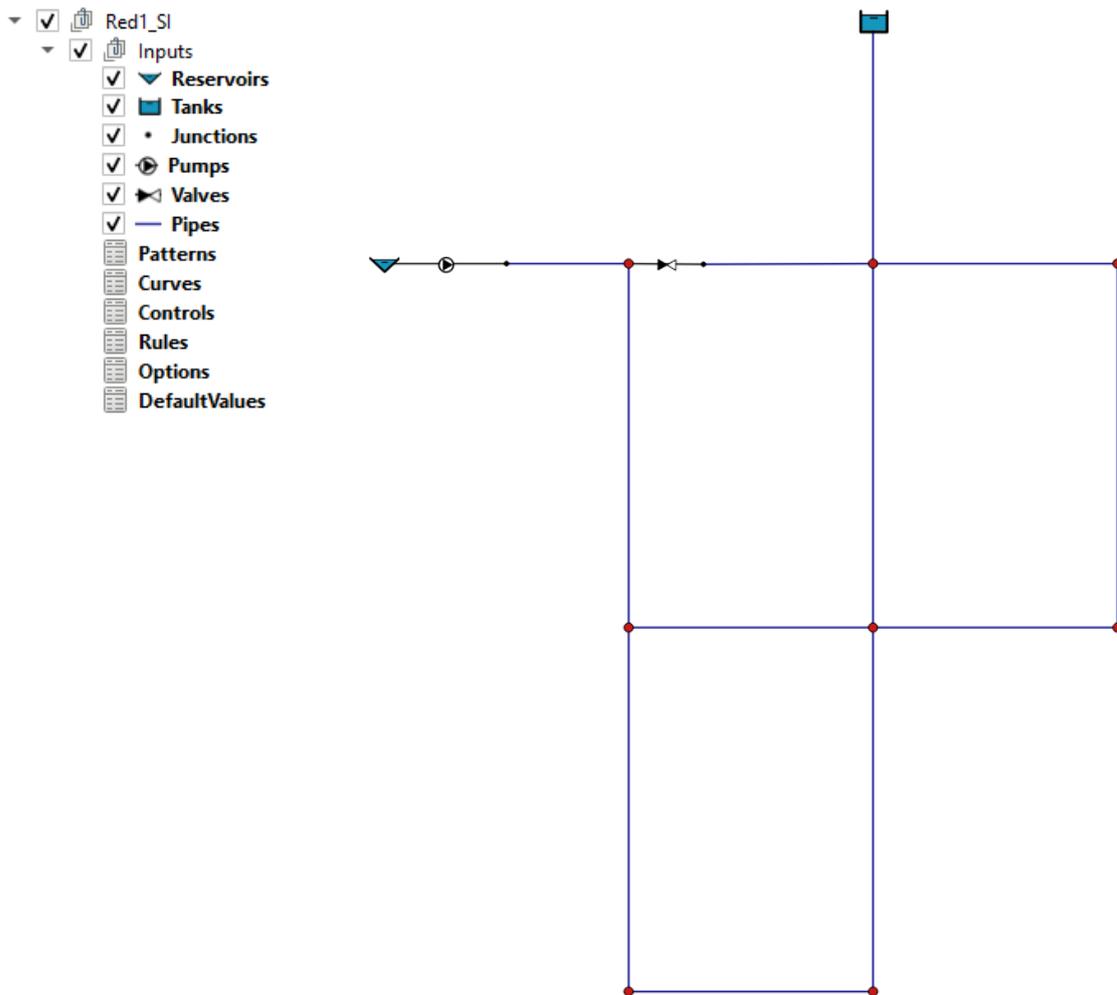
Se abrirá la siguiente ventana, en la que se debe definir el nombre de la red, el directorio donde se guardarán los SHPs, así como el sistema de referencia (CRS) y el archivo INP. Una vez indicada esta información se pulsa el botón “Import Data From INP”.



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.

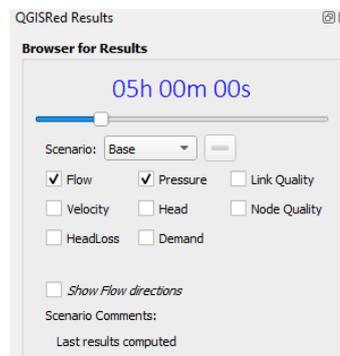
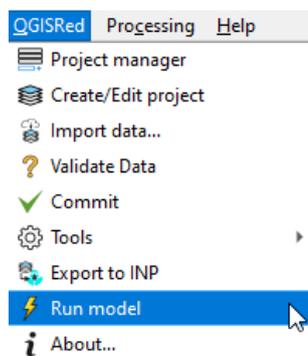


En la ventana principal de QGis aparecerán las capas del modelo y las tablas con la información no espacial:

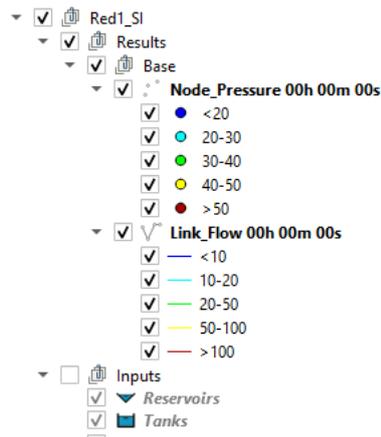
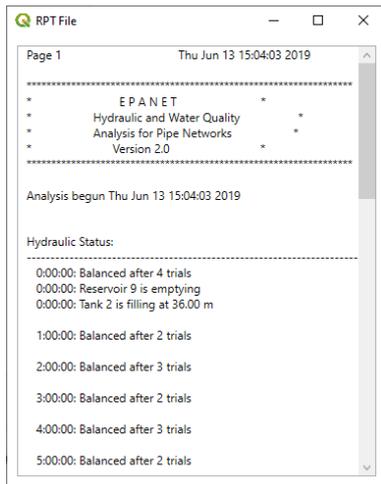


Los datos contenidos en cada uno de los ítems que aparecen en la leyenda se pueden consultar accediendo a su tabla de atributos (botón secundario en cada capa o con el botón disponible en la barra superior de herramientas ). Si se desea modificar algún valor, hay que habilitar el modo edición  para la 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.

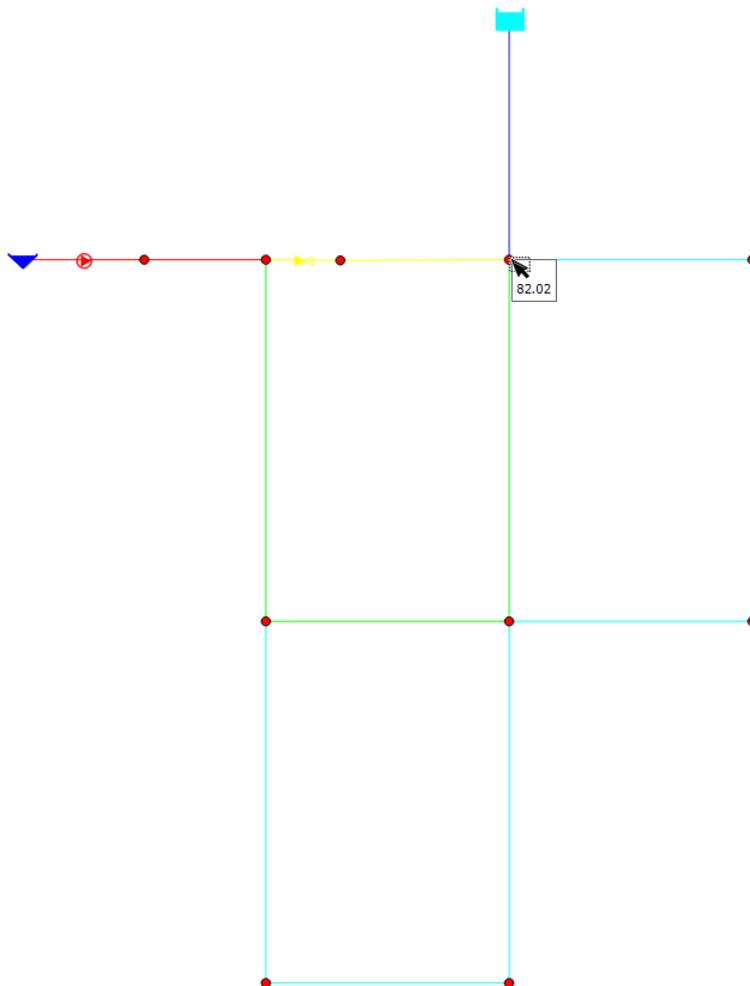


Tras efectuar la simulación, de forma instantánea para este ejemplo, aparece una ventana emergente con el reporte generado por la ToolKit de EPANET, al mismo tiempo que se cargan los resultados seleccionados (Flow y Pressure).



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.

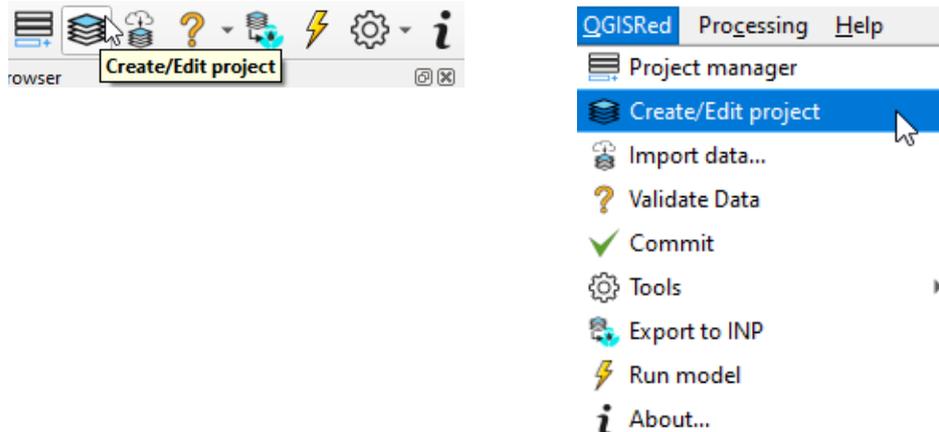


Si se activa la opción de “Mostrar avisos de mapa” , seleccionando una capa de resultados y manteniendo el cursor encima de un elemento aparece el valor asociado a esa variable para el tiempo seleccionado.

Ejemplo 2

Este ejemplo muestra cómo construir el modelo del ejemplo anterior (*Red1_SI*) desde el principio, sin importación, es decir, creando los diferentes elementos en QGIS.

Lo primero que hay que hacer, una vez abierto QGIS, es pulsar sobre “Create/Edit Project”. Esto es posible hacerlo desde el menú superior o desde la barra de herramientas del propio plugin de QGISRed.



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”.

The image shows the 'QGISRed: Create/Edit Project' dialog box. It has a title bar with the QGISRed logo and the text 'QGISRed: Create/Edit Project'. The dialog contains several input fields and sections:

- 'Network's name': A text box containing 'Red1_SI'.
- 'Project directory': A text box containing 'C:/Users/aguil/Desktop/QGISRed_Ejemplo2' with a browse button (...).
- 'CRS': A text box containing 'WGS 84' with a selection button (...).
- 'Information' section:
 - 'Scenario's name': A text box containing 'New Scenario'.
 - 'Notes': A large empty text area.
- 'Elements' section:
 - Basic:** A list of checkboxes, all of which are checked: Pipes, Junctions, Tanks, Reservoirs, Valves, and Pumps.
 - Complementary:** A list of checkboxes, all of which are unchecked: Isolated Valves, Connections, Check Valves, Manometers, Hydrants, Flowmeters, Purge Valves, Countmeters, Air Releases, and Levelmeters.
- 'Create Project': A button at the bottom left.

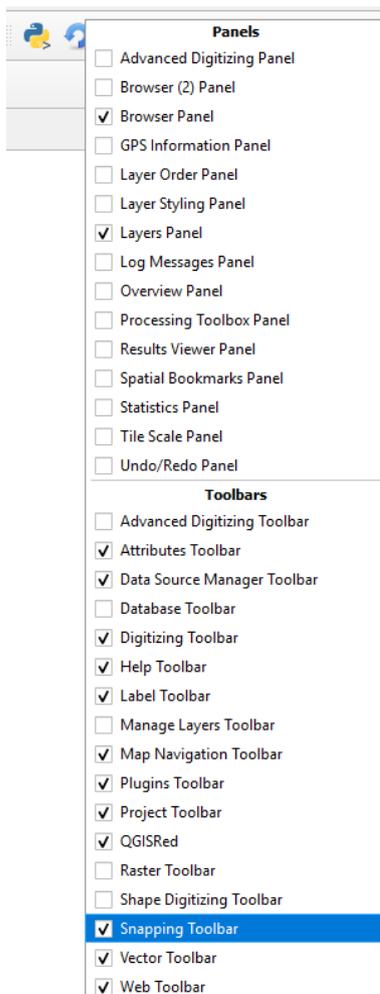
Aparecerá un mensaje de que el proceso ha finalizado correctamente y en la leyenda se mostrarán las capas y tablas (vacías o con los valores por defecto).



- Red1_SI Inputs
- Reservoirs
- Tanks
- Junctions
- Pumps
- Valves
- Pipes
- Patterns
- Curves
- Controls
- Rules
- Options
- DefaultValues

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.

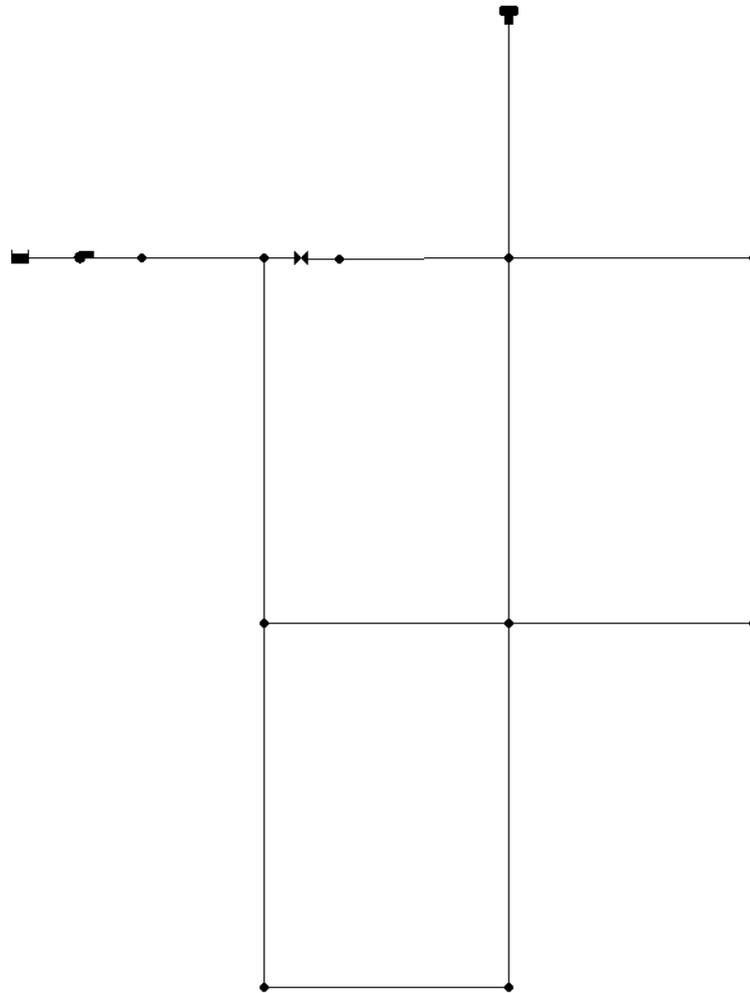
Previo a comenzar a dibujar el trazado de nuestro modelo es conveniente activar la opción de “autoensablado” de QGIS. Esta opción facilitará la creación de un elemento a partir de un punto anterior de nuestro modelo. Para ello, hay que mostrar la barra de herramientas “Snapping Toolbar” y activar el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



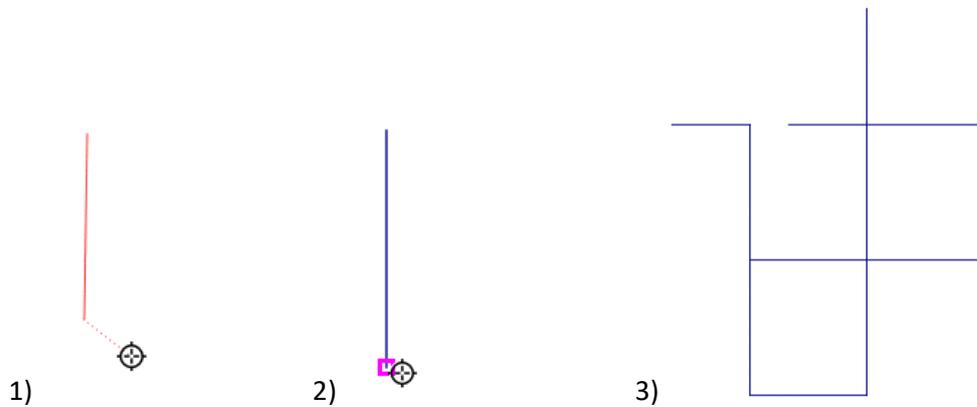
Llegados a este punto podemos comenzar a dibujar el trazado. Posiblemente lo más conveniente sea empezar por las tuberías, luego válvulas y bombas y, por último, embalses y depósitos. Por

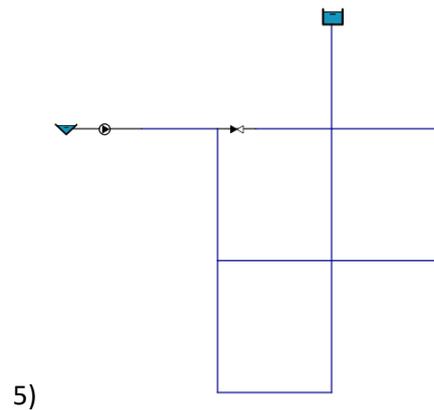
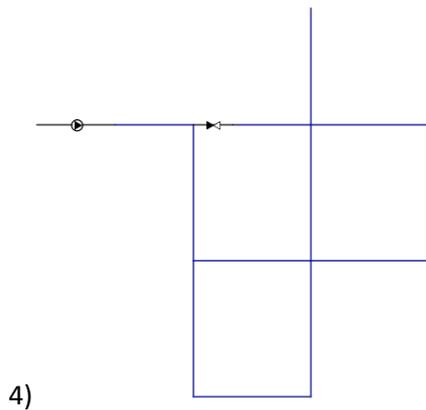
tanto, se debe activar la capa de Pipes en modo edición  , seleccionar el botón  para crear una nueva línea.

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

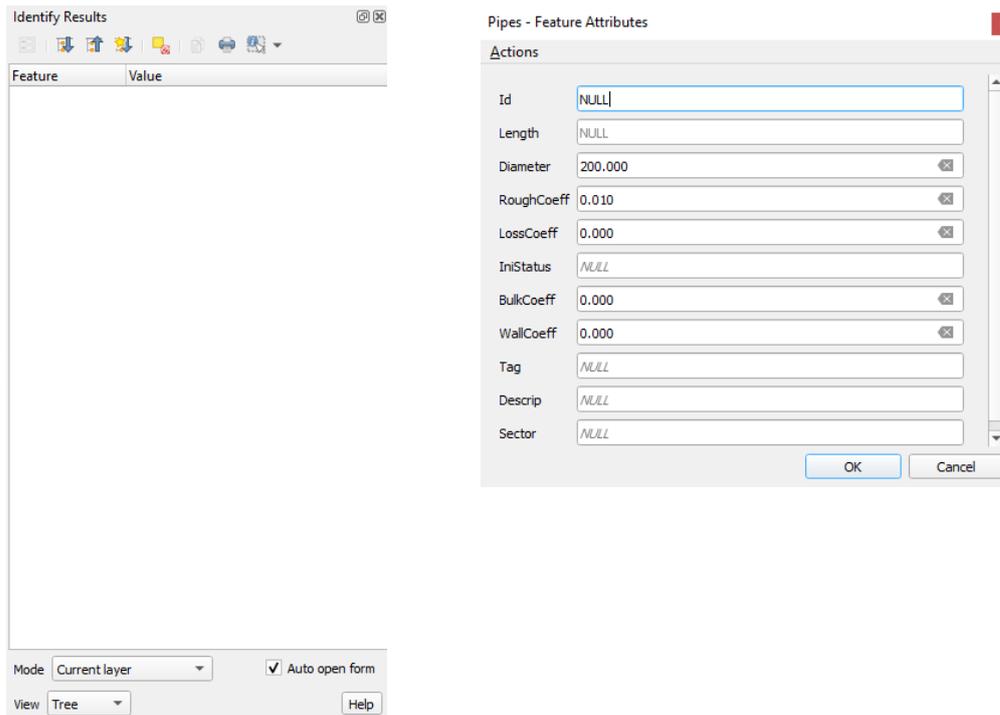
Acciones

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

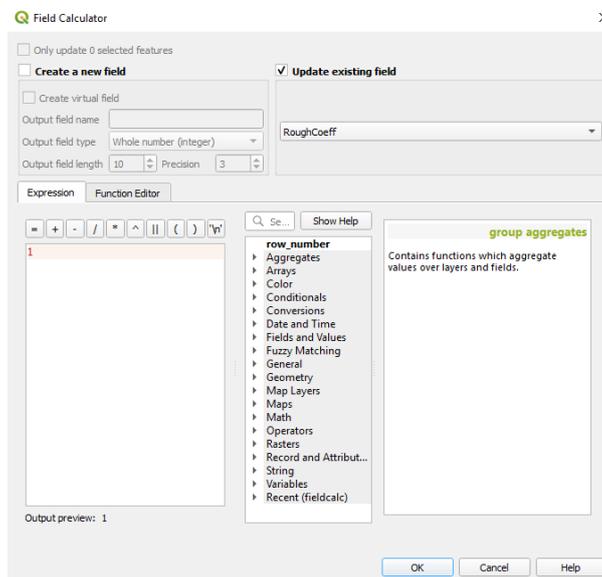
Aceptar Cancelar

- 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, manteniendo el modo edición podemos abrir 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.



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.

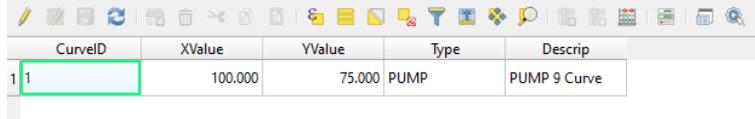


Como habrá observado el lector, no se han introducido los nudos (*junctions*) por el momento. Podrían añadirse manualmente uno a uno y completar su información o, una vez validemos y consolidemos el modelo, estos elementos se crearán y bastará con completar los datos como, por ejemplo, los relativos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

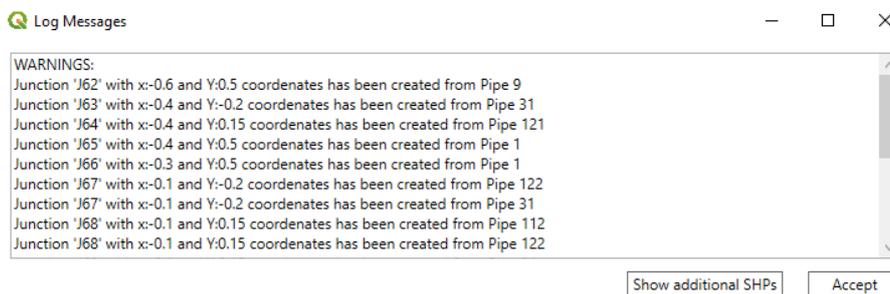
titulado Curves, se habilita el modo edición, se añade un nuevo registro y se completa la información necesaria.

Q Curves :: Objetos totales: 1, Filtrados: 1, Seleccionados: 0

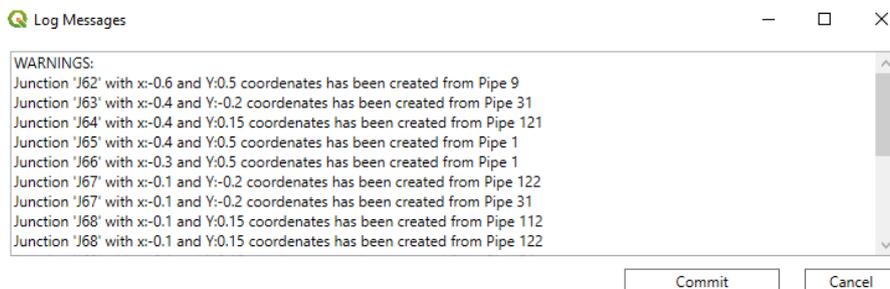


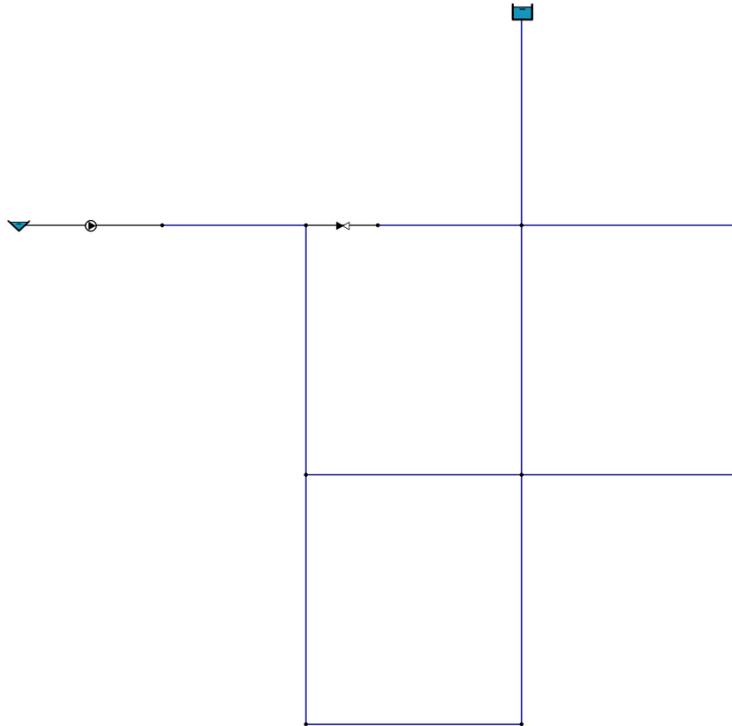
CurveID	XValue	YValue	Type	Descrip
1	100.000	75.000	PUMP	PUMP 9 Curve

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*). Sin embargo, se puede apreciar en QGIS como esos elementos no han sido creados. Ésta es la diferencia con el botón Consolidar , el cual, aparte de mostrar los avisos correspondientes aplica los cambios sobre nuestros archivos SHPs.

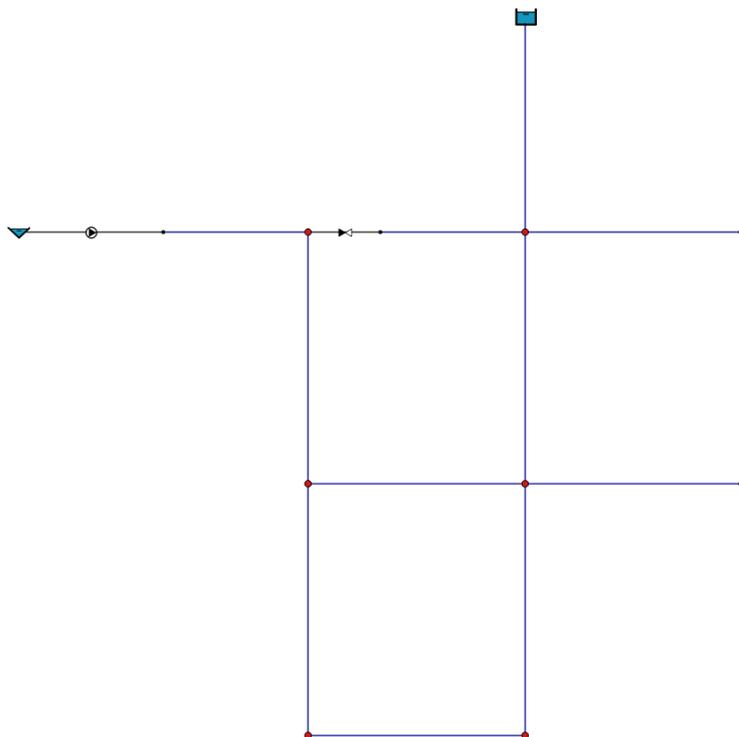


Si procedemos, por tanto, a consolidar , aparecerá la misma lista de mensajes. Si lo consideramos correcto, al pulsar sobre el botón Consolidar (*Commit*), veremos cómo se han creado los nodos faltantes en el esquema.





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. En la tabla de atributos del elemento Controls de la leyenda hay que añadir dos registros.

Controls :: Objetos totales: 2, Filtrados: 2, Seleccionados: 0

Link	Status/Set	BasedOn	Node	Level	Value	Descrip
1 9	OPEN	IF NODE	2	BELOW	34	
2 9	CLOSED	IF NODE	2	ABOVE	43	

Para finalizar, antes de proceder con la simulación, es necesario modificar las opciones pertinentes, para ello accedemos a la tabla de atributos del elemento Options de la leyenda.

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

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