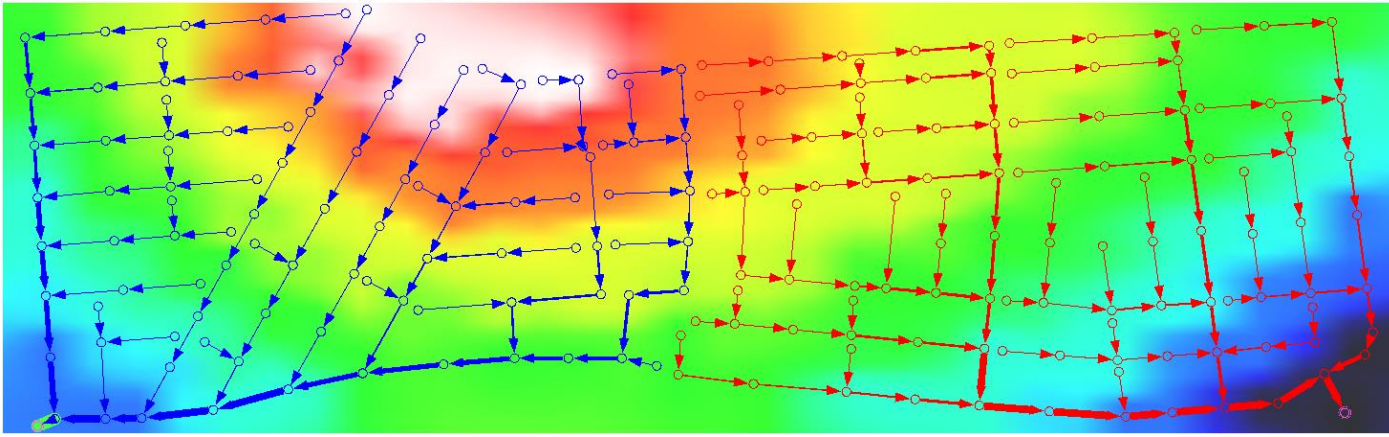


TUTORIAL DISEÑO DE REDES A FLUJO LIBRE

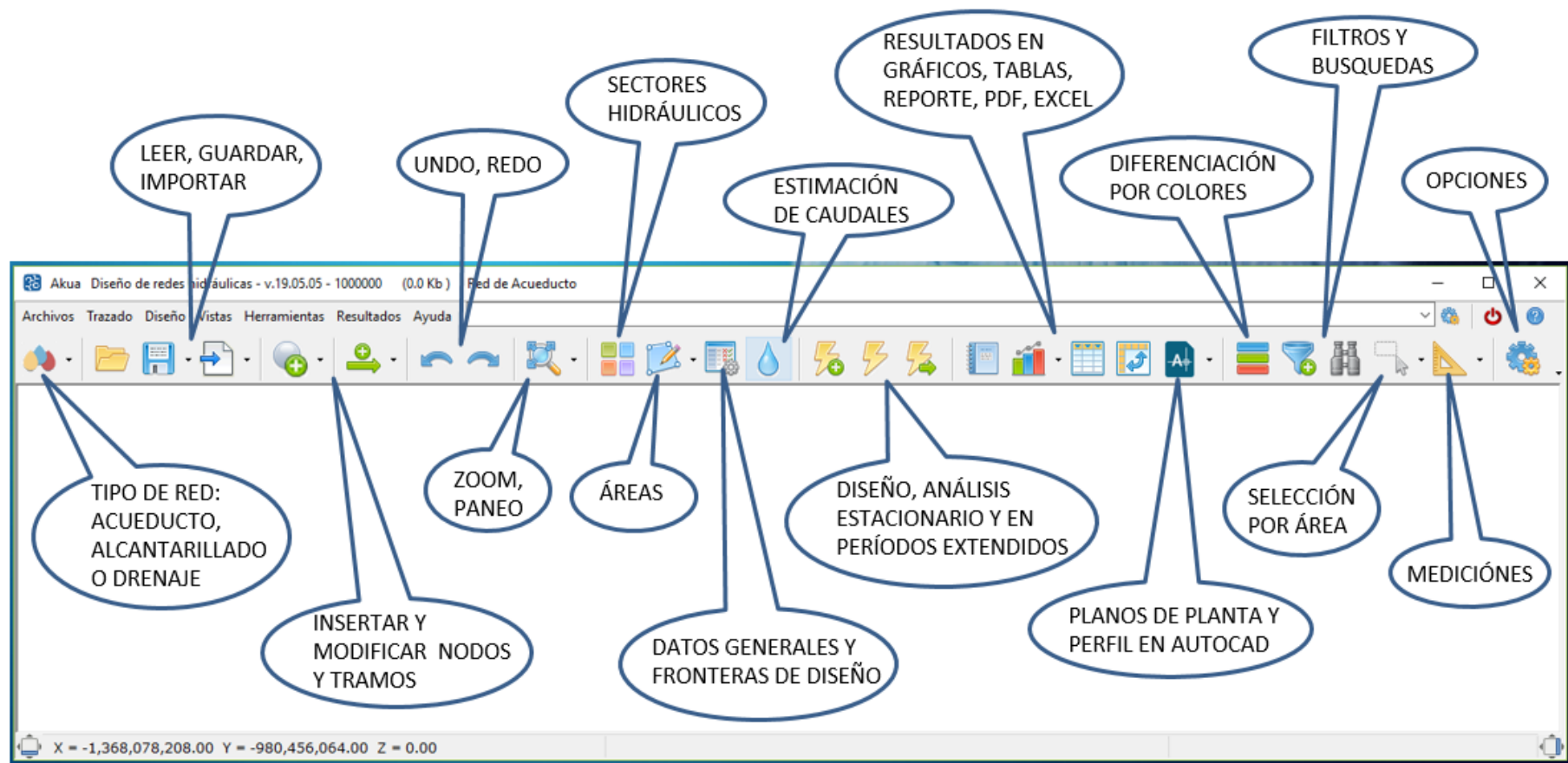
<http://akua.mesofts.net/>



Fases del diseño

1. Selección del proyecto
2. Importar la base cartográfica
3. Trazar la topología e la red
4. Asignar cotas topográficas a los nodo
5. Ejecutar el diseño
6. Comprobar resultados del diseño
7. Ajustar parámetros hidráulicos

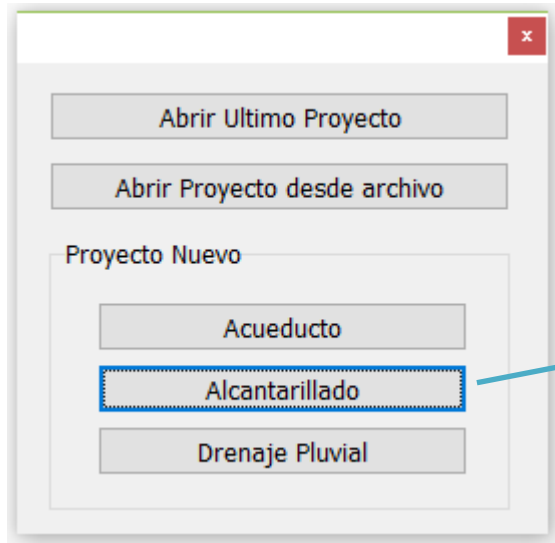
Entorno de trabajo



Fase 1: Selección del proyecto

Al abrir el programa, debemos decidir que tipo de proyecto vamos a desarrollar.

Se nos presenta la siguiente pantalla:

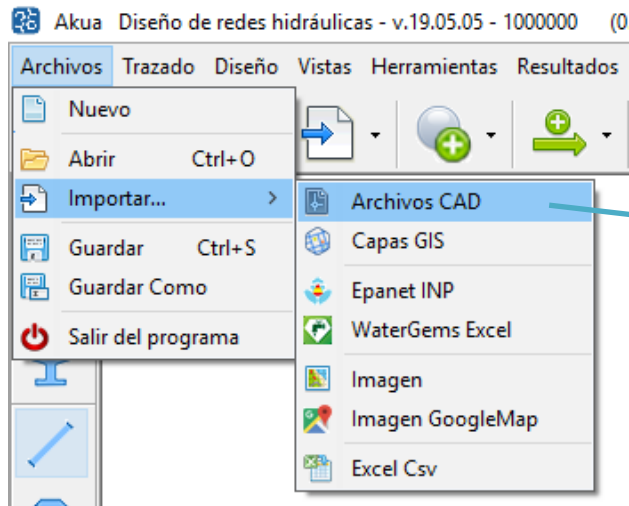


Marcamos la casilla Proyecto nuevo de Alcantarillado o de Drenaje Pluvial

Fase 2: Importar la base cartográfica

A no ser que durante la instalación se cambie, Akua se instala en la carpeta [C:\Program Files \(x86\)\Akua](#) y por defecto busca los archivos en la carpeta [C:\Program Files \(x86\)\Akua\Files](#) , donde vienen una serie de ejemplos.

Ejecutamos el comando: **Archivos > Importar > Archivos Cad**



Para este tutorial importaremos el archivo [Ex-1.dwg](#) desde la carpeta [Files](#)

Fase 2: Importar la base cartográfica

Aparecerá el formato de la cartografía. Hacemos Click en el botón OK

Cartografía

Capas

- 0
- BORD
- POLIG
- ELEV

Lmites

X.Min. : 360,465.50

X.Max. : 360,750.56

Y.Min. : 368,528.25

Y.Max. : 368,803.53

DX: 285.06 DY: 275.28

Capa de Cotas

Visible Monocrom.

? OK



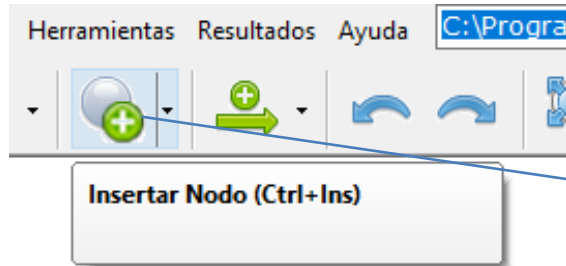
Fase 3: Trazar la topología

La topología de la red es la distribución planimétrica de los elementos que la conforman: Nodos, Tramos, Estaciones de Bombeos.

El proceso consiste en insertar los nodos y posteriormente enlazar los tramos entre nodos.

Un nodo se puede insertar desde el menú : **Trazado > Insertar Nodo**, desde la barra de comandos o pulsando **Ctrl+Ins**

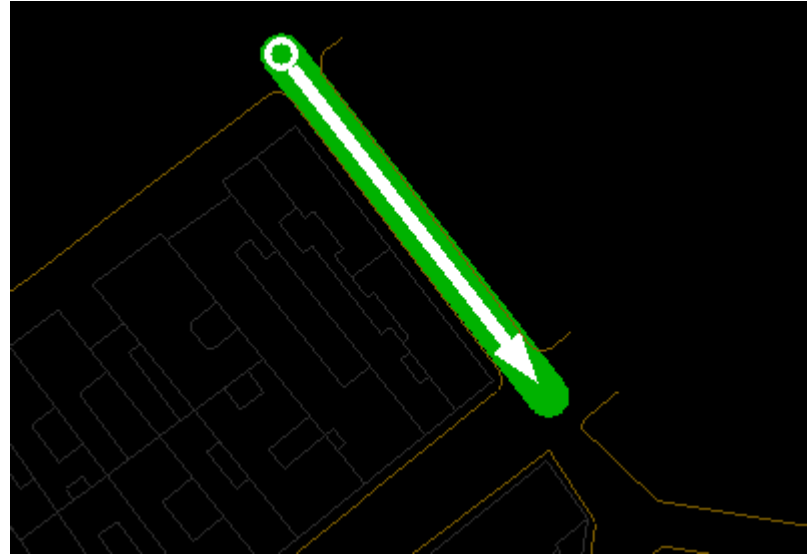
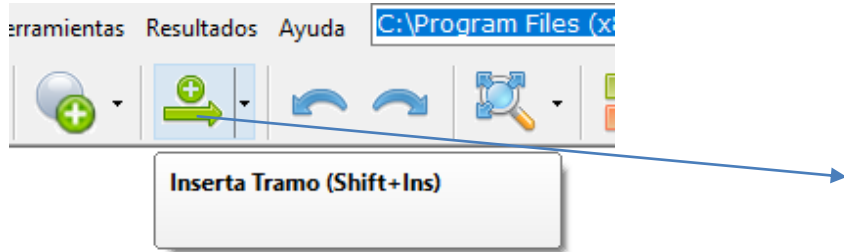
Desde barra de comandos:



Fase 3: Trazar la topología

Un tramo se puede insertar desde : **Trazado > Insertar Tramo**, desde la barra de comandos o pulsando **Shift+Ins**

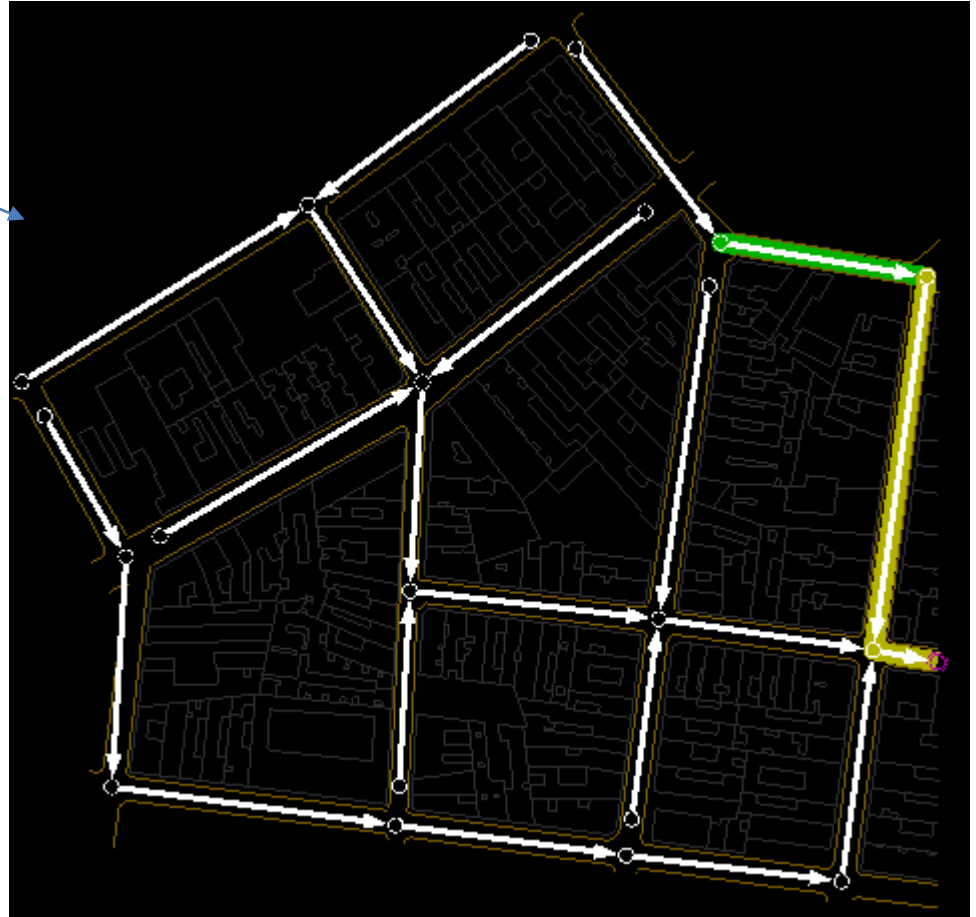
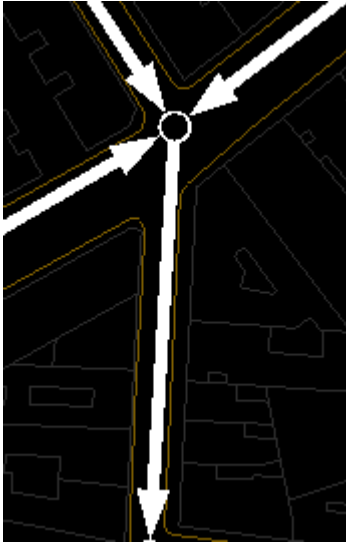
Para trazar el tramo se marca primero con el cursor el nodo inicial y luego el nodo final.



Fase 3: Trazar la topología

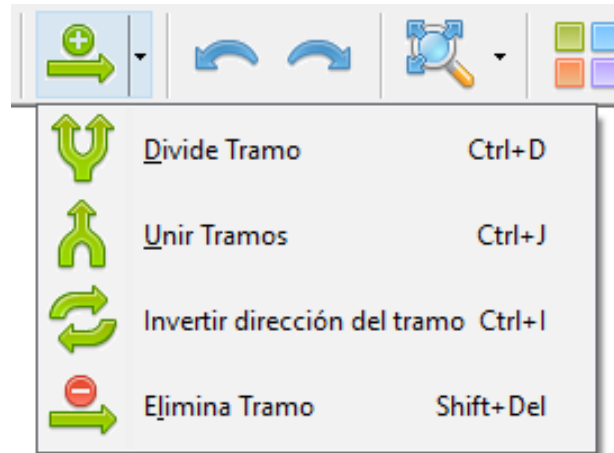
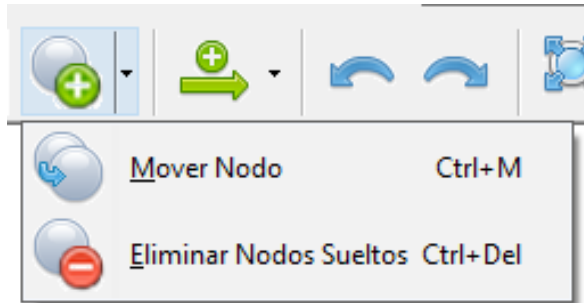
Se repite el procedimiento hasta completar la topología el área de estudio.

Una condición del programa es que a un nodo pueden entrar cualquier cantidad de tramos, pero solo uno puede salir.



Fase 3: Trazar la topología

OPCIONES PARA MODIFICACIÓN DE NODOS Y TRAMOS



Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Las cotas de los nodos se pueden entrar de varias maneras:

1. Dando el valor directamente a cada nodo
2. Importando elementos XYZ desde archivo csv
3. Desde una capa de elevaciones en AutoCad

Si ya disponemos de los valores XYZ se pueden importar en formato separado por coma (.csv)

Este archivo deberá estar conformado de la siguiente forma:

	X	Y	Z
	360583.16	368554.78	2.45
	360654.19	368544.66	2.58
	360720.25	368536.28	2.58
	360469.91	368698.47	2.86
	360500.34	368636.41	4.13

Ejecute el comando **Herramientas > Topografía**, marque el botón importar y desde la carpeta **Files** lea el archivo **Ex-1.csv**.

Cuando se llene la tabla active la casilla **[AutoAjustar Cotas de los nodos]** y marque **OK**

Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Topografía

X	Y	Z
360720.25	368536.28	2.58
360469.91	368698.47	2.86
360500.34	368636.41	4.13
360488.28	368660.94	3.57
360491.84	368599.59	3.37
360551.75	368663.75	4.12
360590.44	368688.78	3.94
360585.88	368627.28	2.61
360664.25	368616.81	2.45
360672.63	368668.81	2.54
360682.00	368733.28	3.27
360664.41	368757.72	3.62
360632.16	368723.28	3.93
360521.44	368727.66	3.02
360554.06	368750.13	2.84

Importar Exportar

Autoajustar cotas de los nodos

?

OK



Si prefiere ocultar los nodos, abra:
Herramientas > Configuración (F2) y
desactive la casilla [**Ver > Cotas**]



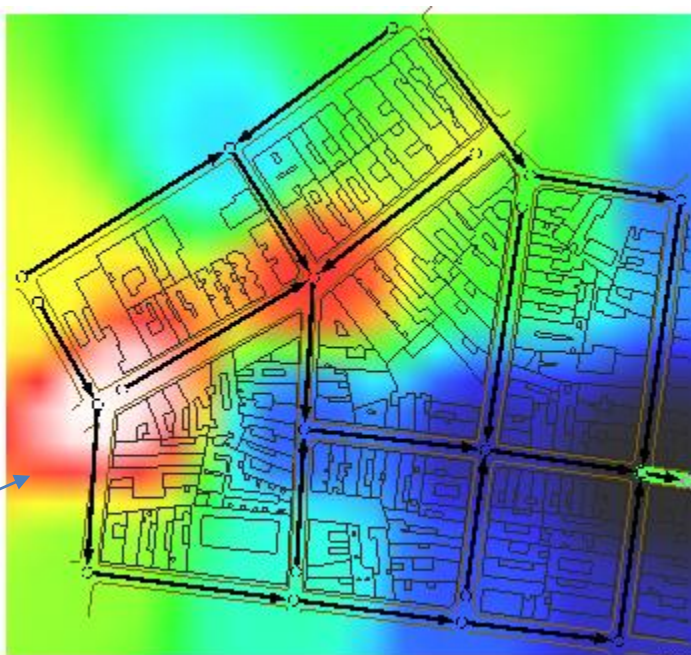
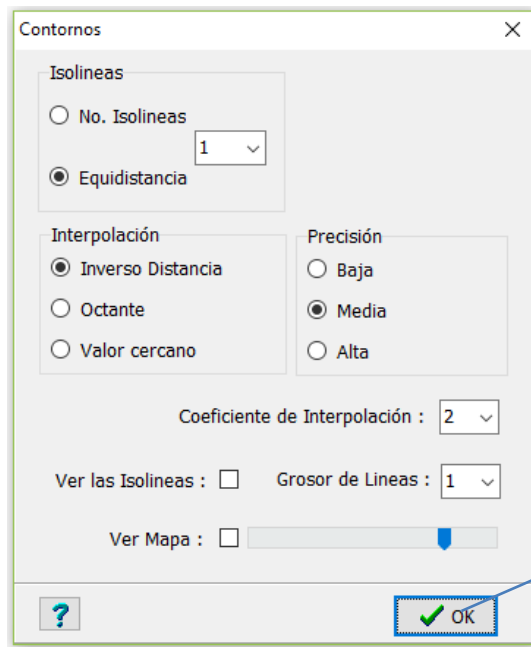
Ver

- Tramos
- Vistas 3D
- Nodos
- Etiquetas
- Cotas
- Áreas

Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Para comprobar que la topografía se cargó correctamente ejecute

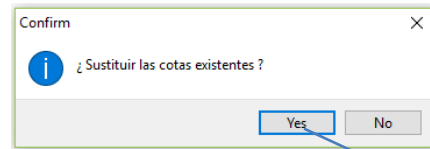
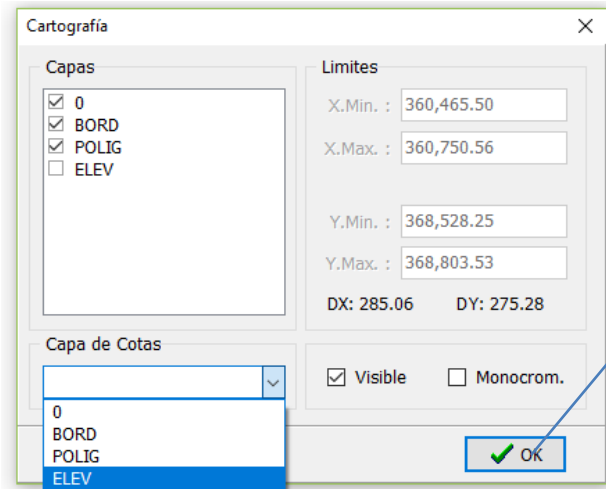
Herramientas > Contornos y active la casilla [[Ver > Mapa](#)]



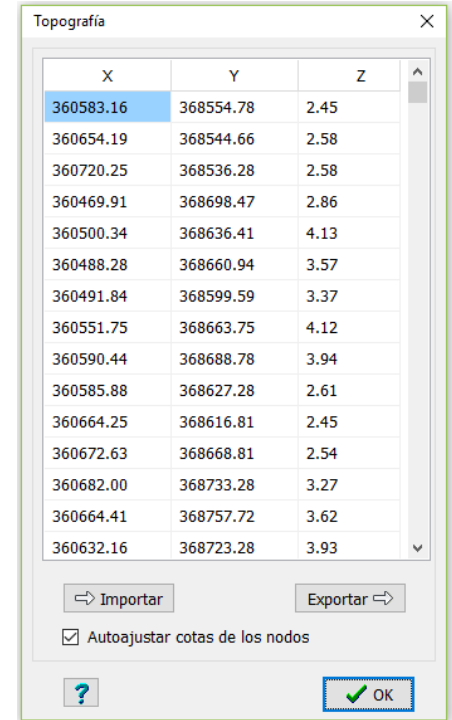
Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Otra forma de asignar cotas a los nodos es preparar de antemano una capa en AutoCAD con la elevaciones. Esta capa puede estar formada por puntos, líneas, polilínea o textos asignando a la propiedad ELEVACION el valor de la cota.

Para probar esta opción ejecutemos **Herramientas > Cartografía** y en la Lista desplegable marquemos la capa **ELEV**



Sustituye las cotas por las importadas desde AutoCAD



Fase 5: Ejecutar el diseño

Con la topología y cotas ya es suficiente para que Akua diseñe la red.

El diseño se basa en cumplir con las condiciones impuestas en **Diseño > Datos Generales (Ctrl + G)**



Datos generales

Condiciones de Frontera

- Tensión Tractiva mínima (Pa) : 1.50
- Velocidad mínima (m/s) : 0.60
- Velocidad máxima (m/s) : 3
- Coef. para tramos iniciales : 0.50
- h/D Máximo : 0.80
- Recubrimiento Mínimo (m) : 0.80
- Longitud de tramo máxima (m) : 100.00

Caudales

- Infiltracion : 0.30 L/s-Km
- Conex. erradas : 0.00 L/s-Km
- Coefficiente de seguridad : 1.25

Pendientes

- Verificar por diámetro
- Mínima en tramos iniciales : 0.0040
- Mínima absoluta : 0.0020

? OK

Ejecutemos el diseño:
Diseño > Diseño Óptimo (F8)



Fase 6: Comprobar resultados



Terminado el diseño aparecerá un reporte con barras de navegación para ver los resultados. Este panel de reporte puede guardarse en formato pdf.

Para ver el reporte en otro momento ejecute: **Resultados > Reporte Rápido** o **Ctrl + R**



También puede ver los resultados tabulado ejecutando **Resultados > Tabla de resultados**. Esta tabla es mas flexible, permite activar o desactivar los parámetros que desee y puede exportarla a Excel o a formato pdf.



Ejecute **Herramientas > Colores de tramos** para identificar cada tramo por medio de un código de colores en función de los principales valores hidráulicos.

Fase 6: Comprobar resultados

Marque los tramos y observe los valores hidráulicos en el panel derecho. Este panel sirve también para modificar los parámetros hidráulicos.

Verifique que cumplan con los criterios de diseño.

Observe que al marcar un tramo se muestra en color amarillo el recorrido hasta el último tramo. En la parte inferior puede ver la relación y/d y un perfil relativo del tramo seleccionado.

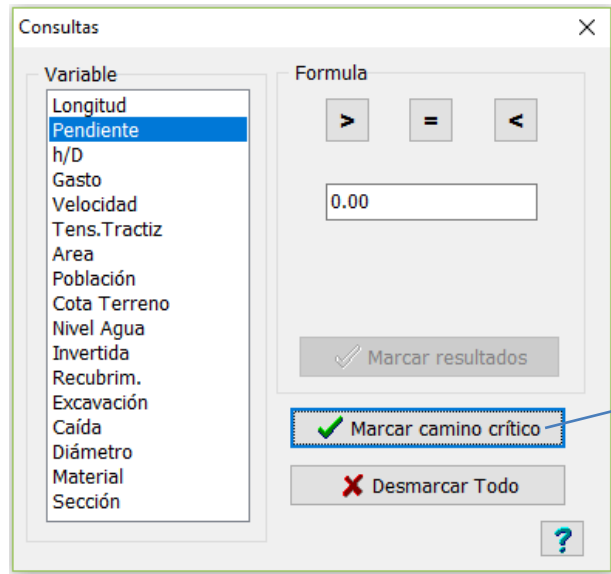


Fase 6: Comprobar resultados



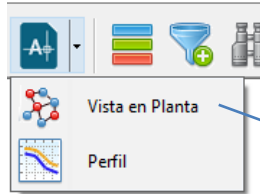
Seleccione consultar (**Herramientas > Consultar Ctrl+Q**)

Marque el botón [**Marcar camino crítico**] Le indicará la ruta que impone las mayores profundidades de excavación.



Fase 6: Comprobar resultados

Para ver los resultados en AutoCAD: **Resultados > AutoCAD > Vista en Planta**



Seleccionar formato de texto en tramos

Opciones de Dibujo

Formato de Resultados

- S=0.25% L=50.5 m Ø12" PVC
- 0.25% - 50.5 m - Ø12"
- 0.25 - 50.5 m - Ø300 mm
- 1.8 - 50.5 - PVC 12"
- 1.8 - 50.5 - PVC 300
- 1.8 - 50.5 - 12"
- 1.8 - 50.5 - 300
- PVC Ø300 mm
- PVC Ø12"
- Ø12"
- 50.5 m

Tamaño de los textos (mm)

En Nodos : En Tramos :

Colores

- Por defecto
- Por Sectores
- Por Diámetro
- Igual a Modelo

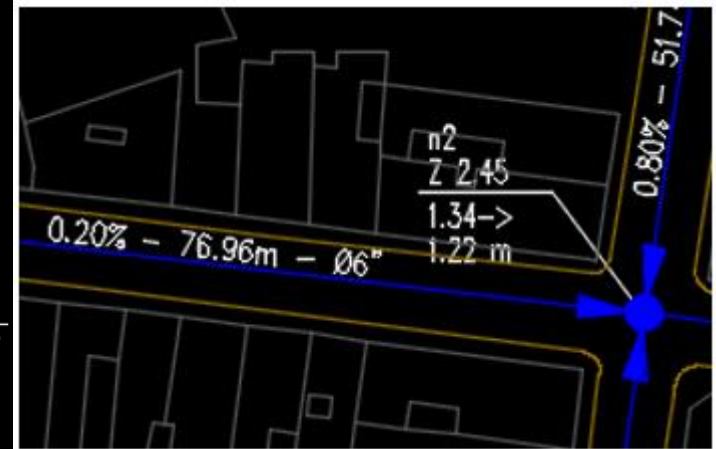
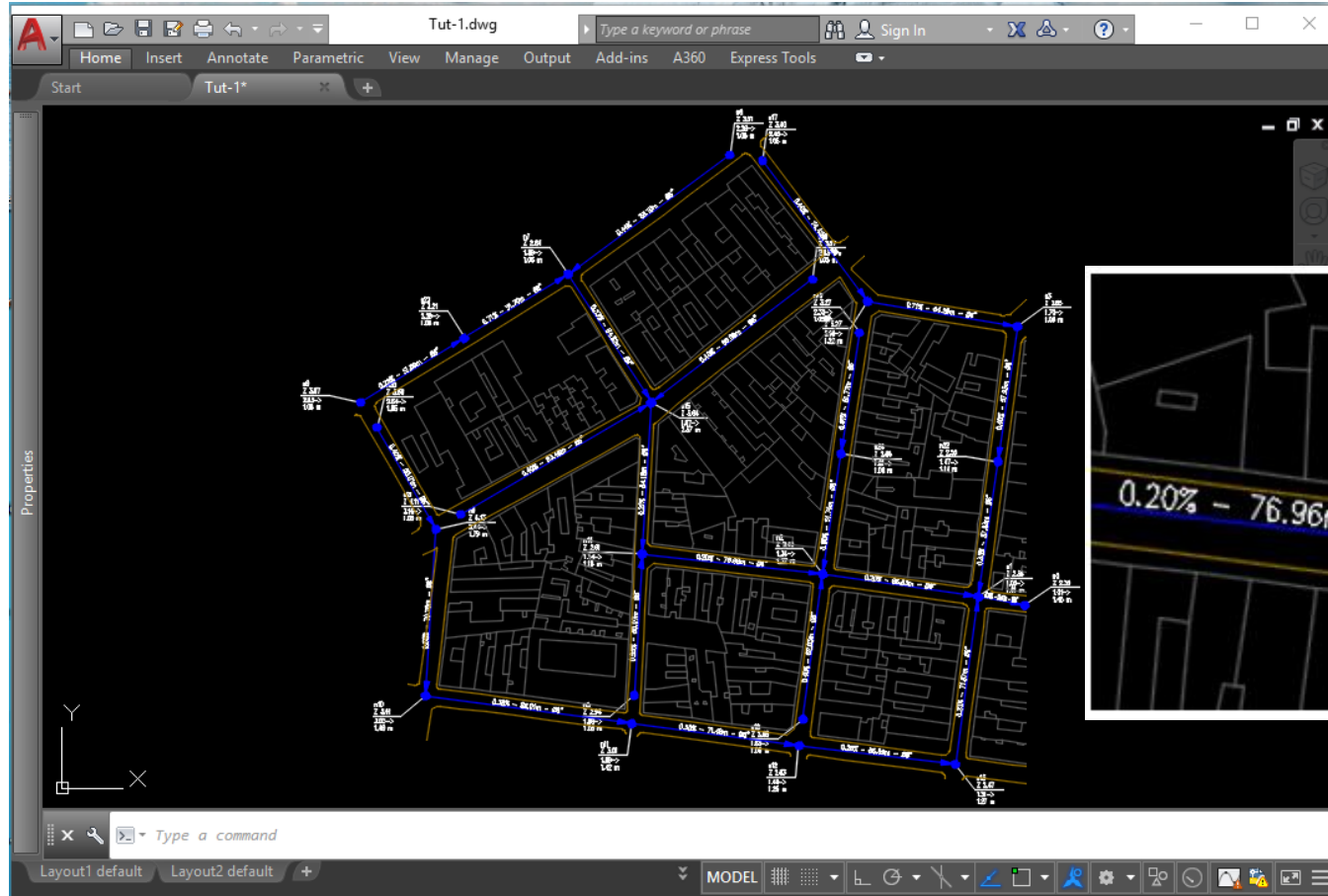
Ver

- Insertar Cartografía base
- Información de nodos
- Solo Invertida de salida

Por defecto el plano se dibuja en color 7 (Blanco / Negro). Puede especificarse que los colores sean igual a los seleccionados en el modelo o asignar colores por sectores o diámetro

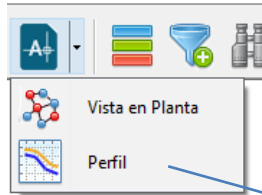
Insertar base cartográfica
Ver u ocultar resultados de nodos

Fase 6: Comprobar resultados



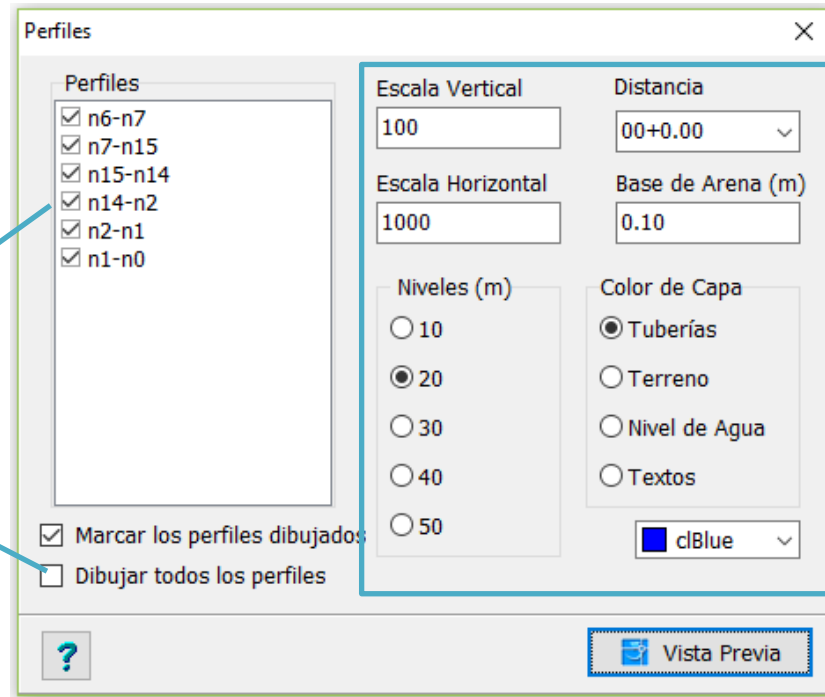
Fase 6: Comprobar resultados

Marque un tramo y ejecute (**Resultados > AutoCAD > Perfil**)
Se seleccionarán los perfiles desde el tramo marcado hasta el final



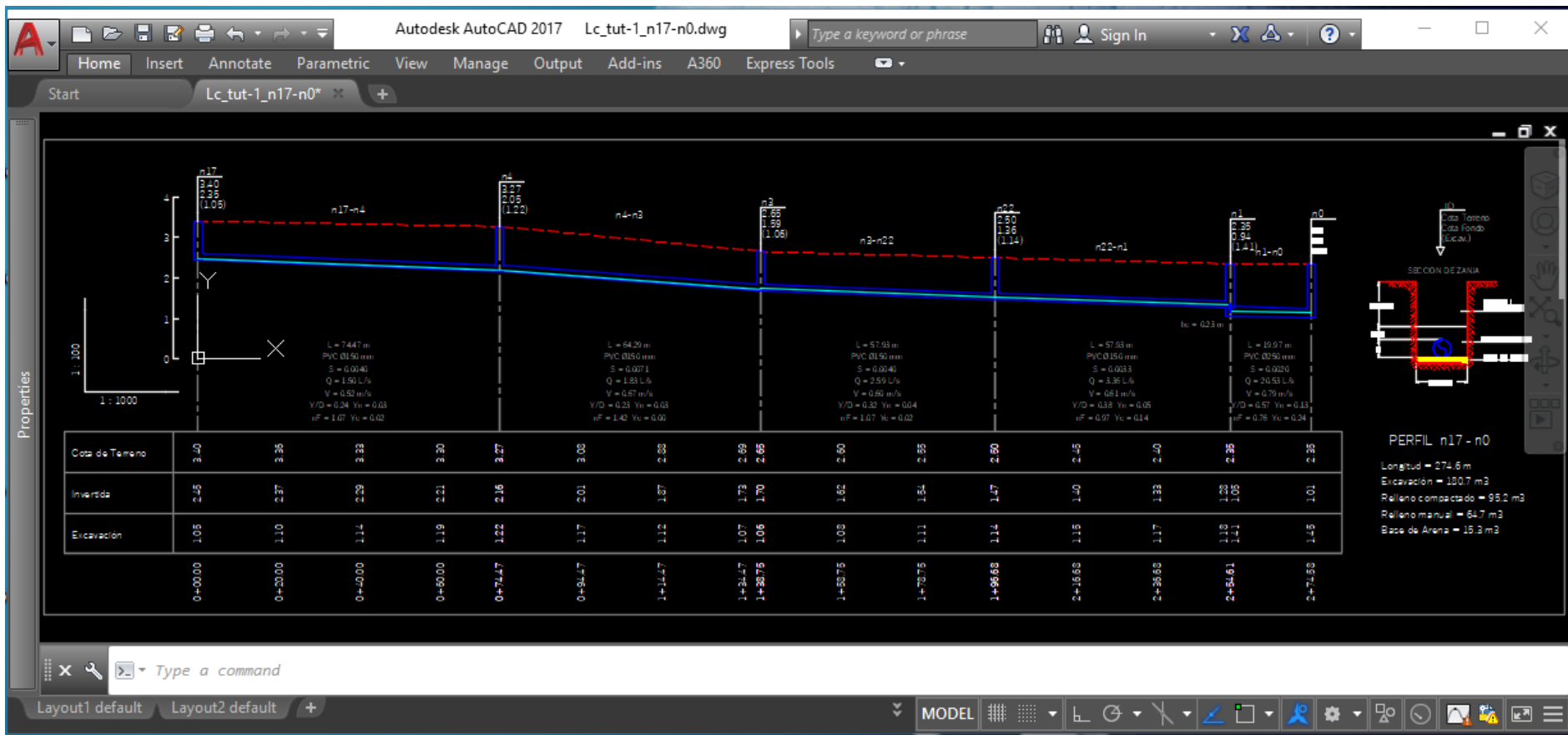
Seleccionar los perfiles a dibujar

Dibujar todos los perfiles de la red en un solo plano



Seleccione las escalas ,
Colores y niveles

Fase 6: Comprobar resultados



Fase 6: Comprobar resultados



(Herramientas > Clasificar nodos)

Nos indica el tipo de MH del nodo.

Se puede ver con más detalle al
[\[Enviar a AutoCAD\]](#)

Clasificación de los pozos de visita

ID	1	2	3	4	5	6	7	
EB1	X							1 : 153 u
n1							X	2 : 294 u
n2	X							3 : 18 u
n3					X			4 : 15 u
n4					X			5 : 76 u
n5						X		6 : 15 u
n6					X			7 : 28 u
n7					X			
n8					X			
n9					X			
n10		X						
n11			X					
n12		X						
n13		X						
n14		X						
n15	X							
n16		X						
n17					X			

Buttons: ? Vista Previa Enviar a AutoCAD OK

Fase 6: Comprobar resultados



(Herramientas > Clasificar nodos)

Autodesk AutoCAD 2017 Ex-3_Reg.dxf

Home Insert Annotate Parametric View Manage Output Add-ins A360 Express Tools

Start Ex-3_Reg.dxf

T - 1: 153 u		T - 2: 294 u		T - 3: 18 u		T - 4: 15 u		T - 5: 76 u		T - 6: 15 u		T - 7: 28 u																			
EB1	n126	n322	n457	n10	n233	n364	n490	n11	n167	n184	n245	n71	n169	n371	n474	n3	n104	n168	n248	n5	n143	n234	n526	n1	n93	n224	n455				
n2	n129	n324	n458	n12	n249	n365	n495	n28	n170	n187	n281	n144	n189	n394	n481	n4	n118	n171	n254	n34	n216	n376	n573	n31	n96	n227	n468				
n15	n146	n326	n464	n13	n251	n366	n500	n44	n175	n193	n476	n145	n284	n395	n497	n6	n119	n172	n255	n48	n228	n480	n577	n32	n98	n228	n492				
n23	n152	n327	n475	n14	n252	n367	n502	n60	n179	n214	n162	n288	n473	n7	n120	n173	n279	n8	n127	n174	n280	n109	n230	n484	n33	n106	n237	n575			
n24	PTR	n328	n479	n16	n253	n368	n505	n110	n182	n244	n8	n127	n174	n280	n9	n128	n188	n285	n17	n133	n194	n299	n19	n134	n196	n300	n46	n141	n238		
n35	n159	n329	n486	n18	n258	n369	n506	n39	n161	n330	RB1	n36	n259	n377	n527	n17	n133	n194	n299	n19	n134	n196	n300	n20	n135	n213	n396	n47	n142	n283	
n40	n163	n331	n493	n37	n260	n380	n528	n49	n181	n332	n494	n38	n261	n381	n529	n19	n134	n196	n300	n20	n135	n213	n396	n21	n136	n215	n397	n75	n151	n313	
n52	n185	n333	n496	n41	n264	n382	n530	n53	n190	n334	n498	n42	n265	n383	n531	n21	n136	n215	n397	n21	n136	n215	n397	n22	n147	n221	n412	n91	n180	n379	
n58	n191	n335	n501	n43	n266	n384	n532	n59	n192	n336	n503	n50	n267	n385	n533	n25	n148	n222	n413	n25	n148	n222	n413	n26	n149	n223	n416	n27	n150	n239	n417
n61	n195	n370	n504	n51	n268	n386	n534	n62	n196	n372	n507	n52	n269	n387	n535	n26	n149	n223	n416	n27	n150	n239	n417	n27	n150	n239	n417	n28	n151	n240	n418

Type a command

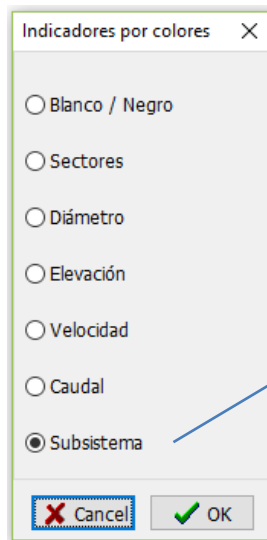
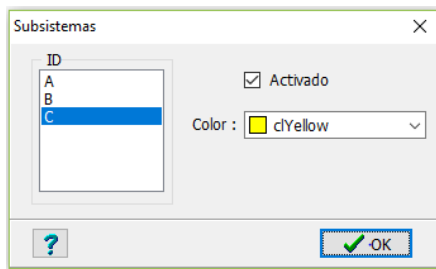
Layout1 MODEL

Fase 6: Comprobar resultados



TRABAJO CON SUBSISTEMAS (Herramientas > Subsistema)

Cuando la red tiene dos o mas puntos de disposición final AKUA los separa y organiza automáticamente en subsistemas.
Estos subsistemas se pueden diferenciar por colores.



Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



Terminado el diseño se pueden realizar ajustes, cambiando los diámetros, los criterios de diseño, la estimación de caudales, los elementos de la red y otros.

Para eso se hacen análisis hidráulicos estacionarios: **Diseño > Análisis estacionario (F9)**

El diseño que realiza AKUA se puede completar en pocos pasos debido a que el programa asume una serie de parámetros comunes por defecto. Estos son:

1. Criterios de diseño que asume rangos de velocidad, pendiente y tensión tractiva.
2. Base de datos de tuberías.
3. Sectores predefinidos con valores de dotación y aporte per cápita.
4. Cálculo automático del área total.
5. Asignación automática del área de aporte a cada nodo.
6. Cálculo automático de las demandas.

Culminado el diseño el proyectista puede ajustar estos valores a su criterio técnico o a normas específicas. Los cambios al diseño original pueden usarse para realizar nuevos diseños o comprobar el comportamiento de la red.

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



SECTORES HIDRÁULICOS (Diseño > Sectores)

Los sectores son áreas o zonas con distinto patrón de consumo.

Se pueden diferenciar por colores y activar o desactivar. Un sector desactivado implica que los tramos comprendidos dentro de ese sector no son contemplados en el análisis o diseño, por lo que los sectores se pueden usar también para estudiar distintos escenarios.

En los sectores de Alcantarillado se entran los datos de Densidad de población y Consumo de agua per cápita.

En los sectores de Drenaje pluvial se entran los datos de Intensidad de lluvia y Coeficiente de permeabilidad del suelo

Sectores de Población

Promedio
Etapa-1
Am-3

Densidad (hab./ ha) : 190.00
Dotación (L/hab./d) : 200.00

Activado clLime

+ -

? OK

Sector de Alcantarillado

Sectores de Población

Sect-1
Sect-2
Sect-3
Sect-4

Intensidad (mm/h) : 100.00
Coef. Permeabilidad : 0.50

Activado clRed

+ -

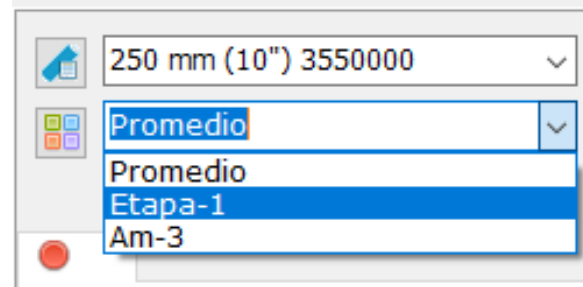
? OK

Sector de Drenaje

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos

 SECTORES HIDRÁULICOS (Diseño > Sectores)

Para asignar un tramo a un sector
marque el tramo y seleccione el sector
correspondiente en el panel derecho



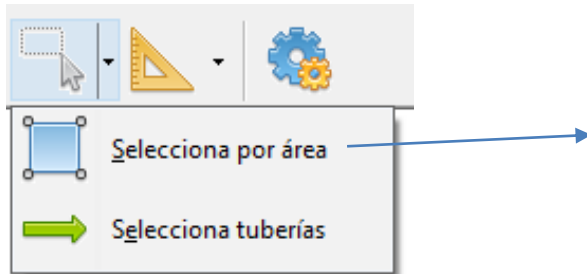
Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



SELECCIÓN DE TRAMOS (Herramientas > Selección)

Otra forma de corresponder las tuberías a un determinado sector es seleccionar los tramos en la pantalla. Con esta opción se puede marcar un área o seleccionar un grupo de tuberías.

Marcando Click derecho para finalizar la selección, se asignan los tramos seleccionados al sector indicado.



Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



Al terminar la selección tenemos la opción de realizar la asignación al sector, así como otras diversas opciones:

Opciones de asignación a la selección

No.	Tramo
1	n24-n171
2	n2-n172
3	n164-n255
4	n165-n164
5	n166-n165
6	n167-n166
7	n168-n167
8	n169-n176
9	n170-n178

Tramos seleccionados

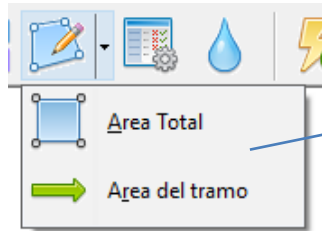
Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ÁREAS (Diseño > Areas)

Por defecto el programa calcula automáticamente el área total. Utiliza un método de triangulación y la posición de los nodos.

El valor de esta área total se aplica en el cálculo para asignar automáticamente las áreas correspondientes a cada tramo y estimar la demanda.



Area Total

Area Total (ha.)
5.29

Marcar Perímetro

Calc. Automático

? OK

Si se conoce de antemano el valor del área, se puede introducir su valor en este editor

Para mayor precisión en áreas poco uniformes se puede marcar el perímetro

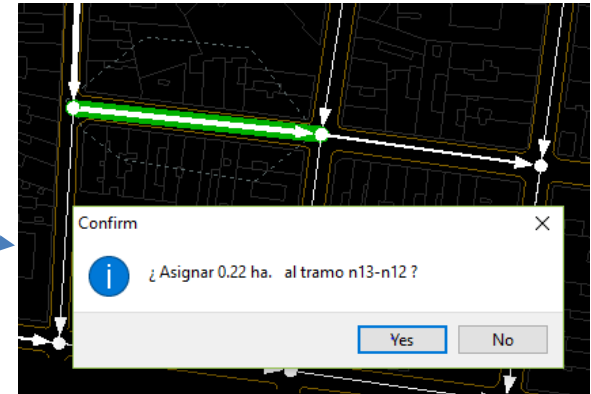
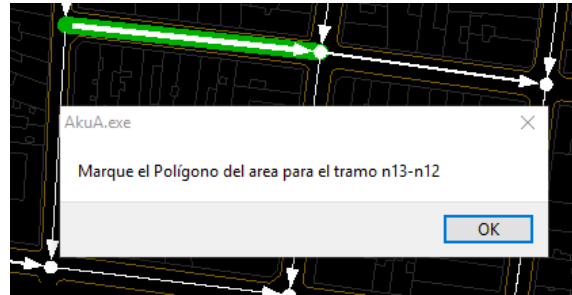
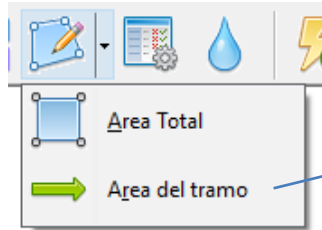
Indica que el programa calcule automáticamente el área total

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ÁREAS (Diseño > Areas)

Para asignar manualmente al área que recibe un tramo, se marca el tramo y luego el polígono correspondiente.



Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE ALCANTARILLADO (Diseño > Caudales)

La estimación de los caudales demandados se realiza de forma automática, pero también se puede escoger entre las siguientes opciones:

1. Densidad x Dotación x Área (por defecto)
2. Población x Dotación
3. Consumo Fijo

Se puede también definir un consumo concentrado en un tramo.

La asignación de las áreas de aporte se calcula de forma proporcional a la longitud de los tramos.

También se puede asignar un área fija o dibujarla en el mapa.

Tramo	Q.Dis.
n5-n14	1.50
n8-n23	1.50
n3-n22	2.59
n9-n10	1.59
n10-n11	2.75
n11-n12	3.69
n12-n13	4.57
n13-n1	5.52
n21-n15	1.50
n14-n2	8.36
n2-n1	11.41
n7-n15	3.34
n18-n15	1.50
n19-n24	1.50

Coeficiente de retorno : 0.75

Caudal mínimo (L/s) : 1.50

M (Harmon) Min : 2.20 Max : 3.80

Sector : Sect-1 400.00 p/ha 230.00 L/p/d

Area (ha) : 0.176 PROP

Población (hab) : Local : 70 Acumulada : 70 M (Harmon) : 3.80

Demanda Local (L/s) Med. : 0.14 Max. : 0.53 Extra : 0.67 Infiltr. : 0.06 C. Errad. : 0.00 Conc. : 0.00

Q (L/s) : 0.68

Acumulado (L/s) Q. Med. : 1.50 Q. Dis. : 1.50

Actualizar Tramo n19-n24

OK

Sector al que pertenece el tramo n19-n24

Caudal del tramo

Caudal de diseño (Acumulado hasta el tramo)

Estimación de caudal proporcional al área

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE DRENAJE PLUVIAL (Diseño > Caudales)

La estimación de los caudales demandados se realiza de forma automática

Se utiliza el Método Racional: $Q = C \times I \times A$

Se puede definir un consumo concentrado en un tramo.

La asignación de las áreas de aporte se calcula de forma proporcional a la longitud de los tramos.

También se puede asignar un área fija o dibujarla en el mapa.

Tramo	Q.Dis.
n1-n0	810.08
n2-n1	662.86
n3-n2	487.71
n4-n3	278.99
n5-n6	115.37
n6-n3	159.63
n7-n17	35.57
n9-n16	40.18
n8-n2	129.81
n10-n14	63.83
n12-n15	64.67
n11-n13	172.72
n13-n4	219.66
n14-n1	127.66
n15-n11	129.33
n16-n8	80.34
n17-n5	71.13

Sector: Sect-1 I: 100.00 mm/h C: 0.50

Area (ha): 0.459 PROP

Demanda Local (L/s)

Med.: 63.80
Extra: 63.80
Infiltr.: 0.07
C. Errad.: 0.00
Conc.: 0.00

Q (L/s): 63.83

Acumulado (L/s)

Q. Med.: 63.80
 Q. Dis.: 63.83

Actualizar Tramo n10-n14

OK

Sector al que pertenece el tramo n10-n14

Estimación de caudal proporcional al área

Caudal del tramo

Caudal de diseño (Acumulado hasta el tramo)

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



SURTIDO DE TUBERÍAS (Diseño > Tuberías Ctrl+P)

Akua incluye una base de datos de tuberías para usar en el diseño o análisis.

Por defecto PVC para redes de alcantarillado y drenaje.

Este surtido se puede modificar y personalizar de acuerdo a otros criterios, disponibilidad de materiales o normas específicas.

Tuberías

Material : PVC

D.Nom. : 800.0

D.Int. : 758.4

D.Ext. : 800.0

Coef N : 0.009

Ancho Zanja (m) : 1.60

Pend. Min : 0.0020

Sección : CIRC

El diagrama muestra un círculo con un diámetro exterior etiquetado como 'D.Ext' y un diámetro interior etiquetado como 'D.Int'.

El diámetro interior es el que se aplica en los cálculos

Las casillas marcadas son las únicas que se utilizarán en el diseño.

Coefficiente de Manning

El ancho de zanja se utiliza en el cálculo de los volúmenes de excavación y relleno

Pendiente mínima del tramo. Solo aplica si se activa la opción [Seleccionar por diámetro] en el diseño