INERTIX

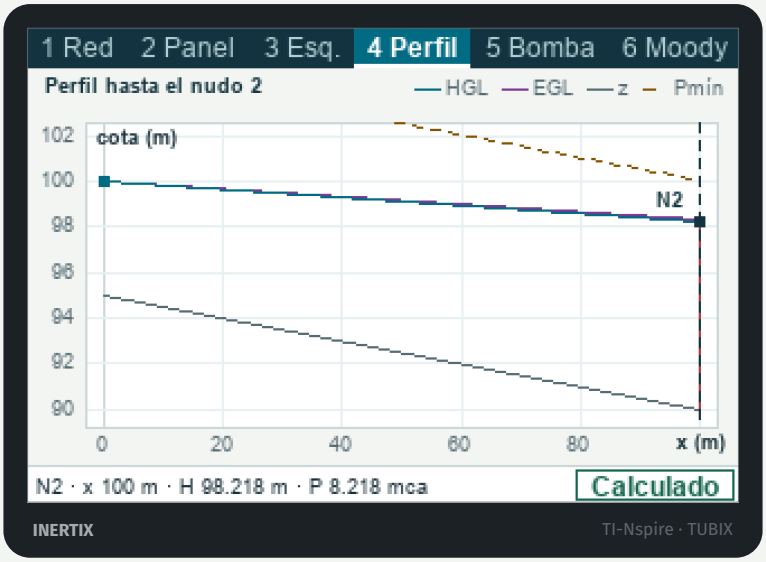
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

TUBIX

Tuberías a presión con embalses, bombas y válvulas

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Hidráulica · Noviembre de 2026



CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance 3

2. Instalación 5

3. Licencia de uso 5

4. La interfaz 8

5. Ejemplo guiado 11

6. Opciones importantes 18

7. Referencia de menús y opciones 23

8. Fundamento teórico breve 26

9. Preguntas frecuentes 27

1 Presentación y alcance

TUBIX resuelve **conducciones de agua a presión** en las TI-Nspire CX y CX II: tuberías simples, en serie, en paralelo, tres depósitos, bombeos y sistemas con válvulas. El sistema se arma con **elementos** sobre un dibujo en elevación (embalses, conexiones, tuberías, bombas y válvulas); un **Newton global** calcula todos los caudales y cotas a la vez, y el programa muestra un panel de resultados, el esquema, el perfil de energía, la curva bomba–sistema, el diagrama de Moody y el procedimiento de 13 métodos clásicos. El motor de cálculo es el mismo de la versión HP Prime: da las mismas cifras en todos los casos de esta guía.

1.1 Qué calcula

- Caudal, velocidad, Re, f, pérdida por fricción h_f, pérdida local h_m y diferencia de carga de cada elemento.
- Cota piezométrica y presión de cada nudo, con avisos de velocidad o presión fuera de criterios, subpresión, régimen de transición, bomba detenida o fuera de curva.
- Pérdidas por Darcy-Weisbach (Colebrook-White, Swamee-Jain o f dada; laminar $64/\mathrm{Re}$) o Hazen-Williams; pérdidas locales con K por tubería.
- Bombas con curva de 1 o de 3 puntos, retención, potencia al eje y curva del sistema con el punto de operación.
- Válvulas TCV, PRV, PSV, PBV y FCV, con su estado (activa, abierta o cerrada).
- Diseño: el diámetro de una tubería o el nivel de un embalse que cumplen un caudal o una presión.
- Agua según la temperatura (0 a 100 °C) o viscosidad y densidad manuales.
- Trece procedimientos paso a paso que se comparan con el motor.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y convenio
Abscisas, cotas, longitudes	m; el dibujo es una elevación: abscisa x y cota z, cada una con su escala
Diámetro, rugosidad	mm
Demanda q, caudal Q	L/s; la demanda es ≥ 0 (un aporte se modela con un embalse)
Signo de Q	positivo del nudo inicial al final del elemento
Cota piezométrica H	m; en un embalse es el nivel del agua
Presión	mca: $P = H - z$
Pérdidas de entrada y salida	se incluyen en K de la tubería (convenio de EPANET)
Potencia	kW

⚠ Límites de aplicación

Hasta 16 nudos y embalses y 20 elementos; unidades SI fijas. Flujo permanente e incompresible: no hay golpe de ariete ni período extendido. Las redes malladas extensas (Hardy Cross) corresponden a REDHIX. No hay válvula de propósito general ni curvas de eficiencia de bomba (la eficiencia es un

valor fijo). La curva de 3 puntos es una parábola y la transición entre Re 2000 y 4000 se interpola linealmente.

2 Instalación

El archivo que abre el usuario es `TUBIX.tns`. Los componentes del programa se distribuyen integrados en ese documento.

Archivo	Uso
`TUBIX.tns`	Documento de la aplicación para TI-Nspire.
Guía de uso en PDF	Instrucciones y ejemplo guiado de la misma versión.
Ficha de ejemplo en PDF	Enunciado, datos y resultados de referencia.

2.1 Abrir en la computadora

1. Conserve una copia del documento recibido.
2. Ábralo en el software TI-Nspire compatible indicado en la ficha de esta guía.
3. Active la página del programa y compruebe que aparece su pantalla inicial.

2.2 Transferir a la calculadora

Con el software TI-Nspire de escritorio, la ruta documentada por Texas Instruments es conectar el equipo por USB, abrir el documento y usar **File > Save to Handheld** (Archivo > Guardar en unidad portátil). Seleccione el equipo y la carpeta de destino; después abra el documento transferido.

Referencia: Texas Instruments, solución 26210. Es la ruta general documentada por Texas Instruments para cualquier documento .tns.

> **Guardar un caso**
> Guarde una copia del documento con un nombre reconocible. El programa está diseñado para conservar los datos del caso; la guía indica qué se restaura y cuándo hay que recalcular. No presuponga que el resultado guardado sigue vigente.

3 Licencia de uso

TUBIX se entrega con una **licencia personal**: se activa una sola vez y queda ligada a **su** calculadora TI-Nspire (CX y CX II). La activación de la versión HP Prime no se aplica a la TI-Nspire.

Archivo	Uso
`TUBIX.tns`	Documento de la aplicación; el programa completo va dentro.
`INERTIX_LICENCIA.tns`	Documento con la licencia de **su** calculadora. Se recibe después de enviar el ID; una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX.

Los programas se reciben por WhatsApp en un archivo `.zip`, junto con `INERTIX_LICENCIA.tns`. Si ya tiene los programas, recibe solo `INERTIX_LICENCIA.tns`.

3.1 Cómo funciona

- Al abrir `TUBIX.tns` aparece `Verificando la licencia...` durante unos segundos (unos 7 a 8 en una TI-Nspire CX CAS). Es normal: con una licencia válida para esa calculadora, TUBIX se

abre solo, con el caso guardado. Sin ella queda la pantalla `Licencia`, que solo ofrece `Licencia` (estado, pegar, copiar el ID, verificar de nuevo) y `Ayuda` (instrucciones, soporte, acerca de): **no se puede calcular**.

- La licencia es un texto firmado ligado al **ID completo** de la calculadora; enumera los programas y la versión mayor autorizados. Si se edita un carácter, deja de ser válida.
- Se verifica al abrir el documento, al pegar una licencia y al volver a la página. No se guarda un estado «activado»: un documento copiado a otra calculadora muestra `Licencia de otra calculadora`.
- En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y el programa no calcula, aunque el documento traiga una licencia válida.

3.2 Activar en la calculadora

1. Abra `TUBIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `TUBIX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

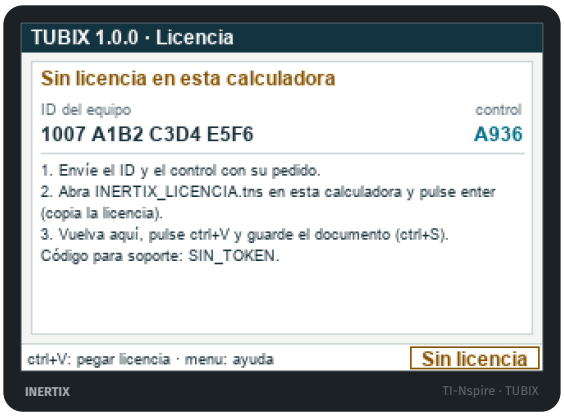
Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

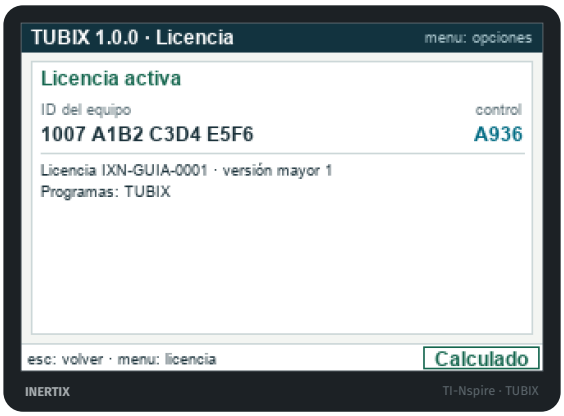
Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva a abrir `INERTIX_LICENCIA.tns`, pulse enter y pegue de nuevo.
Licencia de otra calculadora	La licencia es de otro ID. Pida soporte con el ID y el control de esta calculadora.
Programa o versión no incluidos	La licencia no incluye este programa o esta versión mayor.
Se activa solo en una calculadora TI-Nspire	Software de computadora o emulador: abra el documento en su TI-Nspire CX y CX II.
No se pudo verificar	Pida soporte con el código que muestra la pantalla.

Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.

3.4 La licencia en TUBIX

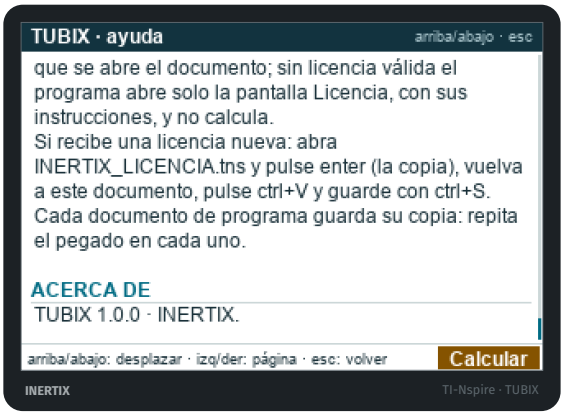


Sin licencia: solo la pantalla Licencia; no hay cálculo.

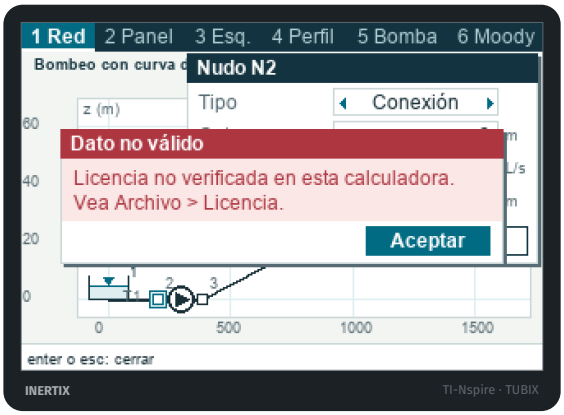


menu **Archivo** → `Licencia` con la licencia activa (ID de ejemplo).

La orden menu **Archivo** → `Licencia` abre la pantalla Licencia sobre el caso; esc vuelve con el caso intacto y calculado. La Ayuda termina con los apartados LICENCIA y ACERCA DE. Sin licencia válida para **esta** calculadora, TUBIX no calcula ni cambia el caso: Resolver, Diseño, Métodos, Tablas, las vistas que requieren cálculo, ejemplos, plantillas, formularios, tablas de datos y herramientas de edición muestran `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.`



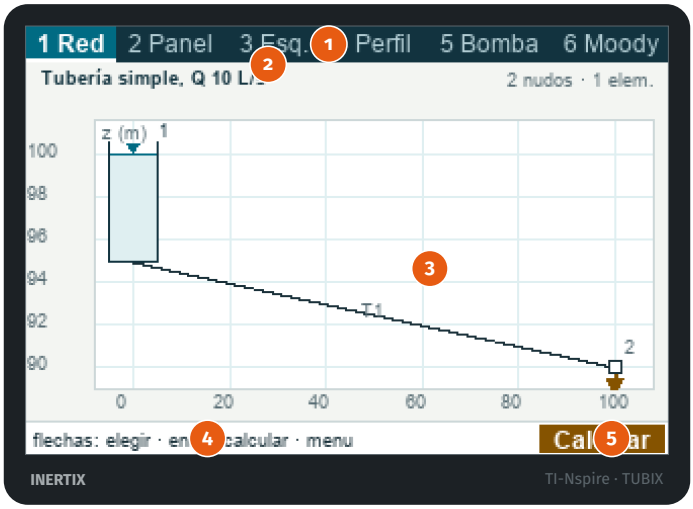
Final de la Ayuda: LICENCIA y ACERCA DE.



Sin licencia válida, un formulario no acepta cambios.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

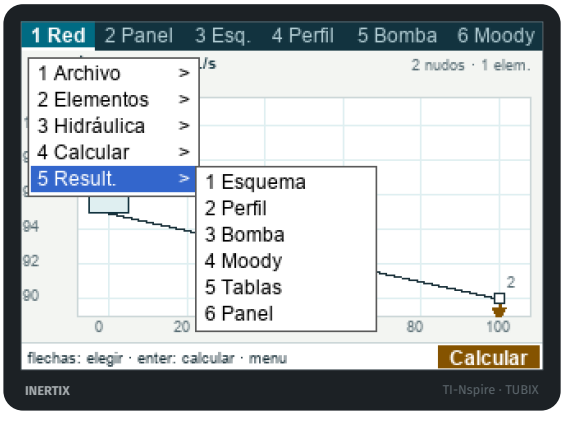


Pantalla inicial: ejemplo «Tubería simple, Q 10 L/s» cargado, sin calcular.

Zona	Uso
1 Pestañas	`Red`, `Panel`, `Esq.`, `Perfil`, `Bomba` y `Moody`: seis vistas del mismo caso. Se eligen con 1 a 6 o con tab.
2 Rótulo	Nombre del sistema y su tamaño (nudos y elementos), o el título de la vista.
3 Lienzo	El sistema en elevación con escalas en m: embalses con agua, conexiones, tuberías, bombas y válvulas.
4 Barra inferior	Ayuda de teclas, datos del objeto elegido o la lectura del cursor de una gráfica.
5 Botón de cálculo	`Calcular` si hay cambios sin resolver (un clic calcula); `Calculado` si los resultados están al día.



menu: categoría Elementos.



menu: categoría Result.

En la guía, menu **Categoría** → `Orden` indica una ruta del menú.

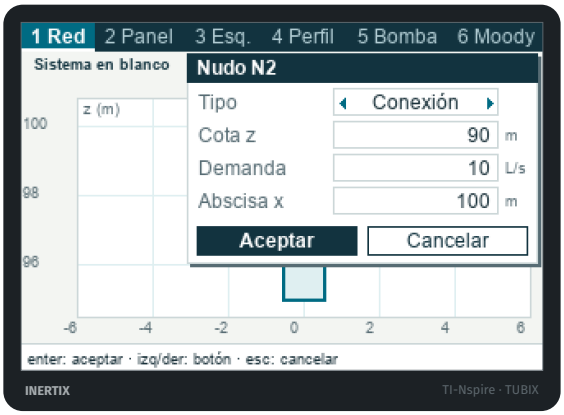
4.2 Teclas y entrada de datos

Tecla	Dónde	Acción
menu	siempre	Abre Archivo, Elementos, Hidráulica, Calcular y Result.
1 … 6, tab	vistas	Cambian de pestaña.
◀ ▶	Red	Recorren los nudos (1, 2, 3, …).
▲ ▼	Red	Recorren los elementos (tuberías, bombas y válvulas).
n b	Red, Esq.	Lista de nudos o de elementos para elegir uno.
enter	Red	Con un objeto elegido abre sus propiedades; sin selección, calcula si hay cambios. Con una herramienta de Elementos, la aplica.
del	Red	Borra el nudo (con sus elementos) o el elemento elegido; pide confirmar.
+ — o	Red, Esq.	Acercan, alejan y encuadran (la vista sigue a la selección).
▲ ▼	Esq.	Cambian la serie: Q, V o h.
Flechas	Perfil, Bomba, Moody	Mueven el cursor; arriba/abajo cambian el nudo final del perfil o la bomba.
◀ ▶	procedimiento	Sección anterior o siguiente; arriba/abajo desplazan.
Flechas, tab, enter	formularios	Recorren campos y opciones; tab lleva a Aceptar.
esc	siempre	Cierra la ventana o el formulario sin cambiar el caso; en la Red quita la herramienta o la selección.
Touchpad	Red y gráficas	Un clic elige (otro clic abre las propiedades), crea con una herramienta o mueve el cursor.

Diferencias con la HP Prime

En la HP los nudos y embalses se crean tocando la pantalla. En la TI-Nspire todo se puede hacer con el teclado: la herramienta menu **Elementos** → `Nudo` abre el formulario del nudo nuevo y la tubería se traza eligiendo dos nudos con las flechas y enter. Hay además una vista `Panel` con el resumen de resultados y tablas editables en menu **Hidráulica** → `Datos`. No hay orden Salir: el documento se guarda con ctrl s.

4.3 Formularios y tablas



Formulario del nudo 2 con sus unidades.



Formulario de la tubería 1.

- ▲ ▼ cambian de campo. Al teclear se **reemplaza** el valor; enter lo acepta. Se admiten operaciones: `1000+200`, `4*25.4`.
- En los campos de opción (Tipo, Material, Curva, Fórmula, Fricción, Viscosidad), ◀ ▶ cambian la opción. Cambiar el `Tipo` rehace los campos: un embalse pide el nivel H; con Hazen-Williams la tubería pide C en lugar de la rugosidad.
- tab lleva a `Aceptar`; esc cierra sin cambiar nada.
- menu **Hidráulica** → `Datos` abre tablas de nudos, tuberías, bombas y válvulas: enter edita la celda, clear la reemplaza, + agrega una fila y del pide confirmar la baja. Con la celda en edición, esc deshace; sin edición, esc o un clic en el título cierra la tabla.

4.4 Resultados pendientes y errores

Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: TUBIX no muestra cifras de una solución anterior. Las vistas de resultados dicen `Resultados pendientes` y enter calcula. Recorrer una gráfica nunca recalcula ni cambia el caso. Un dato fuera de rango no cierra el formulario ni cambia el caso; el aviso dice qué corregir.

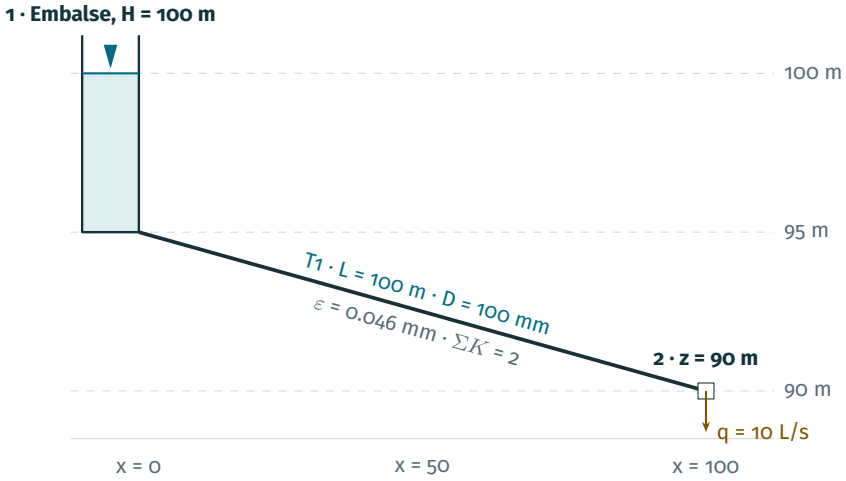
Mensaje	Causa
`La demanda debe ser >= 0 L/s. Un aporte al sistema se modela con un embalse.`	Demanda negativa.
`Diámetro interior fuera de rango ...`	D fuera de los límites del formulario.
`Falta un embalse (nivel fijo): sin él, las cargas no quedan definidas.`	El sistema no tiene embalse.
`Sistema singular: revise conexiones, válvulas cerradas o nudos aislados.`	Un nudo no llega a ningún embalse.
`El cálculo no converge en 80 iteraciones ...`	Curva de bomba o consignas incompatibles.
`...: no aplica, ...`	El método elegido no aplica al caso; el texto dice qué falta.
`Máximo 16 nudos y embalses.` · `Máximo 20 elementos ...`	Límites del programa.

La versión HP tiene un aviso más, `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`, por el corte con la tecla On; en la TI-Nspire no existe ese corte.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado y datos

Un **embalse** con el nivel del agua en **H = 100 m** alimenta, por una **tubería de acero de 100 m y 100 mm**, una conexión situada a la **cota 90 m** que entrega **10 L/s**. Calcular la **velocidad**, el número de Reynolds, el **factor de fricción** (Colebrook-White), las pérdidas por fricción y locales, y la **cota piezométrica y la presión** en el punto de entrega. Comprobar f con el procedimiento de Colebrook y el caudal con el problema tipo II.



Elemento	Datos
Nudo 1 · embalse	Nivel $H = 100$ m; cota de fondo 95 m; abscisa $x = 0$
Nudo 2 · conexión	Cota $z = 90$ m; demanda $q = 10$ L/s; abscisa $x = 100$ m
Tubería 1 (nudos 1-2)	$L = 100$ m; $D = 100$ mm; $\varepsilon = 0.046$ mm (acero); $\Sigma K = 2$
Fórmula de pérdidas	Darcy-Weisbach, f por Colebrook-White
Fluido	Agua a 20 °C: $\nu = 1.004$E-6 m²/s; $g = 9.80665$ m/s²

Fuente: Caso de validación oficial de TUBIX para conducciones forzadas e impulsión en tuberías simples (`Archivo > Ejemplos`). La pérdida de carga continua, gradiente hidráulico y factor de fricción se comprueban analíticamente mediante la ecuación iterativa de Colebrook-White y Darcy-Weisbach.

5.2 Paso a paso

Se construye el caso **desde cero** en 16 pasos, en el mismo orden y con la misma numeración que en la guía HP. La numeración la fija el orden de entrada: el embalse es el nudo 1, la conexión el nudo 2 y la tubería la 1. La fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; ▶ ×3 significa pulsar la tecla tres veces.

1 Sistema nuevo en blanco



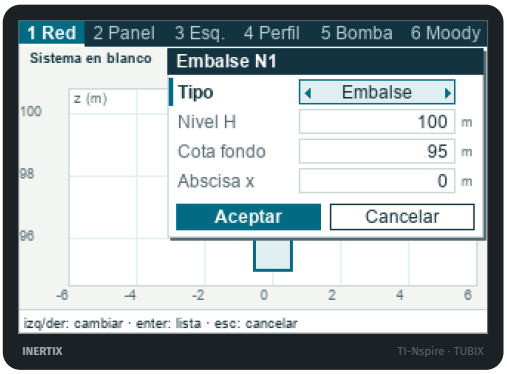
TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` 7

menu **Archivo** → `Nuevo` lista las plantillas; 7 elige `En blanco: solo un embalse`, que deja el embalse 1 con la fórmula, el fluido y los criterios por defecto.

✓ **Debe verse:** Red con el embalse 1 solo; resultados pendientes

2 Revisar el embalse 1



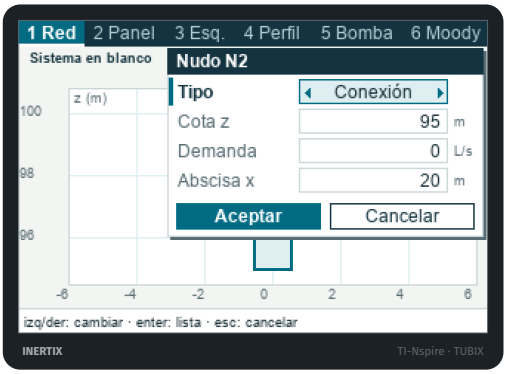
TECLAS

▶ enter

▶ elige el nudo 1 y enter abre su formulario. El nivel ($H = 100$ m) y la cota de fondo (95 m) ya son los del enunciado: no hay que cambiar nada.

✓ **Debe verse:** Formulario «Embalse N1»: Nivel H 100 m, Cota fondo 95 m, Abscisa x 0 m

3 Crear el nudo 2



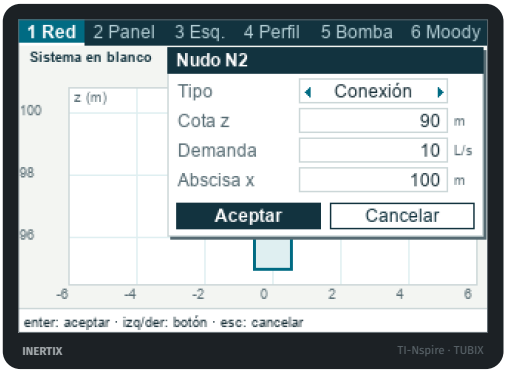
TECLAS

esc menu **Elementos** → `Nudo` enter

esc cierra el formulario. menu **Elementos** → `Nudo` arma la herramienta y enter abre el formulario de la conexión nueva, a la derecha del nudo elegido. El nudo se crea al aceptar.

✓ **Debe verse:** Formulario «Nudo N2» de la conexión nueva (se crea al aceptar)

4 Datos del nudo 2



TECLAS

▼ clear 9 0 enter clear 1 0 enter clear 1 0 ×2 enter

Se escriben la cota $z = 90$ m, la demanda de 10 L/s y la abscisa $x = 100$ m; enter acepta cada campo.

✔ **Debe verse:** Cota z 90 m, Demanda 10 L/s, Abscisa x 100 m

5 Aceptar y dibujar la tubería



TECLAS

enter menu **Elementos** → Tubería ◀ enter ▶ enter

El foco ya está en Aceptar: enter acepta y el nudo 2 baja a su sitio. menu **Elementos** → Tubería: ◀ elige el embalse y enter lo fija como inicio; ▶ elige el nudo 2 y enter crea la tubería. La longitud se toma del dibujo (con el desnivel) y el diámetro, el valor por defecto de 100 mm.

✔ **Debe verse:** Tubería T1 de N1 a N2; L toma la distancia del dibujo

6 Datos de la tubería 1



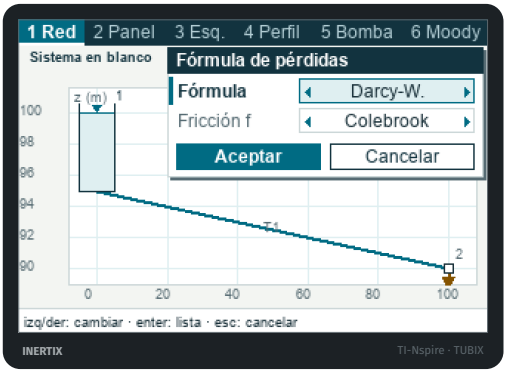
TECLAS

menu **Elementos** → Selec. ▲ enter clear 1 0 ×2 enter ▼ ×2 clear 2 enter

menu **Elementos** → Selec., ▲ elige la tubería 1 y enter abre su formulario. Se corrige $L = 100$ m y se escribe $K = 2$ (entrada más salida). La rugosidad de 0.046 mm corresponde al acero.

✔ **Debe verse:** Formulario «Tubería T1 (1-2)»: L 100 m, D 100 mm, Rugosidad 0.046 mm, K local 2

7 Aceptar y revisar la fórmula



TECLAS

tab enter menu **Hidráulica** → `Fórmula`

Tras aceptar, menu **Hidráulica** → `Fórmula` muestra Darcy-Weisbach con f por Colebrook-White, que es lo que pide el enunciado.

✔ **Debe verse:** Fórmula Darcy-W., Fricción f Colebrook

8 Revisar el fluido



TECLAS

esc menu **Hidráulica** → `Fluido`

menu **Hidráulica** → `Fluido` toma la viscosidad del agua `Según T`: a 20 °C da $\nu = 1.004$E-6 m²/s. Con `Manual` se escriben ν y ρ directamente.

✔ **Debe verse:** Fluido: agua, Viscosidad Según T, Temp. T 20 °C

9 Resolver



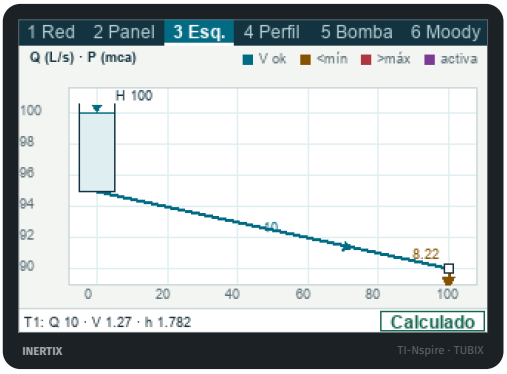
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` valida los datos y resuelve con Newton global: converge en dos iteraciones y el botón pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»; la red muestra la solución

10 Esquema de resultados



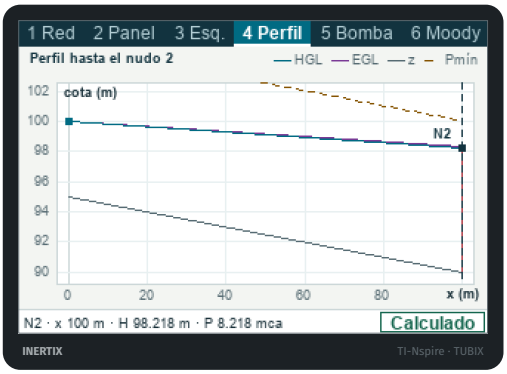
TECLAS

3

3 abre el esquema: caudal de cada tubería y presión de cada nudo, con colores según los criterios. ▲ ▼ cambian a la velocidad o a la pérdida.

✔ **Debe verse:** Q 10 L/s en T1 y P 8.218 mca en N2

11 Perfil de energía



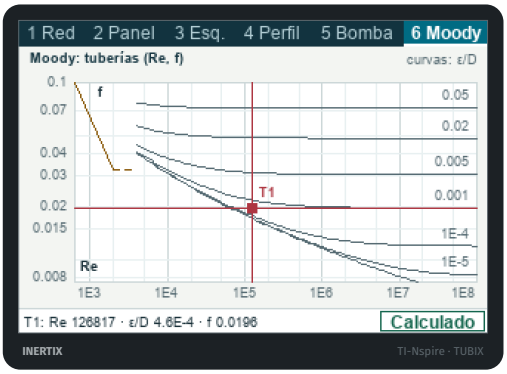
TECLAS

4

4 dibuja la línea piezométrica (HGL), la de energía (EGL), el terreno y $z + P_{\text{mín}}$ hasta el nudo 2. La separación entre la HGL y la tubería es la presión: 8.22 mca en la entrega.

✔ **Debe verse:** HGL, EGL, terreno y z + Pmín hasta el nudo 2

12 Diagrama de Moody



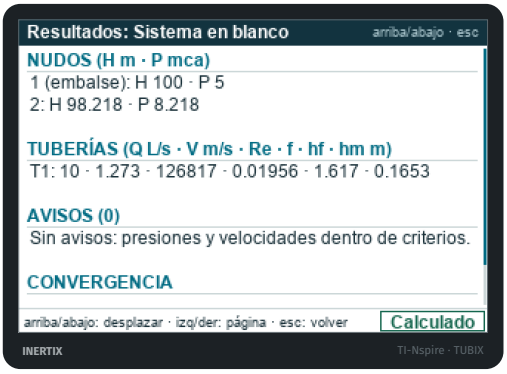
TECLAS

6

6 sitúa la tubería sobre las curvas de Colebrook: con Re $= 126\,817$ y $\varepsilon/D = 4.6$E-4 el flujo es turbulento, en la zona donde f depende de Re y de la rugosidad: $f = 0.0196$.

✔ **Debe verse:** T1 sobre las curvas de Colebrook: Re 1.27E5, f 0.0196

13 Tablas de resultados



TECLAS

menu **Result.** → `Tablas`

menu **Result.** → `Tablas` reúne todos los valores: H y P de cada nudo; Q, V, Re, f, h_f y h_m de cada tubería; avisos y convergencia. Son los resultados que se comparan con la referencia.

✔ **Debe verse:** Documento con nudos, tuberías, avisos y convergencia

14 Lista de métodos



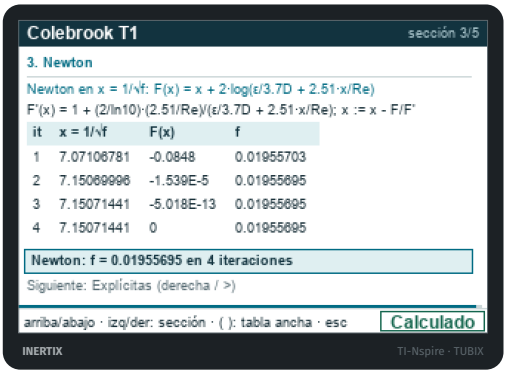
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Métodos`

menu **Calcular** → `Métodos` lista los 13 procedimientos. Los que no aplican llevan una `x` y el motivo, por ejemplo `el sistema no tiene bombas`.

✔ **Debe verse:** Lista de 13 métodos; los que no aplican llevan «x» y el motivo

15 Colebrook por Newton



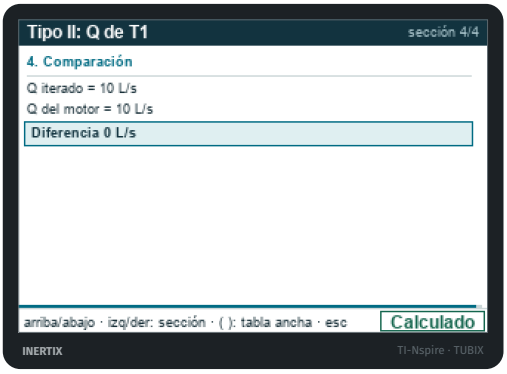
TECLAS

3 ▶ ×2

3 abre «Colebrook: punto fijo y Newton» y ▶ ×2 lleva a la sección 3: la iteración en $x = 1/\sqrt{f}$ llega en 4 pasos a $f = 0.01955695$, el valor del motor.

✔ **Debe verse:** Método 3, sección 3: iteración de Newton en x = 1/√f hasta f = 0.01955695

16 Tipo II: caudal con la pérdida



TECLAS

esc menu **Calcular** → Métodos 4 ▶ ×6

El método 4 hace el problema inverso: con la pérdida total del motor (1.7818 m) y $D = 100$ mm itera f hasta hallar el caudal. La comparación final da 10 L/s, igual que el motor.

✔ **Debe verse:** Método 4, última sección: Q = 10 L/s, igual que el motor

5.3 Resultados

TUBIX coincide con la referencia

Velocidad, Reynolds, factor de fricción, pérdidas, cota piezométrica y presión en la entrega coinciden con el cálculo independiente y con la versión HP; el problema tipo II recupera los 10 L/s.

Magnitud	Referencia	TUBIX	Estado
Velocidad V	1.273240 m/s	1.27324 m/s	Coincide
Número de Reynolds	126 817	126 817	Coincide
Factor de fricción f	0.019557	0.0195570	Coincide
Pérdida por fricción h_f	1.6165 m	1.6165 m	Coincide
Pérdida local h_m	0.1653 m	0.1653 m	Coincide
Pérdida total $h_f + h_m$	1.7818 m	1.7818 m	Coincide
Cota piezométrica del nudo 2	98.218 m	98.218 m	Coincide
Presión en el nudo 2	8.218 mca	8.218 mca	Coincide
Caudal por el problema tipo II	10 L/s	10 L/s	Coincide

La referencia es el cálculo independiente del caso (también reproducido con EPANET 2.2). TUBIX resuelve el sistema con Newton global en 2 iteraciones; Colebrook converge en 4 iteraciones de Newton.

Comprobación a mano

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.010}{\pi \times 0.100^2} = 1.2732 \text{ m/s}, \qquad \text{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{1.2732 \times 0.100}{1.004\text{E-}6} = 126\,817$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{1.2732^2}{2 \times 9.80665} = 0.082655 \text{ m}, \qquad h_f = f\,\frac{L}{D}\,\frac{V^2}{2g} = 0.019557 \times 1000 \times 0.082655 = 1.6165 \text{ m}$$

$$h_m = \Sigma K\,\frac{V^2}{2g} = 2 \times 0.082655 = 0.1653 \text{ m}, \qquad H_2 = 100 - 1.6165 - 0.1653 = 98.218 \text{ m}$$

$$P_2 = H_2 - z_2 = 98.218 - 90 = 8.218 \text{ mca}$$

6 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca; son los mismos OI-1 a OI-6 de la guía HP. menu **Archivo** → `Ejemplos` y menu **Archivo** → `Nuevo` **sustituyen el sistema** (guarde antes el documento) y lo dejan sin calcular.

OI-1 · Bombeo con curva de 3 puntos

Un pozo (nivel 3 m) bombea a un tanque (nivel 60 m) por 10 m de succión de 250 mm y 1500 m de impulsión de 200 mm. La bomba pasa por (0; 90 m), (40 L/s; 80 m) y (80 L/s; 55 m) con eficiencia del 78 %.

1. **Cargar el ejemplo.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 4.

   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` 4
2. **Datos de la bomba.** b lista los elementos; se elige la bomba y enter abre su curva.

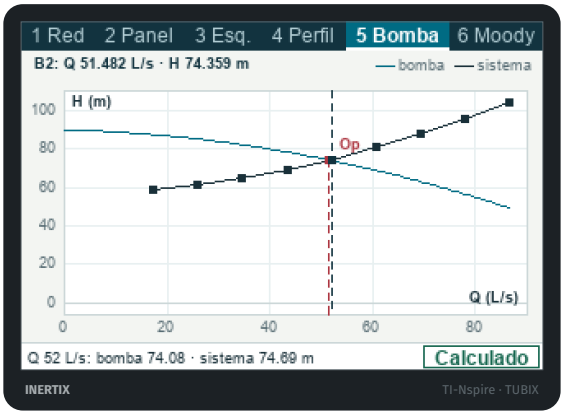
   b 2 enter
3. **Resolver.** esc sin cambios y menu **Calcular** → `Resolver`.

   esc menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Curvas bomba y sistema.** 5: curva de la bomba, curva del sistema y punto de operación `Op`.

   5
5. **Recorrer la curva del sistema.** ▶ mueve el cursor por los puntos de la curva del sistema; no recalcula.

   ▶ ×4
6. **Potencia en el Panel.** 2: el Panel da $Q \cdot H$ de la bomba y la potencia al eje.

   2 ▼ ×6



Curvas bomba–sistema y punto de operación.



Panel con la bomba.

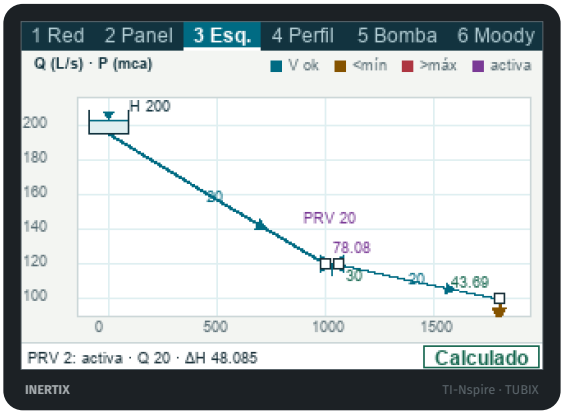
Resultado	TI-Nspire (= HP)
Caudal de operación	51.482 L/s
Carga de la bomba	74.359 m
Potencia al eje ($\eta = 78$ %)	48.04 kW

Cómo leerlo. El punto de operación es el cruce de las dos curvas: con más caudal la bomba da menos carga de la que pide el sistema. Si las curvas no se cruzan, la bomba queda detenida y el Panel lo avisa.

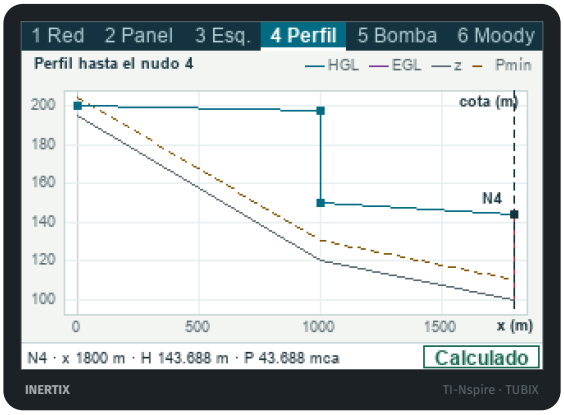
OI-2 · Gravedad con reductora PRV

Una conducción por gravedad desde un embalse a 200 m entrega 20 L/s a la cota 100 m; una válvula reductora de 150 mm fija 30 mca aguas abajo.

1. **Cargar la plantilla.** menu **Archivo** → `Nuevo`, opción 6.
   1 menu **Archivo** → `Nuevo` 6
2. **Consigna de la válvula.** b, la válvula y enter: tipo PRV, diámetro y consigna.
   b 2 enter
3. **Resolver y ver el esquema.** esc, menu **Calcular** → `Resolver` y 3: la válvula aparece activa.
   esc menu **Calcular** → `Resolver` 3
4. **Perfil: salto en la válvula.** 4: la HGL cae en la válvula.
   4
5. **Estados de las válvulas.** menu **Calcular** → `Métodos`, «Válvulas: estados»: cómo se decidió el estado.
   menu **Calcular** → `Métodos` ▼ ×11 enter ▶



Esquema: la PRV queda activa.



Perfil: salto de carga en la válvula.

Resultado	TI-Nspire (= HP)
Estado de la válvula	Activa
Presión aguas abajo / aguas arriba de la PRV	30.000 / 78.08 mca
Caudal	20 L/s

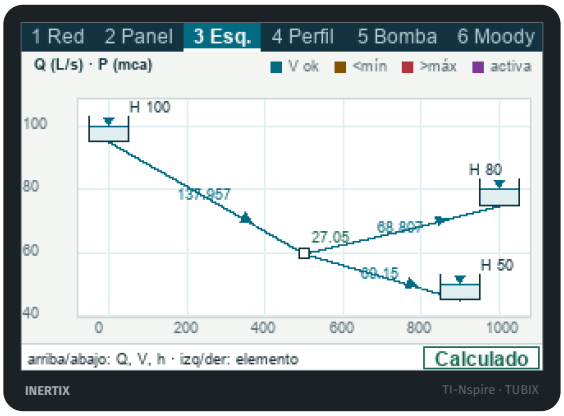
Cómo leerlo. Aguas arriba la presión sería excesiva; la PRV disipa la diferencia y deja la consigna. Si el sistema no puede llegar a la consigna con la válvula activa, la válvula queda abierta y se informa.

OI-3 · Tres depósitos con f dada

Tres embalses (niveles 100, 80 y 50 m) unidos a un nudo por tuberías de 300, 250 y 200 mm con f = 0.020, 0.022 y 0.025.

1. **Cargar el ejemplo.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 3.
   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` 3
2. **Fricción dada.** menu **Hidráulica** → `Fórmula`: Darcy-W. con `f dada`.
   menu **Hidráulica** → `Fórmula`

3. **Resolver.** esc, menu **Calcular** → `Resolver` y 3: sentido de cada caudal.
   esc menu **Calcular** → `Resolver` 3
4. **Tanteo de HJ.** menu **Calcular** → `Métodos`, opción 9: tanteo de H_J por bisección.
   menu **Calcular** → `Métodos` 9 ▶
5. **Comparación con el motor.** ▶ hasta la última sección: comparación con el motor.
   ▶ ×6



Caudales y sentido en cada tubería.



Tanteo de H_J.

Resultado	TI-Nspire (= HP)
Cota piezométrica del nudo H_J	87.053 m
Caudales T1 / T2 / T3	137.96 / 68.81 / 69.15 L/s
Sentido	Sale del embalse 1; llega a los embalses 2 y 3

Cómo leerlo. H_J queda entre los niveles: el embalse más alto aporta y los otros dos reciben. Ejercicio de la asignatura CIV-2209 con f fija (planteamiento de Streeter y de Sotelo).

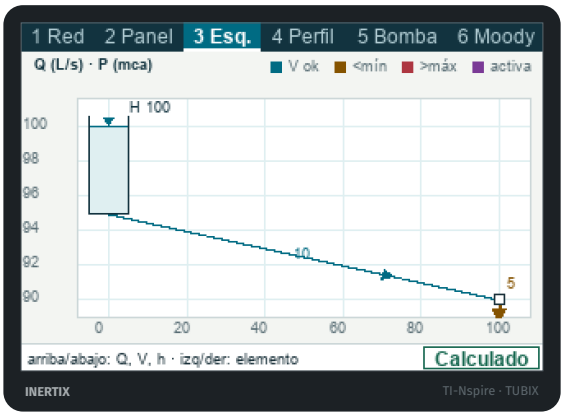
OI-4 · Diseño del diámetro

Con el ejemplo guiado calculado, se busca el diámetro de la tubería 1 que deja **5 mca en el nudo 2**.

1. **Cargar y resolver el ejemplo 1.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 1, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Incógnita y condición.** menu **Calcular** → `Diseño`: incógnita `D tubería` 1; condición `P nudo` 2; valor 5 mca.
   menu **Calcular** → `Diseño` ▼ ×4 clear 5 enter
3. **Buscar el diámetro.** Aceptar: TUBIX busca el diámetro y pregunta si lo aplica.
   enter
4. **Aplicar y recalcular.** enter aplica y recalcula.
   enter
5. **Búsqueda paso a paso.** menu **Calcular** → `Métodos`, «Diseño: búsqueda»: las evaluaciones de la búsqueda.
   menu **Calcular** → `Métodos` ▲ enter ▶



Incógnita y condición del diseño.



Esquema tras aplicar el diámetro.

Resultado	TI-Nspire (= HP)
Diámetro que cumple $P_2 = 5$ mca	81.10 mm
Presión recalculada en el nudo 2	5.000 mca
Velocidad con ese diámetro	1.94 m/s

Cómo leerlo. Es el diámetro interior exacto. Elija después un diámetro comercial mayor, escríbalo en la tubería y recalcule: la presión quedará por encima de 5 mca. La incógnita puede ser también el nivel H de un embalse, y la condición, un caudal en un elemento.

OI-5 · Hazen-Williams y tablas de datos

Una derivación calculada con Hazen-Williams. Las tablas de datos permiten revisar y cambiar varias tuberías sin abrir sus formularios.

1. **Cargar el ejemplo.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 5.
   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` 5
2. **Tabla de tuberías.** menu **Hidráulica** → `Datos`, opción 2: tabla de tuberías con L, D, C y K.
   menu **Hidráulica** → `Datos` 2
3. **Resolver.** esc, menu **Calcular** → `Resolver` y 2: Panel con P mínima y V máxima.
   esc menu **Calcular** → `Resolver` 2
4. **Hazen-Williams frente a Darcy.** menu **Calcular** → `Métodos`, opción 6: Hazen-Williams frente a Darcy-Weisbach.
   menu **Calcular** → `Métodos` 6 ▶

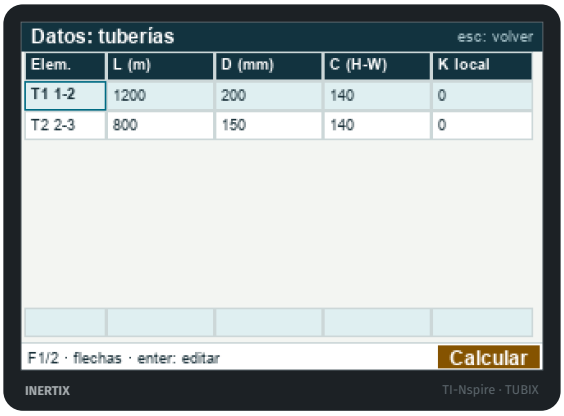


Tabla «Datos: tuberías».



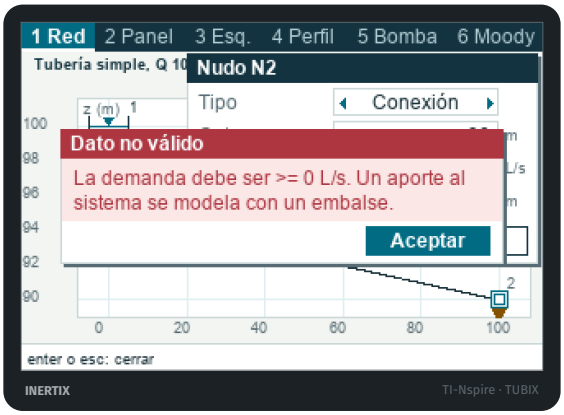
Panel de resultados.

Cómo leerlo. El Panel empieza por la presión mínima y la velocidad máxima, en negrita y con color según los criterios. El método 6 compara la pérdida de cada tubería con las dos fórmulas: Hazen-Williams solo vale para agua en régimen turbulento.

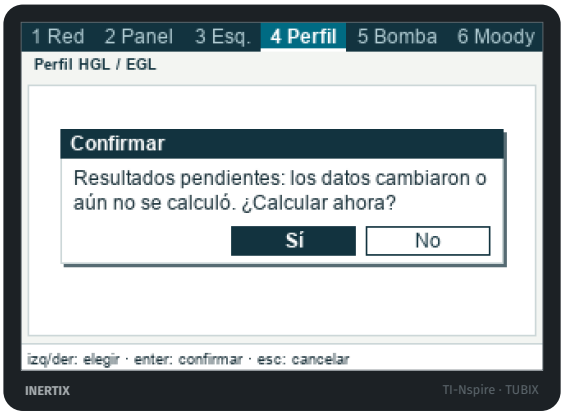
OI-6 · Errores, resultados pendientes y guardado

1. **Dato no válido.** Ejemplo 1 calculado; `n`, nudo 2, `enter`; demanda -2 y Aceptar.
   `1` `menu` **Archivo** → `Ejemplos` `1` `menu` **Calcular** → `Resolver` `n` `2` `enter` `▼`×2 `clear` `-` `2` `enter` `tab` `enter`
2. **Cancelar.** `enter` cierra el aviso y `esc` el formulario: nada cambió.
   `enter` `esc`
3. **Cambiar un dato deja pendiente.** Demanda 12 L/s y `4`: la vista pide calcular.
   `enter` `▼`×2 `clear` `1` `2` `enter` `tab` `enter` `4`
4. **Calcular desde la vista.** `enter` calcula y muestra el perfil.
   `enter`
5. **Guardar el documento y reabrirlo (ctrl+S).** `ctrl` `S` guarda; al reabrir vuelve el caso, sin resultados.
   (abrir el documento)

Cómo leerlo. El documento guarda los datos del caso, no los resultados: al reabrirlo basta calcular.



Dato no válido: el formulario sigue abierto.



Resultados pendientes.

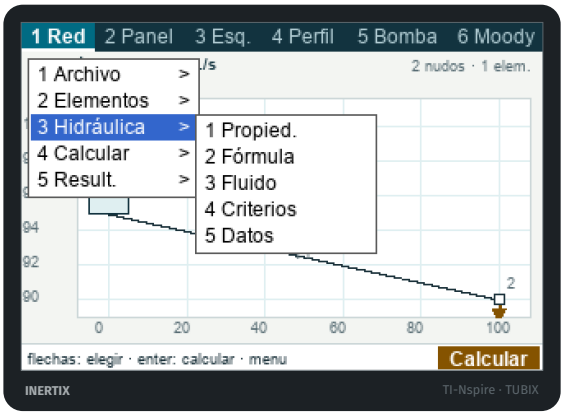
7 Referencia de menús y opciones

7.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Plantillas: «Tubería simple (2 embalses)», «Conducción en serie», «Tramos en paralelo», «Tres depósitos», «Bombeo a tanque elevado», «Gravedad con reductora PRV» y «En blanco: solo un embalse». Reemplazan el sistema y restauran fórmula, fluido y criterios.
Ejemplos	«Tubería simple, Q 10 L/s», «Laminar y turbulento (Re 1E3 y 1E5)», «Tres depósitos con f dada», «Bombeo con curva de 3 puntos» y «Derivación con Hazen-Williams».
Ayuda	Flujo de trabajo, teclas, red, elementos, formularios, cálculo, resultados, modelo, límites y guardado.
Licencia	Pantalla Licencia (estado, ID y control); esc vuelve.



menu: Archivo.



menu: Hidráulica.

7.2 Elementos

Herramientas de la vista Red. Con el teclado actúan con enter sobre el nudo o elemento elegido; con el touchpad, como en la HP.

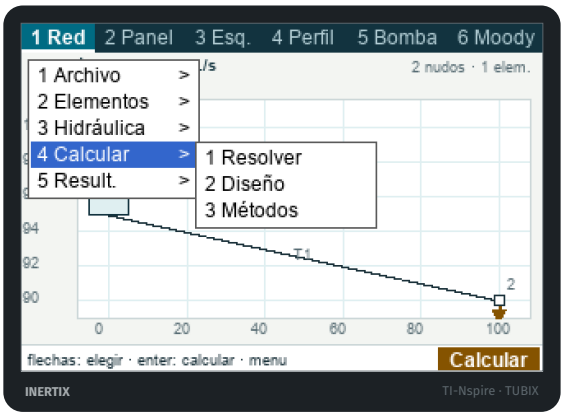
Herramienta	Qué hace
Selec.	enter abre las propiedades del objeto elegido.
Nudo	Sin tubería elegida abre el formulario de una conexión nueva; con una tubería elegida, la divide en dos.
Embalse	Agrega un embalse nuevo; con una conexión elegida la convierte ($H = z + 5$ m; pide confirmar).
Tubería	enter fija el nudo elegido como inicio; elija el final y enter. L toma la distancia del dibujo.
Bomba, Válvula	Con una tubería elegida se insertan en el medio; también pueden unir dos nudos.
Borrar	enter quita el objeto elegido; pide confirmar. Al borrar un nudo se renumeran los siguientes.

7.3 Hidráulica

Orden	Qué hace
Propied.	Formulario del objeto elegido: conexión (z, q, x); embalse (H, fondo, x); tubería (L, D, ε o C o f, K, material); bomba (1 o 3 puntos, eficiencia); válvula (tipo, diámetro, consigna, K abierta).
Fórmula	Darcy-Weisbach (Colebrook, Swamee-Jain o f dada) o Hazen-Williams.
Fluido	Agua según la temperatura (0 a 100 °C) o ν y ρ manuales; g.
Criterios	$P_{\text{mín}}$, $P_{\text{máx}}$ (mca), $V_{\text{mín}}$, $V_{\text{máx}}$ (m/s); por defecto 10, 50, 0.3 y 3.
Datos	Tablas editables de nudos, tuberías, bombas y válvulas, y el resumen de datos en texto.

7.4 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Valida los datos y resuelve con Newton global y el ciclo de estados de bombas y válvulas.
Diseño	Diámetro de una tubería o nivel de un embalse para un caudal en un elemento o una presión en un nudo; ofrece aplicarlo y recalcular.
Métodos	Los 13 procedimientos. La lista marca con «x» los que no aplican y dice por qué.



menu: Calcular.



Lista de métodos del ejemplo guiado.

Método	Cuándo aplica y dónde se ve
1 Motor: Newton global	Siempre: planteamiento, iteraciones, jacobiano, estados y verificación.
2 Pérdidas tubería a tubería	Con tuberías: V, Re, f, h_f y h_m de cada una.
3 Colebrook	Darcy con Colebrook y flujo turbulento (ejemplo guiado, paso 15).
4 Tipo II · 5 Tipo III	Caudal con la pérdida, o diámetro con caudal y pérdida (paso 16).
6 Hazen-Williams y Darcy	Con rugosidad o C (OI-5).
7 Serie · 8 Paralelo	Plantillas «Conducción en serie» y «Tramos en paralelo».
9 Tres depósitos	Un nudo unido por 3 tuberías a 3 embalses (OI-3).
10 Bomba y sistema · 11 Perfil	Con bomba (OI-1); perfil de energía hasta un nudo.
12 Válvulas · 13 Diseño	Con válvulas (OI-2); tras un diseño (OI-4).

7.5 Result.

Orden	Qué hace
Esquema	Q, V o h por elemento y P por nudo, con color según los criterios y estado de las válvulas.
Perfil	HGL, EGL, terreno y $z + P_{\text{mín}}$ hasta un nudo de destino, con cursor.
Bomba	Curva de la bomba, curva del sistema y punto de operación, con cursor en Q.
Moody	Curvas de Colebrook (ε/D de 0 a 0.05), laminar y las tuberías del sistema.
Tablas	Nudos, tuberías, bombas, válvulas, avisos y convergencia, en texto.
Panel	Resumen (P mínima, V máxima, demanda, avisos, iteraciones) y valores por nudo y elemento.

8 Fundamento teórico breve

8.1 Ecuaciones del sistema

$$H_i - H_j = h(Q) \quad \text{(cada elemento)}, \qquad \sum Q_{\text{entra}} - \sum Q_{\text{sale}} = q_k \quad \text{(cada conexión)} \tag{1}$$

Donde: H cota piezométrica (fija en los embalses), $h(Q)$ pérdida de la tubería, menos la carga de la bomba o la pérdida de la válvula. Newton global resuelve todos los Q y H a la vez, con búsqueda lineal; un ciclo de estados decide si cada bomba trabaja y si cada válvula está activa, abierta o cerrada.

8.2 Pérdidas de carga

$$h = \left(f\,\frac{L}{D} + K \right) \frac{V^2}{2g}, \qquad V = \frac{4Q}{\pi D^2}, \qquad \text{Re} = \frac{V D}{\nu} \tag{2}$$

$$\text{Colebrook: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{f}} \right) \qquad \text{Swamee-Jain: } f = \frac{0.25}{\left[\log\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right]^2} \tag{3}$$

$$\text{Hazen-Williams: } h_f = \frac{10.67\, L\, Q^{1.852}}{C^{1.852}\, D^{4.871}} \tag{4}$$

Donde: Laminar (Re < 2000): $f = 64/\text{Re}$; de 2000 a 4000, f se interpola linealmente. Colebrook se resuelve por Newton en $x = 1/\sqrt{f}$. En Hazen-Williams, Q en m³/s y D en m.

8.3 Bombas y válvulas

$$\text{1 punto: } H = \tfrac{4}{3}H_d - \tfrac{H_d}{3}\left(\frac{Q}{Q_d} \right)^2, \qquad \text{3 puntos: } H = a + b\,Q + c\,Q^2 \text{ por } (0, H_0), (Q_1, H_1), (Q_2, H_2) \tag{5}$$

$$P_{\text{eje}} = \frac{\rho\, g\, Q\, H}{\eta} \tag{6}$$

Donde: La bomba tiene retención: si no vence la carga queda detenida. TCV: pérdida $K\,V^2/2g$; PRV fija la presión aguas abajo; PSV, la de aguas arriba; PBV, una pérdida fija; FCV, un caudal máximo.

8.4 Problemas clásicos

$$\text{Tipo II: } V = \sqrt{\frac{2g\,h}{f\,L/D + K}},\ Q = V\,\frac{\pi D^2}{4} \qquad \text{Tres depósitos: } \sum_i Q_i(H_J) = 0 \tag{7}$$

Donde: En el tipo II se supone f, se calcula Q y se corrige f con Colebrook hasta que no cambia; el tipo III busca D del mismo modo. En tres depósitos, cada Q_i sale de $|H_i - H_J|$ y se ajusta H_J por bisección. Paralelo: se reparte un caudal supuesto y se corrige con la misma pérdida en todas las ramas.

> **Nota**
> La cota piezométrica de un nudo sigue el convenio de EPANET: la carga de velocidad no se suma, y las pérdidas de entrada (0.5) y salida (1.0) se dan en K. Por eso el ejemplo guiado usa $\Sigma K = 2$.

9 Preguntas frecuentes

¿Cómo creo un sistema nuevo?

menu **Archivo** → `Nuevo` y una plantilla. Con `En blanco: solo un embalse` se agregan nudos con menu **Elementos** → `Nudo` y tuberías con menu **Elementos** → `Tubería`, todo con el teclado.

Al calcular dice «Sistema singular».

Algún nudo no llega a un embalse por elementos, o una válvula cerrada lo aísla. Únalo con menu **Elementos** → `Tubería` y vuelva a calcular.

¿Cómo meto un aporte de agua en un nudo?

La demanda solo admite valores ≥ 0. Un aporte se modela con un embalse: con la conexión elegida, menu **Elementos** → `Embalse` y enter la convierten.

¿Por qué la longitud de la tubería no es la que esperaba?

Al trazarla se toma la distancia entre los nudos, desnivel incluido. Corrija L en el formulario o en menu **Hidráulica** → `Datos`.

La bomba aparece detenida.

No vence la carga del sistema: la retención la cierra. Revise la curva o los niveles; la vista `Bomba` muestra si las curvas se cruzan.

La válvula queda «abierta» y no regula.

Con la consigna pedida el sistema no tiene solución con la válvula activa; TUBIX la deja abierta y lo informa en «Válvulas: estados».

¿Pierdo el sistema al cerrar?

No, si guarda el documento con ctrl S: al abrirlo vuelve el caso con los resultados pendientes.

La pantalla dice «Licencia no verificada».

Abra menu **Archivo** → `Licencia`: muestra el estado y el ID de la calculadora. Siga sus instrucciones o escriba a soporte con el código que aparece.