INERTIX

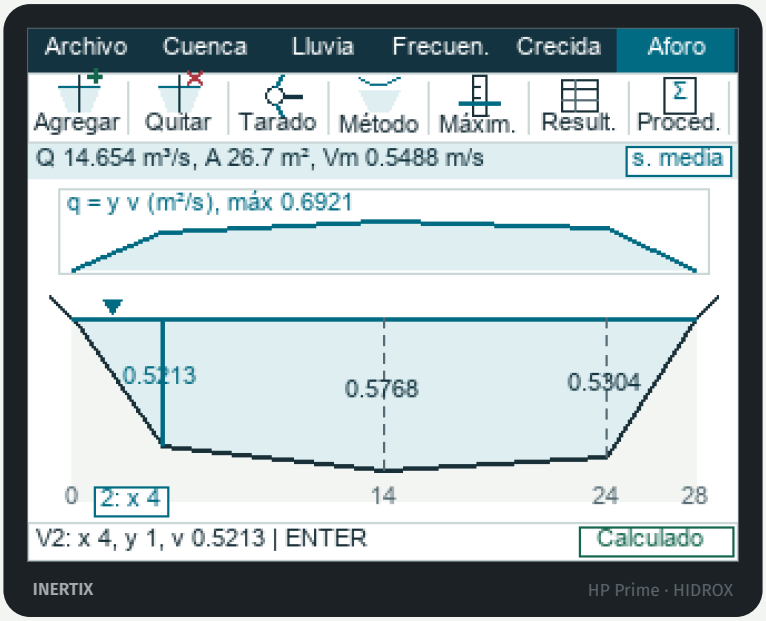
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

HIDROX

Hidrología aplicada: cuenca, lluvia, frecuencia, crecidas y aforo

Versión 2026.10 **HP Prime G1 · G2** Hidráulica e hidrología · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

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 **4**

1.1. Qué calcula . . . 4

1.2. Unidades y convenciones . . . 4

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación **5**

2.1. Qué necesita . . . 5

2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 5

3. Licencia de uso **6**

4. La interfaz **6**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 7

4.2. Teclas . . . 8

4.3. Formularios, tablas y resultados pendientes . . . 8

5. Ejemplo guiado **8**

5.1. Enunciado . . . 8

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 9

5.4. Resultados . . . 15

6. Opciones importantes **16**

6.1. OI-1 · Frecuencia: Gumbel por parámetros, N = 30, T = 50 años . . . 16

6.2. OI-2 · Lluvia de diseño, hietograma y crecida por hidrograma unitario . . . 17

6.3. OI-3 · Crecida por isócronas: cuenca de 50 km² . . . 18

6.4. OI-4 · Tránsito Muskingum: K = 2.3 h, X = 0.15 . . . 19

6.5. OI-5 · Método racional: cuenca urbana de 1.2 km² . . . 20

6.6. OI-6 · Evapotranspiración y dato no válido . . . 21

7. Referencia de menús y opciones **22**

7.1. 1 · Archivo . . . 22

7.2. 2 · Cuenca . . . 22

7.3. 3 · Lluvia . . . 23

7.4. 4 · Frecuencia . . . 23

7.5. 5 · Crecida 23
7.6. 6 · Aforo 24
7.7. Errores, avisos y corte con ON 24

8. Fundamento teórico breve **24**

9. Preguntas frecuentes **26**

1 Presentación y alcance

HIDROX resuelve en la calculadora HP Prime los problemas habituales de hidrología superficial: características de la cuenca, lluvia de diseño, análisis de frecuencia de máximos, crecidas y su tránsito, y aforo con molinete. Cada espacio de trabajo tiene un lienzo gráfico (croquis de la cuenca, curva IDF, papel de Gumbel, hidrograma o sección de aforo), formularios y tablas que se editan en la propia celda, y procedimientos paso a paso con la fórmula, la sustitución y la comparación con el resultado del programa. Está pensado para estudiantes de ingeniería civil y para profesionales que necesitan un cálculo rápido y verificable en campo.

1.1 Qué calcula

- **Cuenca**: pendiente, tiempo de concentración por Kirpich, California, Témez y Giandotti (o su promedio, o un valor manual) y precipitación media por media aritmética, Thiessen e isoyetas.
- **Lluvia**: curva IDF $i = a/(t + b)^c$, ajuste de a y c por mínimos cuadrados, evento de diseño por bloques alternos con pérdidas SCS-CN o coeficiente C, y consistencia de datos (dato faltante, doble masa, regresión y pluviograma).
- **Frecuencia**: Gumbel con N finito y asintótico, Normal, Log-normal y Log-Pearson III, prueba de Kolmogórov-Smirnov ($\alpha = 0.05$) y riesgo de excedencia en la vida útil.
- **Crecida**: método racional, pico SCS-CN, hidrograma unitario (NRCS triangular, NRCS curvilíneo, Snyder o tabulado) con convolución, isócronas y fórmula regional; tránsito por Muskingum o Puls modificado.
- **Aforo**: tarado del molinete por mínimos cuadrados, verticales con velocidad media o medidas por revoluciones a $0.6y$ o a $0.2y$ y $0.8y$, caudal por sección media, q(x) trapecial y semisuma, y maxímetro (niveles de Hazen y caudal por Manning).
- **Evapotranspiración y balances**: tanque clase A, Hargreaves-Samani, Thornthwaite mensual y anual, lisímetro y balance hídrico de cuenca.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad
Área de cuenca, longitud del cauce	km^2, km
Cotas, abscisas y profundidades	m
Tiempo de concentración, tiempos del hidrograma	h
Duración en la IDF	min
Intensidad, precipitación	mm/h, mm
Caudal, velocidad	m^3/s, m/s
Período de retorno, vida útil	años
Temperatura, radiación (ET)	°C, $MJ/m^2 \cdot d$
Capturas de esta guía	**ADAPTADAS**: el programa traducido a Python y dibujado en una pantalla de 320 × 240; no son capturas del emulador ni de la calculadora

Solo se trabaja en el sistema internacional; las unidades se muestran junto a cada campo.

1.3 Límites y fuera de alcance

Fuera de alcance

- Solo unidades SI; no hay selector de otros sistemas.
- El tránsito es hidrológico (Muskingum y Puls). No resuelve tránsito hidráulico (Saint-Venant) ni remansos; para el flujo en canales use CANALIX.
- La cuenca se describe con sus datos (área, longitud, cotas, estaciones, isoyetas y zonas isócronas); el programa no traza la cuenca a partir de un modelo de elevación.
- La evapotranspiración se limita a los métodos listados (sin Penman-Monteith).
- Las tablas tienen límites de filas: 80 años en la serie de máximos, 120 ordenadas en el hidrograma de entrada y 12 ensayos de tarado. Las convoluciones y tránsitos largos pueden tardar unos segundos en la calculadora.

2 Instalación

2.1 Qué necesita

- Calculadora **HP Prime G1 o G2** con el firmware actualizado.
- Un computador con **HP Connectivity Kit** y el cable USB de la calculadora.
- Los dos archivos que recibió con su compra:
  - la aplicación: `HIDROX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_HIDROX.hpprgm`.

  En el plan fundador el archivo de licencia es `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`.

2.2 Copiar el programa a la calculadora

1. Conecte la calculadora al computador y abra HP Connectivity Kit. La calculadora aparece como **HP Prime** en el panel *Calculadoras*.
2. Seleccione el archivo `HIDROX.hpappdir` y **arrástrelo sobre HP Prime** en ese panel. La aplicación se copia automáticamente al lugar que le corresponde; espere a que termine la transferencia.
3. Haga lo mismo con el **archivo de licencia**: arrástrelo sobre **HP Prime**. Basta copiarlo una vez; no hay que abrirlo ni escribir ninguna clave.
4. En la calculadora pulse Apps para abrir la *Biblioteca de aplicaciones*. HIDROX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de HIDROX para abrirlo. Con la licencia copiada, entra directamente (sección siguiente).

Copia de seguridad

Antes de instalar, respalde su calculadora desde HP Connectivity Kit (clic derecho sobre la calculadora, *Copia de seguridad*). Así conserva sus programas y notas ante cualquier imprevisto.

3 Licencia de uso

HIDROX funciona con un **archivo de licencia** preparado para su calculadora. **No hay que escribir ninguna clave**: el programa lee la licencia por sí solo cada vez que se abre.

1. Al comprar, indique el **ID de la calculadora** (número de serie). Si aún no lo tiene, abra HIDROX sin la licencia: la pantalla `Licencia de uso` lo muestra en la línea `ID de la calculadora`.
2. Con su compra recibe dos archivos:
   - la aplicación: `HIDROX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_HIDROX.hpprgm`.

   En el *plan fundador* hay un único archivo de licencia, `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`, que sirve para todos los programas.
3. Copie ese archivo a la calculadora igual que la aplicación: arrástrelo sobre **HP Prime** en HP Connectivity Kit. Queda guardado en el catálogo de programas (Program).
4. Abra HIDROX desde la *Biblioteca de aplicaciones*: entra directamente, sin pedir nada.

Si aparece la pantalla de licencia

- `FALTA ARCHIVO DE LICENCIA`: el archivo no está en la calculadora o fue borrado. Cópielo de nuevo y vuelva a abrir el programa (Enter reintenta, Esc sale).
- `LICENCIA NO VÁLIDA` o `SERIAL NO AUTORIZADO`: el archivo o la aplicación no corresponden al ID de esta calculadora. Escriba al asistente técnico con el ID que muestra la pantalla.

No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

Restablecimiento de la calculadora

Solo en caso de formatear la calculadora, vuelva a copiar la aplicación y su archivo de licencia. Conserve ambos archivos y su comprobante de compra.

4 La interfaz

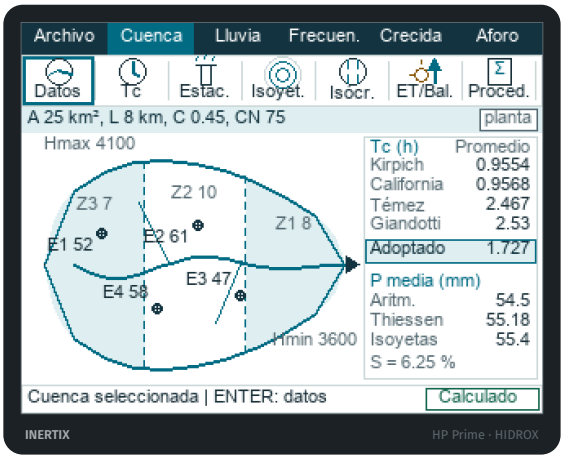
Al iniciar, HIDROX abre el espacio `Archivo` con el tablero: una tarjeta por espacio de trabajo con sus datos principales y su estado (`Calculado` o `Pendiente`). El caso inicial es la plantilla «Cuenca de montaña de 25 km²», ya calculada.



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

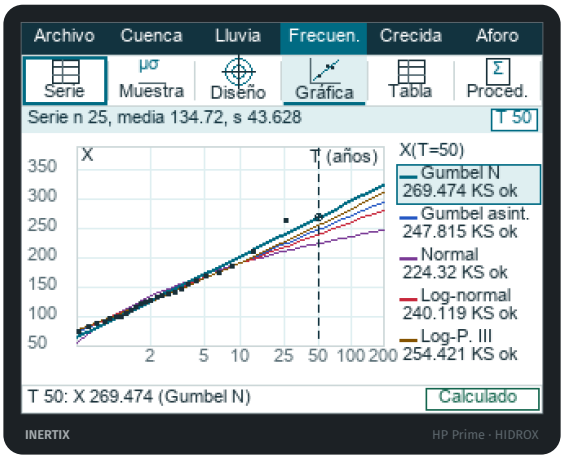
4.1 Zonas de la pantalla

Zona	Para qué sirve
1 Barra de menú	Seis espacios de trabajo: Archivo, Cuenca, Lluvia, Frecuencia, Crecida y Aforo. Se abren con las teclas 1 a 6.
2 Cinta	Órdenes del espacio activo. Al editar una tabla cambia a `Aceptar`, `+Fila`, `-Fila` y `Cancelar`.
3 Lienzo	Tablero, croquis o gráfica del espacio, con su rótulo de resultados. Se tocan o recorren los objetos (estaciones, verticales) y el cursor de las gráficas.
4 Línea de estado	Ayuda contextual y botón `Calcular` (ámbar, resultados pendientes) o `Calculado`.



2 Cuenca: croquis en planta, Tc y P media.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



4 Frecuencia: papel de Gumbel con las cinco distribuciones.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

4.2 Teclas

Tecla	Acción
1 … 6	Abre el espacio y activa su cinta.
◀ ▶	En la cinta, cambian de orden. En el lienzo, recorren objetos o mueven el cursor de la gráfica. En un procedimiento, cambian de sección. Al editar un campo, mueven el cursor del texto.
▲ ▼	En la cinta, ▼ pasa al lienzo. En formularios y tablas, cambian de campo o de fila.
Enter	Activa la orden, edita el objeto seleccionado o acepta.
Esc	Cierra la ventana, el formulario o el procedimiento. En el lienzo pregunta si salir del programa.
Del	Borra el carácter anterior al cursor; con el valor seleccionado, lo vacía.
Pantalla táctil	Tocar un objeto lo selecciona; un segundo toque lo edita. El botón `Calcular` de la línea de estado resuelve el espacio visible (en Archivo, todos).

Edición en la celda

Al entrar en un campo, el valor queda seleccionado: lo que se teclea lo reemplaza. Un campo vacío al aceptar conserva su valor anterior. Si un dato no es válido, un mensaje dice qué corregir y el campo sigue en edición. Cualquier cambio deja pendientes los resultados del espacio y de los que dependen de él (Cuenca y Lluvia alimentan a Crecida).

4.3 Formularios, tablas y resultados pendientes

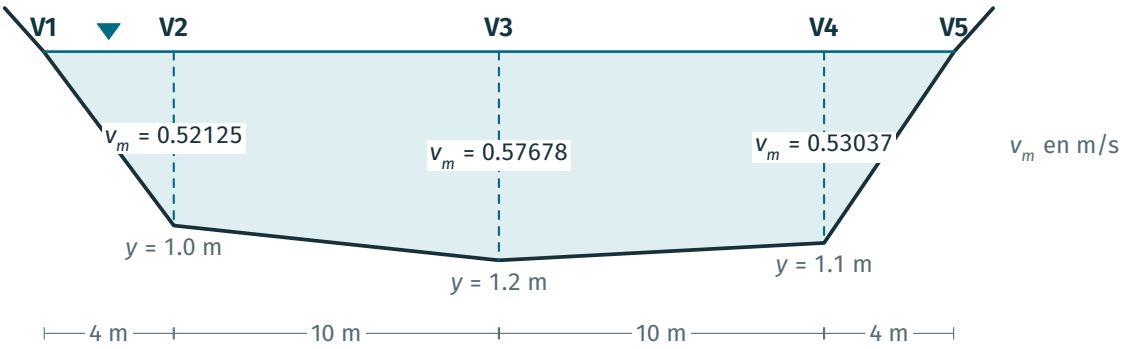
- **Formularios.** Se abren con una orden de la cinta o con Enter sobre un objeto del lienzo (estación, zona, vertical). ▲ ▼ recorren los campos; en un campo de opciones, ◀ ▶ cambian la opción y los campos que no aplican se ocultan (por ejemplo, C_t, C_p y L_c solo aparecen con el HU de Snyder). `Aceptar` valida todo el formulario.
- **Tablas.** Estaciones, isoyetas, isócronas, ajuste IDF, consistencia, serie anual, tablas de la crecida, tarado y maxímetro se editan en la celda. La cinta cambia a `Aceptar`, `+Fila`, `-Fila` y `Cancelar` (en el ajuste IDF, también `Ajustar`). Cada tabla tiene un mínimo y un máximo de filas.
- **Pendientes.** Tras cualquier cambio el botón de la línea de estado pasa a `Calcular` (ámbar) y los resultados del espacio y de sus dependientes dejan de mostrarse como vigentes. La curva IDF y la sección de aforo se dibujan aun sin calcular porque son datos.
- **Calcular.** El botón resuelve el espacio visible; en Archivo resuelve los cinco. En Frecuencia, Crecida y el hietograma, Enter sobre el lienzo pendiente también calcula. Recorrer gráficas o procedimientos nunca recalcula ni cambia el caso.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Se calibra un **molinete** en un canal de tarado con dos ensayos, y con él se afora un río de 28 m de ancho en **5 verticales**. En las tres verticales interiores se conoce la velocidad media; en las orillas,

la profundidad y la velocidad son nulas. Calcular la **recta de tarado** $v = A\,n + B$, el **caudal** por el método de la **sección media** y compararlo con los métodos q(x) trapecial y semisuma.



5.2 Datos

Ensayo	t (s)	L (m)	N (rev)
1	7	5	47
2	5	5	65

Tarado del molinete: el aparato recorre L en el tiempo t y da N vueltas.

Vertical	x (m)	y (m)	v_m (m/s)	Medición
V1	0	0	0	orilla
V2	4	1.0	0.52125	v_m directa
V3	14	1.2	0.57678	v_m directa
V4	24	1.1	0.53037	v_m directa
V5	28	0	0	orilla

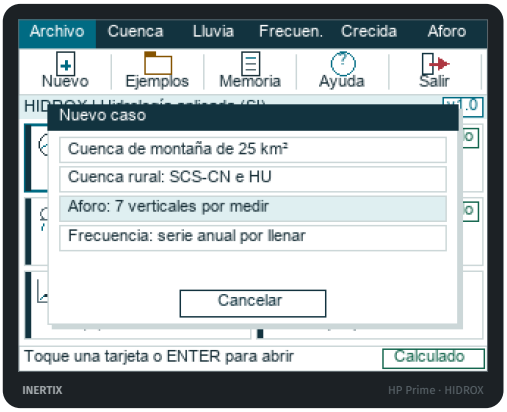
Método principal: `Secc. media`. Unidades SI: x e y en m, v en m/s, Q en m^3/s.

Fuente: ejemplo *Aforo con molinete: 5 verticales* de HIDROX (`Archivo > Ejemplos`). Caso de validación para aforo de caudales mediante molinete hidrométrico y método de la sección media. Los coeficientes de la ecuación del instrumento y la integración del caudal total (Q = 14.654 m^3/s) se verifican analíticamente.

5.3 Paso a paso

Se parte de la plantilla de aforo y se construye la sección con el teclado. Las verticales se numeran por su abscisa, así que se editan de derecha a izquierda: cada x nueva debe quedar entre la vertical anterior y la siguiente.

1 Abrir Nuevo y elegir la plantilla de aforo



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

1 Enter ▼×2

1 Archivo Nuevo abre la lista de plantillas. Baje hasta `Aforo: 7 verticales por medir`: trae una sección y un molinete de prueba que se sustituyen en los pasos siguientes.

✔ **Debe verse:** Lista «Nuevo caso» con «Aforo: 7 verticales por medir» resaltada

2 Cargar la plantilla y abrir Aforo



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter×2 6 ▼

Enter elige la plantilla y un segundo Enter confirma que se reemplazan los datos. Con 6 se abre el espacio `Aforo` y ▼ lleva el foco de la cinta al lienzo, donde se ve la sección con sus siete verticales.

✔ **Debe verse:** Sección de 20 m con 7 verticales y rótulo «pendiente»

3 Dejar cinco verticales



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

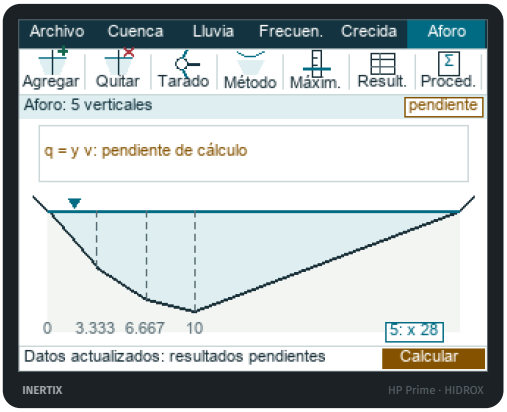
TECLAS

▶×5 6 ▶ Enter×2 6 ▶ Enter×2

Con ▶ se selecciona la vertical 7 y 6 Aforo Quitar la elimina tras confirmar. Se repite con la que queda seleccionada (la 6). El aforo exige al menos tres verticales.

✔ **Debe verse:** 5 verticales entre 0 y 13.33 m; abajo, «Vertical quitada»

4 Vertical 5: margen derecha en x = 28 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter 2 8 Enter 0 Enter ▼×2 Enter

Enter abre las propiedades de la vertical seleccionada. Se escribe x = 28 y y = 0; la velocidad ya es 0. ▼ salta el campo `Medición` y `Aceptar` guarda la orilla derecha.

✔ **Debe verse:** La sección se extiende hasta x = 28 m

5 Vertical 4: abscisa, profundidad y velocidad media



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

◀ Enter 2 4 Enter 1 . 1 Enter ▼ 0 . 5 3 0 3 7

◀ selecciona la vertical 4. En su formulario se escriben x = 24 m, y = 1.1 m y, con `Medición` en `Vm directa`, la velocidad media v_m = 0.53037 m/s.

✔ **Debe verse:** Formulario «Vertical 4»: x = 24 m, y = 1.1 m, Vm directa, Vm = 0.53037 m/s en edición

6 Aceptar la vertical 4 y cargar la vertical 3



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter×2 ◀ Enter 1 4 Enter 1 . 2 Enter ▼ 0 . 5 7 6 7 8 Enter×2

Dos Enter aceptan el valor y el formulario. La vertical 3 se carga igual: x = 14 m, y = 1.2 m y v_m = 0.57678 m/s. Los resultados quedan pendientes hasta calcular.

✔ **Debe verse:** Verticales en x = 14, 24 y 28 m

7 Vertical 2



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

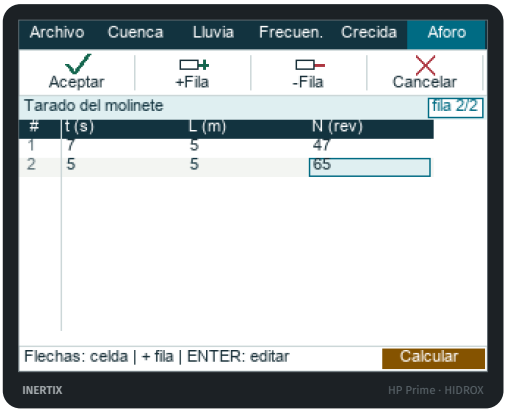
TECLAS

◀ Enter 4 Enter 1 Enter ▼ 0 . 5 2 1 2 5 Enter ×2

La vertical 2 lleva x = 4 m, y = 1.0 m y v_m = 0.52125 m/s. La vertical 1 (x = 0, orilla izquierda) ya es correcta, así que la sección queda completa.

✔ **Debe verse:** Sección completa con verticales en 0, 4, 14, 24 y 28 m

8 Tabla de tarado del molinete



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

6 ▶ ×2 Enter 7 Enter 5 Enter ▶ ×2 6 5 Enter ▲ 4 7 Enter

6 Aforo Tarado abre la tabla de ensayos. Cada ENTER confirma y baja de fila, por eso se escribe por columnas: tiempos 7 y 5 s, y revoluciones 65 y 47 (de abajo arriba). Las distancias ya valen 5 m.

✔ **Debe verse:** Tabla «Tarado del molinete» con los ensayos 7 s / 5 m / 47 rev y 5 s / 5 m / 65 rev

9 Guardar la tabla



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Aceptar de la cinta

Se toca `Aceptar` en la cinta de la tabla para guardarla. Esta orden no tiene tecla: Esc descartaría la tabla.

✔ **Debe verse:** Vuelve la sección; abajo, «Tabla guardada»

10 Elegir el método principal



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

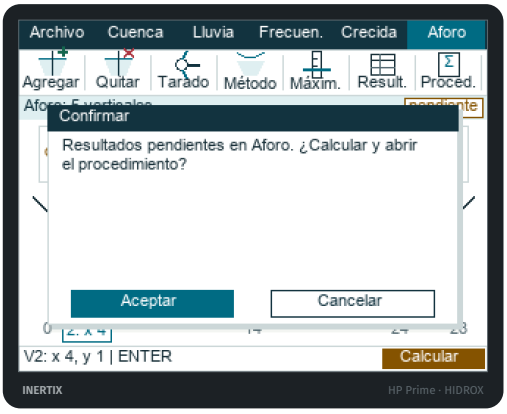
TECLAS

6 ▶ ×3 Enter

6 **Aforo** Método muestra el método con que se adopta el caudal. Se deja `Secc. media`; los otros dos se calculan igual y se comparan al final.

✔ **Debe verse:** Formulario «Método principal del aforo»: Secc. media

11 Calcular



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

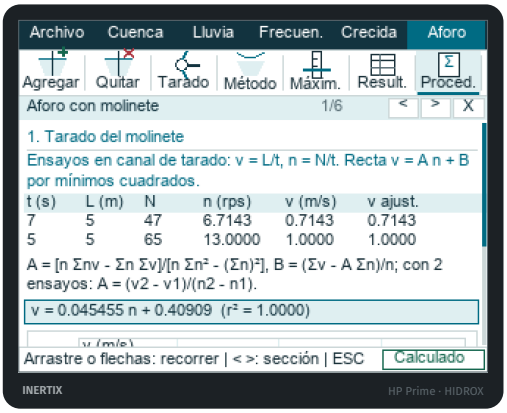
TECLAS

▼ Enter 6 ▶ ×5 Enter

Se acepta el formulario y se pulsa 6 **Aforo** Result.. Como hay resultados pendientes, HIDROX ofrece calcular y abrir el procedimiento.

✔ **Debe verse:** «Resultados pendientes en Aforo. ¿Calcular y abrir el procedimiento?»

12 Tarado del molinete



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter

Enter calcula y abre el procedimiento en su primera sección: los dos ensayos convertidos a n y v, y la recta $v = 0.045455\,n + 0.40909$, que coincide con la referencia.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 1/6: v = 0.045455 n + 0.40909 ($r^2 = 1$)

13 Sección calculada



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

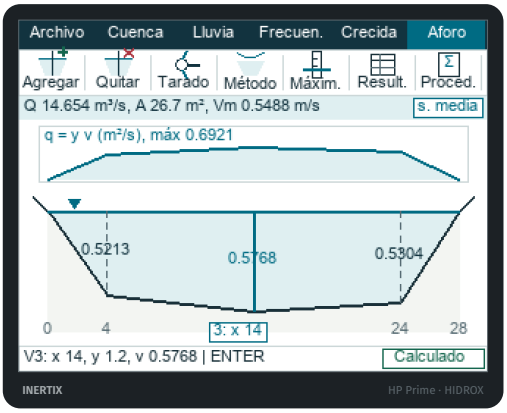
TECLAS

Esc

Esc vuelve al lienzo, ahora calculado. El rótulo da Q = 14.654 m^3/s, el área mojada de 26.7 m^2 y la velocidad media de 0.5488 m/s. Encima se dibuja la banda del caudal unitario $q = y\,v$, y en cada vertical, su velocidad.

✔ **Debe verse:** Q 14.654 m³/s, A 26.7 m², Vm 0.5488 m/s; banda q = y v y velocidad en cada vertical

14 Recorrer las verticales



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

▶

▶ mueve la selección de vertical; la línea de estado muestra su abscisa, profundidad y velocidad. Recorrer el lienzo no recalcula nada.

✔ **Debe verse:** Vertical 3 resaltada; abajo, «V3: x 14, y 1.2, v 0.5768»

15 Comparación de métodos



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

6 ▶ ×5 Enter

6 Aforo Result. abre la última sección del procedimiento: los tres métodos de integración. Sección media y q(x) trapecial dan el mismo caudal; la semisuma queda un 7.81 % por debajo.

✔ **Debe verse:** Tabla 6/6: sección media 14.654, q(x) trapecial 14.654, semisuma 13.510 m³/s (−7.81 %)

16 Procedimiento por sección media



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

◀ ×3

Con ◀ se retrocede a la sección 3: el ancho de influencia b_i, el área a_i y el caudal parcial q_i de cada vertical, con las sumas que dan el área y el caudal del rótulo.

✔ **Debe verse:** Sección 3/6: anchos, áreas, velocidades y caudales parciales; Σ a = 26.700 m², Σ q = 14.654 m³/s

5.4 Resultados

Magnitud	Referencia	HIDROX	Estado
Pendiente del tarado *A*	0.045455 m	0.045455 m	Coincide
Ordenada del tarado *B*	0.40909 m/s	0.40909 m/s	Coincide
Velocidades de tarado v_1 / v_2	0.71429 / 1.00000	0.7143 / 1.0000	Coincide
Área mojada	26.700 m^2	26.700 m^2	Coincide
Caudal por sección media (adoptado)	14.654 m^3/s	14.654 m^3/s	Coincide
Caudal por q(x) trapecial	14.654 m^3/s	14.654 m^3/s	Coincide
Caudal por semisuma	—	13.510 m^3/s	−7.81 % frente al adoptado
Velocidad media *Q*/*A*	0.5488 m/s	0.5488 m/s	Coincide

Tolerancia de la validación: 5×10^{-4} m^3/s en *Q* y 10^{-6} en *A* y *B*. Con verticales dadas por su velocidad media, el tarado no interviene en *Q*; se usa cuando la medición es por revoluciones (1 punto a 0.6*y* o 2 puntos a 0.2*y* y 0.8*y*).

Comprobación a mano

$$n_1 = 47/7 = 6.7143 \text{ rps}, \quad v_1 = 5/7 = 0.71429 \text{ m/s}; \quad n_2 = 65/5 = 13 \text{ rps}, \quad v_2 = 5/5 = 1 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{v_2 - v_1}{n_2 - n_1} = \frac{0.28571}{6.28571} = \frac{1}{22} = 0.045455 \text{ m}; \quad B = v_2 - A\,n_2 = 1 - \frac{13}{22} = 0.40909 \text{ m/s}$$

$$b_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2}: \quad b_2 = 7,\ b_3 = 10,\ b_4 = 7 \text{ m}; \quad a_i = b_i\,y_i: \quad 7.0 + 12.0 + 7.7 = 26.7 \text{ m}^2$$

$$Q = \sum a_i\,v_i = 7(0.52125) + 12(0.57678) + 7.7(0.53037) = 14.654 \text{ m}^3/\text{s}$$

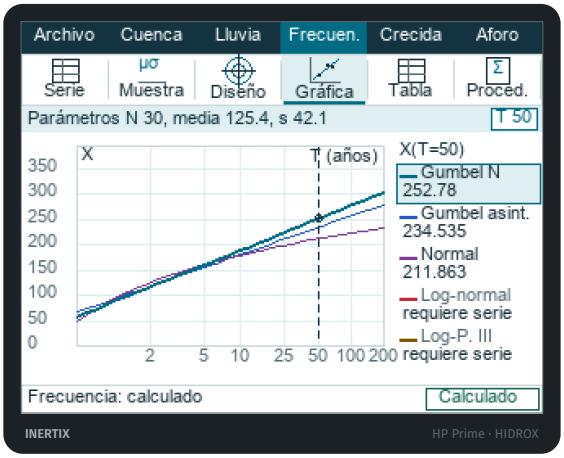
6 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca: frecuencia, lluvia de diseño, tres métodos de crecida, tránsito, evapotranspiración y los mensajes de error. Los casos con resultado conocido se cargan con 1 **Archivo** Ejemplos; cargar un ejemplo o una plantilla reemplaza todos los datos, tras confirmar. Las cifras son las del motor (sin redondear en `_dev/guia_resultados.json`); los datos y referencias comunes con la guía TI-Nspire están en el archivo `casos.json` de la carpeta `contenido_comun` de la guía TI. Los números de paso (17 en adelante) son los del guion de teclas `_dev/guion_teclas.md`.

6.1 OI-1 · Frecuencia: Gumbel por parámetros, N = 30, T = 50 años

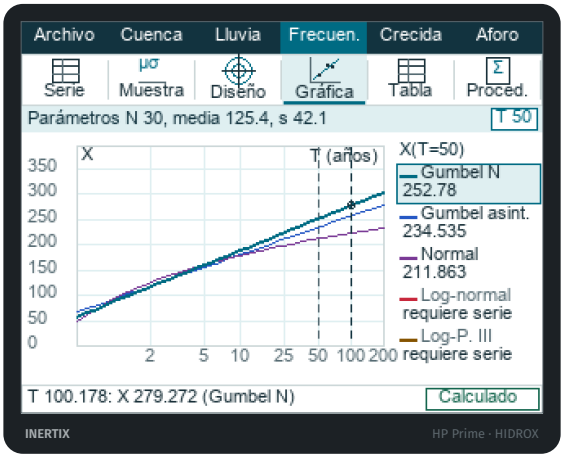
Objetivo: caudal de diseño de una serie de máximos dada solo por sus parámetros, y efecto de la distribución elegida. **Datos:** media 125.40 m^3/s, desviación 42.10 m^3/s, N = 30 años, T = 50 años, vida útil 25 años (ejemplo 2 de `Ejemplos`).

17. 1 **Archivo** Ejemplos, ▼ y dos **Enter**: `Gumbel: N = 30 años, T = 50 años`. El tablero marca los espacios como pendientes.
18. 4 y ▼ llevan al papel de Gumbel; se toca `Calcular`.
19. ▶ (o ▲) sube el cursor de T; la línea de estado da $X(T)$ de la distribución adoptada. **Enter** vuelve a T = 50. Recorrer no recalcula.
20. 4 **Frecuencia** Diseño: en `Distrib.` se elige `Gumbel asint.` con ▶ y se acepta. El espacio queda pendiente.
21. `Calcular` de nuevo.
22. 4 **Frecuencia** Proced. y ▶ ×2: sección 3/8, Gumbel asintótico.



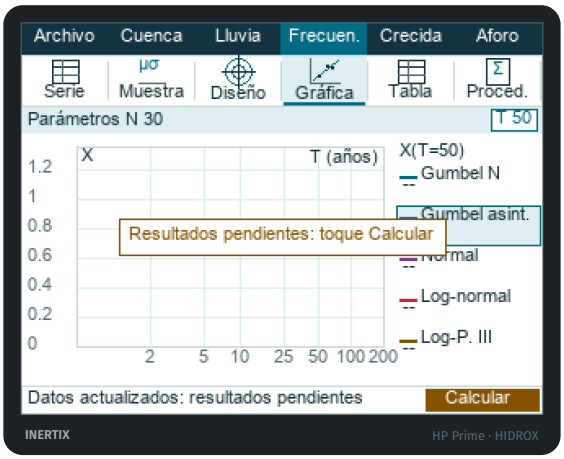
Papel de Gumbel calculado: tres distribuciones por parámetros.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



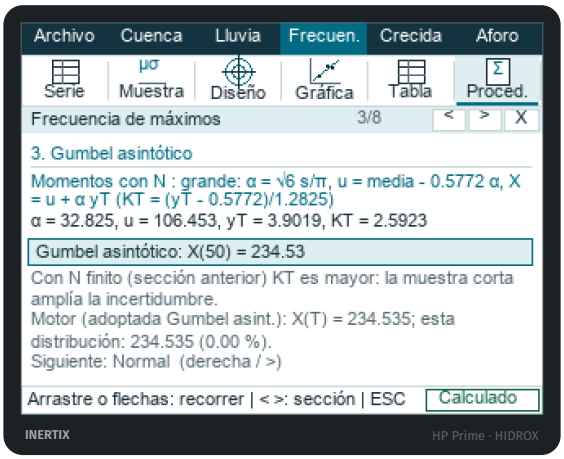
Cursor en $T \approx 100$ años: $X(T)$ en la línea de estado.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Tras cambiar la distribución: resultados pendientes.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento 3/8: Gumbel asintótico.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	Referencia	HIDROX	Estado
$\bar{y}_n$ / σ_n (N = 30)	0.5362 / 1.1124	0.5362 / 1.1124	Coincide
K_T Gumbel con N finito	3.0256	3.0257	Coincide
Q_{50} Gumbel con N finito	252.78 m³/s	252.78 m³/s	Coincide
Q_{50} Gumbel asintótico	234.53 m³/s	234.53 m³/s	Coincide
Q_{50} Normal	—	211.86 m³/s	Del programa
Riesgo en 25 años	$1-(1-1/50)^{25}$	39.654 %	Coincide

Cómo leerlo: con solo 30 años, la corrección por muestra finita ($\bar{y}_n$, σ_n) da un K_T mayor y un caudal un 7.8 % más alto que la forma asintótica. Log-normal y Log-Pearson III necesitan la serie (`Muestra` = `Serie`): con parámetros el papel las rotula «requiere serie» y la prueba K-S no se aplica.

6.2 OI-2 · Lluvia de diseño, hietograma y crecida por hidrograma unitario

Objetivo: construir la tormenta de diseño con la IDF, ver sus pérdidas por SCS-CN y obtener el hidrograma. **Datos:** plantilla `Cuenca de montaña de 25 km²`: A = 25 km², L = 8 km, CN 75, IDF $i = 900/(t+10)^{0.75}$ con T = 25 años; evento de 120 min en bloques de 10 min, alternos; HU NRCS triangular.

23. 1 **Archivo** Nuevo y dos Enter: plantilla `Cuenca de montaña de 25 km²`.
24. 3 **Lluvia** Evento: duración, intervalo, patrón y pérdidas; Esc lo cierra sin cambios.
25. 3 **Lluvia** Hietog. y `Calcular`: hietograma con pérdidas y lluvia efectiva.
26. ▶ recorre los bloques; la línea de estado da P y P_e del bloque.
27. 3 **Lluvia** Curva: curva IDF con los puntos de ajuste y el cursor en 60 min.
28. 5, ▼ y `Calcular`: hidrograma de diseño por HU y convolución.



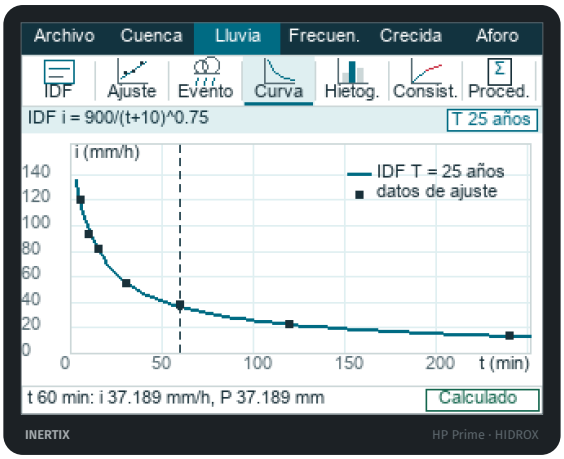
Formulario del evento de diseño.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Hietograma: 12 bloques, pérdidas y lluvia efectiva.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Curva IDF con los puntos de ajuste.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Hidrograma por HU: Q_p = 29.517 m³/s.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Resultado	HIDROX
Lluvia total / efectiva del evento	46.754 mm / 7.767 mm (12 bloques)
T_c adoptado (promedio)	1.727 h
Caudal pico por HU + convolución	29.517 m³/s a 2.333 h
Comparación de métodos (m³/s)	racional 80.87 · SCS-CN 34.78 · HU 29.52 · isócronas 83.74 · regional 36.24

Cómo leerlo: con CN 75, solo el 17 % de la lluvia escurre; el pico del HU queda por debajo del racional, que supone toda la cuenca contribuyendo con la intensidad de T_c. La comparación (5 Crecida Proced., sección 8) sirve para juzgar el método, no para promediar.

6.3 OI-3 · Crecida por isócronas: cuenca de 50 km²

Datos: zonas isócronas de 20, 20 y 10 km² desde la salida, T_c = 3 h, C = 0.15 y lluvia de 72 mm/h con duración T_c. Fuente: curso CIV-3333 Hidrología (Universidad Técnica de Oruro).

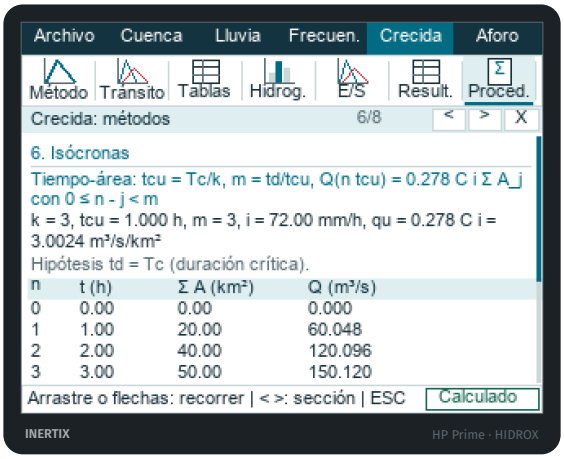
29. 1 Archivo Ejemplos, ▼ ×2, dos Enter y `Calcular` (en el tablero calcula todos los espacios).
30. 5 y ▼: hidrograma en tres escalones.

31. 5 **Crecida** Proced., `Métodos de crecida` y ▶×5: sección 6/8, isócronas.



Hidrograma por isócronas.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento: áreas acumuladas y caudales.

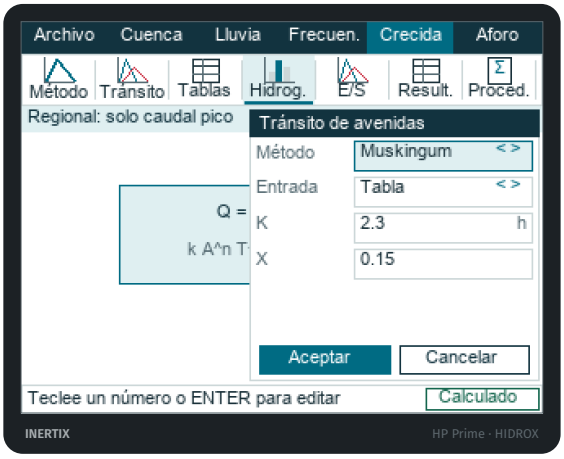
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Caudal máximo: **150.12 m³/s** a las 3 h, igual a la referencia $Q = 0.278\,C\,i\,\sum A = 0.278 \cdot 0.15 \cdot 72 \cdot 50$. Antes de T_c solo contribuyen las zonas ya alcanzadas: por eso la subida es escalonada.

6.4 OI-4 · Tránsito Muskingum: K = 2.3 h, X = 0.15

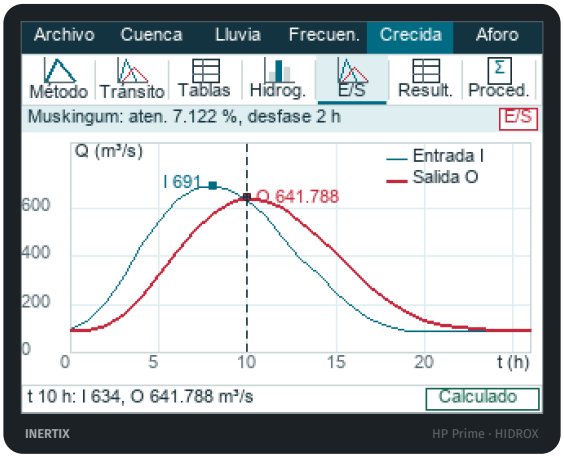
Datos: hidrograma de entrada de 20 h con pico de 691 m³/s a las 8 h, K = 2.3 h, X = 0.15, Δt = 1 h. Fuente: Chow, Maidment y Mays, *Hidrología aplicada*, ejemplo 8.4.1.

32. 1 **Archivo** Ejemplos, ▼×3, dos **Enter** y `Calcular`.
33. 5 **Crecida** Tránsito: método, entrada (tabla), K y X; Esc lo cierra sin cambios.
34. 5 **Crecida** E/S, ▼ y **Enter**: el cursor salta al pico de salida.
35. 5 **Crecida** Proced., `Tránsito` y ▶: sección 2/4, coeficientes y tabla.



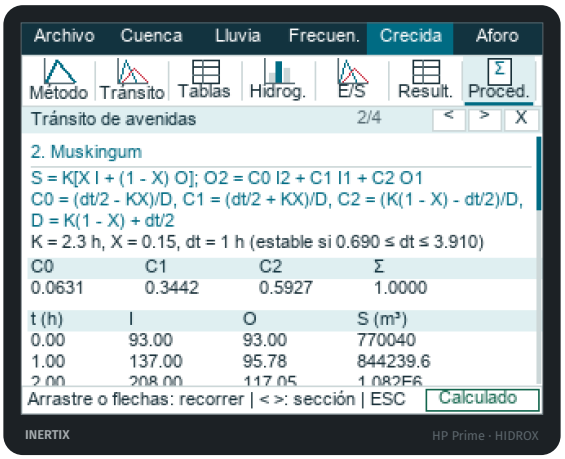
Formulario «Tránsito de avenidas».

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



E/S: entrada, salida y cursor en el pico.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento del tránsito: C_0, C_1, C_2 y tabla.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

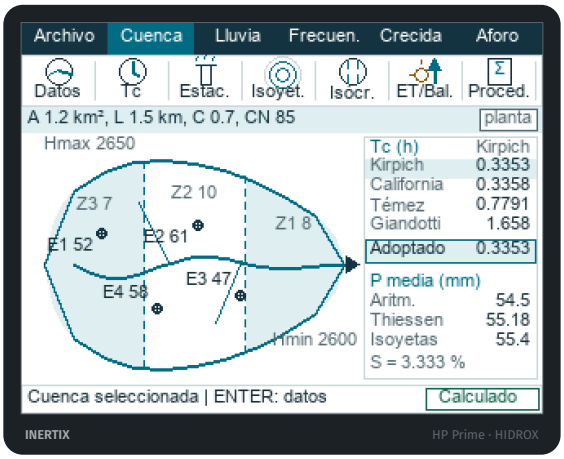
Magnitud	Referencia	HIDROX	Estado
C_0 / C_1 / C_2	0.0631 / 0.3442 / 0.5927	0.0631 / 0.3442 / 0.5927	Coincide
Caudal máximo de salida	641.79 m³/s	641.79 m³/s	Coincide
Atenuación / desfase del pico	—	7.12 % / 2 h	Del programa

Cómo leerlo: Δt = 1 h cumple $2KX \le \Delta t \le 2K(1-X)$ (0.69 a 3.91 h), y los tres coeficientes suman 1. Con `Puls` se necesita la curva almacenamiento-salida de 5 **Crecida** Tablas.

6.5 OI-5 · Método racional: cuenca urbana de 1.2 km²

Datos: A = 1.2 km², L = 1.5 km, cotas 2650 y 2600 m, C = 0.7, IDF $i = 1100/(t+12)^{0.8}$ (t en min), T_c de Kirpich.

36. 1 **Archivo** Ejemplos, ▼×4, dos Enter y `Calcular`.
37. 2 y ▼: croquis con la tabla de T_c por las cuatro fórmulas.
38. 3 y ▼: curva IDF de la cuenca.
39. 5 **Crecida** Hidrog.: hidrograma triangular del racional.



Cuenca: T_c por cuatro fórmulas; adoptado Kirpich.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Racional: Q_p = 16.006 m³/s.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

T_c = 0.3353 h (20.1 min), $i(T_c)$ = 68.54 mm/h y Q_p = 0.278 · 0.7 · 68.54 · 1.2 = **16.01** m³/s. Las otras fórmulas dan 0.336 (California), 0.779 (Témez) y 1.658 h (Giandotti): en cuencas pequeñas y empinadas la elección de T_c domina el resultado.

6.6 OI-6 · Evapotranspiración y dato no válido

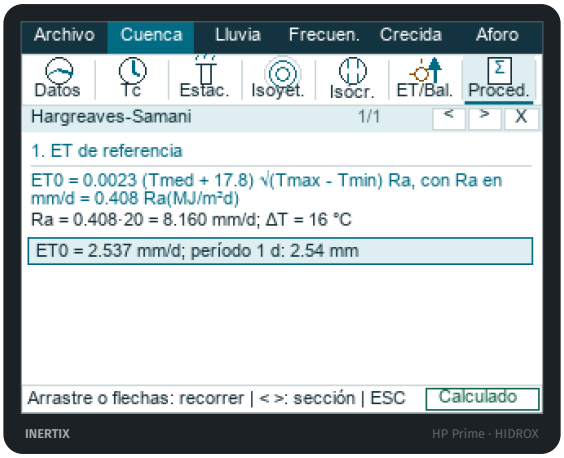
Datos: Hargreaves-Samani con $T_{mín}$ = 8, $T_{máx}$ = 24, T_{med} = 16 °C, R_a = 20 MJ/m²·d y 1 día (valores iniciales del formulario).

40. 2 **Cuenca** ET/Bal. y `Hargreaves-Samani`: formulario de la calculadora.
41. `Aceptar`: se abre su procedimiento, $ET_0 = 0.0023\,(16 + 17.8)\sqrt{16} \cdot 0.408 \cdot 20 = 2.537$ mm/d.
42. 2 **Cuenca** Datos, área 0 y `Aceptar`: HIDROX rechaza el dato.



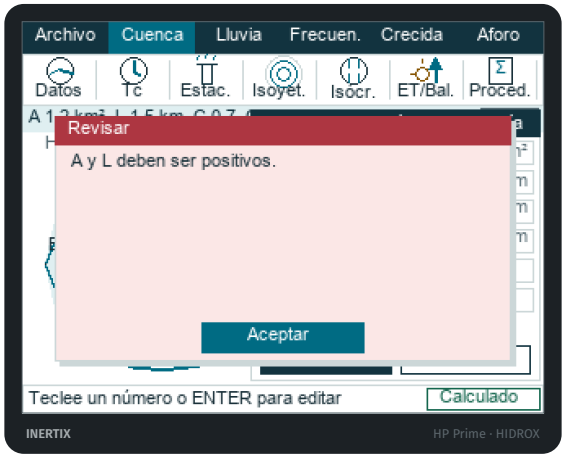
Formulario de Hargreaves-Samani.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento: ET_0 = 2.537 mm/d.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Dato no válido: «A y L deben ser positivos.»

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

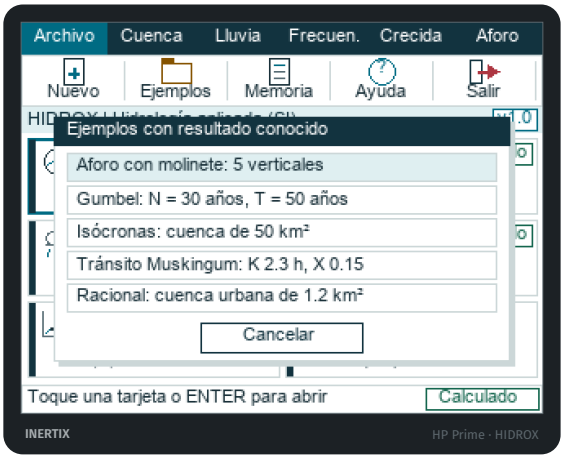
Cómo leerlo: un dato de cuenca no válido no cambia el caso: el mensaje dice qué corregir y el formulario sigue abierto. Las seis calculadoras de `ET/Bal.` aceptan el formulario y, si un dato está fuera de rango (por ejemplo $T_{med} > T_{máx}$), su procedimiento lo indica con «No disponible: …».

7 Referencia de menús y opciones

Las órdenes que abren un procedimiento con resultados pendientes ofrecen calcular primero.

7.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Tablero	Al abrir el espacio: una tarjeta por espacio; tocarla o Enter lo abre. `Calcular` resuelve todos.
Nuevo	Plantillas: «Cuenca de montaña de 25 km²», «Cuenca rural: SCS-CN e HU», «Aforo: 7 verticales por medir» y «Frecuencia: serie anual por llenar».
Ejemplos	Cinco casos con resultado conocido: el aforo guiado y los de «Opciones importantes» (OI-1, OI-3, OI-4 y OI-5).
Memoria	Resumen de datos y resultados de todos los espacios.
Ayuda	Teclas y uso, en un documento desplazable.
Salir	Termina el programa tras confirmar.



Archivo › Ejemplos.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Archivo › Memoria.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

7.2 2 · Cuenca

Orden	Qué hace
Datos	Área, longitud del cauce, cota máxima y de salida, coeficiente *C* y número de curva CN.
Tc	Método del tiempo de concentración (Kirpich, California, Témez, Giandotti, promedio o manual) y cota media.
Estac.	Tabla de estaciones: precipitación, área de Thiessen y precipitación normal.
Isoyet.	Tabla de franjas entre isoyetas con su área.
Isócr.	Áreas de las zonas isócronas, desde la salida.
ET/Bal.	Calculadoras: tanque clase A, Hargreaves-Samani, Thornthwaite mensual y anual, lisímetro y balance de cuenca.
Proced.	Siete secciones: pendiente, Tc, P media por tres métodos y comparación.

En el croquis, tocar una estación o una zona la selecciona y un segundo toque (o Enter) la edita.

7.3 3 · Lluvia

Orden	Qué hace
IDF	Parámetros *a*, *b*, *c* y período de retorno de la curva.
Ajuste	Tabla de pares (*t*, *i*); la orden `Ajustar` calcula *a* y *c* y ofrece adoptarlos.
Evento	Duración, intervalo, patrón (alternos, adelantado o atrasado) y pérdidas (SCS-CN, *C* o ninguna).
Curva	Gráfica IDF con cursor.
Hietog.	Hietograma del evento con lluvia total y efectiva por bloque.
Consist.	Dato faltante, doble masa (tabla y fila de quiebre), regresión (tabla y X a estimar) y pluviograma.
Proced.	Seis secciones: IDF, ajuste, bloques, ordenamiento, pérdidas y resumen.

7.4 4 · Frecuencia

Orden	Qué hace
Serie	Tabla de máximos anuales (5 a 80 años).
Muestra	Trabajar con la serie o solo con sus parámetros (media, desviación y *N*).
Diseño	Período de retorno, distribución adoptada y vida útil para el riesgo.
Gráfica	Papel de Gumbel con los puntos de Weibull y las cinco distribuciones; el cursor recorre *T*.
Tabla	Comparación de distribuciones y riesgo.
Proced.	Ocho secciones: estadísticos, cada distribución, K-S y comparación.

7.5 5 · Crecida

Orden	Qué hace
Método	Racional, SCS-CN pico, HU + convolución, isócronas o regional, cada uno con su formulario.
Tránsito	Ninguno, Muskingum (*K*, *X*) o Puls, con el hidrograma calculado o una tabla de entrada.
Tablas	HU tabulado, lluvia efectiva manual, hidrograma de entrada y curva almacenamiento-salida.
Hidrog.	Hietograma de lluvia efectiva e hidrograma de diseño en un eje común, con cursor.
E/S	Hidrogramas de entrada y salida del tránsito.
Result.	Hidrograma de diseño y tránsito, como procedimiento.
Proced.	Métodos de crecida (8 secciones, con la convolución) y tránsito (4 secciones).

7.6 6 · Aforo

Orden	Qué hace
Agregar	Herramienta táctil: inserta una vertical donde se toca la sección, interpolando *y* y *v*.
Quitar	Elimina la vertical seleccionada, tras confirmar.
Tarado	Tabla de ensayos del molinete (*t*, *L*, *N*).
Método	Método principal: sección media, q(x) trapecial o semisuma.
Máxim.	Maxímetro: niveles anuales, cauce (*b*, *n*, *S*) y procedimiento con caudales por Manning.
Result.	Comparación de los tres métodos.
Proced.	Seis secciones: tarado, velocidad por vertical, los tres métodos y comparación.

Cada vertical se mide de una de tres formas: `Vm directa`, `1 pto 0.6y` (revoluciones y tiempo) o `2 pts .2/.8y`; las dos últimas usan la recta de tarado.

7.7 Errores, avisos y corte con ON

Situación	Qué hace HIDROX
Dato no válido en un formulario o una celda	Un mensaje dice qué corregir («A y L deben ser positivos.», «Valor no válido…»); el campo sigue en edición y el caso no cambia. Un campo vacío al aceptar conserva su valor anterior.
Dato fuera de rango en ET/Bal.	El formulario se acepta y el procedimiento muestra «No disponible: …» con el motivo.
Resultados pendientes	Un cambio deja pendiente su espacio y los que dependen de él (Cuenca: también Lluvia y Crecida; Lluvia: también Crecida). Los procedimientos ofrecen «¿Calcular y abrir el procedimiento?» y muestran «Calculando…».
Calcular en Archivo con un espacio sin datos	Se calculan los demás y el aviso nombra el espacio que falló (por ejemplo, una serie de frecuencia por llenar).
Tabla en edición	`Aceptar` de la cinta la guarda; Esc pregunta si se descartan los cambios.
Corte con On	Si se interrumpe un cálculo o una acción (Calcular, Nuevo, Ejemplos, un formulario, quitar una vertical, adoptar el ajuste IDF), al volver a abrir HIDROX el caso está intacto (los datos de antes de la acción), los resultados quedan pendientes y la línea de estado dice «Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular».

8 Fundamento teórico breve

8.1 Cuenca

$$S = \frac{H_{máx} - H_{mín}}{1000\,L} \qquad T_{c,\text{Kirpich}} = 0.06628\,\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$$T_{c,\text{Giandotti}} = \frac{4\sqrt{A} + 1.5\,L}{0.8\sqrt{H_m - H_{mín}}} \qquad \bar{P}_{\text{Thiessen}} = \frac{\sum P_i\,A_i}{\sum A_i}$$

Donde: A en km^2, L en km, cotas en m, T_c en h; H_m cota media de la cuenca.

8.2 Lluvia y pérdidas

$$i = \frac{a}{(t+b)^c} \qquad P_e = \frac{(P - 0.2\,S_r)^2}{P + 0.8\,S_r}, \quad S_r = \frac{25\,400}{CN} - 254$$

Donde: t en min, i en mm/h; P y P_e en mm; el evento ordena los bloques de la IDF por el método de los bloques alternos.

8.3 Frecuencia

$$X_T = \bar{x} + K_T\,s \qquad K_T = \frac{y_T - \bar{y}_n}{\sigma_n}, \quad y_T = -\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]$$

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \qquad D_{máx} = \text{máx}\left|F_{emp}(x) - F(x)\right|$$

Donde: $\bar{y}_n$, σ_n media y desviación de la variable reducida para N datos (en el asintótico, 0.5772 y $\pi/\sqrt{6}$); R riesgo en n años de vida útil; $D_{máx}$ estadístico de Kolmogórov-Smirnov.

8.4 Crecida y tránsito

$$Q_p = 0.278\,C\,i\,A \qquad T_p = \frac{D}{2} + 0.6\,T_c, \quad q_p = \frac{0.208\,A}{T_p}, \quad T_b = 2.67\,T_p$$

$$O_{j+1} = C_0\,I_{j+1} + C_1\,I_j + C_2\,O_j \qquad C_0 = \frac{\Delta t/2 - KX}{D'},\ C_1 = \frac{\Delta t/2 + KX}{D'},\ C_2 = \frac{K(1-X) - \Delta t/2}{D'}$$

Donde: Q_p en m^3/s con i en mm/h y A en km^2; HU triangular NRCS por mm de lluvia efectiva; $D' = K(1-X)+\Delta t/2$. La convolución suma los hidrogramas unitarios desplazados y escalados por cada bloque de P_e.

8.5 Aforo

$$v = A\,n + B, \quad n = N/t \qquad Q = \sum b_i\,y_i\,v_i, \quad b_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2}$$

$$v_m = v(0.6\,y) \text{ ó } \frac{v(0.2\,y) + v(0.8\,y)}{2} \qquad Q_{\text{Manning}} = \frac{1}{n_M}\,A\,R^{2/3}\,S^{1/2}$$

Donde: A, B por mínimos cuadrados con los ensayos de tarado; b_i ancho de influencia de la vertical; q(x) trapecial integra $q = y\,v$ por trapecios; n_M rugosidad de Manning.

> **Nota**
> Cada procedimiento de HIDROX repite estas fórmulas con los datos del caso, muestra la sustitución y termina comparando con el valor del motor.

9 Preguntas frecuentes

¿Por qué el botón de la línea de estado se pone ámbar?

Porque se cambió un dato y los resultados de ese espacio (y de los que dependen de él) quedaron pendientes. Tóquelo o abra un procedimiento para calcular.

¿Cómo guardo una tabla con el teclado?

La tabla se guarda tocando `Aceptar` en la cinta; Esc pregunta si se descartan los cambios.

No me deja cambiar la abscisa de una vertical.

Cada *x* debe quedar entre la vertical anterior y la siguiente. Para reordenar una sección, edite las verticales de derecha a izquierda o quite y agregue verticales.

¿Qué distribución de frecuencia adopto?

La que elija en 4 Frecuencia Diseño. La tabla y el procedimiento muestran las cinco con su prueba K-S para comparar el ajuste.

¿Puedo usar mis propios hidrogramas unitarios o de entrada?

Sí: 5 Crecida Tablas admite un HU tabulado, la lluvia efectiva, el hidrograma de entrada al tránsito y la curva almacenamiento-salida.

Al confirmar un campo vacío, ¿qué valor queda?

Se conserva el valor anterior del campo.