INERTIX

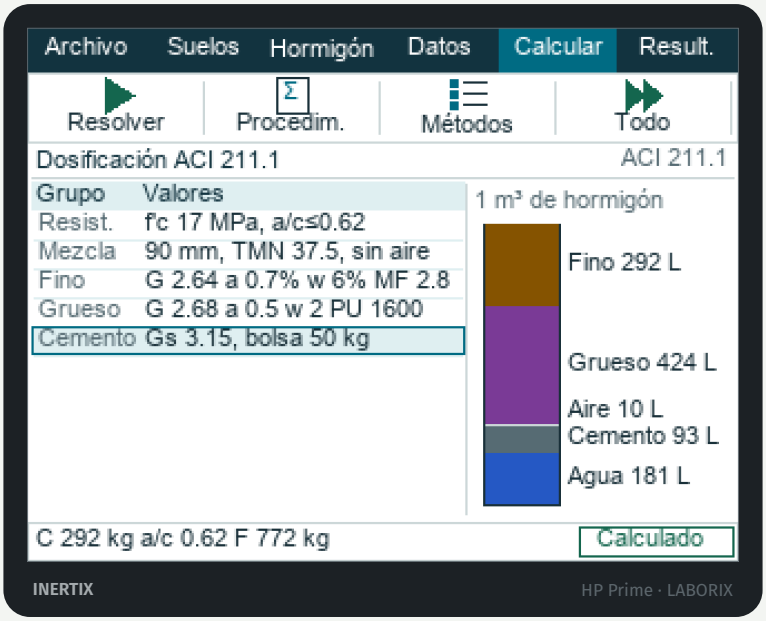
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

LABORIX

Ensayos de suelos y agregados, y dosificación ACI 211.1

Versión 1.0 **HP Prime G1 · G2** Geotecnia · Tecnología del hormigón · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

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 . . . 4

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 **7**

4.1. Teclas . . . 7

4.2. Editar un valor y resultados pendientes . . . 8

5. Ejemplo guiado **9**

5.1. Enunciado . . . 9

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 10

5.4. Resultados . . . 17

5.5. Ejemplos incluidos (Archivo › Ejemplos) . . . 18

5.6. Opciones importantes . . . 18

5.6.1. OI-1 · Clasificar un suelo . . . 19

5.6.2. OI-2 · Proctor y corte: leer las gráficas con el cursor . . . 19

5.6.3. OI-3 · Combinar arena y grava . . . 20

5.6.4. OI-4 · De los agregados a la dosificación . . . 21

5.6.5. OI-5 · Revenimiento y probetas . . . 22

5.6.6. OI-6 · Unidades MKS, calcular todo e informe . . . 23

6. Referencia de menús y opciones **24**

6.1. 1 · Archivo . . . 24

6.2. 2 · Suelos y 3 · Hormigón . . . 24

6.3. 5 · Calcular . . . 25

6.4. 6 · Result. . . . 26

7. Fundamento teórico breve **27**

7.1. Granulometría 27

7.2. Límites, Proctor y corte 27

7.3. Combinación de agregados 27

7.4. Dosificación ACI 211.1 27

7.5. Resistencia de probetas 28

8. Errores, avisos y preguntas frecuentes **28**

8.1. Mensajes 28

8.2. Preguntas frecuentes 28

1 Presentación y alcance

LABORIX reúne en la calculadora HP Prime los **ensayos de laboratorio de suelos y de agregados** y la **dosificación de hormigón**. Cada ensayo tiene su hoja: a la izquierda, la tabla de datos tal como se anota en el laboratorio; a la derecha, el equipo dibujado (tamices, cuchara de Casagrande, molde Proctor, caja de corte, cono de Abrams, probeta…). Los resultados se ven en la hoja, en gráficas con cursor, en una tabla, en un informe y en procedimientos paso a paso. Está pensado para estudiantes y técnicos que procesan ensayos y quieren ver de dónde sale cada número.

1.1 Qué calcula

- **Suelos:** granulometría por tamizado con lavado (ASTM D6913/C117): D_{10}, D_{30}, D_{60}, C_u, C_c; límites de Atterberg (D4318) por regresión o a un punto; Proctor (D698/D1557) con parábola o mínimos cuadrados y curva de saturación; corte directo (D3080) con envolvente y círculos de Mohr; clasificación **SUCS** (D2487) y **AASHTO** (M145) con índice de grupo.
- **Agregados:** granulometría del fino y del grueso (C136) con control de masa, módulo de finura, TM, TMN y bandas C33; pesos específicos y absorción (C127/C128), humedad (C566), peso unitario y vacíos (C29); combinación de agregados por MF objetivo, porcentaje directo o tamiz de control.
- **Hormigón:** dosificación **ACI 211.1** por volúmenes absolutos con sus tablas en SI, corrección por humedad y comparación con el método del peso; revenimiento (C143); resistencia de probetas (C39) con estadística ACI 214R y aceptación ACI 318.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	SI (por defecto)	MKS (Archivo › Unidades)
Masas de ensayo	g	g
Aberturas de tamiz, TMN	mm	mm
Esfuerzos de corte	kPa	kg/cm²
Resistencia f'_c	MPa	kg/cm²
Peso unitario γ_d	kN/m³	t/m³
Cargas de probetas	kN	kgf
Masas de la mezcla	kg por m³	kg por m³

El motor trabaja siempre en SI; MKS solo cambia lo que se muestra y se teclea.

1.3 Límites y fuera de alcance

⚠ Fuera de alcance

LABORIX procesa los ensayos listados; no incluye hidrómetro, consolidación, triaxial ni CBR. La dosificación sigue ACI 211.1 (hormigón de peso normal) con sus tablas en SI, transcritas de la norma y contrastadas con su ejemplo 1; conviene revisarlas contra la edición que use su curso. Criterios adoptados: si falta un tamiz de la serie normal, el MF se obtiene interpolando en escala logarítmica y se indica el origen de cada tamiz; el TMN es el tamiz inmediato superior al primero que retiene más del 10 % acumulado; con menos de 15 probetas, f'_{cr} se toma de la tabla de ACI 318 sin desviación estándar.

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: `LABORIX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_LABORIX.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 `LABORIX.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*. LABORIX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de LABORIX 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

LABORIX 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 LABORIX 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: `LABORIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_LABORIX.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 LABORIX 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

La primera vez que se abre, LABORIX muestra el `Laboratorio completo` (un ejemplo de los doce ensayos) con la granulometría de suelo activa y sin calcular; después conserva los datos de la última sesión. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

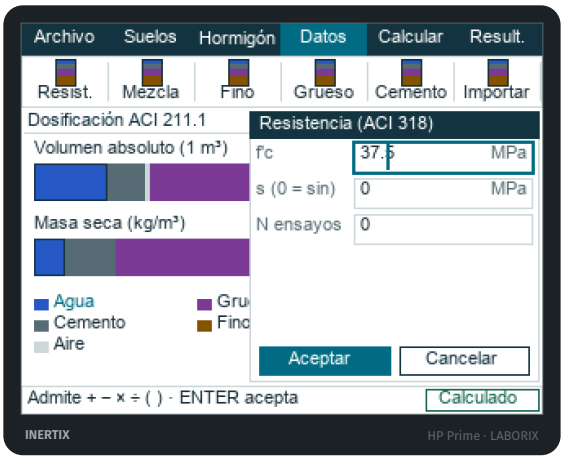
1. **Barra de menú.** Seis categorías; se abren con 1 a 6 o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría; en Datos y Result. cambian según el ensayo.
3. **Tabla del ensayo.** Datos tal como se anotan; una fila resaltada.
4. **Equipo.** Dibujo del ensayo con los datos de la fila elegida.
5. **Línea de estado.** Ayuda, cursor y mensajes.
6. **Botón de cálculo.** `Calcular` (ámbar) si hay cambios; `Calculado` si está al día.

4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
1 … 6	Siempre	Abre la categoría del menú y pone el foco en la cinta.
◀ ▶	Cinta	Elige la orden; Enter la activa.
▲ ▼	Hoja	Recorren las filas; Enter abre la fila en su formulario.
+ / Del	Hoja	Agrega una fila / la quita (con confirmación).
◀ ▶	Gráfica	Mueven el cursor; la línea de estado muestra los valores.
▲ ▼	Formulario	Cambian de campo.
◀ ▶	Procedimiento	Cambian de sección.
Esc	Gráfica, documento, formulario	Vuelve a la hoja o cierra sin guardar. En la hoja, Esc pregunta si se quiere salir.

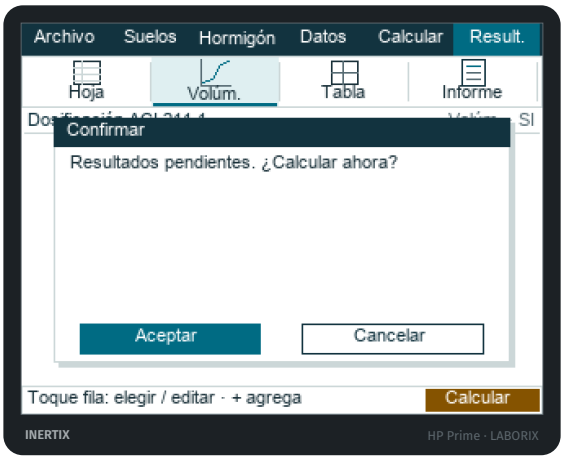
Pantalla táctil
Tocar una categoría o una orden la activa; tocar una fila de la hoja la selecciona y tocarla otra vez abre su formulario; en una gráfica, un toque lleva el cursor; tocar `Calcular` resuelve el ensayo.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la propia celda del formulario.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Tras un cambio, los resultados quedan pendientes.

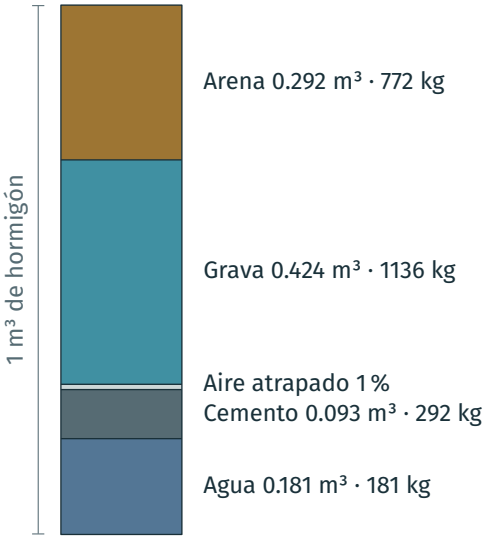
Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; Enter sobre un campo lo abre con el texto seleccionado.
- Durante la edición, ◀ ▶ mueven el cursor y Del borra el carácter de la izquierda. Un campo que se confirma vacío conserva su valor anterior.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista), ◀ ▶ cambian la opción; algunas opciones muestran campos nuevos (por ejemplo, `Exposición` con aire incorporado).
- Un dato fuera de rango no se acepta: aparece un mensaje que dice qué corregir y el formulario sigue abierto.
- Cualquier cambio deja pendiente el ensayo y los que dependen de él (la clasificación depende de la granulometría y de los límites; la combinación, de las granulometrías). Recorrer una gráfica **no** recalcula.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Se quiere dosificar **1 m³ de hormigón sin aire incorporado** con resistencia especificada f'_c = 17 MPa, sin registro de ensayos para estimar la desviación estándar. La obra pide un **asentamiento de 90 mm**, la grava tiene **TMN de 37.5 mm** y, por durabilidad, la relación **a/c no debe pasar de 0.62**. Con las propiedades de la arena y de la grava, se piden las masas por metro cúbico por el método de los **volúmenes absolutos** de ACI 211.1 y su corrección por la humedad de los agregados.



Mezcla pedida

f'_c = 17 MPa, sin registro de *s*
asentamiento 90 mm
TMN 37.5 mm, sin aire incorporado
a/c máxima 0.62
arena 6 % de humedad
grava 2 % de humedad

5.2 Datos

Resistencia y mezcla	Valor
f'_c	17 MPa
s / N.º de ensayos	0 / 0 (sin registro)
Asentamiento	90 mm
TMN de la grava	37.5 mm
Aire	Sin incorporar
a/c máxima	0.62

Cemento	Valor
G_s / bolsa	3.15 / 50 kg

Agregados	Arena	Grava
G_{sb} (seco)	2.64	2.68
Absorción	0.7 %	0.5 %
Humedad	6 %	2 %
MF	2.8	—
PU varillado	—	1600 kg/m³

Fuente: ACI 211.1-91, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*, apéndice en unidades SI, ejemplo 1. Agua, cemento, grava y agua corregida coinciden con la norma; la arena da 772 kg frente a 771 kg porque ACI redondea cada volumen a 0.001 m³ y LABORIX no redondea. En el programa es el ejemplo «Dosificación ACI 211.1: f'c 17 MPa».

5.3 Paso a paso

La dosificación se arma desde cero con el teclado. Como LABORIX conserva los datos de la sesión anterior (la primera vez, el laboratorio de ejemplo), el primer paso lo vacía; después solo se cambian los datos que difieren de los valores típicos.

1 Vaciar el laboratorio



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

1 Enter ▼ Enter ×2

1 **Archivo** Nuevo ofrece vaciar el ensayo activo o todo el laboratorio. Elija `Vaciar todo el laboratorio` y confirme: todos los ensayos quedan con valores típicos y sin calcular, y la línea de estado dice `Laboratorio vacío`.

✔ **Debe verse:** Abajo «Laboratorio vacío»: todos los ensayos con valores típicos y sin calcular

2 Abrir la dosificación ACI 211.1



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

3 ▶ ×4 Enter

En 3 **Hormigón** ACI 211 se abre la hoja de la dosificación. Sus cinco filas (resistencia, mezcla, fino, grueso y cemento) son los cinco grupos de datos; la columna de 1 m³ de la derecha queda `pendiente` hasta calcular.

✔ **Debe verse:** Hoja «Dosificación ACI 211.1» con las cinco filas de datos y la columna de 1 m³ «pendiente»

3 Resistencia: f'c 17 MPa



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

`4` `Enter` `1` `7` `Enter` `▼`×2

`4` **Datos** Resist. abre el formulario de resistencia. Teclee f'_c = 17 MPa. Como no hay registro de ensayos, s y el número de ensayos quedan en 0: LABORIX tomará f'_{cr} de la tabla de ACI 318.

✔ **Debe verse:** Formulario «Resistencia (ACI 318)»: f'c 17 MPa, s 0, N ensayos 0; foco en Aceptar

4 Mezcla: 90 mm, TMN 37.5 mm y a/c 0.62



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

`Enter` `4` `▶` `Enter` `9` `0` `Enter` `3` `7` `.` `5` `Enter` `▼` `0` `.` `6` `2` `Enter`

Acepte y abra `Mezcla`. Teclee el asentamiento de 90 mm y el TMN de 37.5 mm, deje `Sin incorp.` en el aire y escriba la a/c máxima de 0.62 que exige la durabilidad (0 significa sin límite).

✔ **Debe verse:** Formulario «Mezcla (ACI 211.1)»: asentamiento 90 mm, TMN 37.5 mm, aire «Sin incorp.», a/c máx 0.62

5 Agregado fino



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

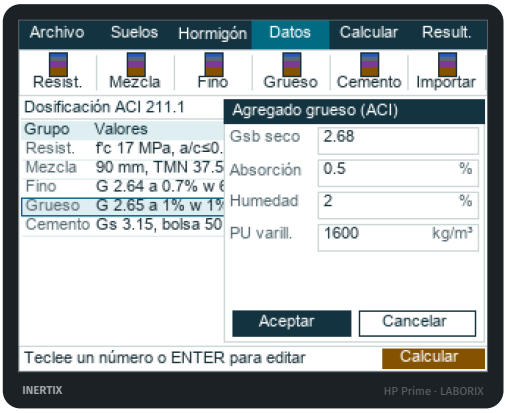
TECLAS

Enter 4 ▶ ×2 Enter 2 . 6 4 Enter 0 . 7 Enter 6 Enter ▼

Acepte y abra `Fino`. Teclee el peso específico seco de 2.64, la absorción de 0.7 % y la humedad de 6 %; el módulo de finura de 2.8 ya está. El MF fija el volumen de grava en la tabla 6.3.6.

✔ **Debe verse:** Formulario «Agregado fino (ACI)»: Gsb 2.64, absorción 0.7 %, humedad 6 %, MF 2.8

6 Agregado grueso



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

Enter 4 ▶ ×3 Enter 2 . 6 8 Enter 0 . 5 Enter 2 Enter ▼

Acepte y abra `Grueso`. Teclee el peso específico de 2.68, la absorción de 0.5 % y la humedad de 2 %; el peso unitario varillado de 1600 kg/m³ ya está.

✔ **Debe verse:** Formulario «Agregado grueso (ACI)»: Gsb 2.68, absorción 0.5 %, humedad 2 %, PU varillado 1600 kg/m³

7 Revisar el cemento



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

Enter 4 ▶ ×4 Enter ▼ ×2

Acepte y abra `Cemento` solo para comprobarlo: G_s = 3.15 y bolsa de 50 kg, que son los valores habituales. Lleve el foco a `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Cemento»: Gs 3.15 y bolsa de 50 kg (valores habituales); foco en Aceptar

8 Hoja con todos los datos



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

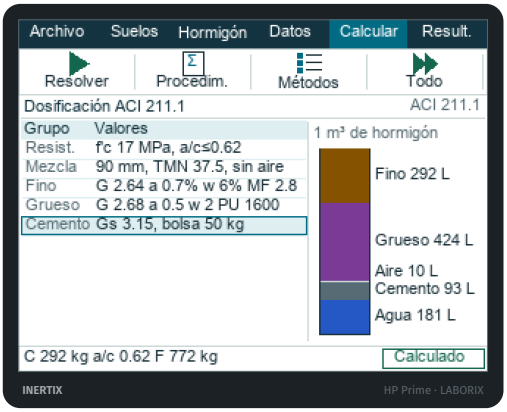
TECLAS

Enter

Al aceptar, la hoja muestra los cinco grupos con los datos del enunciado. El botón `Calcular` sigue en ámbar: los resultados están pendientes.

✔ **Debe verse:** Hoja con f'c 17 MPa, 90 mm, TMN 37.5, a/c≤0.62 y los dos agregados; botón ámbar «Calcular»

9 Resolver



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

5 Enter

5 **Calcular** Resolver calcula la mezcla. La columna de la derecha reparte el metro cúbico en agua, cemento, aire, grava y arena, y la línea de estado resume cemento, a/c y arena: `C 292 kg a/c 0.62 F 772 kg`.

✔ **Debe verse:** Columna de 1 m³ con los volúmenes; abajo «C 292 kg a/c 0.62 F 772 kg» y «Calculado»

10 Gráfica de volúmenes



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

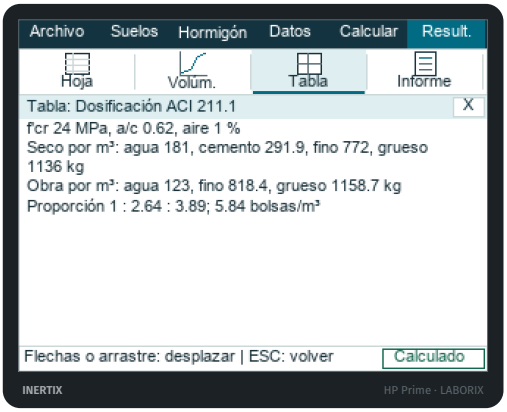
TECLAS

6 ▶ Enter

6 **Result.** Volúm. dibuja dos barras: el volumen absoluto de cada componente en 1 m³ y sus masas. Se ve que la grava y la arena ocupan casi el 72 % del volumen.

✔ **Debe verse:** Barras del volumen absoluto de 1 m³ (agua, cemento, aire, grueso, fino) y de las masas

11 Tabla de resultados



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

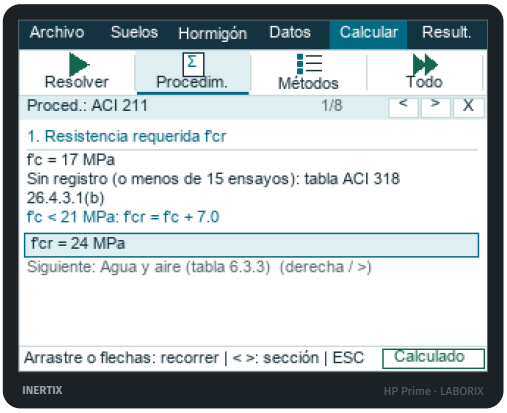
TECLAS

6 ▶ ×2 Enter

`Tabla` reúne en un documento f'_{cr}, agua, aire, a/c, cemento, grava y arena secas, las masas en obra con humedad y la tanda por bolsa de cemento.

✔ **Debe verse:** Documento con f'cr, agua, aire, a/c, cemento, grueso y arena secos, masas en obra y tanda por bolsa

12 Procedimiento: f'cr



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

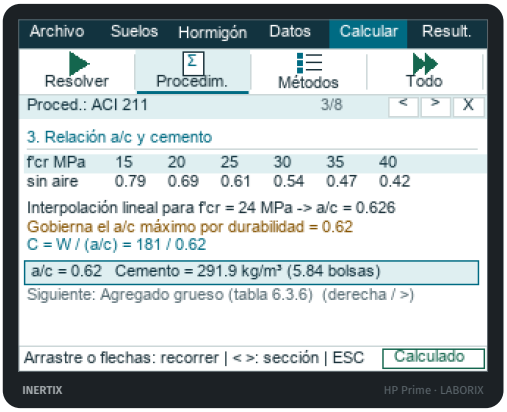
TECLAS

Esc 5 ▶ Enter

Vuelva con Esc y abra 5 **Calcular** Procedim.. La sección 1 de 8 muestra la resistencia requerida: sin registro de s y con f'_c < 21 MPa, $f'_{cr} = f'_c + 7 = 24$ MPa.

✔ **Debe verse:** Sección 1/8 «Resistencia requerida f'cr»: sin registro de s, f'cr = 17 + 7 = 24 MPa

13 Procedimiento: a/c y cemento



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

▶ ×2

Con ▶ dos veces llega a la sección 3. La tabla 6.3.4 da, interpolando para 24 MPa, una a/c de 0.626; gobierna la máxima de 0.62 y el cemento resulta $C = 181/0.62 = 291.9$ kg.

✔ **Debe verse:** Sección 3/8 «Relación a/c y cemento»: a/c interpolada 0.626, gobierna la máxima 0.62 → C = 181 / 0.62 = 291.9 kg

14 Procedimiento: volúmenes absolutos



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

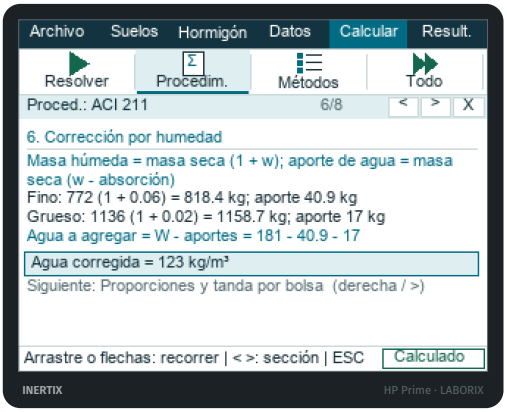
TECLAS

▶ ×2

En la sección 5 cada masa se pasa a volumen con $V = M/(G \cdot 1000)$. Agua, cemento, aire y grava suman 0.708 m³; la arena completa el metro cúbico y pesa 772 kg.

✔ **Debe verse:** Sección 5/8 «Volúmenes absolutos»: agua, cemento, aire y grueso; el resto es arena: 772 kg

15 Procedimiento: corrección por humedad



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

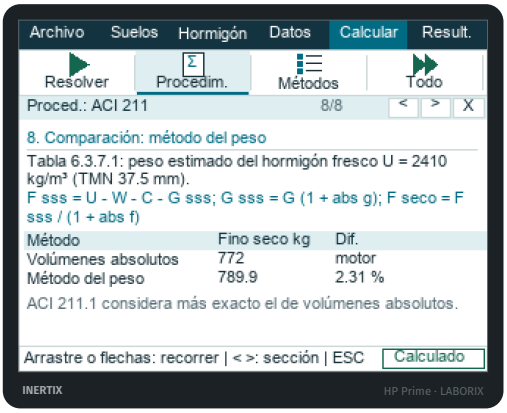
TECLAS

▶

La sección 6 pasa la dosificación a obra: la arena húmeda pesa 818.4 kg y la grava 1158.7 kg, y el agua libre que traen se descuenta del agua de mezclado, que baja a 123 kg.

✔ **Debe verse:** Sección 6/8 «Corrección por humedad»: arena 818 kg, grava 1159 kg y agua corregida 123 kg

16 Procedimiento: método del peso



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

TECLAS

▶ ×2

La última sección compara con el método del peso (tabla 6.3.7.1): la arena saldría 789.9 kg. ACI 211.1 considera más exacto el método de los volúmenes absolutos.

✔ **Debe verse:** Sección 8/8 «Comparación: método del peso»: arena 790 kg frente a 772 kg por volúmenes

5.4 Resultados

LABORIX coincide con ACI 211.1

Resistencia requerida, agua, cemento, grava y agua corregida coinciden con el ejemplo 1 de ACI 211.1. La arena difiere en 1 kg porque la norma redondea los volúmenes a 0.001 m³.

Magnitud	ACI 211.1	LABORIX	Estado
Resistencia requerida f'_{cr}	24 MPa	24.0 MPa	Coincide
Agua de mezclado W	181 kg	181.0 kg	Coincide
Aire atrapado	1 %	1.0 %	Coincide
Relación a/c	0.62	0.62	Gobierna la máxima
Cemento C	292 kg	291.9 kg	Coincide
Grava seca G	1136 kg	1136.0 kg	Coincide
Arena seca F	771 kg	772.0 kg	Redondeo de ACI
Arena / grava en obra	—	818.4 / 1158.7 kg	Con humedad
Agua corregida	123 kg	123.0 kg	Coincide

Tolerancias de la validación: 0.5 kg en agua, cemento y grava; 1.1 kg en la arena. Por el método del peso (tabla 6.3.7.1, U = 2410 kg/m³) la arena sería 789.9 kg. Cemento: 5.84 bolsas por m³.

Comprobación a mano

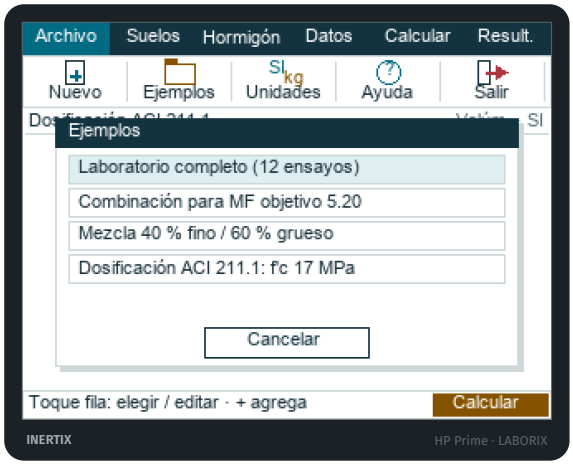
$$f'_{cr} = f'_c + 7 = 17 + 7 = 24 \text{ MPa} \qquad C = \frac{W}{a/c} = \frac{181}{0.62} = 291.9 \text{ kg} \qquad G = 0.71 \times 1600 = 1136 \text{ kg}$$

$$V_F = 1 - \frac{181}{1000} - \frac{291.9}{3150} - 0.010 - \frac{1136}{2680} = 1 - 0.7076 = 0.2924 \text{ m}^3$$

$$F = 0.2924 \times 2640 = 772.0 \text{ kg}$$

$$W' = 181 - 772.0\,(0.06 - 0.007) - 1136\,(0.02 - 0.005) = 181 - 40.9 - 17.0 = 123.0 \text{ kg}$$

5.5 Ejemplos incluidos (Archivo › Ejemplos)



Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

Los ejemplos se cargan con 1 **Archivo** Ejemplos, **sustituyen los datos** y quedan sin calcular: elija el ensayo y use 5 **Calcular** Resolver, o 5 **Calcular** Todo para los doce.

5.6 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca. Salvo OI-3, parten del `Laboratorio completo`. Cada paso se ejecutó y comprobó con el programa del 28-10-2026; las capturas son adapta-

das (ver el pie de la pantalla de inicio). Las teclas son las de la cinta: la cifra abre la categoría, ▶ elige la orden y Enter la activa.

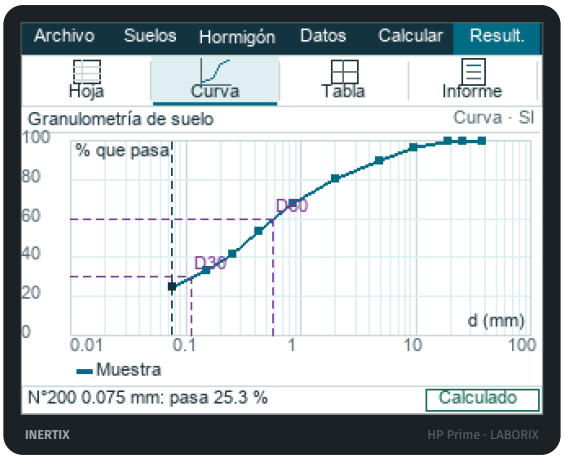
5.6.1 OI-1 · Clasificar un suelo

Objetivo. Pasar de la granulometría y los límites a la clasificación SUCS y AASHTO.

Datos. Granulometría con lavado (498 g tras el tamizado) y tres determinaciones de LL más LP.

Lectura. Con 25.3 % de finos y más arena que grava, el suelo es arenoso; el punto LL 32.3, IP 13.2 cae sobre la línea A: finos arcillosos, de ahí SC. D_{10} queda bajo el último tamiz, por eso C_u y C_c no se determinan.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, primer caso. Queda activa la granulometría de suelo, sin calcular.
2. 5 **Calcular** Resolver: grava 10.04 %, arena 64.66 %, finos 25.30 %.
3. 6 **Result.** Curva y ▶ hasta N°200: la línea de estado dice `N°200 0.075 mm: pasa 25.3 %`.
4. Esc, 2 **Suelos** Límites y 5 **Calcular** Resolver: LL 32.30, LP 19.11, IP 13.20.
5. 6 **Result.** Fluidez: recta en escala logarítmica de golpes, con LL a 25 golpes.
6. Esc, 2 **Suelos** Clasif. y 5 **Calcular** Resolver: tarjeta con SC y A-2-6 (0).
7. 6 **Result.** Carta: carta de plasticidad con el punto del suelo.



Cursor en N°200: pasa 25.3 %.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Carta de plasticidad.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

5.6.2 OI-2 · Proctor y corte: leer las gráficas con el cursor

Objetivo. Obtener $\gamma_{d,máx}$, $w_{ópt}$, c y ϕ, y recorrer los puntos.

Datos. Cinco puntos de compactación y tres probetas de corte directo.

Lectura. La parábola da 18.138 kN/m³ con 12.19 % de humedad; los mínimos cuadrados, 18.077 kN/m³ y 12.12 %. La diferencia indica cuánto depende el máximo del método. En corte, los mínimos cuadrados dan c = 18.5 kPa y ϕ = 28.05°; los dos puntos extremos, 18.33 kPa y 28.07°.

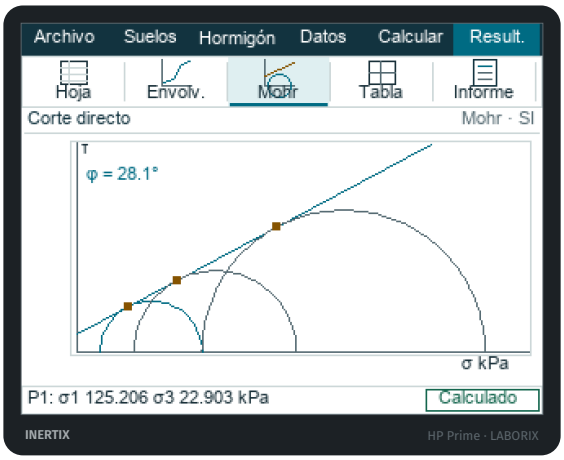
1. 2 **Suelos** Proctor y 5 **Calcular** Resolver.
2. 6 **Result.** Curva: curva, máximo rotulado y saturación S = 100 %.

3. ◄ dos veces: `w 8.2%: γd 17 S 40%`. Recorrer no recalcula ni cambia los datos.
4. Esc, 2 **Suelos** Corte y 5 **Calcular** Resolver.
5. 6 **Result.** Envolv.: los tres ensayos y la envolvente.
6. 6 **Result.** Mohr: círculos y línea de falla, con la misma escala en σ y τ.



Curva con el cursor en otro punto.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Círculos de Mohr.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

5.6.3 OI-3 · Combinar arena y grava

Objetivo. Hallar la proporción para un MF objetivo, o el MF de una proporción fija.

Datos. Arena MF 2.95 y grava MF 7.00. Fuente: Antezana, *Tecnología del Hormigón*, pp. 75–76.

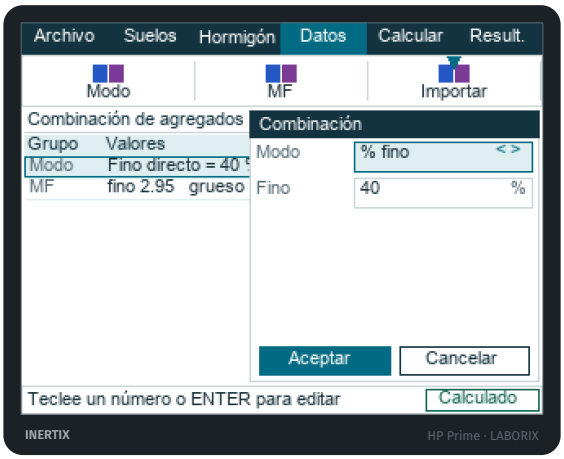
Lectura. MF 5.20 pide 44.44 % de arena y 55.56 % de grava; 40/60 da MF 5.38. Ambos coinciden con la fuente. El tercer modo, tamiz de control, sigue el mismo flujo: se fija un tamiz y el porcentaje que debe pasar, y necesita las dos granulometrías calculadas.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, `Combinación para MF objetivo 5.20`.
2. 5 **Calcular** Resolver: P_f = 44.44 %, P_g = 55.56 %.
3. 6 **Result.** MF(Pg): recta del MF con el punto de la mezcla.
4. Esc, ejemplo `Mezcla 40% fino / 60% grueso` y 5 **Calcular** Resolver: MF 5.38.
5. 4 **Datos** Modo muestra el modo y solo los campos que aplican.



MF objetivo 5.20: recta MF(P_g).

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Formulario del modo.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

5.6.4 OI-4 · De los agregados a la dosificación

Objetivo. Procesar los ensayos de agregados y usar sus valores en ACI 211.1 sin volver a teclearlos.

Datos. Arena de 500 g (suma 496 g), grava de 5000 g (suma 4980 g) y sus pesos específicos, humedad y peso unitario.

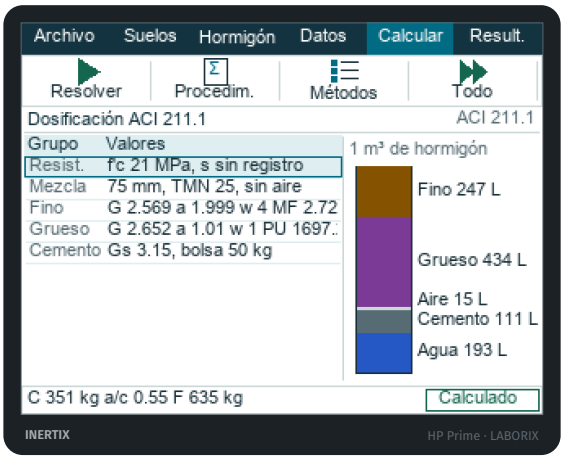
Lectura. La arena tiene MF 2.726 y error de masa 0.806 % (cumple, ≤ 3 %); la grava, TMN 25 mm, MF 7.008 y error 0.402 % (cumple, ≤ 1 %). Propiedades: G_{sb} 2.569 y 2.652, absorción 2.00 y 1.01 %. Con esos valores y f'_c = 21 MPa la mezcla da a/c 0.55, cemento 351.0 kg, grava 1149.7 kg y arena 634.6 kg secas.

1. Cargue el `Laboratorio completo`, 3 **Hormigón** Fino y 5 **Calcular** Resolver.
2. 6 **Result.** Curva: la arena frente al huso C33.
3. Esc, 3 **Hormigón** Grueso y 5 **Calcular** Resolver.
4. 3 **Hormigón** Propied. y 5 **Calcular** Resolver.
5. 3 **Hormigón** ACI 211 y 4 **Datos** Importar: `9 valores copiados de los ensayos.` La dosificación queda pendiente.
6. 5 **Calcular** Resolver: la mezcla usa los valores importados.



Arena y huso C33.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Mezcla con los valores importados.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

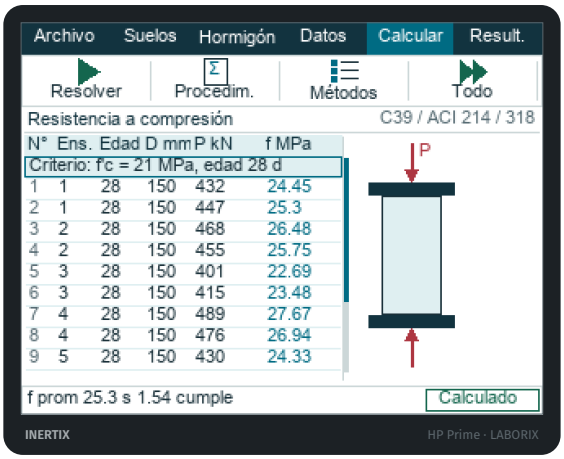
5.6.5 OI-5 · Revenimiento y probetas

Objetivo. Registrar el hormigón fresco y aceptar la resistencia con ACI 318.

Datos. Cono de 300 mm con altura final de 215 mm; 14 probetas de 150 mm de siete ensayos, f'_c = 21 MPa a 28 días.

Lectura. Revenimiento de 85 mm, forma válida, clase 3 de consistencia (de 50 a 100 mm). De las probetas entran los 6 ensayos a 28 días; el séptimo, a 7 días, no cuenta. Media 25.26 MPa, s = 1.536 MPa, CV 6.08 %, mínimo 23.09 MPa: **cumple**. f'_{cr} = 29.3 MPa es la resistencia que se pediría a una mezcla nueva con menos de 15 ensayos, no el criterio de aceptación.

1. Cargue el `Laboratorio completo`, 3 **Hormigón** Fresco y 5 **Calcular** Resolver.
2. 3 **Hormigón** Probetas y 5 **Calcular** Resolver.
3. 6 **Result.** Control: resultado por ensayo, promedio de tres y límites.
4. ▶ dos veces: `Ens. 3: 23.09 prom3 24.69 MPa`.



Probetas: hoja calculada.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

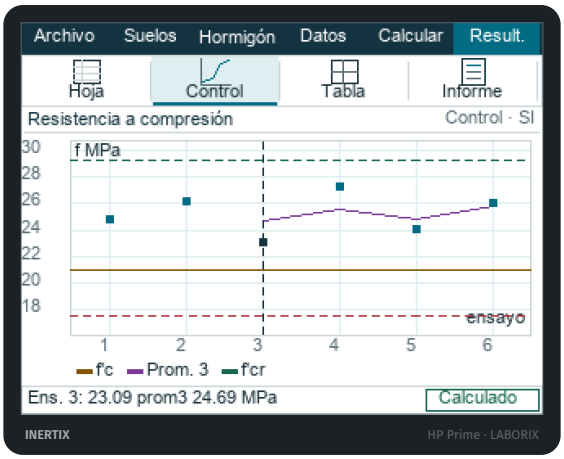


Gráfico de control con el cursor.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

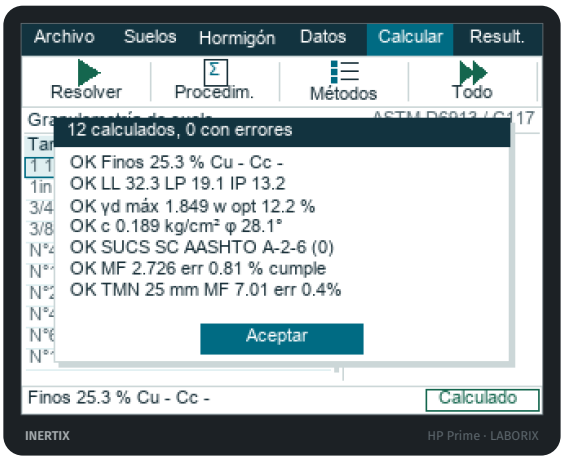
5.6.6 OI-6 · Unidades MKS, calcular todo e informe

Objetivo. Trabajar en kg/cm² y resolver el laboratorio de una vez.

Datos. `Laboratorio completo`.

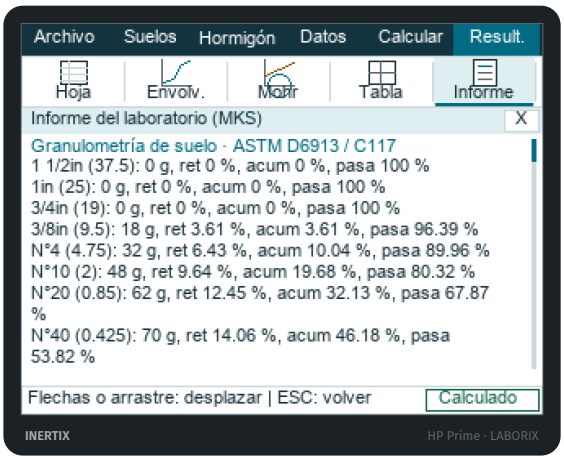
Lectura. El resumen indica 12 calculados y 0 con errores. La cohesión de 18.5 kPa se muestra como 0.1886 kg/cm²: el motor sigue en SI y solo cambia la presentación.

1. Cargue el ejemplo y, en 1 **Archivo** Unidades, elija MKS.
2. 5 **Calcular** Todo: resumen de los doce ensayos.
3. Esc y 2 **Suelos** Corte: esfuerzos en kg/cm².
4. 6 **Result.** Informe: todos los ensayos calculados.
5. Esc y 1 **Archivo** Unidades: vuelva a SI.



Calcular todo: resumen.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Informe del laboratorio.

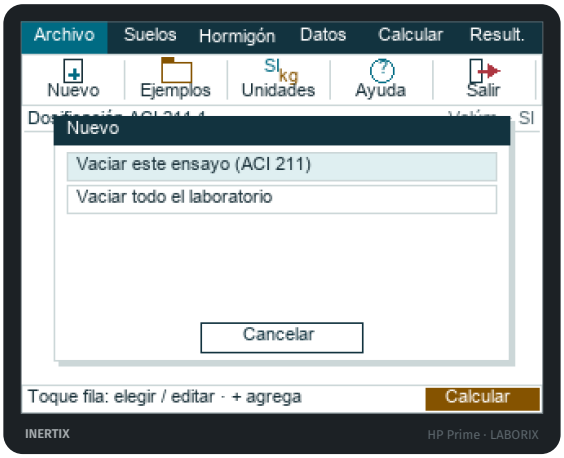
Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

Los datos de suelos del laboratorio completo se crearon para el programa; sus resultados se verificaron con implementaciones independientes de cada método.

6 Referencia de menús y opciones

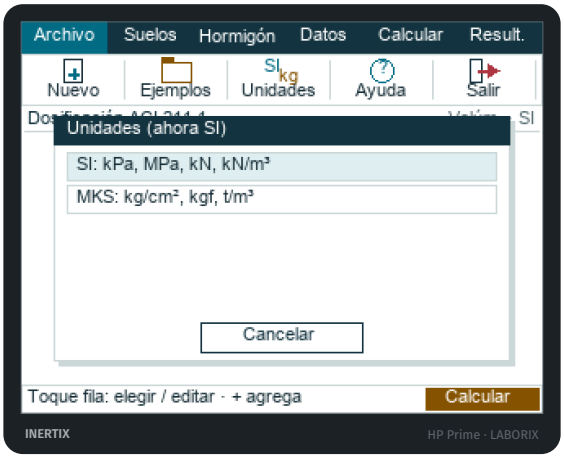
6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	`Vaciar este ensayo` o `Vaciar todo el laboratorio`, con confirmación. Las granulometrías conservan su serie de tamices con masas en cero; la dosificación y la combinación quedan con valores típicos.
Ejemplos	Cuatro casos: `Laboratorio completo (12 ensayos)`, `Combinación para MF objetivo 5.20`, `Mezcla 40% fino / 60% grueso` y `Dosificación ACI 211.1: f'c 17 MPa`.
Unidades	SI (kPa, MPa, kN, kN/m³) o MKS (kg/cm², kgf, t/m³).
Ayuda	Documento con el menú, la hoja, los formularios y las gráficas.
Salir	Pide confirmación. Los datos quedan en memoria.



1 **Archivo** Nuevo.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



1 **Archivo** Unidades.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

6.2 2 · Suelos y 3 · Hormigón

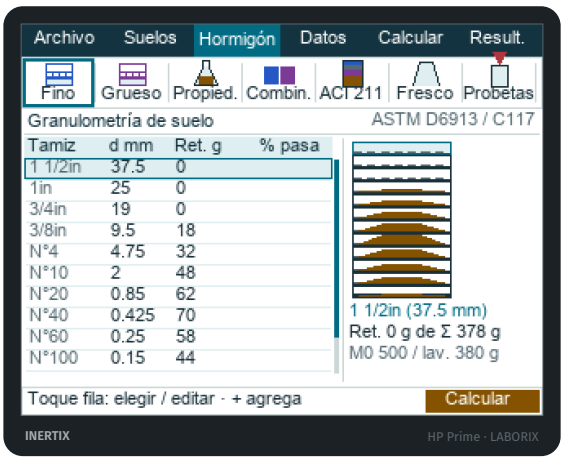
Eligen el ensayo activo. La cinta de `Datos` y la de `Result.` cambian con él.

Ensayo	Norma	Datos (cinta 4)
Granul.	D6913 / C117	Muestra (masa inicial y lavado), Editar, Agregar, Quitar, Serie de tamices
Límites	D4318	Editar, LL + (determinación), LP +, Quitar, w nat.
Proctor	D698 / D1557	Molde, Editar, Agregar, Quitar
Corte	D3080	Editar, Agregar, Quitar
Clasif.	D2487 / M145	Granul., Límites (abre los ensayos de los que depende)
Fino / Grueso	C136 / C33	Muestra, Editar, Agregar, Quitar, Serie
Propied.	C127 / C128 / C566 / C29	Editar, Fino, Grueso, Humedad, P.U.
Combin.	—	Modo (MF objetivo, % de fino o tamiz de control), MF, Importar (MF de las granulometrías)
ACI 211	ACI 211.1	Resist., Mezcla, Fino, Grueso, Cemento, Importar (desde los ensayos)
Fresco	C143	Ensayo (alturas y forma del revenimiento)
Probetas	C39 / ACI 214R / 318	Criterio (f'_c y edad), Editar, Agregar, Quitar



Cinta de Suelos.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Cinta de Hormigón.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

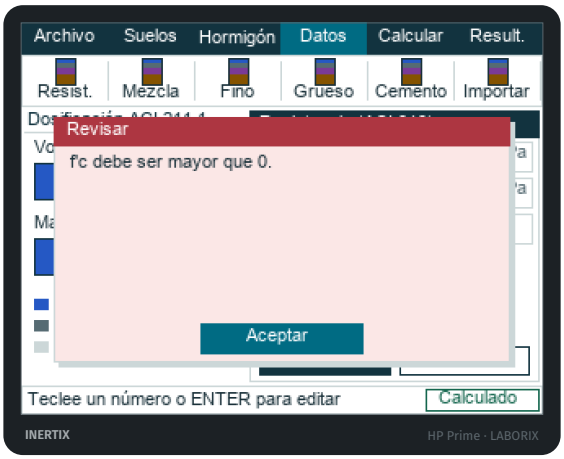
6.3 5 · Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Calcula el ensayo activo (y los que necesita); la línea de estado resume el resultado. Si falta un dato, un mensaje dice cuál y dónde corregirlo.
Procedim.	Procedimiento paso a paso del ensayo, por secciones: fórmulas, sustituciones, tablas y figuras; la última compara métodos.
Métodos	Lista de los métodos del ensayo; abre la sección correspondiente.
Todo	Calcula los doce ensayos que tengan datos y muestra un resumen.



Métodos de la dosificación ACI 211.1.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Dato fuera de rango: el mensaje dice qué corregir.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

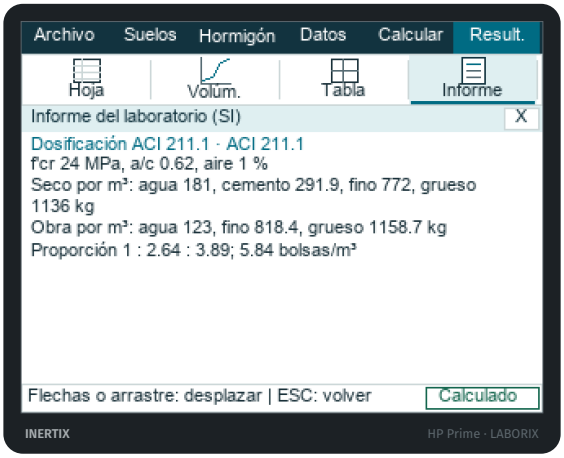
6.4 6 · Result.

Orden	Qué hace
Hoja	Vuelve a la hoja del ensayo con los resultados en la tabla.
Gráficas	Una o dos según el ensayo: curva granulométrica semilog con bandas C33 y D_{10}, D_{30}, D_{60}; curva de fluidez y carta de plasticidad; curva de compactación; envolvente y círculos de Mohr; curvas de la combinación y recta MF(P_g); barras de volumen y masa; gráfico de control de probetas con media móvil de 3.
Tabla	Documento con todos los resultados del ensayo.
Informe	Resumen de todos los ensayos calculados.



Curva granulométrica de suelo.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora



Informe del laboratorio.

Captura ADAPTADA: programa HP ejecutado en el entorno de desarrollo, no emulador ni calculadora

Recorrer una gráfica **no** recalcula; Esc vuelve a la hoja.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Granulometría

$$\%\,\text{pasa}_i = 100\,\frac{M_t - \sum_{k\le i} m_k}{M_t} \qquad e = 100\,\frac{|M_0 - M_t|}{M_t}$$

$$MF = \frac{1}{100}\sum \%\,\text{retenido acumulado en la serie normal}$$

Donde: m_k masa retenida en cada tamiz, M_t suma de las masas retenidas, M_0 masa inicial (o masa seca después del lavado). Los diámetros D_{10}, D_{30} y D_{60} se interpolan en escala logarítmica: $C_u = D_{60}/D_{10}$ y $C_c = D_{30}^2/(D_{10}\,D_{60})$.

7.2 Límites, Proctor y corte

$$w = a + b\,\log N \;\rightarrow\; LL = w(25) \qquad IP = LL - LP$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \qquad \gamma_{d,\text{sat}} = \frac{G_s\,\gamma_w}{1 + w\,G_s}$$

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi$$

Donde: El límite líquido sale de la recta de fluidez por mínimos cuadrados; con una sola determinación se usa la fórmula a un punto. El máximo Proctor se obtiene con la parábola de los tres puntos alrededor del máximo o por mínimos cuadrados; la curva de saturación usa G_s. La envolvente de corte se ajusta por mínimos cuadrados.

7.3 Combinación de agregados

$$MF_{\text{mezcla}} = \frac{P_f}{100}\,MF_f + \frac{P_g}{100}\,MF_g \qquad P_g = 100\,\frac{MF_{\text{obj}} - MF_f}{MF_g - MF_f} \tag{1}$$

7.4 Dosificación ACI 211.1

$$f'_{cr} = \max(f'_c + 1.34\,k\,s;\; f'_c + 2.33\,k\,s - 3.5) \quad (f'_c \le 35\ \text{MPa, con registro})$$

$$f'_{cr} = f'_c + 7\ \ (f'_c < 21) \qquad f'_c + 8.3\ \ (21 \le f'_c \le 35) \qquad 1.1\,f'_c + 5\ \ (f'_c > 35)$$

$$C = \frac{W}{a/c} \qquad G = \frac{b}{b_0}\,PU \qquad V = \frac{M}{G_s \cdot 1000} \qquad V_F = 1 - V_W - V_C - V_A - V_G$$

$$W' = W - F\,(w_f - a_f) - G\,(w_g - a_g)$$

Donde: W agua y aire de la tabla 6.3.3 según asentamiento y TMN; a/c de la tabla 6.3.4 interpolada para f'_{cr}, limitada por la a/c máxima; b/b_0 de la tabla 6.3.6 según TMN y MF de la arena; k factor por número de ensayos (15 a 29); w humedad y a absorción de cada agregado.

7.5 Resistencia de probetas

$$\bar{f} = \frac{\sum f_i}{n} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - \bar{f})^2}{n-1}} \qquad \bar{f}_3 \geq f'_c \quad \text{y} \quad f_i \geq f'_c - 3.5\ \text{MPa} \tag{2}$$

Donde: f_i resultado de cada ensayo (promedio de sus probetas), $\bar{f}_3$ promedio de tres ensayos consecutivos. Para $f'_c > 35$ MPa el límite individual es $0.9\, f'_c$. La calificación del control usa ACI 214R.

Cómo se verifica el cálculo

Cada ensayo tiene su procedimiento en 5 Calcular Procedim., con los datos, las fórmulas con sus valores, las tablas usadas y una última sección que compara con otro método.

8 Errores, avisos y preguntas frecuentes

8.1 Mensajes

Mensaje	Qué significa y qué hacer
Dato fuera de rango	El formulario sigue abierto y el caso no cambia. Corrija el valor que indica el mensaje.
Calculado con advertencias	El resultado es válido, pero conviene leer la lista: por ejemplo, LL a un punto, N fuera de 15–35 golpes, menos de 15 ensayos o MF fuera de 2.4–3.0.
Resultados pendientes	Los datos cambiaron después del último cálculo.
`Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`	Se pulsó ON durante un cálculo. Al volver a entrar, el programa abre con el caso intacto y los resultados pendientes.
`Operación interrumpida: se repusieron los datos anteriores`	Se pulsó ON mientras se cargaba un ejemplo, se vaciaba, se cambiaba la serie, se quitaba una fila o se importaban valores. Los datos vuelven a como estaban y todos los ensayos quedan pendientes.

8.2 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque los datos cambiaron después del último cálculo. LABORIX no muestra resultados viejos: use 5 Calcular Resolver o toque `Calcular`.

¿Por qué la clasificación pide calcular otra vez?

La clasificación depende de la granulometría del suelo y de los límites; si cambia cualquiera de los dos, queda pendiente.

¿Qué pasa si falta un tamiz de la serie normal?

El MF se calcula igual, interpolando en escala logarítmica, y el procedimiento indica qué tamices se interpolaron.

¿Puedo usar los MF de mis granulometrías en la combinación o en la dosificación?

Sí: `Importar` en la cinta de Datos de `Combin.` o de `ACI 211` copia los valores de los ensayos ya calculados.

¿Cómo trabajo en kg/cm²?

En 1 **Archivo** Unidades elija MKS: los formularios y resultados pasan a kg/cm², kgf y t/m³. El cálculo no cambia.

Pulsé Esc y me pregunta si quiero salir.

En la hoja, Esc es la salida del programa. Elija `Cancelar` para seguir trabajando.

¿Pierdo los datos al salir?

No. Quedan en memoria y reaparecen la próxima vez que abra LABORIX.