

# AUTOTRIAX

Estreno en México  
del **innovador**  
Sistema  
**Triaxial Automático**



# Ensayos triaxiales automáticos

Ensayos triaxiales de trayectoria de tensión / efectiva

## AUTOTRIAX

### EL SISTEMA BÁSICO TRIAXIAL AUTOMÁTICO EXPANDIBLE EN PASOS MODULARES SUBSIGUIENTES PARA:

- Tensión efectiva
- Trayectoria de tensión
- Permeabilidad
- Ensayos no saturados

### PARA CONTROLAR HASTA TRES SISTEMAS INDEPENDIENTES

La capacidad de ejecutar y controlar varios ensayos triaxiales automáticamente desde un PC

La ventaja de la expansión de sistemas en pasos modulares de componentes y programas

La capacidad, gracias al control automático, para eliminar las discrepancias medioambientales negativas como errores del operador, falta de calibración, etc.

Realización de ensayos 24 horas al día 7 días a la semana sin interrupción y mayor rendimiento de los ensayos con una considerable reducción de costes

El consiguiente logro de un régimen de ensayo que producirá unos resultados fiables y repetibles

La posibilidad de mejorar nuestros sistemas triaxiales estándar o de otras marcas

#### Ensayos triaxiales de trayectoria de tensión y efectiva

El sistema triaxial automático AUTOTRIAX no sólo puede realizar ensayos triaxiales de tensión efectiva con todas las ventajas citadas, sino que es el aparato específico e indispensable para realizar el ensayo triaxial de trayectoria de tensión.

De hecho, este ensayo se realiza para permitir que la ingeniería reproduzca los cambios en las condiciones de tensión de la muestra de suelo sujeta a compresión y extensión tanto en estado de carga como de descarga. En pocas palabras, ese suelo, debido por ejemplo a la excavación o construcción o causas naturales, podrá producir los cambios de magnitud de las tensiones principales (principal y secundaria).

Este ensayo sólo se podrá realizar de forma precisa y fiable con un sistema de circuito cerrado servocontrolado

#### Ensayos de permeabilidad en célula triaxial

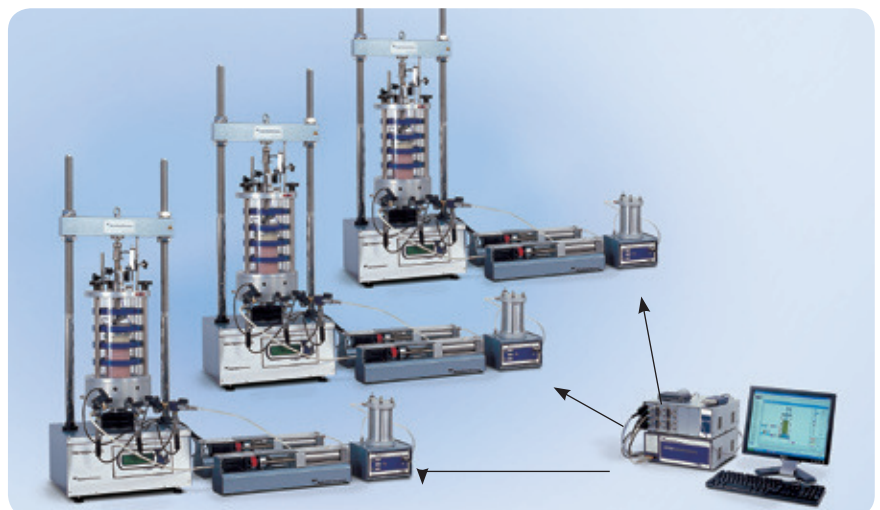
El ensayo de permeabilidad sólo se podrá realizar automáticamente con el sistema AUTOTRIAX usando los accesorios adecuados. Para ampliar información consulte la página 110.

#### Ensayos de suelos no saturados

El ensayo de suelo no saturado sólo se podrá realizar automáticamente con el sistema AUTOTRIAX usando los accesorios adecuados. Para ampliar información consulte la página 110.



Configuración típica del sistema AUTOTRIAX para el ensayo de trayectoria de tensión o tensión efectiva



Se podrán ejecutar tres sistemas simultáneamente desde un PC, sistema de registro de datos y cajetín de control

# Ensayos triaxiales automáticos

Ensayos triaxiales de trayectoria de tensión / efectiva (continuación)

## AUTOTRIAX

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AUTOTRIAX

El sistema se compone básicamente de los siguientes elementos:

#### Bastidor de compresión triaxial

Una máquina idónea es nuestro modelo WF4005 o 28-WF4010, 50 o 100 kN de capacidad.

#### Célula triaxial con tapón superior de vacío

Modelos idóneos son nuestros Tri-Cell Plus 28-WF4070/P a 28-WF4150/P equipados con tapón superior de vacío.

#### Unidad de control

El RTC, cajetín de control en tiempo real, 29-WF4530 con módulos de expansión 29-WF4537, son el cerebro del AUTOTRIAX. Proporcionan el control automático y el accionamiento de hasta tres sistemas triaxiales

#### Unidad de adquisición de datos

La ATD, sistema Datalog automático triaxial, 29-WF4616 y expansión 29-WF4616/UP1, proporciona la adquisición automática de datos y transmite todas las mediciones de transductores en la red de comunicaciones de alta velocidad al cajetín de control en tiempo real RTC

#### Programas de ensayo

Estos programas son la interfaz entre el operador y el sistema AUTOTRIAX para gestionar automáticamente todas las etapas del ensayo.

Existen diversos paquetes de programas dependiendo del tipo de ensayo que se pretenda ejecutar:

29-WF4616/S1 a 29-4616/S6.

Véase página 109-110

#### Sistemas de presión

Disponibles dos modelos dependiendo de la presión máxima a aplicar:

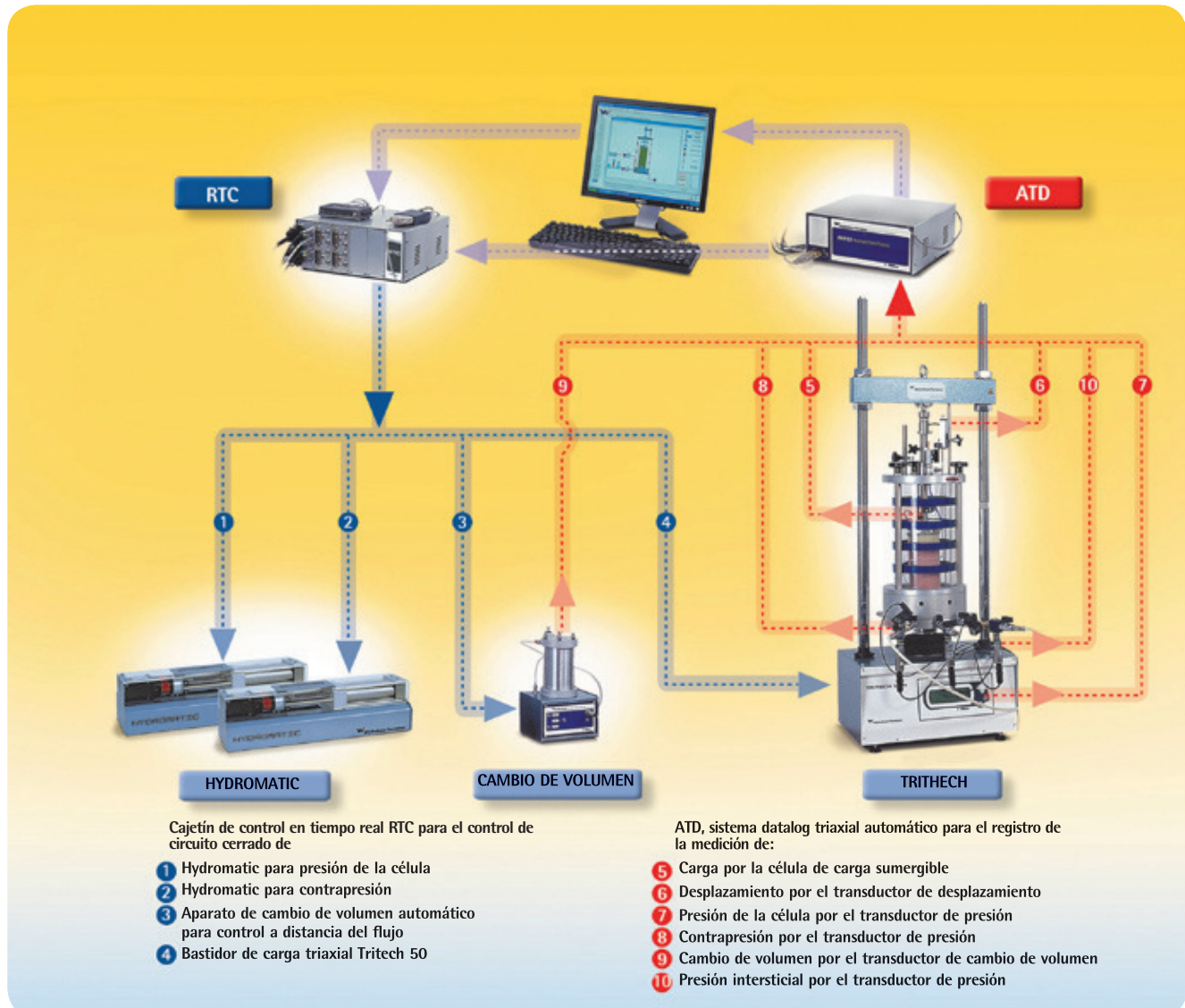
- **Accionador** hidráulico servocontrolado Hydromatic 29-WF4502 para presiones hasta 3.500 kPa

- **Servoválvula** electro neumática SERVOFLOW 29-WF4511 y expansión 29-WF4512, para presiones hasta 1.000 kPa

Las microválvulas electrónicas de apertura/cierre 29-WF4515 son accesorios para las conducciones de presión.

Todos los componentes citados se describen íntegramente en las siguientes páginas.

### Diagrama de flujo del sistema AUTOTRIAX



# Ensayos triaxiales automáticos

Sistema triaxial automático. Controladores de ensayo

**RTC** Real Time Control box

## ▶ CONTROLADORES DE ENSAYOS TRIAXIALES AUTOMÁTICOS RTC

### Descripción

El sistema básico RTC (control en tiempo real) está formado por un chasis montado con un módulo. Controlará un sistema de ensayos triaxiales completamente automático. El chasis RTC se podrá ampliar en su totalidad instalando dos módulos adicionales para poder controlar los tres sistemas de ensayos triaxiales completamente automatizados. Un módulo RTC podrá controlar:

- dos conducciones de presión de hasta 3.500 kPa
- dos válvulas I/O para conducciones de drenaje
- la velocidad del bastidor de carga triaxial
- la dirección de flujo del cambio de volumen automático

El sistema básico RTC viene con un programa RTC que gestiona la calibración de los transductores y la configuración de hasta tres sistemas. Los datos de calibración se pueden exportar a la plantilla de la hoja de cálculo de calibración suministrada para imprimir certificados de calibración.

El módulo RTC, el sistema de registro de datos ATD y el ordenador que ejecuta los módulos de programas están todos interconectados por una red de control y comunicaciones de alta velocidad que permite una comunicación simultánea entre los módulos RTC, el sistema de registro de datos ATD y el ordenador.

Cuando el módulo RTC recibe una comando del programa de ensayo (p.ej. aumento de presión, cierre de la conducción de presión a la célula triaxial, cambio de la velocidad del bastidor de carga triaxial o cambio de la dirección de flujo del dispositivo de cambio de volumen automático, entonces los comandos se aplican al sistema triaxial mediante un sistema de control de circuito cerrado usando la realimentación del sistema de registro de datos ATD. Entonces el módulo RTC ejecuta independientemente el programa de ensayo, manteniendo todos los parámetros actuales hasta que se envíen nuevos comandos desde el programa de ensayo.

### NOTA

Actualización de sistemas triaxiales estándar existentes:  
La ventaja del sistema RTC es que los bastidores de compresión triaxiales manuales existentes se pueden usar como parte de un sistema semiautomatizado. Cuando requiera la automatización completa, tendrá que hacer una ampliación a un bastidor de carga triaxial Trittech 29-WF4005 o un conjunto de tapón de vacío

### ■ 29-WF4530

#### RTC Base System

110-240 V, 50-60 Hz, monofásico  
Unidad básica usada para controlar un sistema triaxial automático.

### Specifications

#### Hardware:

- Microprograma del sistema de control de circuito cerrado con:
- 2 x salidas de control de presión
- 2 x salidas de control de la válvula de apertura y cierre
- 2 x salidas de control de flujo del dispositivo de cambio de volumen automático
- 1 x puerto RS-232 para bastidor de carga triaxial
- 1 x puerto de red Ethernet

**Dimensiones:** 320x270x140mm (largo x fondo x alto)

**Peso:** 3 kg aprox.

#### Software:

- programa de gestión de módulos RTC
- Configuraciones del sistema
- Gestión de canales
- Calibración de transductores
  - De 2 a 10 puntos de calibración
  - Ecuaciones lineales o polinómicas para el mejor ajuste
  - Exportación de datos de calibración a una plantilla de hoja de cálculo para imprimir certificados

### NOTE

Se requiere que MS Excel ejecute las plantillas suministradas de la hoja de cálculo de certificados de calibración

### ■ 29-WF4531

#### Módulo de expansión RTC para dos salidas de presión

Este módulo, añadido al sistema básico 29-WF4530 o al 29-WF4537, controla dos salidas de presión más y los accesorios en cuestión para medir el cambio de volumen. El sistema básico RTC puede aceptar hasta tres módulos 29-WF4531 para utilizarlos para ensayos de permeabilidad o no saturados.

### Especificaciones

Las mismas que para el módulo 29-WF4530 descrito previamente, excepto para los puertos RS232 y Ethernet, que no están disponibles

### ■ 29-WF4537

#### Módulo de extensión RTC

Este módulo, añadido al sistema básico, controla otro sistema de ensayos triaxiales totalmente automatizado. Se podrá instalar un máximo de dos módulos de expansión RTC para controlar 3 sistemas triaxiales.



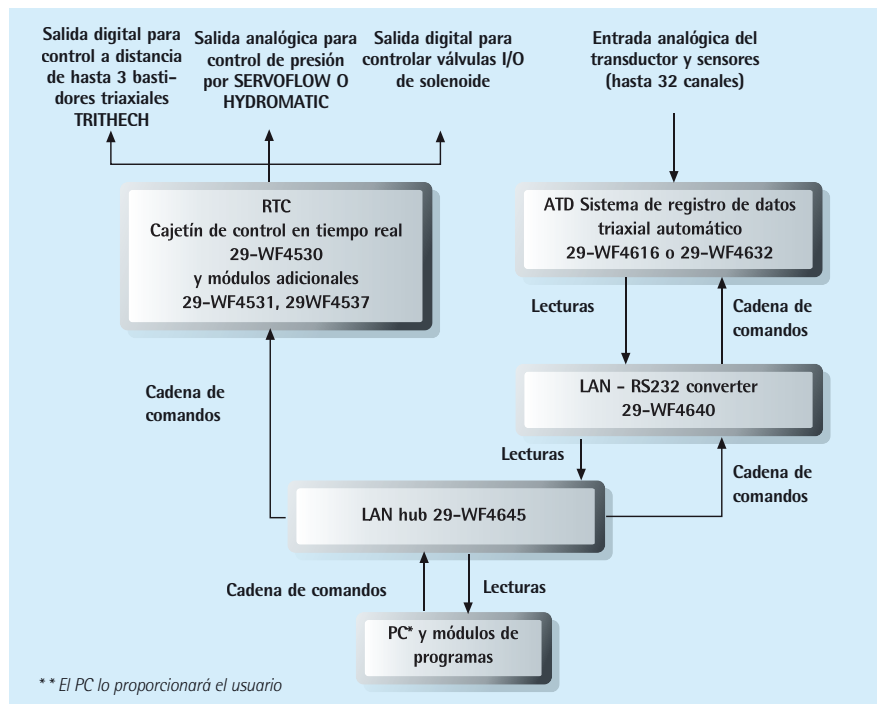
Inserción de 29-WF4531 y 29-WF4537 en un sistema básico 29-WF4530 RTC

### Especificaciones

Las mismas que para el modelo 29-WF4530.

### NOTE

Los módulos 29-WF4537 RTC se deben instalar en fábrica



# Ensayos triaxiales automáticos

Sistema triaxial automático.  
Sistemas de presión / Transductor de cambio de volumen

## SERVOFLOW

### ▶ CONTROLADOR DE PRESIÓN NEUMÁTICO PARA PRESIONES HASTA 1.000 KPA

#### Descripción

El controlador de presión neumático SERVOFLOW consta de una válvula de control electroneumática que reduce la presión de aire de suministro a una presión de aire de salida regulada directamente proporcional a una señal de entrada eléctrica recibida del módulo RTC. Cada SERVOFLOW tiene una válvula de seguridad integral y se suministra con transductor de presión y bloque de desaireación.

#### ■ 29-WF4511

#### Sistema básico SERVOFLOW

Chasis equipado con un SERVOFLOW que permite controlar una conducción de presión. El chasis se podrá ampliar en su totalidad instalando un SERVOFLOW adicional para poder controlar dos conducciones de presión.

#### Especificaciones

Presión de alimentación: hasta 1000 kPa.

Presión de salida: hasta 1000 kPa.

Consumo de aire: 0,1 m<sup>3</sup>/h

Conexión eléctrica: 25 clavijas tipo D

Dimensiones: 255x210x140 (largo x fondo x alto)

Peso: 2kg

#### ■ 29-WF4512

#### Expansión SERVOFLOW

Añade un SERVOFLOW adicional para ampliar el sistema básico SERVOFLOW 29-WF4511 para controlar dos conducciones de presión.

#### Especificaciones

Presión de alimentación: hasta 1000 kPa.

Presión de salida: hasta 1000 kPa.

Consumo de aire: 0,1 m<sup>3</sup>/h

#### NOTA

La ampliación SERVOFLOW 29-WF4512 se deberá instalar en fábrica



### ▶ CONTROLADOR DE PRESIÓN HIDRÁULICO PARA PRESIONES HASTA 3.500 KPA

#### Descripción

El controlador de presión HYDROMATIC consta de un pistón hidráulico impulsado por un husillo a bolas y una caja de engranajes montada en un carro de bolas. El sistema está impulsado a través de un motor paso a paso por el sistema de control de circuito cerrado del módulo RTC. El aparato tiene una tapa de metacrilato que permite ver las piezas móviles.

HYDROMATIC 29-WF4502



### ▶ VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE DE LA CONDUCCIÓN DE PRESIÓN

#### Descripción

Esta válvula de solenoide de dos vías está colocada en la célula triaxial para abrir y cerrar la conducción de presión a la célula. Está alimentada y controlada por el módulo RTC.

#### ■ 29-WF4515

#### Válvula de apertura y cierre de dos vías

#### Especificaciones

Alimentación: : 24V CC del módulo RTC

Velocidad de funcionamiento del solenoide: <10ms

Peso: 0.2kg

### ▶ CAMBIO DE VOLUMEN AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE FLUJO A DISTANCIA

#### Descripción

Es un transductor estándar de cambio de volumen automático con válvulas de solenoide integrales que permiten un control automático de la dirección del flujo y funciones de derivación. El controlador de cambio de volumen automático está alimentado y controlado directamente por el módulo RTC, que permite medir un cambio de volumen continuo durante un ensayo. El cambio

#### ■ 29-WF4502

Accionador hidráulico servocontrolado HYDROMATIC con presiones ajustables hasta 3.500 kPa

#### Especificaciones

Presión de alimentación: no se requiere

Presión de salida: hasta 3.500 kPa.

Precisión de la presión: +/-0,1% de toda la escala

Conexión eléctrica: 25 clavijas tipo D

Alimentación: 110-240V, 50/60 Hz, monofásica.

Dimensiones: 60x138x163mm (largo x fondo x alto)

Peso: 5 kg

de volumen se puede usar en sistemas neumáticos o hidráulicos. Los indicadores LED del panel frontal muestran el estado de dirección de derivación y flujo.

#### ■ 29-WF4412

Transductor de cambio de volumen automático con inversión automática del flujo para control a distancia

#### Especificaciones

Capacidad: 100 cm<sup>3</sup>

Precisión: 0,1 cm<sup>3</sup>

Presión máxima de funcionamiento: 2000 kPa

Alimentación: 24V CC del módulo RTC

Velocidad de funcionamiento del solenoide: <10ms

Peso: 9 Kg

Dimensiones: 260 x 280 x 400 mm (largo x fondo x alto)

Peso: 9 Kg

29-WF4412



# Ensayos triaxiales automáticos

Sistema triaxial automático / Adquisición y procesamiento automático de datos

ATD Automatic Triaxial Datalog

## Introducción

El ATD (sistema de registro de datos triaxial automático) viene en dos versiones de 16 o 32 canales. Proporciona una adquisición automática de datos para el sistema triaxial automático. El ATD transmite todos los valores del transductor por una red de comunicaciones de alta velocidad a los módulos RTC y el ordenador que ejecuta los módulos de programas de ensayos para el control de ensayo, registro de datos y procesamiento automático. Los valores de compensación y ganancia son ajustables durante la calibración del transductor para cada canal y se guardan en el microprograma. Es compatible con todos los transductores necesarios para ensayos triaxiales de trayectoria de tensión o tensión efectiva, como cambio de presión, desplazamiento, carga y volumen.

### ■ 29-WF4616

ATD adquisición de datos de 16 canales para sistema triaxial automático

### ■ 29-WF4616/UP1

Módulo ATD a 29-WF4616 ampliado de 16 a 32 canales de adquisición para sistemas triaxiales automáticos. Tendrá que instalarse en fábrica.

## Especificación general

### Hardware

**Número de canales:** 16 (29-WF4616) or 32 (29-WF4616+29-WF4616/UP1)

### Salidas de sensores:

- $V_{ex}$  ajustable a 10 V CC (común a todos los canales)
- compatible con sensores de 3 y 4 cables con extremo simple y doble

### Entradas de sensores:

- de -10V a +10V, incluyendo los siguientes sensores:
  - cualquier sensor amplificado con salida CC;
  - transductores potenciométricos;
  - transductores de puente Wheatstone con salida mV/V CC (células de carga, transductores de presión, transductores lineales y equivalentes)
- impedancia de los sensores de 100 ohmios a 10 kOhmios

**Resolución real:**  $\pm 32.000$  divisiones

**Velocidad de muestreo:** Ajustable a hasta 10 muestras/seg por canal

**Capacidad de almacenamiento máxima:** 8 MB

**Puertos de comunicación:** RS232 y USB para descarga de datos al PC con software incluido

**Alimentación:** 110-230V; 50-60Hz; monofásica

### Microprograma incorporado

Idóneo para gestión a distancia del registro de datos con módulos de programas AUTOGEOLAB (véase descripción separada en la página 109).

### Especificaciones mínimas de PC:

- Velocidad de procesador mínima 500 MHz
- Disco duro 200 MB mínimo
- RAM 512 MB
- CD - ROM
- 1 puerto serie RS232 o USB con adaptador USB-RS232 o tarjeta Ethernet con adaptador Ethernet-RS232
- Windows® 2000 Professional o XP
- Resolución mínima del monitor 800 x 600 píxeles
- Se recomienda MS Excel®
- Impresora A4

**Dimensiones:** 320x270x140mm (largo x fondo x alto)

**Peso:** 2,5 kg apox.



Imagen del panel delantero del ATD



Imagen del panel trasero del ATD

## NOTA

El módulo de expansión de 16 canales 29-WF4616/UP1 se deberá instalar en fábrica.

### Interfaz y accesorios de interconexión

► **29-WF4640** convertidor LAN-RS232 para conectar el ATD a la red de control y comunicaciones de alta velocidad. 230 V, 50 Hz, monofásico.

► **29-WF4645/COMP** Paquete de comunicación incluyendo ordenador personal (mínimo: 2,40GHz, 1GB RAM, disco duro 250GB, DVD-RW, Office, monitor LCD 17" y convertidor LAN HUB de 8 puertos para conexión de red AUTOTRIAX.

\* LAN = red de área local

# Ensayos triaxiales automáticos

Sistema triaxial automático / Adquisición y procesamiento automático de datos

## ► MÓDULOS DE PROGRAMAS AUTOGEOLAB PARA EL SISTEMA TRIAXIAL AUTOMÁTICO

### Introducción

Estos módulos de programas se usan junto con el chasis RTC, los módulos RTC y el ATD, todo conectado, usando la red de control y comunicaciones de alta velocidad. Permiten la automatización completa de los ensayos triaxiales, incluyendo el ensayo de tensión efectiva y trayectoria de tensión usando distintas normas como BS1377, ASTM y EN. Desde el principio al final del ensayo triaxial, los módulos de programas tienen un control total del bastidor triaxial, el ajuste de la presión a la célula triaxial, la apertura y cierre de las conducciones de presión a la célula triaxial y la medición del cambio de volumen continuo para realizar automáticamente las distintas etapas requeridas.

Los módulos de programas tienen una función de exportación para transferir automáticamente los datos de los ensayos en una plantilla de hoja de cálculo.

Los módulos de programas vienen con una plantilla de hoja de cálculo de procesamiento normativo que se puede personalizar en su totalidad.

Están disponibles los siguientes módulos de programas para ensayos:

#### ■ 29-WF4616/S1

##### Programa de tensión efectiva conforme a BS 1377:8

Realiza automáticamente el ensayo dependiendo de la norma de referencia: BS 1377:8

- Saturación con control totalmente automático
- Fase de consolidación isotrópica con medición del cambio de volumen
- Compresión triaxial no drenada consolidada con medición de la presión intersticial
- Compresión triaxial drenada consolidada con medición del cambio de volumen
- Corte no normativo de la muestra en extensión (drenada o no drenada)
- Exportación de datos de ensayo a una plantilla de hoja de cálculo para procesamiento y trazado

#### ■ 29-WF4616/S2

##### Programa de trayectoria de tensión

Realiza automáticamente las diferentes fases de un ensayo triaxial de trayectoria de tensión.

- Fase de saturación automática o manual
- Fase de consolidación:
  - Isotrópica
  - Anisotrópica
  - ko con control de tensión axial o radial (el control ko puede usar los dos métodos de cambio de volumen de muestra medida por correa radial)
- Parámetros de tensión objetiva definidos por el usuario (p, q, s y t)
- Fase de corte monotónico en compresión o extensión
- Exportación de datos de ensayo a una plantilla de hoja de cálculo para procesamiento y trazado

#### ■ 29-WF4616/S4

##### Programa de tensión efectiva conforme a ASTM D4764

Realiza automáticamente el ensayo dependiendo de la norma de referencia: ASTM D4764

- Saturación con control totalmente automático
- Fase de consolidación isotrópica con medición del cambio de volumen
- Compresión triaxial no drenada consolidada con medición de la presión intersticial
- Compresión triaxial drenada consolidada con medición del cambio de volumen
- Corte no normativo de la muestra en extensión (drenada o no drenada)
- Exportación de datos de ensayo a una plantilla de hoja de cálculo para procesamiento y trazado
- Ensayo de fases múltiples.

# Ensayos triaxiales automáticos

Sistema triaxial automático / Adquisición y procesamiento automático de datos

## ■ 29-WF4616/S5

### Programa para ensayos triaxiales en suelo no saturado

Realiza automáticamente las fases del ensayo usando el método de desplazamiento del eje:

- Control simultáneo e independiente de la presión de aire, presión de agua intersticial y tensión axial
- Realización de varias fases del ensayo: saturación, consolidación y corte
- Registro de datos del ensayo de cada fase

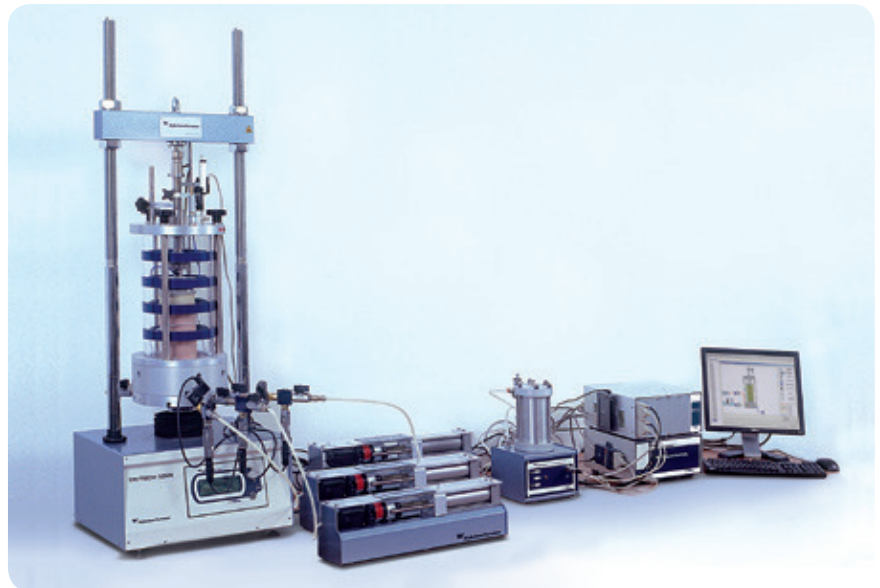


## ■ 29-WF4616/S6

### Programa de ensayo triaxial de permeabilidad conforme a BS 1377:6

Realiza automáticamente ensayos de permeabilidad en la célula triaxial conforme a BS 1377:6, parte 6.3:

- Control automático de la fase de saturación
- Fase de consolidación isotrópica con medición de la presión intersticial y cambio de volumen
- Procedimiento automático para generar un gradiente hidráulico a través de la muestras y el flujo contante de agua principal
- Exportación de datos de ensayo a una plantilla de hoja de cálculo para procesamiento y trazado.

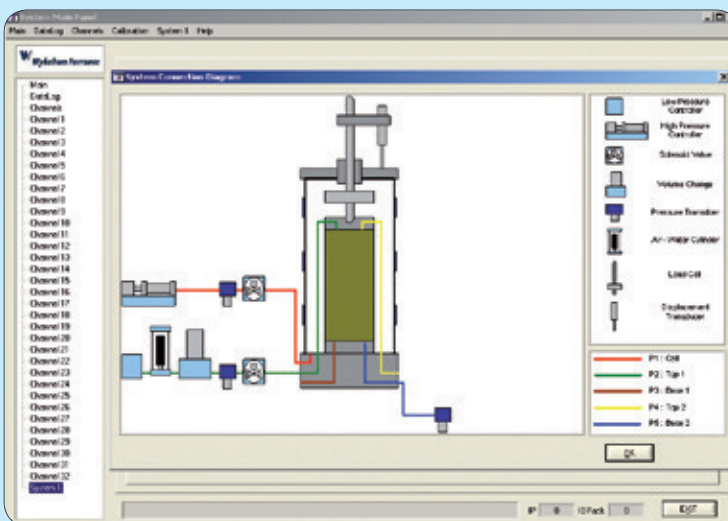


# Ensayos triaxiales automáticos

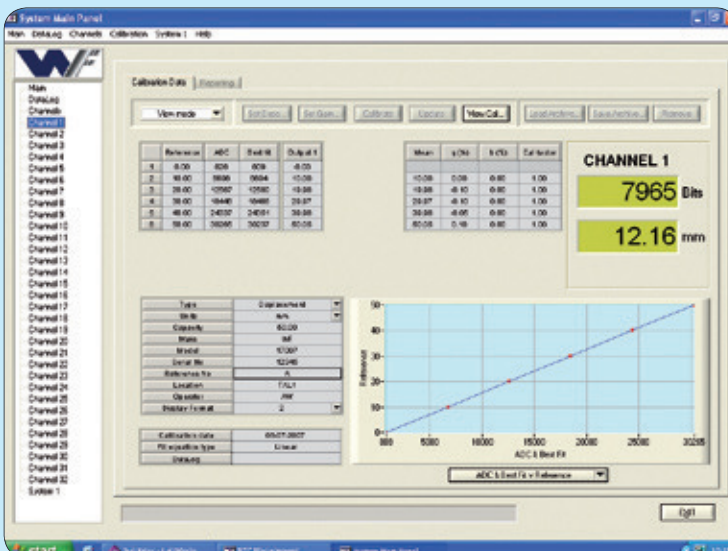
Sistema triaxial automático / Adquisición y procesamiento automático de datos

**PROGRAMA AUTOTRIAX**  
EJEMPLO DE PANTALLA

Pantalla del programa de trayectoria de tensión



Calibración del transductor



Configuración de la tensión efectiva

