

## Medidas y ensayos en instalaciones eléctricas según el REBT

FLUKE®



**Roberto Poyato**

Responsable Soporte Técnico Fluke Iberica & Italy  
[roberto.poyato@fluke.com](mailto:roberto.poyato@fluke.com)

1

## Ponente

FLUKE®

**Roberto Poyato**

Responsable Soporte Técnico Fluke Ibérica & Italia

Licenciado en Ciencias Físicas especialidad Electrónica

Más de 27 años de experiencia en las áreas del mantenimiento, instrumentación e instalaciones de potencia

[roberto.poyato@fluke.com](mailto:roberto.poyato@fluke.com)

+34 690681750

2

**REBT: responsabilidad de la seguridad de la instalación**



*Artículo 18 del REBT. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.*

*b) La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.*

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	VERIFICACIONES E INSPECCIONES	ITC-BT-05
		Página 2 de 5
<p>.....</p> <p><b>2. AGENTES INTERVINIENTES.</b></p> <p>2.1 <b>Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.</b></p> <p>.....</p> <p><b>3. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.</b></p> <p>Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, <b>siguiendo la metodología de la norma UNE 60364-6-6.</b></p>		

3

**REBT: responsabilidad de la seguridad de la instalación**

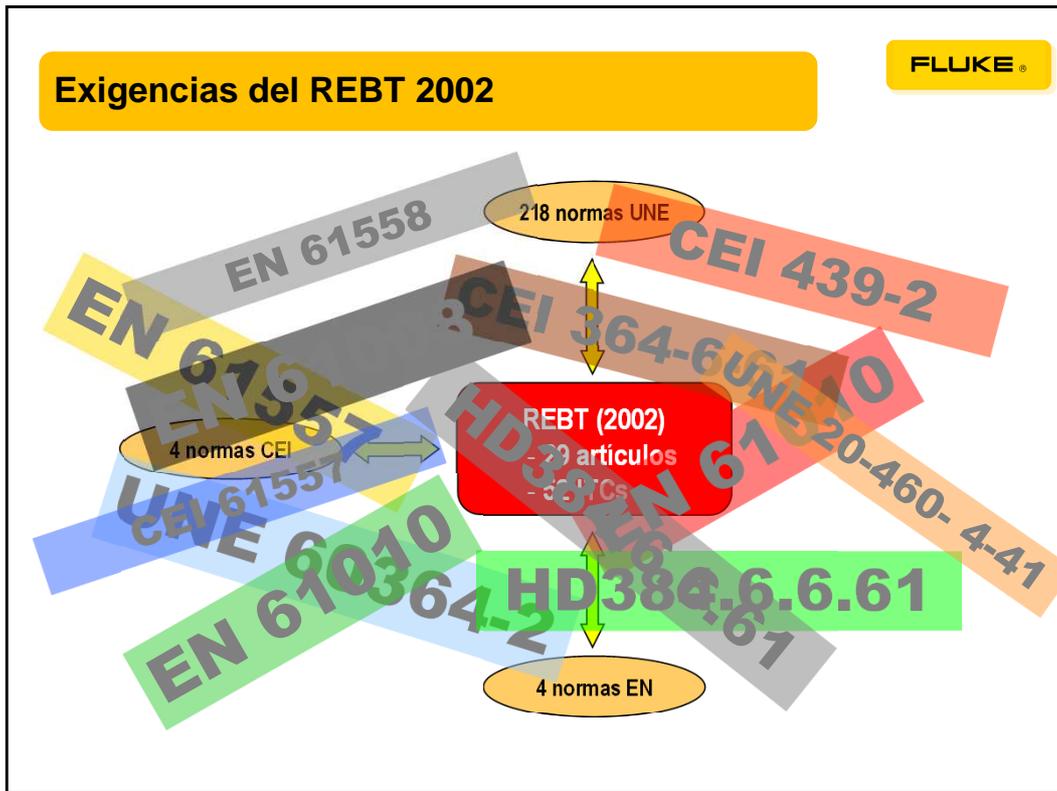


***El instalador:***

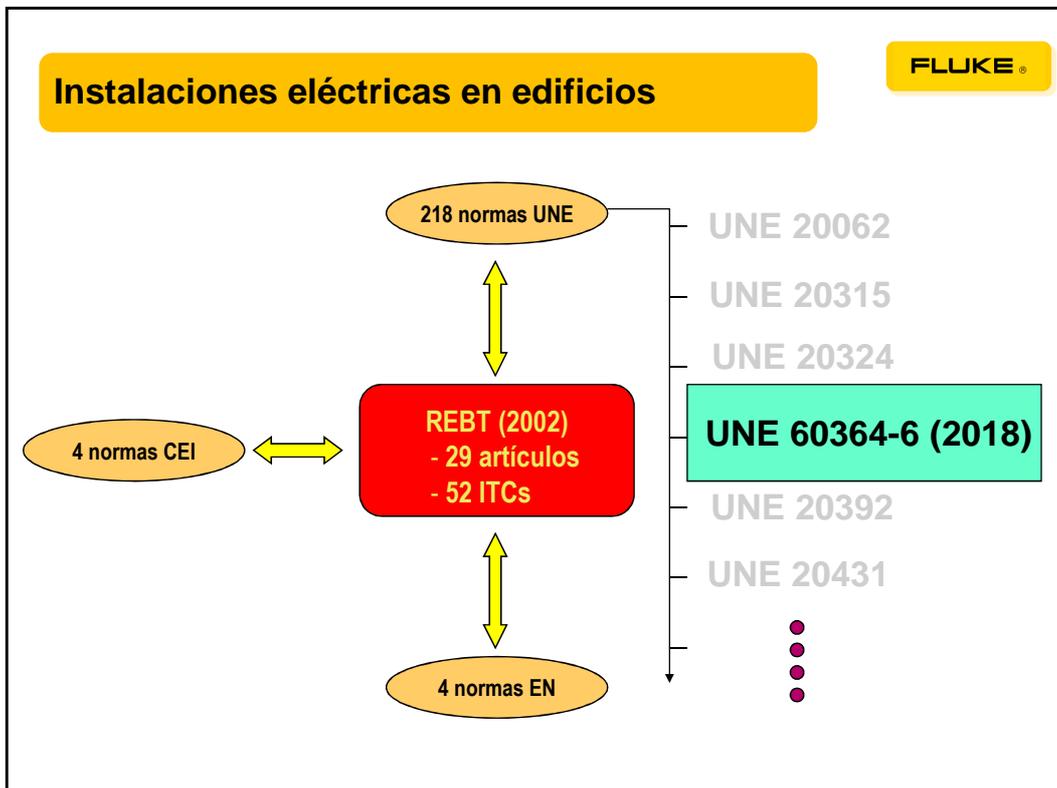
- Debe cumplir todas las exigencias del REBT, ITC's y Normas asociadas
- En particular, debe efectuar la verificación previa a la puesta en servicio de la instalación siguiendo la metodología de la norma UNE-HD 60364-6 (anteriormente la UNE 60364-6-6)



4



5



6

## Instalaciones eléctricas en edificios

FLUKE®

INSTRUCCIÓN	TITULO	INSTRUCCIÓN	TITULO
ITC-BT-01	Terminología	ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión
ITC-BT-03	Instaladores autorizados	ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones	ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales Piscinas y fuentes
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones	ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales Máquinas de elevación y transporte
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en Baja Tensión	ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales Instalaciones provisionales y temporales de obras
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en Baja Tensión	ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales Ferias y stands
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica	ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales Establecimientos agrícolas y hortícolas
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior	ITC-BT-36	Instalaciones a muy Baja Tensión
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión	ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas	ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace Esquemas	ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales Cercas eléctricas para ganado
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace Cajas generales de protección	ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace Línea general de alimentación	ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas
ITC-BT-15	Instalaciones de enlace Derivaciones individuales	ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo
ITC-BT-16	Instalaciones de enlace Contadores. Ubicación y sistemas de instalación	ITC-BT-43	Instalación de receptores Prescripciones generales
ITC-BT-17	Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia	ITC-BT-44	Instalación de receptores Receptores para alumbrado
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra	ITC-BT-45	Instalación de receptores Aparatos de caldeo
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras Prescripciones generales	ITC-BT-46	Instalación de receptores Cables y folios radiantes en viviendas
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras Sistemas de instalación	ITC-BT-47	Instalación de receptores Motores
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras Tubos y canales protectores	ITC-BT-48	Instalación de receptores Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra sobretensiones	ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra sobretensiones	ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras Protección contra los contactos directos e indirectos	ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas Número de circuitos y características	ITC-BT-52	Instalaciones con fines especiales Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas Prescripciones generales de instalación		
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas Locales que contienen una bañera o ducha		

7

## NORMA UNE 60364-6 Instalaciones eléctricas en edificios

FLUKE®

1. Campo de aplicación.
2. Definiciones.
3. Determinación de las características generales.
4. Protecciones para garantizar la seguridad.
5. Elección e instalación de los equipos eléctricos.
6. Verificación y mantenimiento de las instalaciones.
7. Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales.

8

**UNE 60364-6 : “Verificaciones”**

**FLUKE®**

**Verificaciones por examen:**

- ❖ Sin tensión
- ❖ Antes de los ensayos

**Ensayos:**

- ❖ Sin tensión
- ❖ Con tensión



9

**Verificaciones por examen**

**FLUKE®**

**SIN TENSIÓN Y ANTES DE LOS ENSAYOS**

**Comprobar que el material eléctrico instalado permanentemente está:**

- ✓ Conforme con las prescripciones de seguridad de las normas aplicables, mediante examen, el marcado ó el certificado correspondiente.
- ✓ Elegido e instalado conforme al REBT y a las instrucciones del fabricante
- ✓ No presenta ningún daño apreciable que pueda afectar a la seguridad
- ✓ ...

10

**UNE 60364-6: “Verificaciones”**

FLUKE®

☐ Verificaciones por examen:

- ❖ Sin tensión
- ❖ Antes de los ensayos

☐ Ensayos:

- ❖ Sin tensión
- ❖ Con tensión



11

**Medidas y ensayos exigidos en el REBT**

FLUKE®

**UNE60364-6:**

- ✓ Continuidad
- ✓ Resistencia de Aislamiento
- ✓ Protección por Separación (MBTP y MBTS)
- ✓ Resistencia suelo y paredes
- ✓ Ensayo de polaridad
- ✓ Ensayos funcionales

**ITC REBT 2002:**

- ✓ Resistencia Lazo (ITC-BT-24)
- ✓ Resistencia de Tierra (ITC-BT-18)
- ✓ Medida de corriente de fugas (ITC-BT-19, 24)
- ✓ Medida de la Secuencia de Fases (GUIA-BT-Anexo 4)
- ✓ Medida de Alumbrado de emergencia (ITC-BT-28)

12

## Ensayos

FLUKE®

Sin tensión



- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

Con tensión



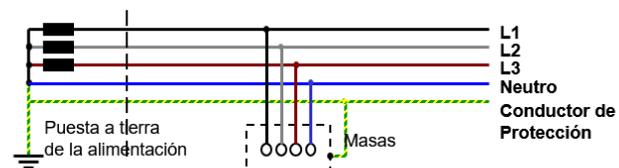
- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de las fases (GUIA-BT- Anexo 4)
- Resistencia de lazo (REBT ITC 24)
- Ensayos funcionales (REBT- 60364 -6)
- Comprobación de interruptores Diferenciales (REBT- 60364 -6)
- Medida de corrientes de fugas (REBT ITC 19 y 24)
- Medida de alumbrado de emergencia (REBT ITC 28)

13

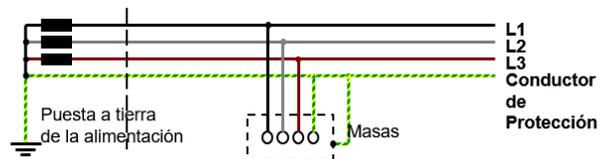
## Tipología de las instalaciones

FLUKE®

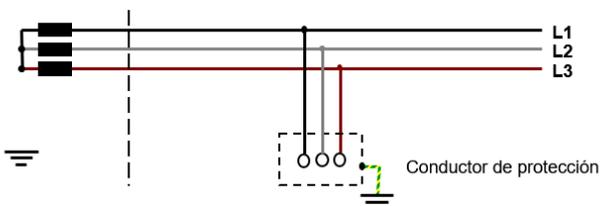
Esquema tipo TN-S



Esquema tipo TN-C



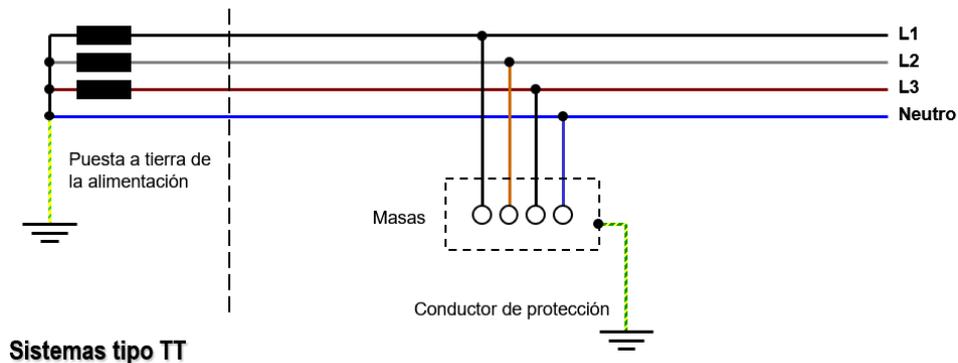
Esquema tipo IT



14

## Tipología de las instalaciones

FLUKE®



Sistemas tipo TT

15

## Instalaciones punto de recarga VE

FLUKE®

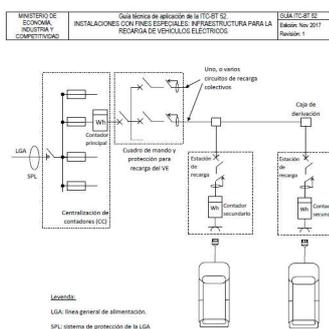


Figura 5. Esquema de instalación colectiva con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga.

- Un punto de recarga puede implicar una instalación eléctrica relativamente compleja, con cables de potencia, protecciones magnetotérmicas y diferenciales, contadores de energía, sistemas de control, etc.
- La norma **HD 60364-6: 2018** (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 6: Verificación), (que es la norma principal en la que se basa el REBT), establece la necesidad de verificar los sistemas eléctricos y en este sentido la estación de recarga forma parte de una instalación eléctrica. Las normas **EN 61439-7** (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies), **EN 61851-1** (Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales), **IEC 62752** (In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles), (VDE-AR-N-4102) y otras también deben tenerse en cuenta.

Dado que las estaciones de recarga, en su mayoría son inteligentes, y **no proporcionan tensión a su salida salvo que detecte un vehículo conectado**, es fundamental un adaptador que simule la presencia de un vehículo eléctrico conectado para de este modo poder realizar las pruebas y verificaciones oportunas

16

## Tipos de interfaces de conexión. Conectores para el vehículo

FLUKE®

El sistema de recarga conectará la alimentación a su salida una vez que detecte que hay un automóvil conectado y qué corriente máxima admite el cable que se utiliza. Hay sistemas de recarga monofásicos o trifásicos



SEÑAL	DEFINICIÓN	PROPÓSITO
L1	Fase 1	Alimentación AC 3 F
L2	Fase 2	Alimentación AC 3 F
L3	Fase 3	Alimentación AC 3 F
N	NeutrO	Neutro sistema trifase
CP	Control Pilot	post-insertion signalling
PP	Proximity Pilot	pre-insertion signalling
PE	Tierra de protección	full-current protective earthing system

Tipo 2 o Mennekes (VDE-AR-E 2623-2-2). Principalmente utilizado en Europa, pudiendo ser monofásico, con corriente máxima de 16 A o trifásico con corriente máxima de 63 A, 400 V, 43.5 kW

17

## Necesidad de un adaptador de prueba EV-500

FLUKE®

- ✓ Simular la conexión de un vehículo eléctrico a la estación de carga a probar (el adaptador de prueba simula un vehículo eléctrico (el modo de carga 3 permite la salida de tensión CA). La conexión del adaptador de prueba EV-500 a una estación de carga permite iniciar el proceso de carga. Se pueden simular varias capacidades de carga (abierto, 13 A, 20 A, 32 A y 63 A), así como los modos de vehículo eléctrico posibles (A, B, C, D).
- ✓ Proporcionar un fácil acceso a los terminales de carga L1, L2, L3, N, PE y a los terminales de señal CP para conectar equipos de medición adicionales para realizar más pruebas. Las estaciones de carga deben probarse después de la instalación y estas pruebas deben repetirse periódicamente.



18

**Ensayos**

FLUKE®

**Ensayos sin tensión:**

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)

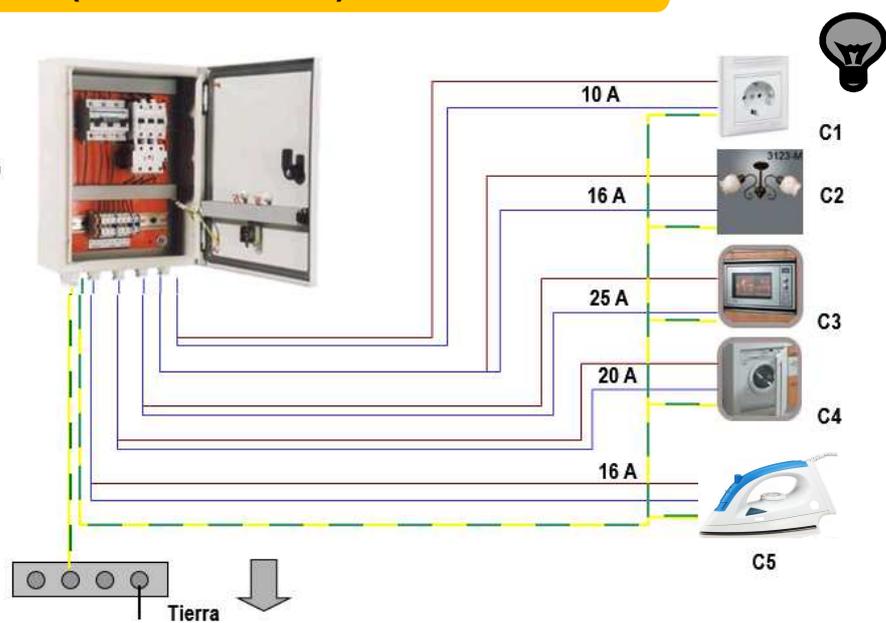


19

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

FLUKE®

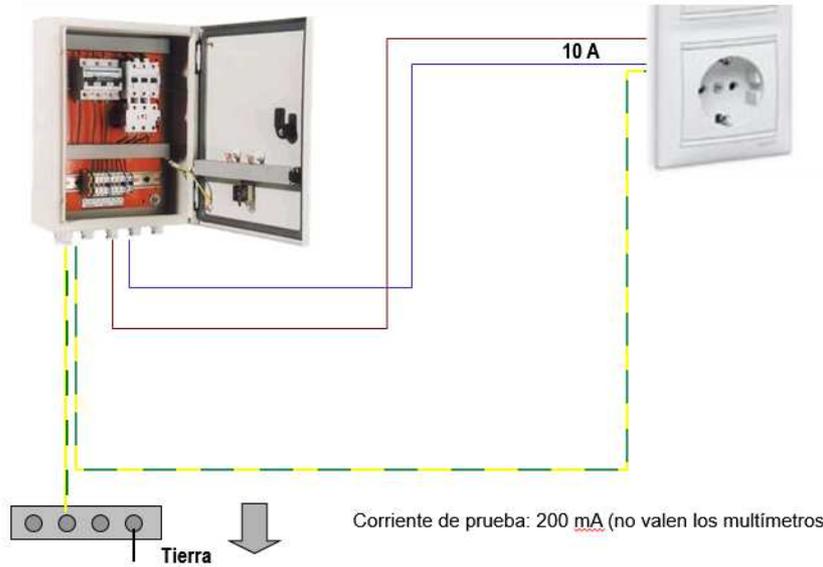
CUADRO ELÉCTRICO



20

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

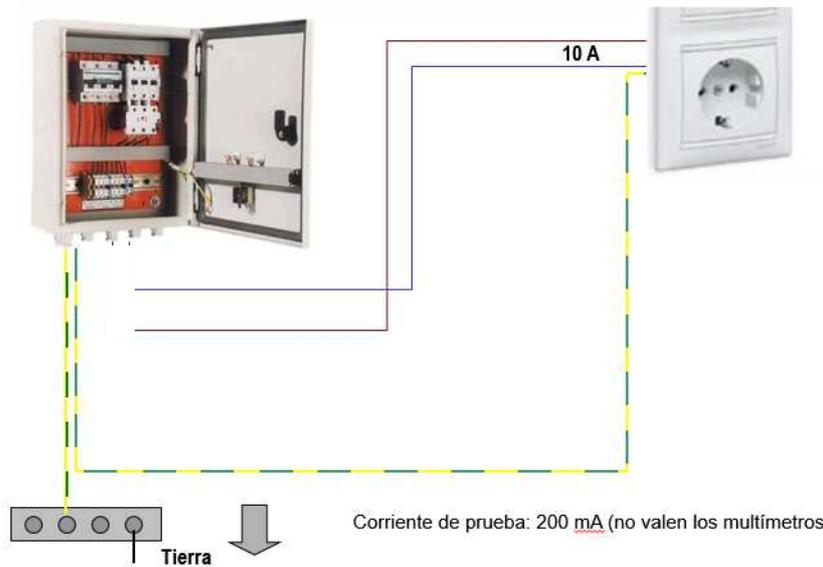
FLUKE®



21

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

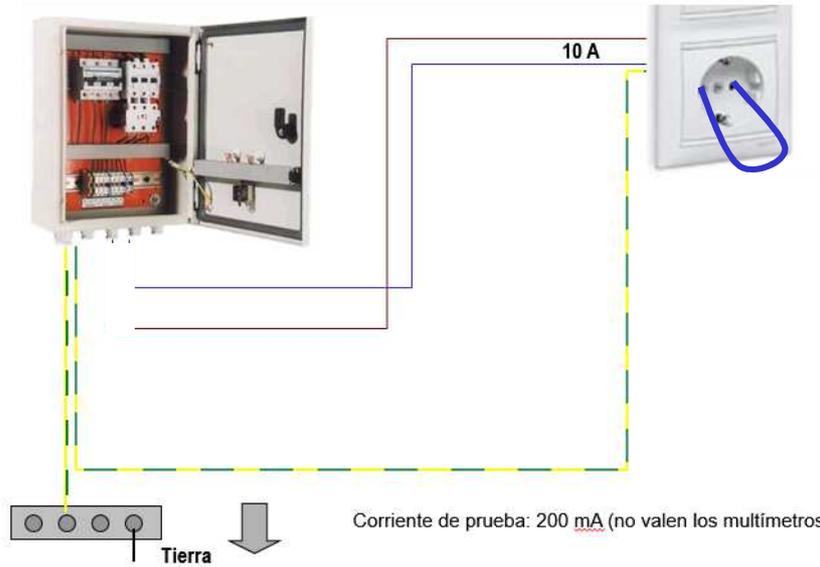
FLUKE®



22

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

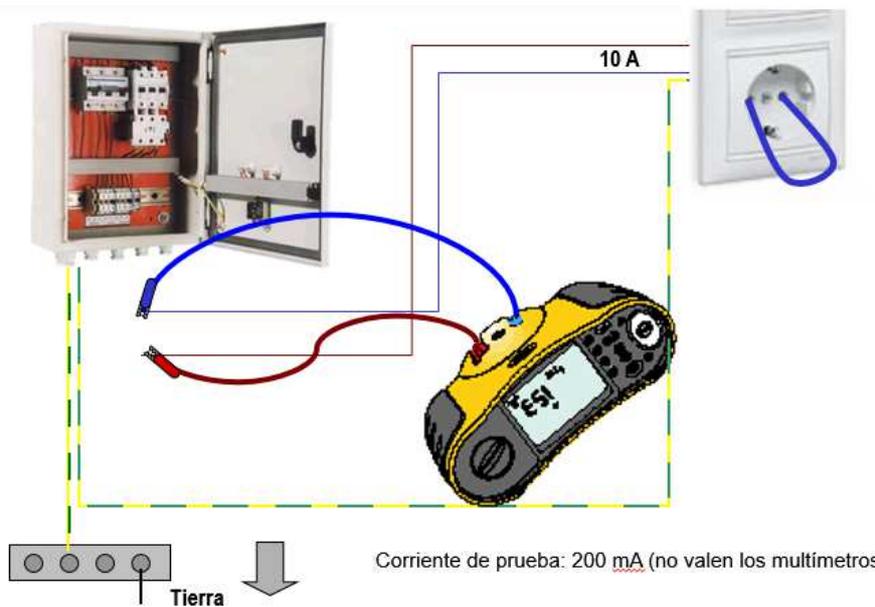
FLUKE®



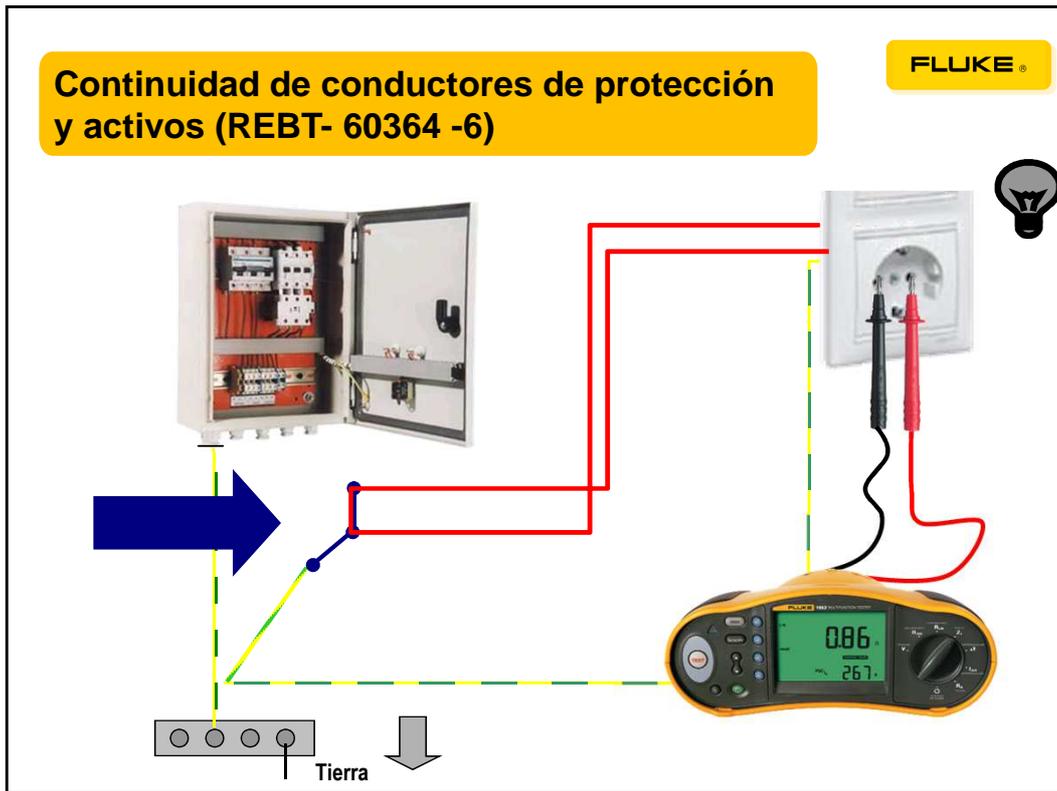
23

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

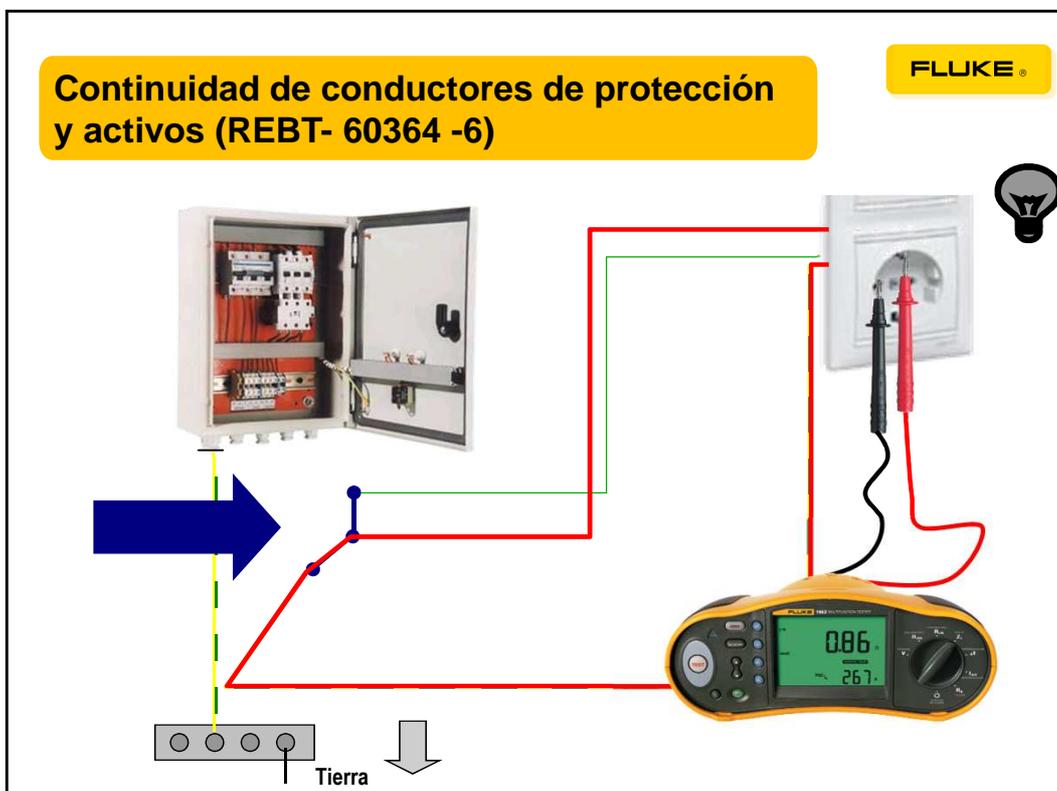
FLUKE®



24



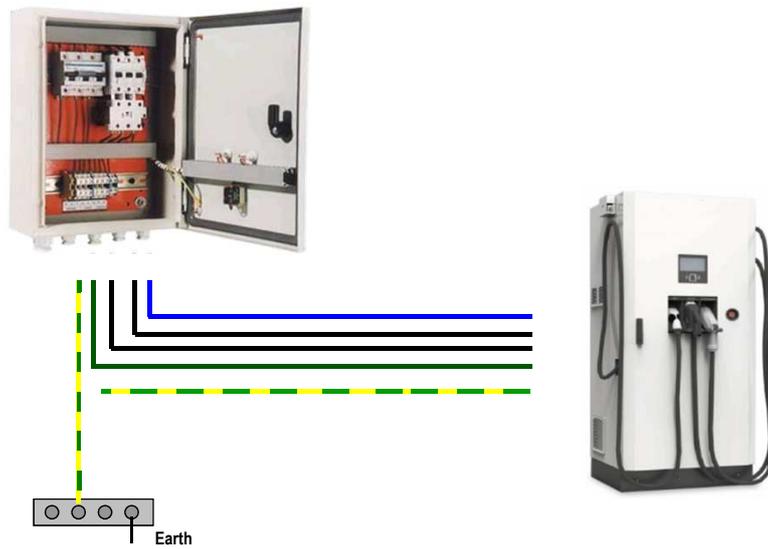
25



26

**Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)**

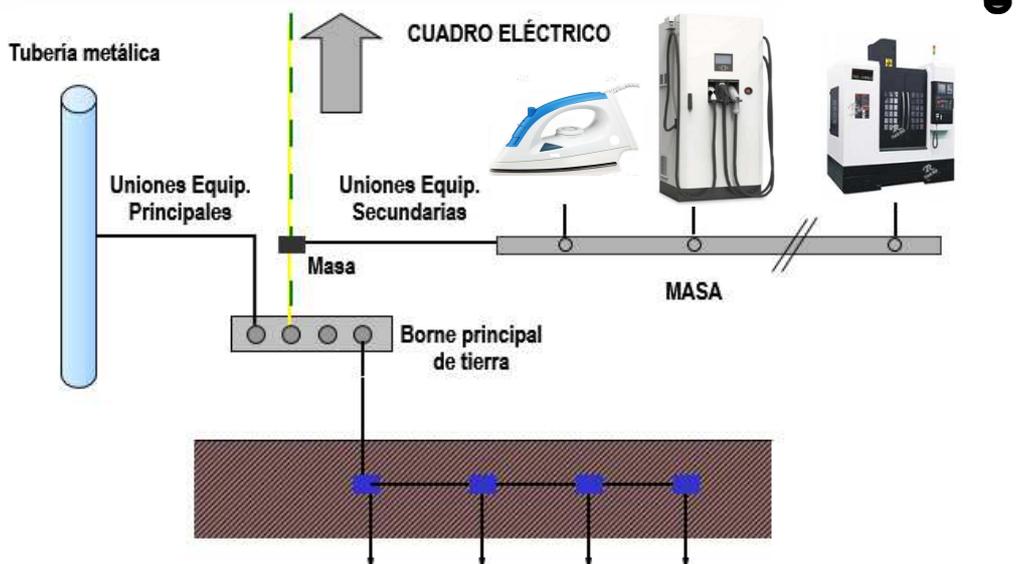
FLUKE®



27

**Continuidad de conductores de protección y activos ...y uniones equipotenciales (REBT- 60364 -6)**

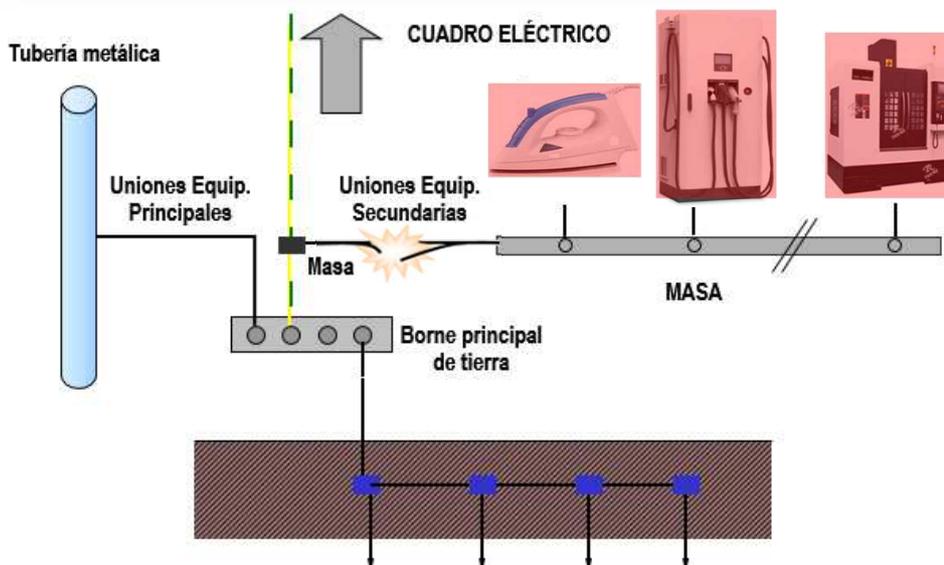
FLUKE®



28

**Continuidad de conductores de protección y activos ...y uniones equipotenciales (REBT- 60364 -6)**

FLUKE®



29

**Ensayos**

FLUKE®



**Ensayos sin tensión:**

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)

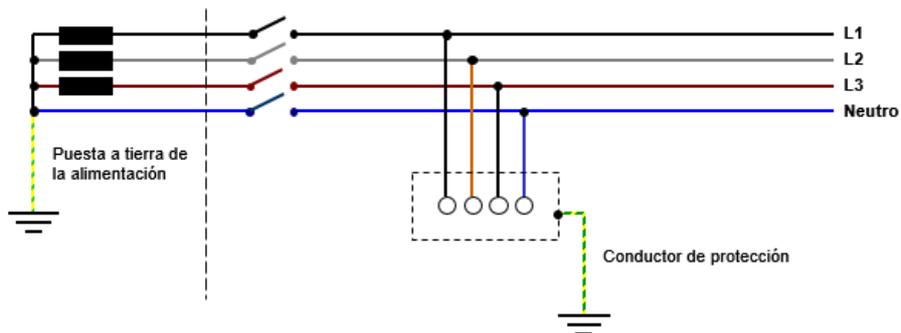
30

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



- Comprobar que no tenemos equipos conectados



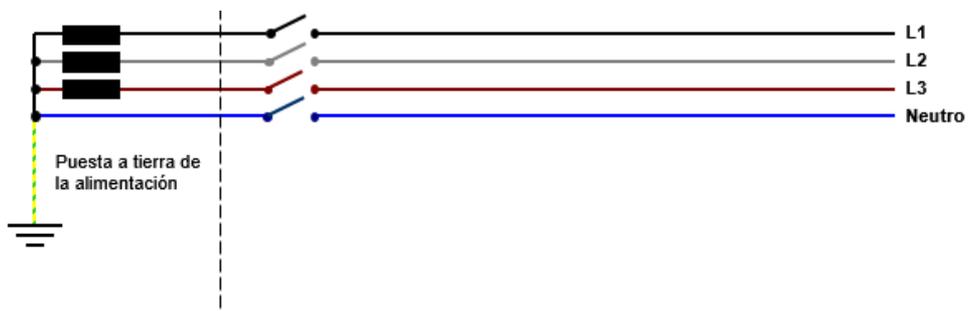
31

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



- Comprobar que no tenemos equipos conectados



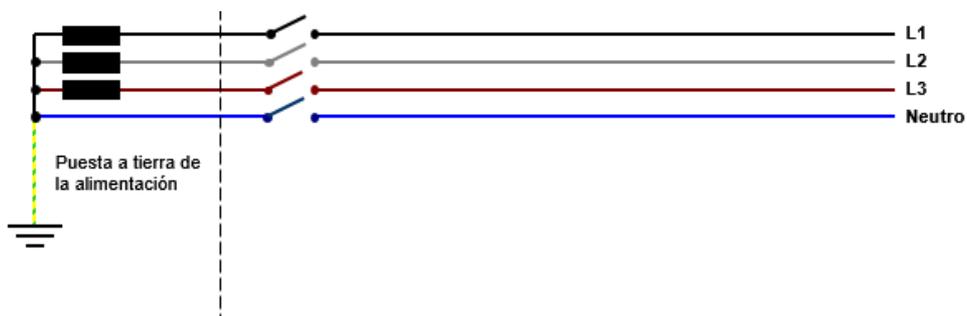
32

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



- Comprobar que no tenemos equipos conectados
- Seleccionar la tensión de ensayo (250V, 500V ó 1000V). Típicamente 500V para tensión nominal del circuito hasta 500 V



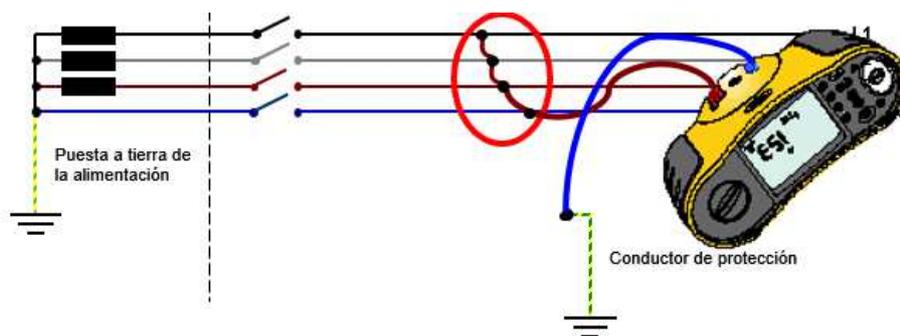
33

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



- Comprobar que no tenemos equipos conectados
- Seleccionar la tensión de ensayo (250V, 500V ó 1000V). Típicamente 500V para tensión nominal del circuito hasta 500 V
- **1ª medida - entre conductores activos y tierra**
- 2ª medida - entre los conductores activos



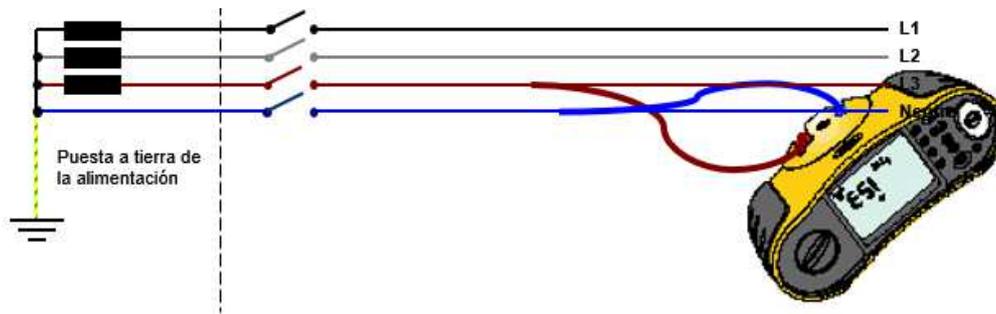
34

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



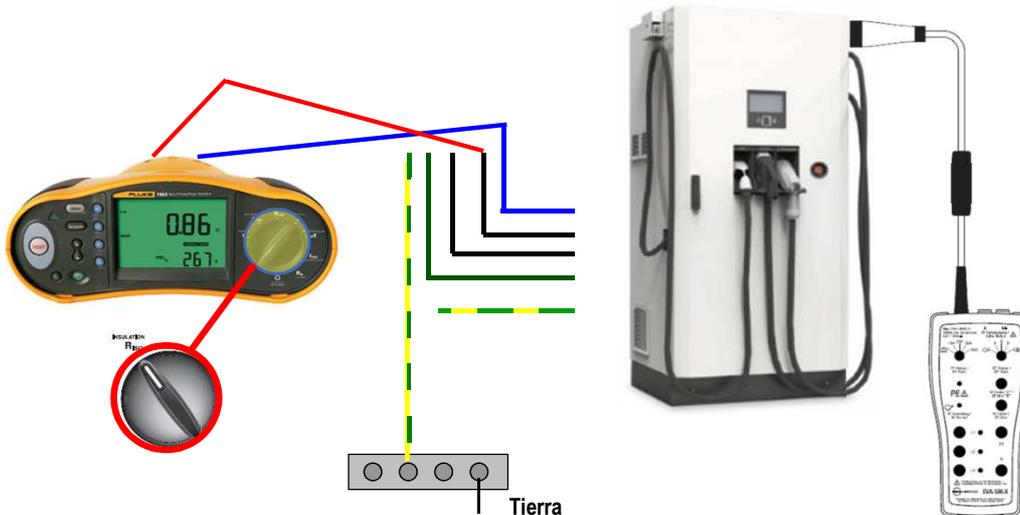
- Comprobar que no tenemos equipos conectados
- Seleccionar la tensión de ensayo (250V, 500V ó 1000V). Típicamente 500V para tensión nominal del circuito hasta 500 V
- 1ª medida - entre conductores activos y tierra
- **2ª medida - entre los conductores activos**



35

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



36

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



- Comprobar que no tenemos equipos conectados
- Seleccionar la tensión de ensayo (250V, 500V ó 1000V). Típicamente 500V para tensión nominal del circuito hasta 500 V
- 1ª medida - entre conductores activos y tierra
- 2ª medida - entre los conductores activos

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PRESCRIPCIONES GENERALES	ITC-BT-19
		Página 9 de 9
<i>Tabla 3.</i>		
Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Minore o uguale a 500 V, eccetto caso precedente	500	≥ 0,5
Superiore a 500 V	1000	≥ 1.0
<small>Nota: per installazioni su MBTS e MBTP, vedere ITC-BT-36</small>		



37

**Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS)  
(REBT-60364-6 e ITC-BT-19)**

FLUKE®



**Los nuevos Fluke 1664 FC ofrecen la seguridad de detectar si existen cargas conectadas a la instalación antes de aplicar completamente la tensión de test, de esta forma evitan que se dañen cargas sensibles conectadas a la instalación**

40

## Ensayos

FLUKE®

### Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)



41

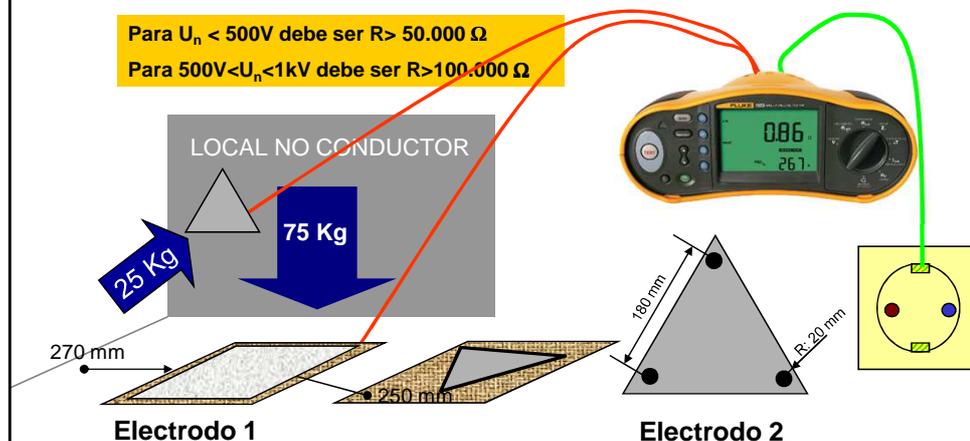
## Resistencia de suelo y paredes (UNE 60364-6)

FLUKE®

- Sólo aplicable al caso de locales no conductores (ver UNE 60364-6, 413.3)
- Debe realizarse con un medidor de aislamiento capaz de suministrar 500 V en vacío (1.000 V si la tensión de la instalación es superior a 500 V)
- Se efectúa la medida entre el electrodo de medida y un conductor de protección de la instalación



Para  $U_n < 500V$  debe ser  $R > 50.000 \Omega$   
 Para  $500V < U_n < 1kV$  debe ser  $R > 100.000 \Omega$



42

**Ensayos**

FLUKE®

**Ensayos sin tensión:**

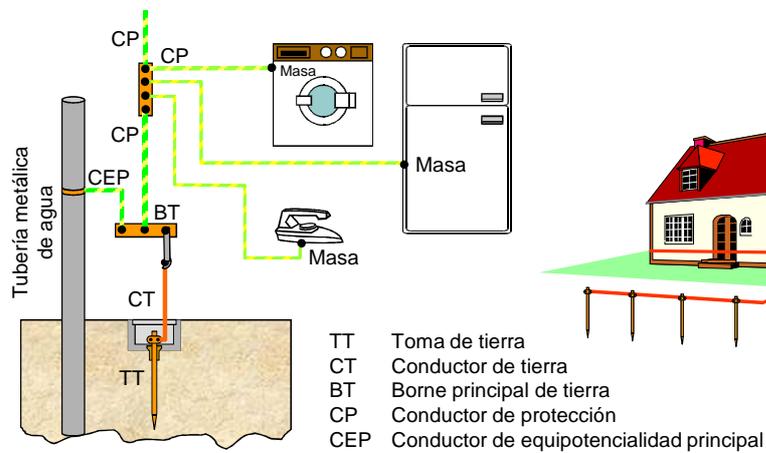


- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

43

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**

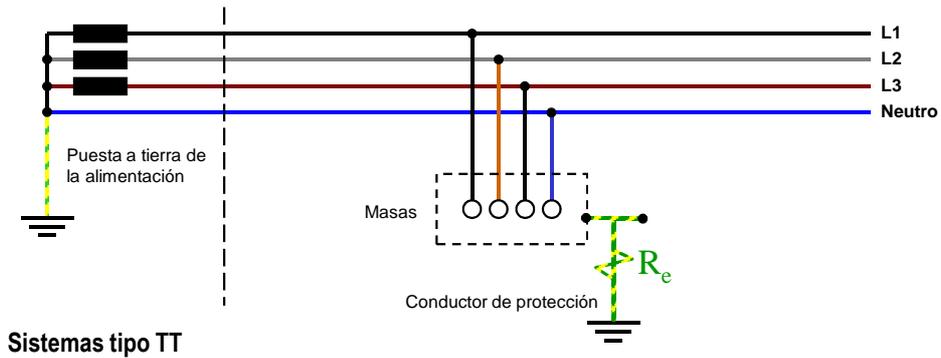
FLUKE®



44

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**  
**1.- Método de tres hilos**

FLUKE®

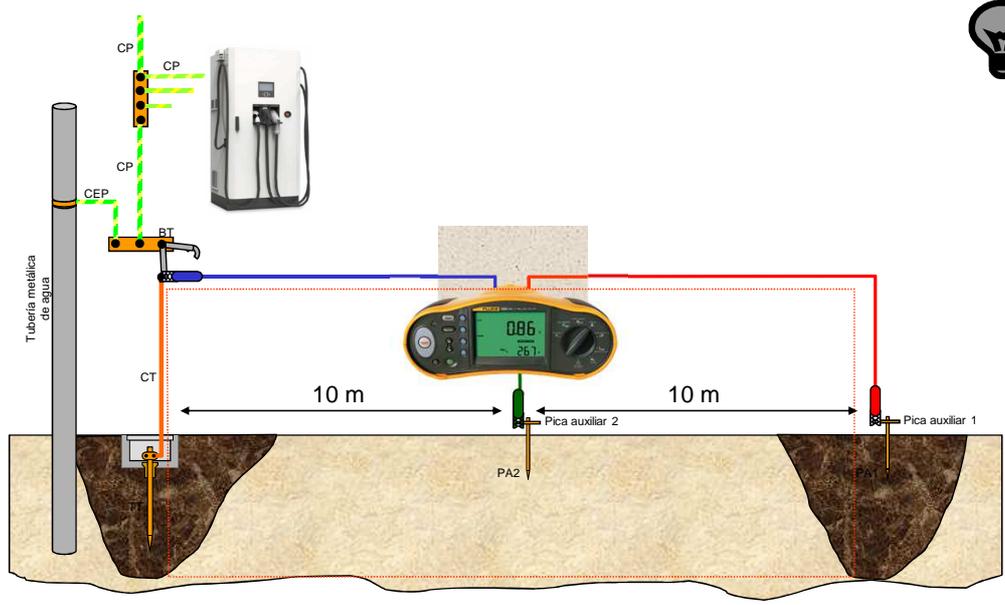


Sistemas tipo TT

45

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**  
**1.- Método de tres hilos**

FLUKE®



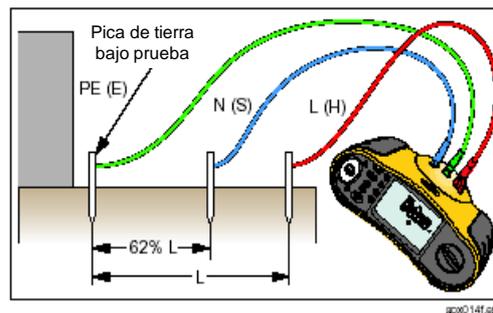
46

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**  
**1.- Método de tres hilos**

FLUKE®



- ✓ Empleo de 2 electrodos auxiliares (Inyección de corriente y referencia de tensión)
- ✓ Mínimo de tres medidas (para asegurarse de la correcta referencia de tensión nula)



47

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**  
**1.- Método de tres hilos**

FLUKE®



**Valores Óptimos:**

**Según REBT:**  $R_e = 50 \text{ V} / 30 \text{ mA} \leq 1.666 \Omega$   
 $R_e = 24 \text{ V} / 30 \text{ mA} \leq 800 \Omega$  (emplazamiento conductor)

**Según la Guía Técnica de Aplicación GUIA-BT-26 del Ministerio de Ciencia y Tecnología:**

Con pararrayos  $R_e \leq 15 \Omega$

Sin pararrayos  $R_e \leq 37 \Omega$

**Según la reglamentación de las ICT (anexo IV del Real decreto 279/1999):**

$R_e \leq 10 \Omega$

**Se trata de un valor variable. Depende del:**  
**Tiempo, corrosión, humedad, temperatura, etc...**

48

**Ensayos: Resistencia de tierra (REBT ITC-18)**  
**1.- Método de tres hilos**

FLUKE®



Revisión de las tomas de tierra:

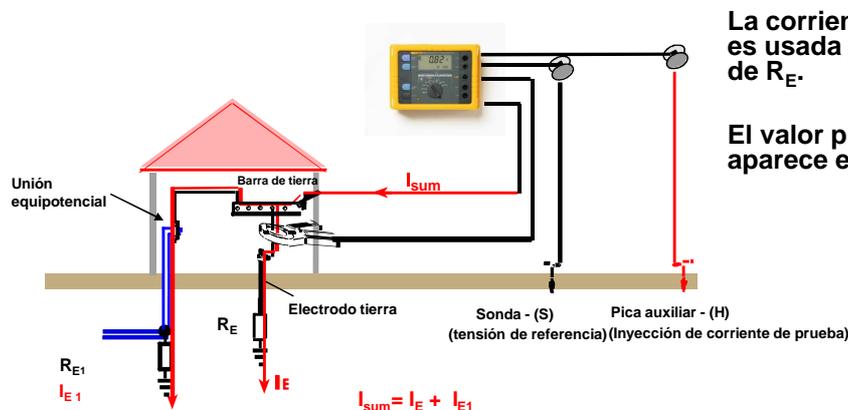
- Deberá ser **obligatoriamente comprobada** por el Director de la Obra o **Instalador Autorizado** en el momento de dar de **alta la instalación** para su puesta en marcha o en funcionamiento.
- **Se revisará al menos anualmente**, en la época en la que el terreno esté mas seco.



49

**Métodos alternativos:**  
**Técnica 2: Medida de tierra selectiva**

FLUKE®



La corriente de la sonda es usada para el cálculo de  $R_E$ .

El valor preciso de  $R_E$  aparece en la pantalla

$$I_{sum} = I_E + I_{E1}$$

$$R_{Display} = U / I_E = R_E$$

50

## Ensayos

FLUKE®

### Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

### Ensayos con tensión:

- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)

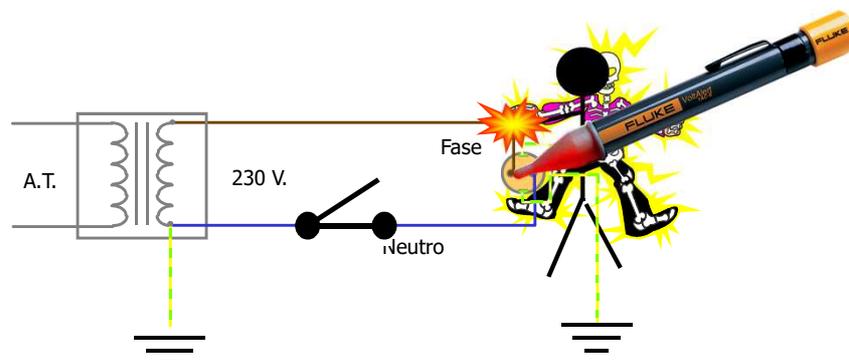


51

## Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)

FLUKE®

- ✓ Los equipos de protección y los interruptores monofásicos necesitan estar en el conductor de fase.
- ✓ El cableado debe estar correctamente conectado a enchufes y accesorios



52

## Ensayos

FLUKE®

### Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

### Ensayos con tensión:

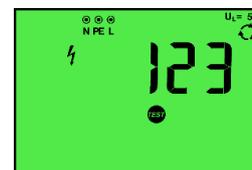
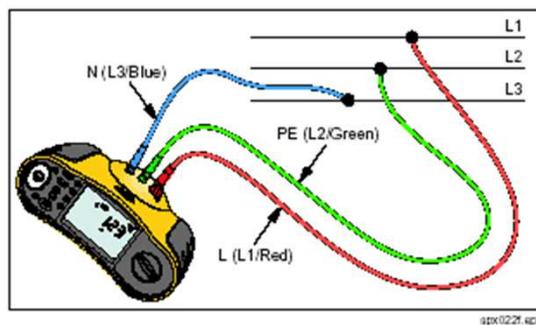
- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de las fases (GUIA-BT- Anexo 4)



53

## Medida de la secuencia de fases (GUIA-BT-Anexo 4)

FLUKE®



- ✓ En sistemas trifásicos cada fase está desfasada 120° respecto a las demás
- ✓ La secuencia debe ser L1 – L2 – L3
- ✓ Si no es así pueden producirse averías o funcionamientos incorrectos

54

**Ensayos**

FLUKE®

Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

Ensayos con tensión:



- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de las fases (GUIA-BT- Anexo 4)
- Resistencia de lazo (REBT ITC 24)

55

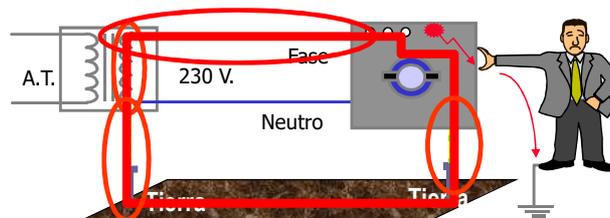
**Ensayos. Impedancia de bucle de tierra**

FLUKE®



En los contactos indirectos, la resistencia que realmente limita la corriente de defecto es una combinación de la resistencia del cuerpo humano y la *resistencia de bucle de tierra*

$$R_{\text{bucle de tierra}} = R_{\text{toma de tierra de la instalación}} + R_{\text{toma de tierra de la alimentación}} + R_{\text{devanado secundario del trafo}} + R_{\text{conductor de fase}}$$



Por todo esto, es esencial en la verificación de las instalaciones eléctricas medir la impedancia de bucle de tierra (y verificar las protecciones ante contactos indirectos)

56

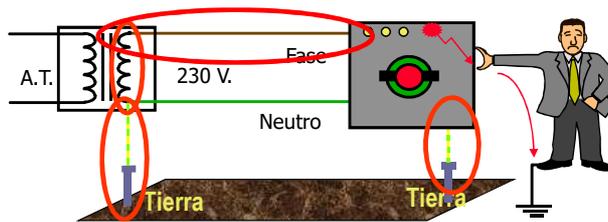
## Ensayos. Impedancia de bucle de tierra

FLUKE®



En los contactos indirectos, la resistencia que realmente limita la corriente de defecto es una combinación de la resistencia del cuerpo humano y la *resistencia de bucle de tierra*

$$R_{\text{bucle de tierra}} + R_{\text{toma de tierra de la instalación}} + R_{\text{toma de tierra de la alimentación}} + R_{\text{devanado secundario del trafo}} + R_{\text{conductor de fase}}$$



Por todo esto, es esencial en la verificación de las instalaciones eléctricas medir la impedancia de bucle de tierra (y verificar las protecciones ante contactos indirectos)

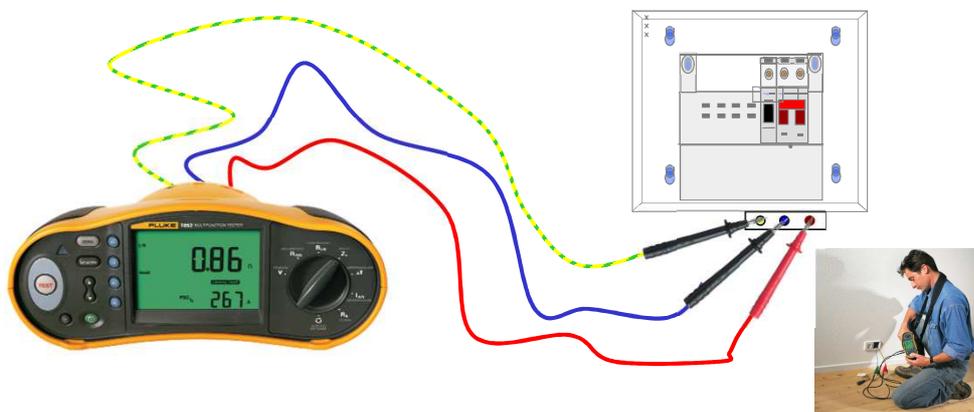
57

## Ensayos. Resistencia de lazo (REBT ITC-24)

FLUKE®



- ✓ Es preferible que el instrumento de medida realice la prueba sin disparar los diferenciales, que proporcione medidas repetitivas y con gran resolución y precisión



58

**Ensayos. Resistencia de lazo (REBT ITC-24)**

FLUKE®



**Los nuevos Fluke 1664 FC ofrecen la posibilidad de realizar esta prueba de las dos formas:**

- ✓ Sin disparo del diferencial: Tecnología patentada por Fluke
- ✓ Con alta corriente (no se debe seleccionar esta opción aguas-abajo de un diferencial). Esta medida es más rápida (mitad de tiempo) y más precisa que la anterior. Es conveniente para sistemas TN y/o en ambientes con mucho ruido eléctrico

59

**Ensayos. Resistencia de lazo (REBT ITC-24)**

FLUKE®



Se debe cumplir:

$$R_{\text{bucle}} \leq \frac{U_{\text{cont.}}}{I_{\text{dif.}}} =$$

**Según REBT: Es la misma condición que para la medida de resistencia de tierra**

**Método alternativo y recomendable a la medida de resistencia de tierra con telurómetro**

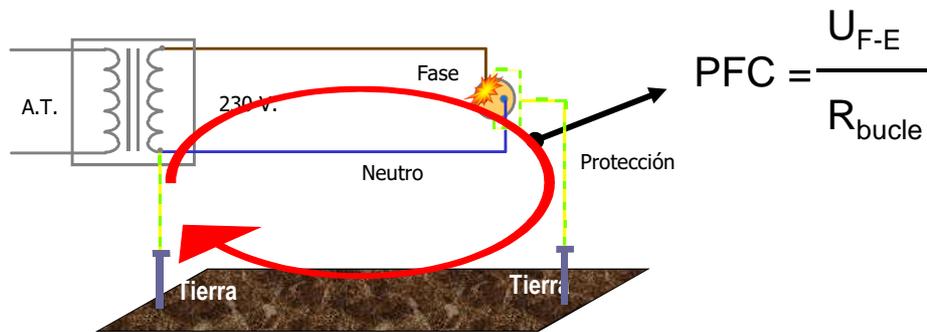
60

Ensayos. Resistencia de lazo (REBT ITC-24)

FLUKE®



PFC: Corriente previsible de fallo



Esta medida permite verificar la correcta elección de las protecciones ante contactos indirectos

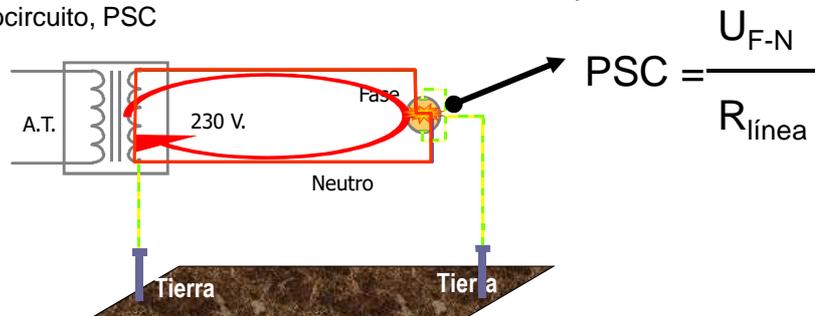
61

Ensayos. Resistencia de Línea y PSC

FLUKE®



- El resultante de la medida es la suma de la resistencia de fase y la resistencia de neutro
- Permite establecer otra medida relacionada: la corriente previsible de cortocircuito, PSC



Esta medida permite verificar la correcta elección del poder de corte de las protecciones de los conductores

62

**Ensayos**

FLUKE®

Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

Ensayos con tensión:



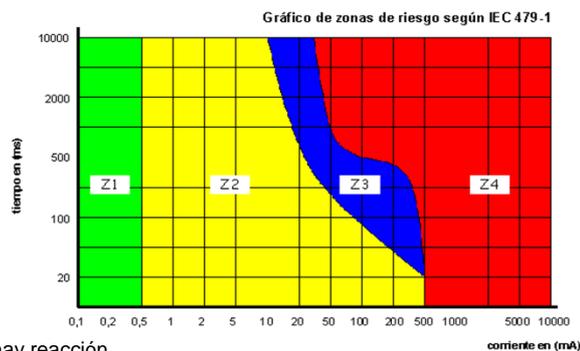
- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de las fases (GUIA-BT- Anexo 4)
- Resistencia de lazo (REBT ITC 24)
- Comprobación de interruptores Diferenciales (REBT- 60364 -6)

63

**Comprobación de interruptores Diferenciales (REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)**

FLUKE®

**Curva de corriente-Tiempo**

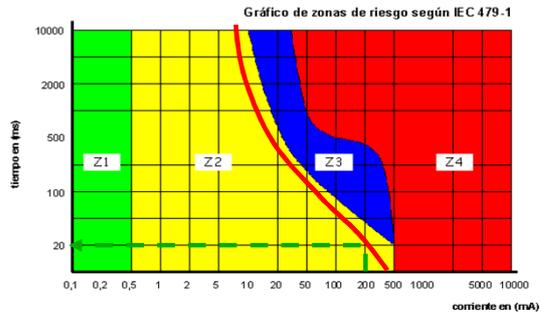
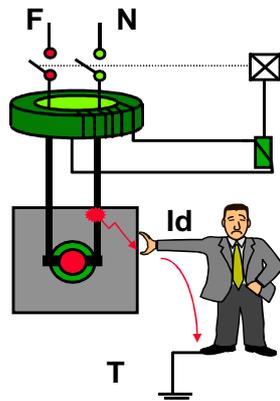


- **Zona 1.** No hay reacción
- **Zona 2.** Comienza a percibirse el paso de la corriente
- **Zona 3.** No existe ningún daño orgánico (contracciones musculares, dificultades de respiración, perturbaciones reversibles en la formación y propagación de impulsos al corazón, comprendida la fibrilación auricular y paros temporales del corazón, sin fibrilación ventricular)
- **Zona 4.** Posibilidad de fibrilación ventricular (Paro cardíaco y respiratorio, tetanización o quemaduras graves)

64

**Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)**

FLUKE®



- El interruptor diferencial debe evitar que la corriente de defecto se sitúe en las zonas Z<sub>3</sub> y Z<sub>4</sub>
- Por eso se define la característica I-t del interruptor diferencial

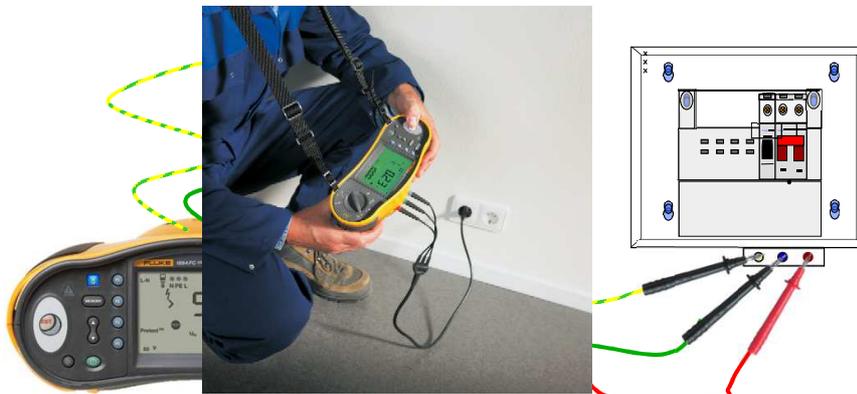
65

**Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)**

FLUKE®



- Deben comprobarse mecánicamente (pulsador T), y eléctricamente ensayando su respuesta I-t
- El ensayo se puede realizar sobre el cuadro eléctrico o en cualquier toma de enchufe

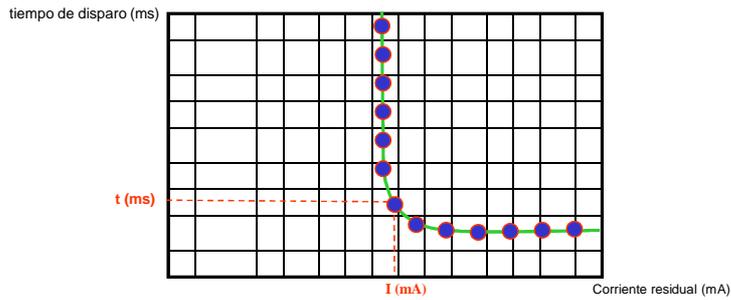


66

Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)



Caracterización de la curva I-t de un diferencial

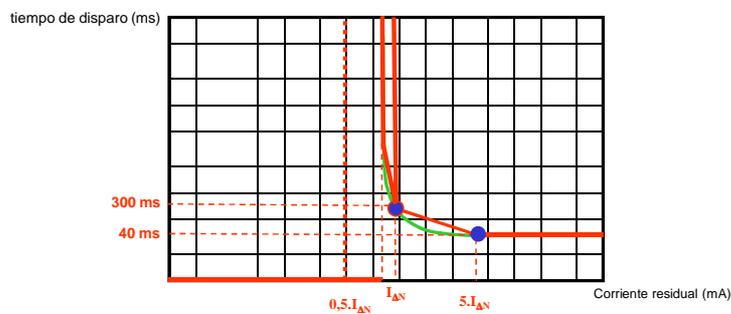


67

Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)



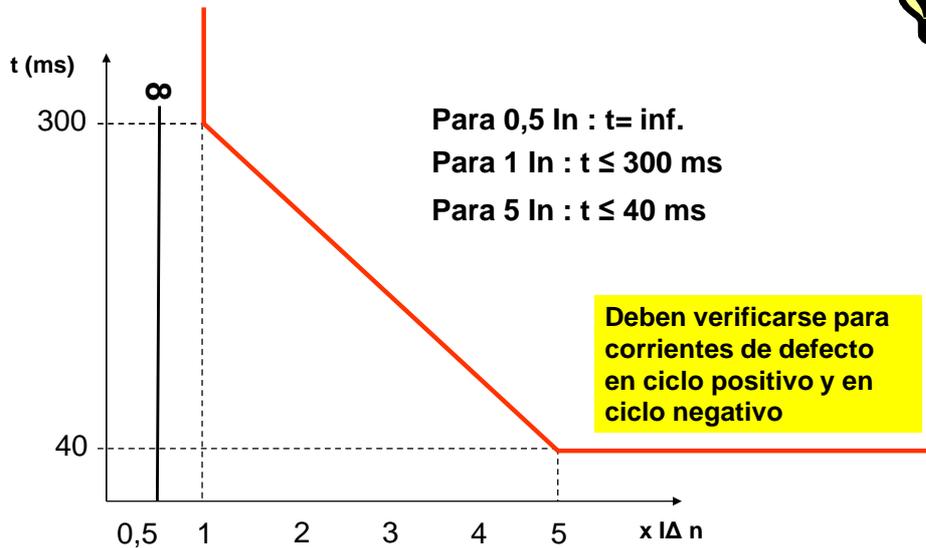
Caracterización de la curva I-t de un diferencial



La norma EN 61008 define los valores de referencia de los fabricantes

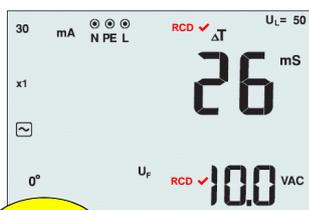
68

**Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)**



69

**Comprobación de interruptores Diferenciales  
(REBT- 60364 -6, ITC-BT-24 y GUIA-BT-ANEXO 4)**



- ✓ Si el tiempo de disparo está de acuerdo con la norma apropiada del diferencial y además la tensión de contacto es menor que el límite elegido (25 V, 50 V), se muestra el indicador RCD ✓
- ✓ Además, se puede seleccionar cualquier valor de sensibilidad del diferencial (por ejemplo, 17 mA)

70

## Ensayos

FLUKE®

### Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

### Ensayos con tensión:

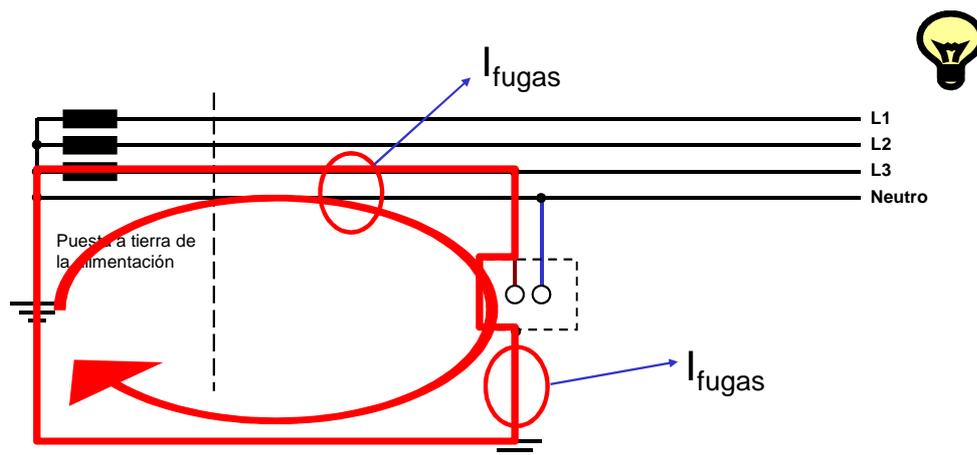


- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de las fases (GUIA-BT- Anexo 4)
- Resistencia de lazo (REBT ITC 24)
- Ensayos funcionales (REBT- 60364 -6)
- Comprobación de interruptores Diferenciales (REBT- 60364 -6-)
- Medida de corrientes de fugas (REBT ITC 19 y 24)

71

## Corrientes de fuga (REBT ITC 19 y 24)

FLUKE®



Según la ITC-BT-24, una de las condiciones que permite garantizar que un local o emplazamiento con paredes aislantes sea "no conductor" es el aislamiento o disposición aislada de sus elementos conductores. En este caso, se debe cumplir, entre otros requerimientos, que la corriente de fuga a tierra en las condiciones normales de empleo no sea superior a 1 mA.

72

**Corrientes de fuga (REBT ITC 19 y 24)**

FLUKE®

No debe ser superior a la corriente nominal del diferencial.



Se mide con una pinza amperimétrica de corrientes de fuga (de rango de medida para corrientes muy bajas, corriente nominal del diferencial y resolución mejor ó igual a 1 mA



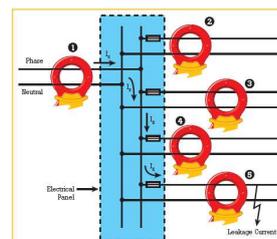
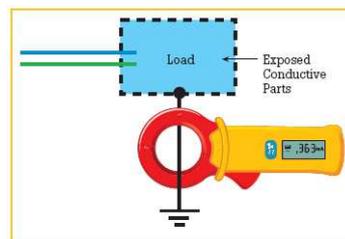
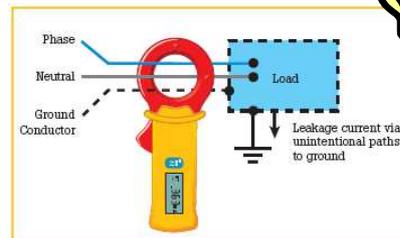
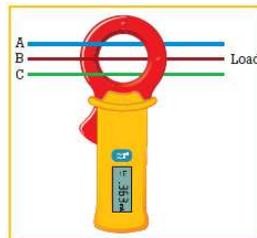
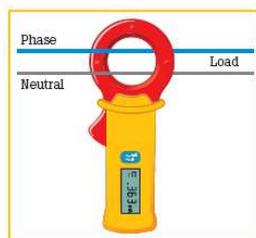
**Fluke 369 FC**

**Características principales**

- Medidas de verdadero valor eficaz precisas al medir formas de onda complejas no sinusoidales
- Apertura de la mordaza de 61 mm
- La mayor resolución disponible: 1  $\mu$ A, para medidas de hasta 60 A
- Función de filtro seleccionable que elimina el ruido no deseado
- Lecturas máximas/mínimas/medias y función de espera
- Luz LED de trabajo en la parte trasera para trabajar en armarios con cableado oscuro
- Pantalla retroiluminada; desconexión automática de retroiluminación y alimentación para ampliar la autonomía de la batería
- Categoría de seguridad CAT III 600 V
- Registro en memoria interna: hasta 65 000 puntos de medición

**Corrientes de fuga (REBT ITC 19 y 24)**

FLUKE®



**Comunicación entre el punto de recarga y el vehículo eléctrico.**



El proceso de conexión y recarga del vehículo puede implicar varios “estados” de funcionamiento.



El adaptador Amprobe EV-50 simula un vehículo permitiendo activar la salida del punto de recarga.

**Simulación del vehículo: Control Pilot State (CP).**

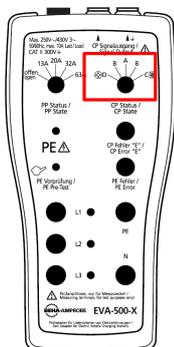


Selector Control Pilot State CP (A, B, C, D )

Con el selector de estado CP es posible simular varios estados del vehículo cuando el adaptador de prueba está conectado a la estación de carga.

Los estados del vehículo se simulan con diferentes resistencias conectadas entre los conductores CP y PE.

La correlación entre la resistencia y los estados del vehículo se muestra en la siguiente tabla:



Marking of Vehicle State	Vehicle State	Resistance between CP and PE	Voltage at CP terminal
A	Electric vehicle (EV) not connected	Open ( $\infty$ )	$\pm 12$ V 1 kHz
B	Electric vehicle (EV) connected, not ready to charge	2.74 k $\Omega$	+9 V / -12 V 1 kHz
C	Electric vehicle (EV) connected, ventilation not required, ready to charge	882 $\Omega$	+6 V / -12 V 1 kHz
D	Electric vehicle (EV) connected, ventilation required, ready to charge	246 $\Omega$	+3 V / -12 V 1 kHz

Para obtener detalles sobre el protocolo de comunicación, consulte IEC / EN 61851-1 y la documentación del fabricante de la estación de carga.

## Simulación del vehículo: Control Pilot State (CP).

FLUKE®



Esta salida está diseñada para conectar un osciloscopio para verificar la forma de onda y la amplitud de la señal CP.

La función Control Pilot utiliza una señal de modulación de ancho de pulso (PWM).

El propósito de la función Control Pilot es la comunicación entre el vehículo y la estación de carga. El ciclo de trabajo de la señal PWM define la posible corriente de carga disponible.

77

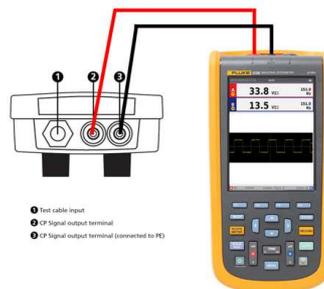
## Simulación del vehículo: Control Pilot State (CP).

FLUKE®

La columna de recarga informa al vehículo de su capacidad para proporcionar un cierto nivel de corriente dependiendo del ciclo de trabajo de la señal:



PWM	SAE continuous	SAE short term
50%	30 A	36 A peak
40%	24 A	30 A peak
30%	18 A	22 A peak
25%	15 A	20 A peak
16%	9.6 A	
10%	6 A	



78

## Proximity Pilot (PP). Funciones

FLUKE®

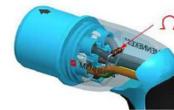
Este circuito PP tiene tres funciones principales:

- Determinar la conexión entre el EVSE y el vehículo.
- Codificar la corriente máxima que puede soportar el cable entre el EVSE y el vehículo
- Permitir que el vehículo eléctrico cuando se abra el actuador de liberación, comience un apagado controlado antes de la desconexión real de los conectores de alimentación.

TABLE 4-7: RESISTOR CODING FOR PLUGS (IEC 61851-22, ANNEX B)

Current capability of the cable assembly	Nominal resistance of R <sub>c</sub> Tolerance +/- 3%	Recommended interpretation range by the EVSE
13 A	1.5 kΩ / 0.5 W	> 1 kΩ - 2.7 kΩ
20 A	680 Ω / 0.5 W	330 Ω - 1 kΩ
32 A	220 Ω / 0.5 W	150 Ω - 330 Ω

The power dissipation of the resistor caused by the detection circuit does not exceed the value given above. The value of the pull-up resistor is chosen accordingly.



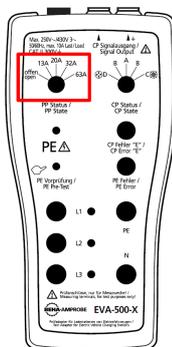
EVSE = «Electric Vehicle Service Equipment»

El EVSE corta la fuente de alimentación si se excede la capacidad actual del cable. Para detectar esta corriente máxima, se utiliza una resistencia R<sub>c</sub> insertada en el conector del cable de conexión del vehículo con valores que pueden variar como se indica en el Anexo B de la norma IEC 61851-22.

## Proximity Pilot (PP). Funciones

FLUKE®

Selector rotativo de estado (abierto, 13A, 20A, 32A e 63A)

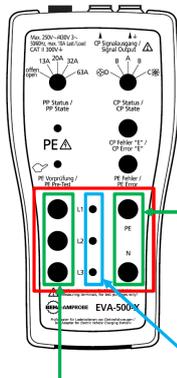


Con el interruptor giratorio de estado PP, es posible simular varias corrientes de carga cuando el adaptador de prueba está conectado a la estación de carga.

Las capacidades actuales se simulan con diferentes resistencias conectadas entre conductores PP y PE. La correlación entre resistencia y valores actuales se muestra en la siguiente tabla:

Marking of cable current capability	Resistance between PP and PE
No cable	Open (∞)
13 A	1.5 kΩ
20 A	680 Ω
32 A	220 Ω
63 A	100 Ω

**Medida de la tensión de salida en conductores activos (L1, L2, L3 y N) y PE**



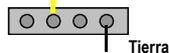
Terminales de medida tipo banana de 4 mm N y PE

Indicadores LED para presencia de tensión en los terminales L1, L2, L3

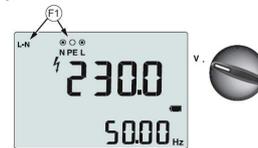
Terminales de medida tipo banana de 4 mm L1, L2, L3

81

**Medida de la tensión de salida en conductores activos (L1, L2, L3 y N) y PE**



Tensiones entre fase X y neutro, fase X y tierra y tensión entre neutro y tierra

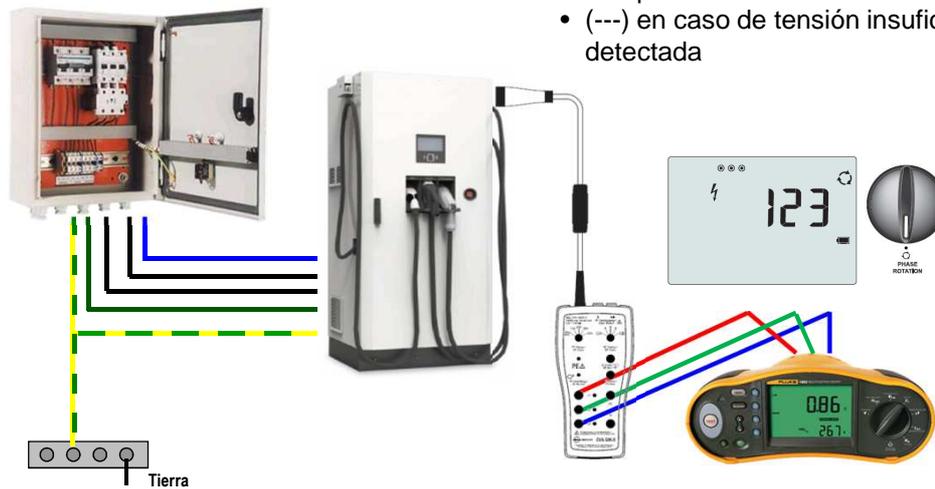


82

**Rotación de fases**

FLUKE®

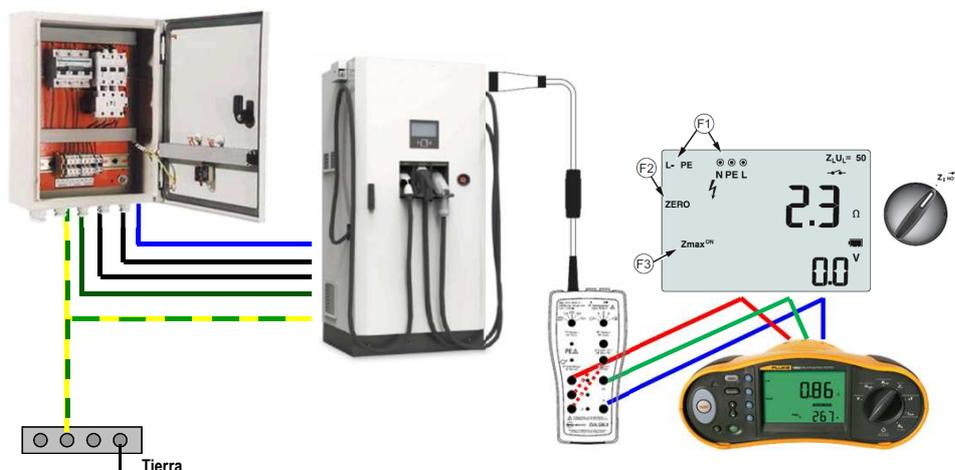
- 123 para la correcta rotación de fase.
- 321 para rotación de fase inversa.
- (---) en caso de tensión insuficiente detectada



83

**Impedancia del circuito de tierra (sin activar el RCD) y posible corriente de falta a tierra (corriente nominal del diferencial)**

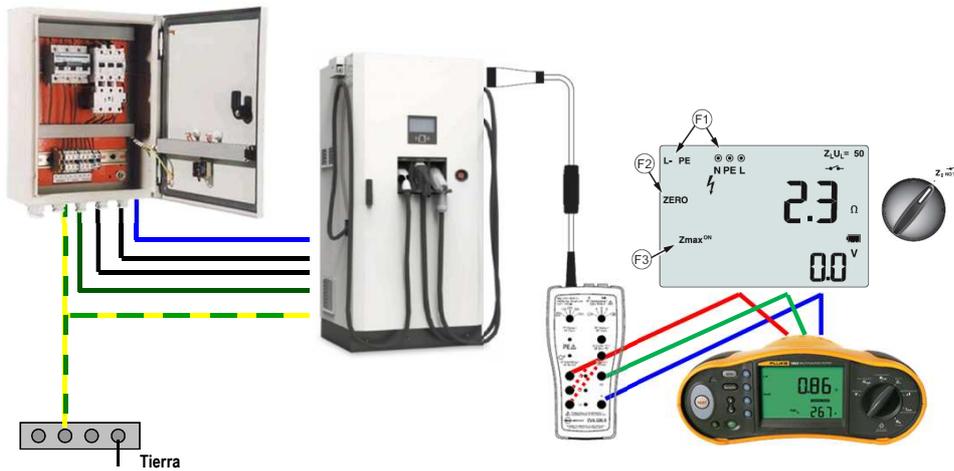
FLUKE®



84

**Impedancia del circuito de línea y posible corriente de cortocircuito (verificación curva del fusible de protección de la instalación)**

FLUKE®



85

**Tiempo de activación del diferencial "RCD"**

FLUKE®



**¡Disparo diferencial. Verificar el procedimiento con el fabricante del sistema!**

86

**Corriente activación del diferencial “RCD”**

FLUKE®



87

**Prueba de funcionamiento del contador de energía**

FLUKE®

Si se trata de un sistema de recarga público o compartido, la estación de carga también debe medir la energía (kWh). Con el enchufe adicional y una carga conectada (por ejemplo, un calentador) se puede verificar que el contador de energía funciona correctamente.



88

**Ensayos**

FLUKE®

Ensayos sin tensión:

- Continuidad de conductores de protección y activos (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de Aislamiento (y MBTP/MBTS) (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de suelo y paredes (REBT- 60364 -6)
- Resistencia de tierra (REBT ITC 18)

Ensayos con tensión:



- Ensayo de polaridad (REBT- 60364 -6)
- Medida de la secuencia de fases (GUIA-BT-Anexo 4)
- Resistencia de lazo (REBT ITC 24)
- Comprobación de interruptores Diferenciales (REBT- 60364 -6)
- Medida de corrientes de fugas (REBT ITC 19 y 24)
- Medida de alumbrado de emergencia (REBT ITC 28)
- Ensayos funcionales (REBT- 60364 -6)

89

**Medios técnicos de acuerdo a ITC-BT-03**

FLUKE®

- ✓ **COMPROBADOR MULTIFUNCIÓN: TENSION, CONTINUIDAD, AISLAMIENTO, IMPEDANCIA DE BUCLE, PRUEBA DIFERENCIALES, ROTACION DE FASES, TELURÓMETRO**
- ✓ **MULTÍMETRO Ó TENAZA, PARA LAS SIGUIENTES MAGNITUDES: TENSIÓN AC Y CC HASTA 500 V, INTENSIDAD AC Y CC HASTA 20 A, RESISTENCIA**
- ✓ **MEDIDOR DE CORRIENTES DE FUGA**
- ✓ **LUXÓMETRO**
- ✓ **ANALIZADOR-REGISTRADOR TRIFÁSICO DE POTENCIA Y ENERGÍA. CATEGORIA BASICA**
- ✓ **ANALIZADOR-REGISTRADOR TRIFÁSICO DE POTENCIA Y ENERGÍA, ARMONICOS Y PERTURBACIONES. CATEGORIA ESPECIALISTA**
- ✓ **DETECTOR DE TENSIÓN**



Fluke 1664 FC



Fluke 325



Fluke 386 FC



Amprobe 100



Fluke 1732



Fluke 1736



Fluke 1AC-II VoltAlert

90

## Comprobador de instalaciones multifunción Fluke 1664 FC

FLUKE®

- ✓ **Medidas rápidas tensión** entre L-N, L-PE y N-PE con el cable de conexión de red.
- ✓ **Medida de continuidad** (permite medir también los devanados de motores).
- ✓ Función de comprobación automática de **impedancia de línea/lazo**
- ✓ Mide el **tiempo de disparo y la corriente del RCD** (RCD de tipo AC y A y sensibles a CC (tipo B)).
- ✓ **Inicio automático** de la comprobación de pruebas de lazo y RCD.
- ✓ **Indicación "pasa/no pasa"** para los resultados de las pruebas del RCD.
- ✓ Modo de **corriente variable de RCD** para realizar ajustes personalizados.
- ✓ **Comprobación de la rotación de fases**
- ✓ **Telurómetro para la medida directa de resistencia de puesta a tierra** por el método de las dos picas auxiliares.
- ✓ **Detección de equipos conectados durante la prueba de aislamiento.**
- ✓ **Medida automatizada y secuencial de hasta 5 pruebas**
- ✓ **Conectividad con el teléfono móvil** con la app **Fluke Connect**



91

## Analizador / Registrador de Calidad, Potencia, y Energía eléctrica Fluke 1736

FLUKE®

- ✓ **Mediciones clave:** Captura y registra automáticamente los valores de tensión, corriente, energía, armónicos y calidad eléctrica asociada.
- ✓ **Alimente el instrumento directamente desde el circuito medido.**
- ✓ **Máxima categoría de seguridad** 600 V CAT IV /1000 V CAT III para uso en la acometida
- ✓ **Medida en las tres fases y el neutro:** Con 4 sondas flexibles de corriente incluidas.
- ✓ **Registros:** Se pueden almacenar más de 20 sesiones de registro distintas en los instrumentos. Todos los valores medidos se almacenan automáticamente para no perder nunca las tendencias de medida.
- ✓ **Captura interrupciones, caídas y elevaciones de tensión, aumentos y corrientes de entrada**
- ✓ **Analiza y registra armónicos de tensión y corriente.**
- ✓ **Compatible con Fluke Connect®:** Permite ver los datos en la pantalla del instrumento, en el teléfono móvil con la aplicación móvil Fluke Connect o en el ordenador con el software incluido.
- ✓ **Pantalla táctil brillante a color**
- ✓ **Software de aplicación Energy Analyze Plus:** Descargue y analice cualquier detalle de consumo de energía y el estado de la calidad eléctrica con nuestra informe automatizado.



92



**FLUKE®**

Promociones especiales  
**Accesorios GRATIS**

**Termografía**  
Detecte rápidamente puntos calientes que avisan de una posible avería.  
Cámara termográfica de bolsillo Fluke PT1120, ahora con linterna Fluke 45 EX GRATIS.



**GRATIS** Fluke 45 EX  
Linterna infra-rojo de seguridad. Valorada en 49€.

Price	SKU	REF
749 €	5190182	PT1120/FL45

**Verificación de instalaciones**  
Cumpla con el REBT, proteja los equipos conectados a la red y realice hasta 7 pruebas con sólo tocar un botón.  
Fluke 1664 FC + Mochila Pack30 GRATIS + Software FVF-SC2 GRATIS



**GRATIS** Pack30  
Mochila resistente de base inferior imprimible con 30 botones. Valorada en 199€.

Price	SKU	REF
1,649 €	5190905	1664 SCH/FBP

¡Multímetro digital Fluke 175 con Garantía para Toda la vida ahora con estuche flexible C25 GRATIS!

Price	SKU	REF
247 €	5190036	175SPPOR/C25



**GRATIS** C25  
Amplio estuche flexible C25 218x128x84 mm. Valorado en 65€.

©2019 Fluke Corp. Fluke® y 175® son marcas registradas de Fluke Corp. en EE.UU. y otros países.

Válido hasta 30/06/2020. Todos los precios indicados son recomendados y no incluyen IVA.

#YoMeQuedoEnCasa  
#EsteVirusLoParamosUnidos

## Ofertas temporales Primavera

De 1 de marzo a 31 de marzo

Consúltalas todas en:  
<https://www.fluke.com/es-es/donde-comprar/promociones-temporada>

*Nuestros mejores deseos, ánimo y fuerza para todos*

95

## Medidas y ensayos en instalaciones eléctricas según el REBT

**FLUKE®**



### ¡Muchas gracias!



**Roberto Poyato**  
Responsable Soporte Técnico Fluke Iberica & Italy  
[roberto.poyato@fluke.com](mailto:roberto.poyato@fluke.com)

96