

*Prof. Fernández Ramón, Carlos*



**V ENCUENTRO NACIONAL  
DE SOCORREDORES MINEROS**



***Universidad Politécnica de Madrid UPM***



***Laboratorio Oficial Madariaga LOM***



**V ENCUENTRO NACIONAL  
DE SOCORREDORES MINEROS**

# INTALACIONES ELÉCTRICAS MINAS DE CARBÓN SUBTERRÁNEAS



**POLITÉCNICA**



*Prof. Fernández Ramón, Carlos*

# Contenido

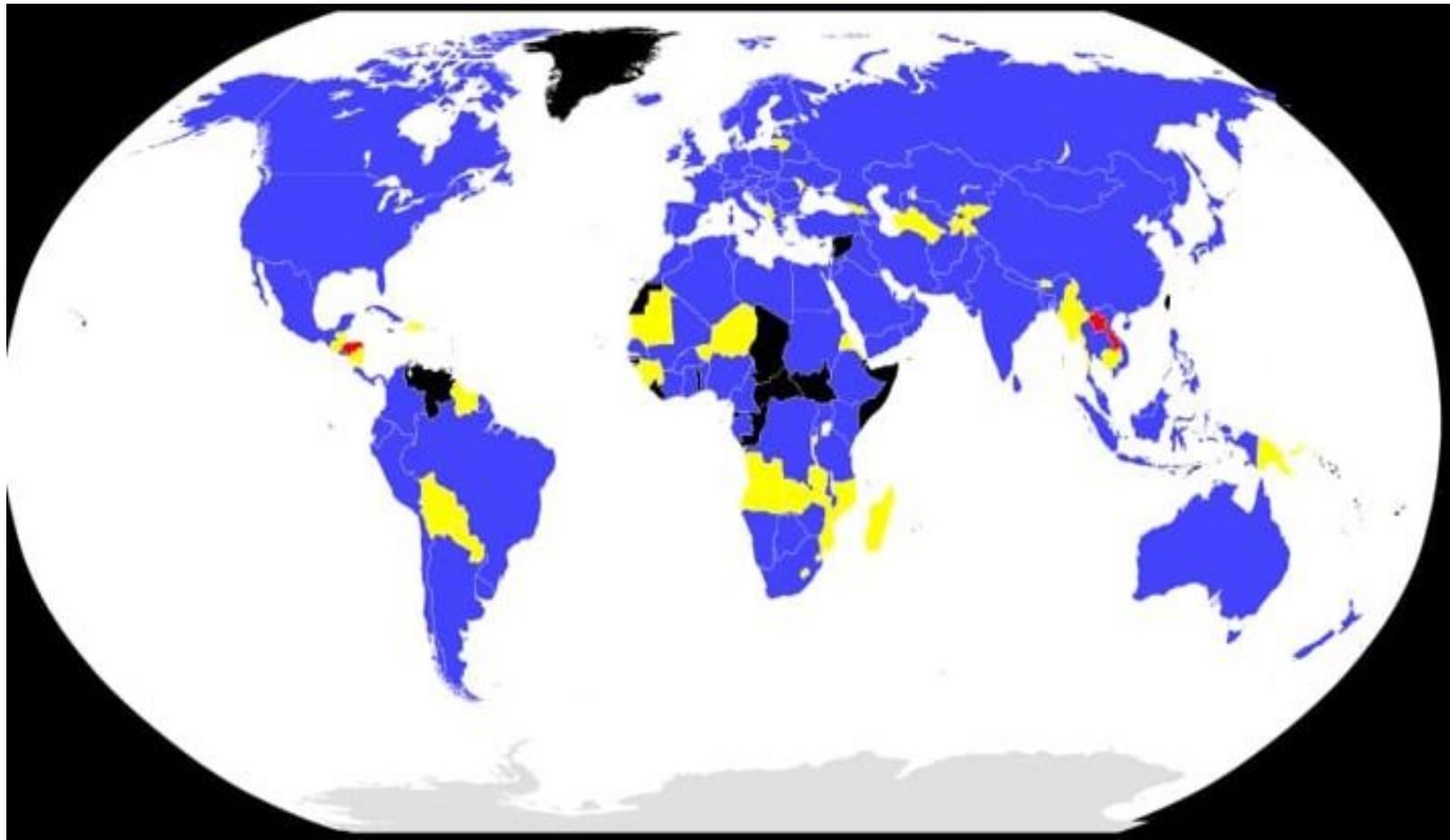
- 1. Base jurídica: R.S.M. y RE.T.I.E.**
- 2. Sistemas de potencia: Minas**
- 3. Sistemas de potencia: Minas Subterráneas**
- 4. Sistemas de potencia: Minas Carbón Subterráneas**
- 5. Modos de protección de equipos**
- 6. Instalación: Ejemplo**
- 7. Sistemas de señal: Sistemas S.I.**
- 8. Lámpara de casco**
- 9. Garantías de equipos e instalaciones**



# Introducción

# ¿PORQUÉ ISO/IEC?

<https://www.iso.org/members.html>



**ICONTEC** miembro de ISO/IEC

# Introducción

## ¿POQUÉ ISO/IEC?

Miembros de IEC/Comités Nacionales			
	País	Admisión	Entidad
	<a href="#">Reino Unido</a>	1906	<a href="#">BSI</a>
	<a href="#">Francia</a>	1907	<a href="#">afnor</a>
	<a href="#">Italia</a>	1907	<a href="#">ceinorme</a>
	<a href="#">España</a>	1907	<a href="#">UNE</a>
	<a href="#">USA.</a>	1907	<a href="#">ansi</a>
	<a href="#">Canadá</a>	1908	<a href="#">scc</a>
	<a href="#">Dinamarca</a>	1908	<a href="#">ds</a>
	<a href="#">Japón</a>	1910	<a href="#">jisc</a>
	<a href="#">Federación Rusa</a>	1911	<a href="#">GOST</a>
	<a href="#">Argentina</a>	1913	<a href="#">aea</a>
	<a href="#">Australia</a>	1927	<a href="#">sa</a>
	<a href="#">Rumania</a>	1927	<a href="#">asro</a>
	<a href="#">India</a>	1929	<a href="#">bis</a>
	<a href="#">Brasil</a>	1952	<a href="#">cobei</a>
	<a href="#">China</a>	1957	<a href="#">sac</a>
	<a href="#">República Checa</a>	1993	<a href="#">unmz</a>
	<a href="#">México</a>	1993	<a href="#">economia</a>
	<a href="#">Colombia</a>	2000	<a href="#">iconotec</a>
	<a href="#">Chile</a>	2010	<a href="#">cornelec</a>

**Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas** Resolución 9 0708 de 2013-09-30, rev. 2015

**Art 29. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MINAS**

- **IEC 61557-8** **Anulada** **Nivel de aislamiento**
- **VDE 0118-1** **Montaje de instalaciones**
- **ANSI/NEMA WC 58** **Cables equipos portátiles**

**29.2 Sistema de Tierras IT**

# Base jurídica: R.S.M. y RE.T.I.E.

## Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Resolución 9 0708 de 2013-09-30, rev. 2014

### ARTÍCULO 30°. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA MINAS SUBTERRÁNEAS.

**30.2 TABLEROS ELÉCTRICOS: certificados y marcados como IECEx, ATEX o similar**

# Base jurídica: R.S.M. y RE.T.I.E.

## Reglamento de Seguridad de Labores Mineras Subterráneas

DECRETO 944 del 1 de JUNIO del 2022

### Artículo 182. Utilizar CABLES a PRUEBA de EXPLOSIÓN

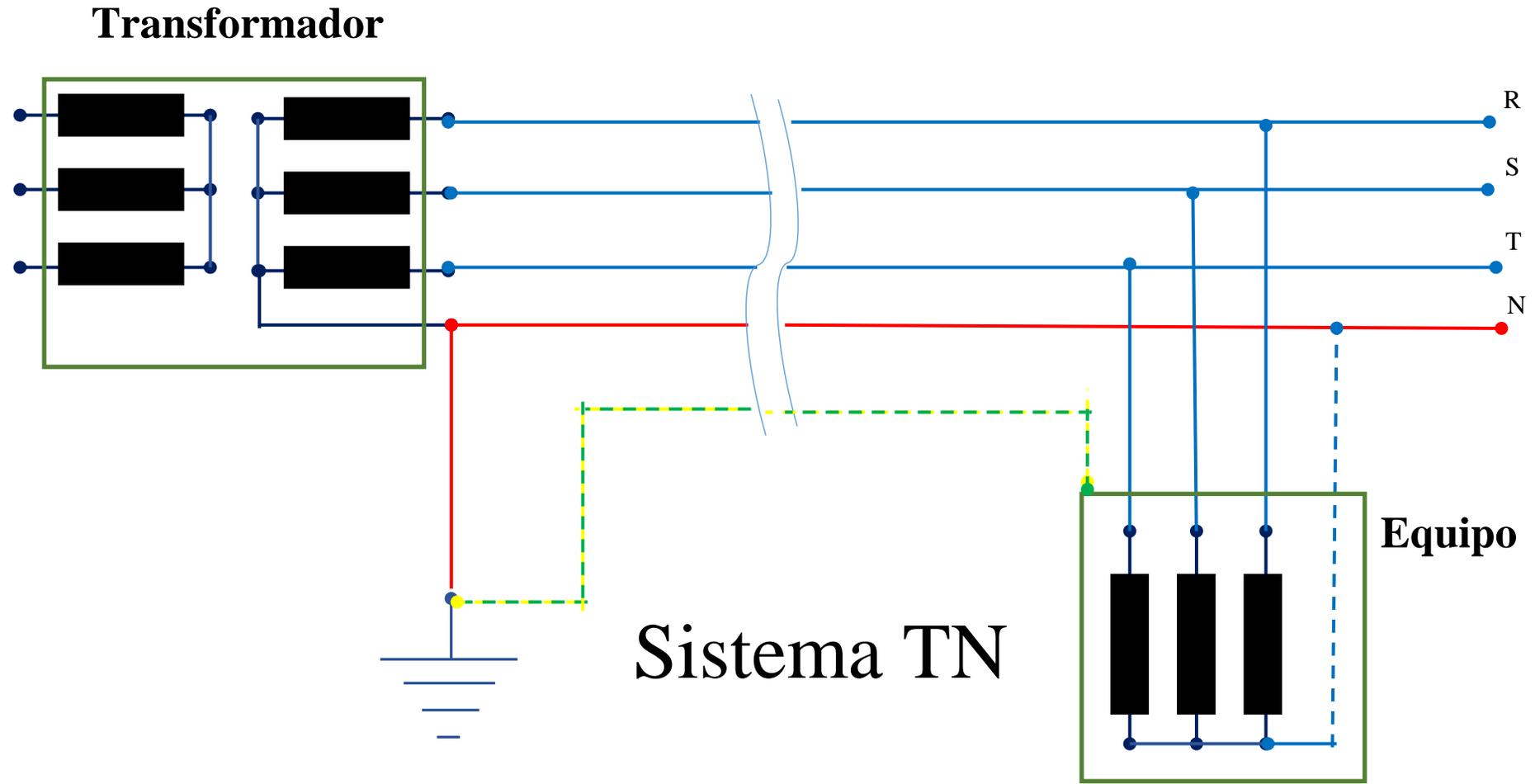
**30.2 TABLEROS ELÉCTRICOS: certificados y  
marcados como IECEx, ATEX o similar**

CIRCULAR NO. 01 del 15 de JUNIO de 2022

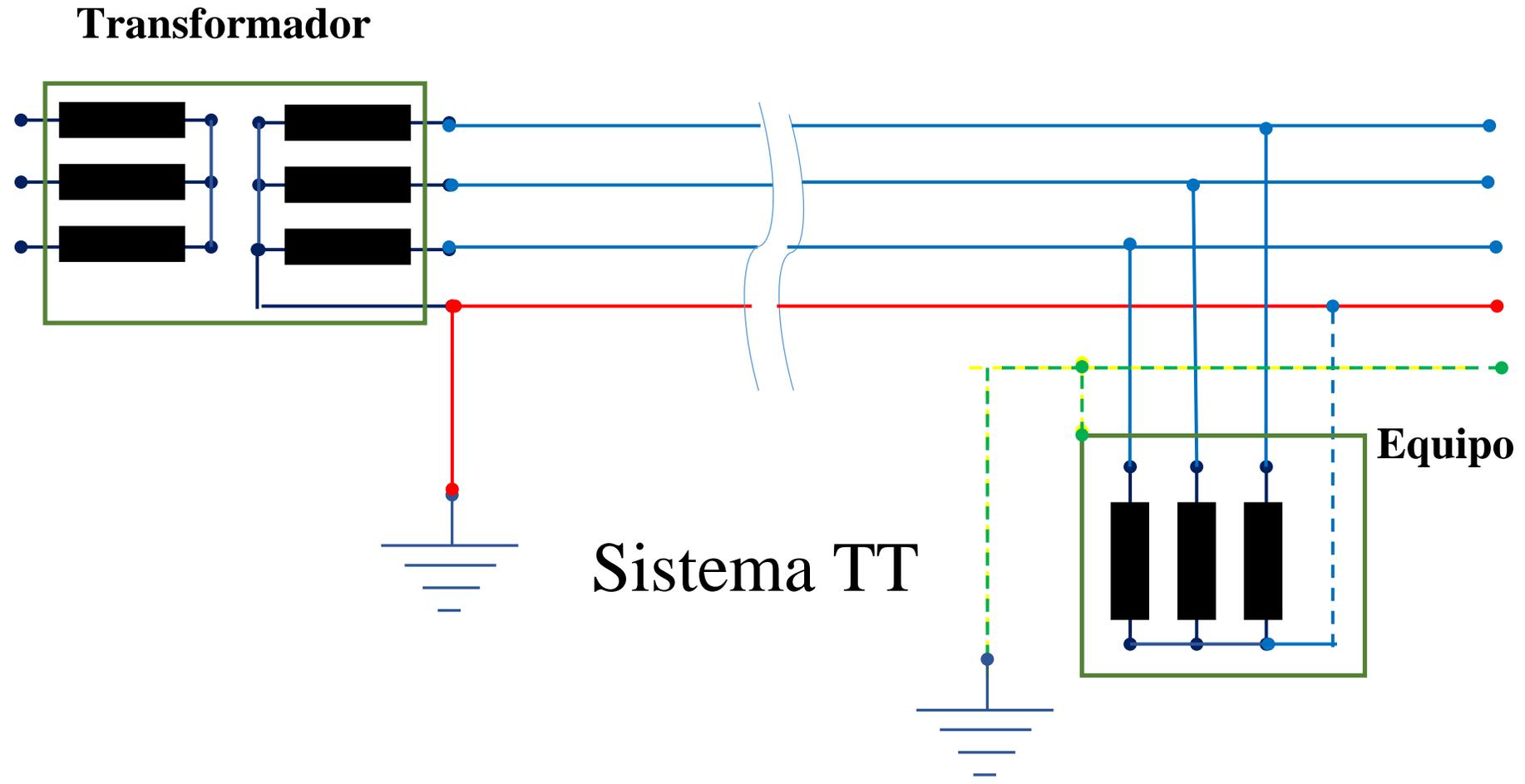
A.N.M.

2.3.1 EQUIPOS ELECTRICOS PROTEGIDOS EN LA MINERÍA DEL CARBÓN

# Sistemas de potencia: Requisitos básicos.

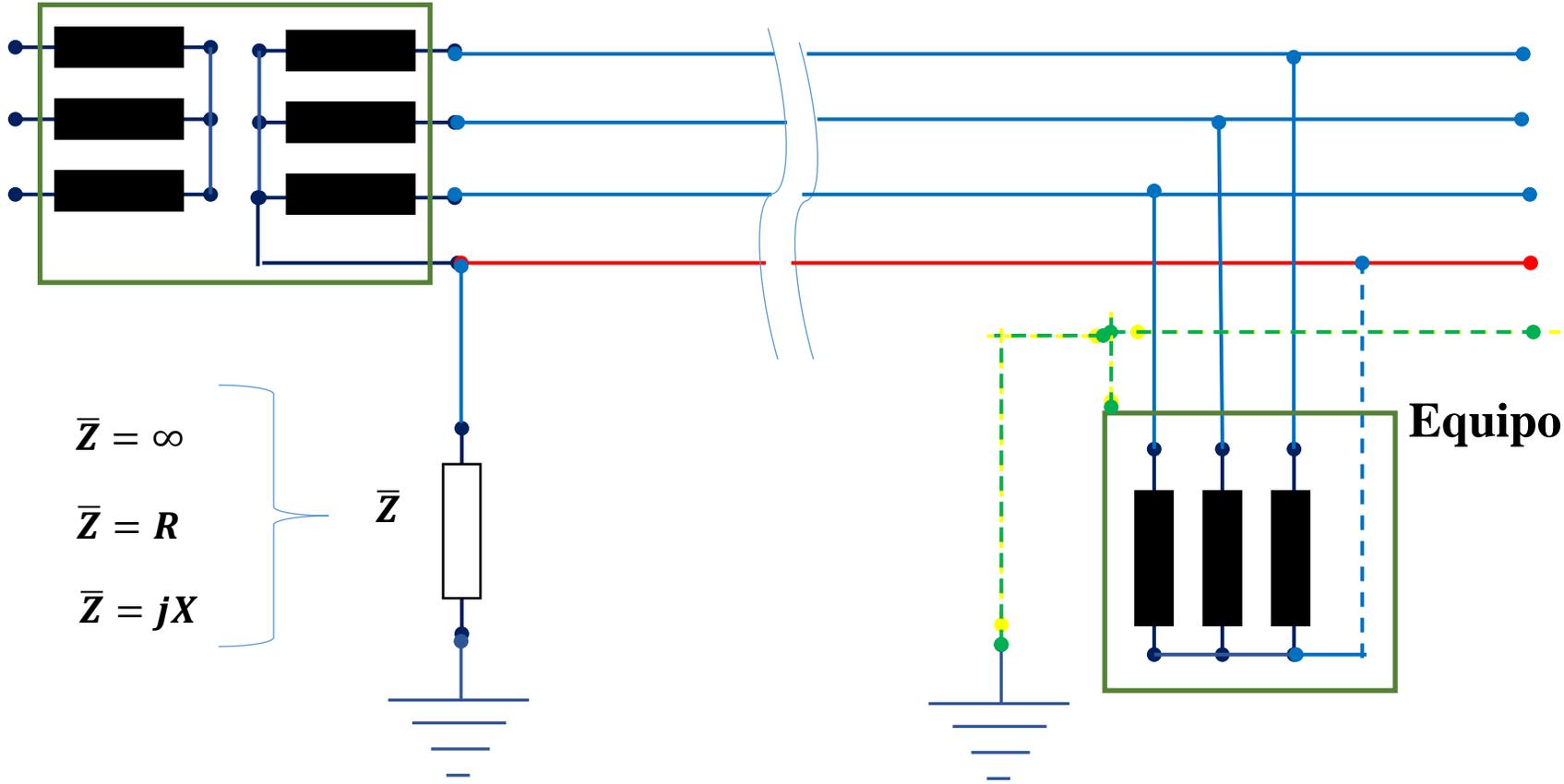


# Sistemas de potencia: Requisitos básicos.



# Sistemas de potencia: Requisitos básicos.

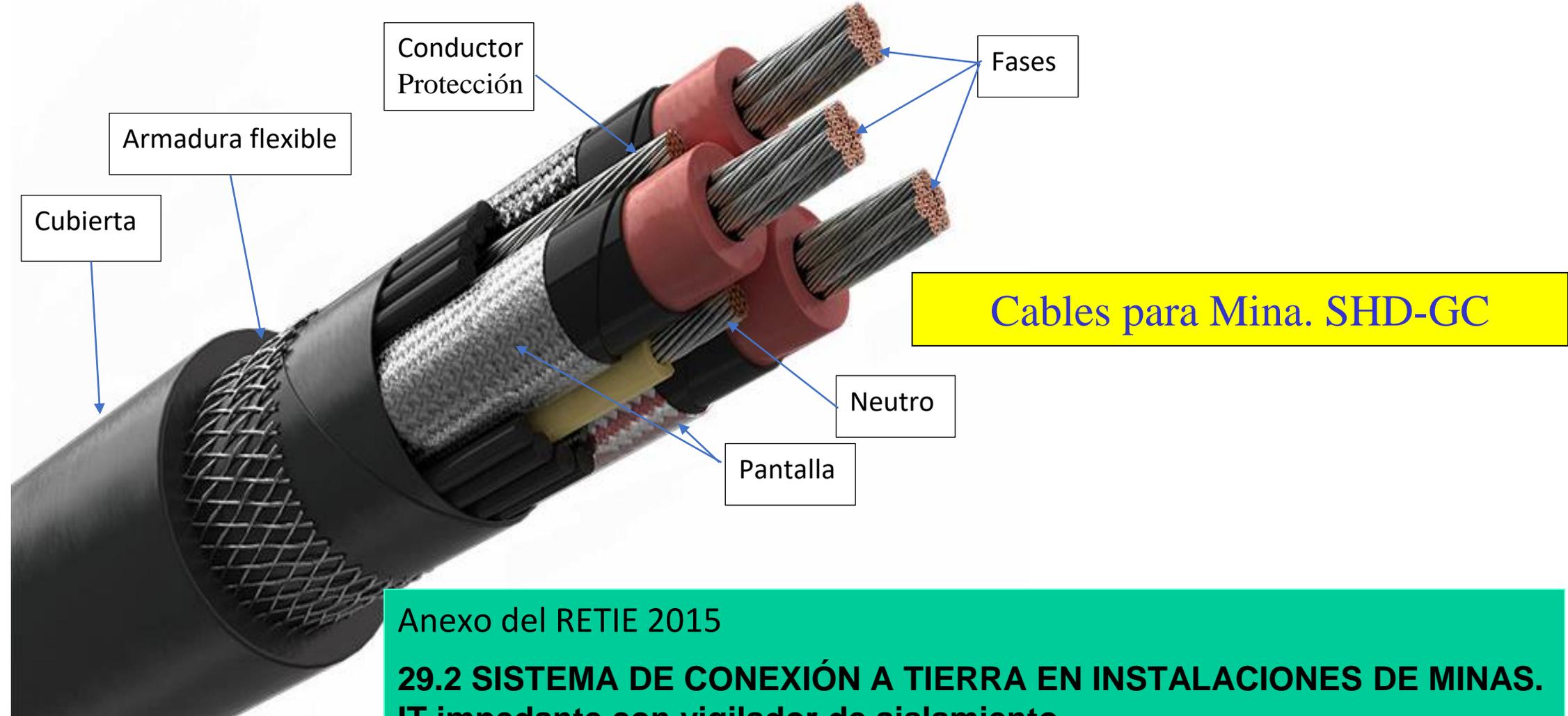
Transformador



Sistema IT-Z

# Sistemas de potencia: Requisitos básicos.

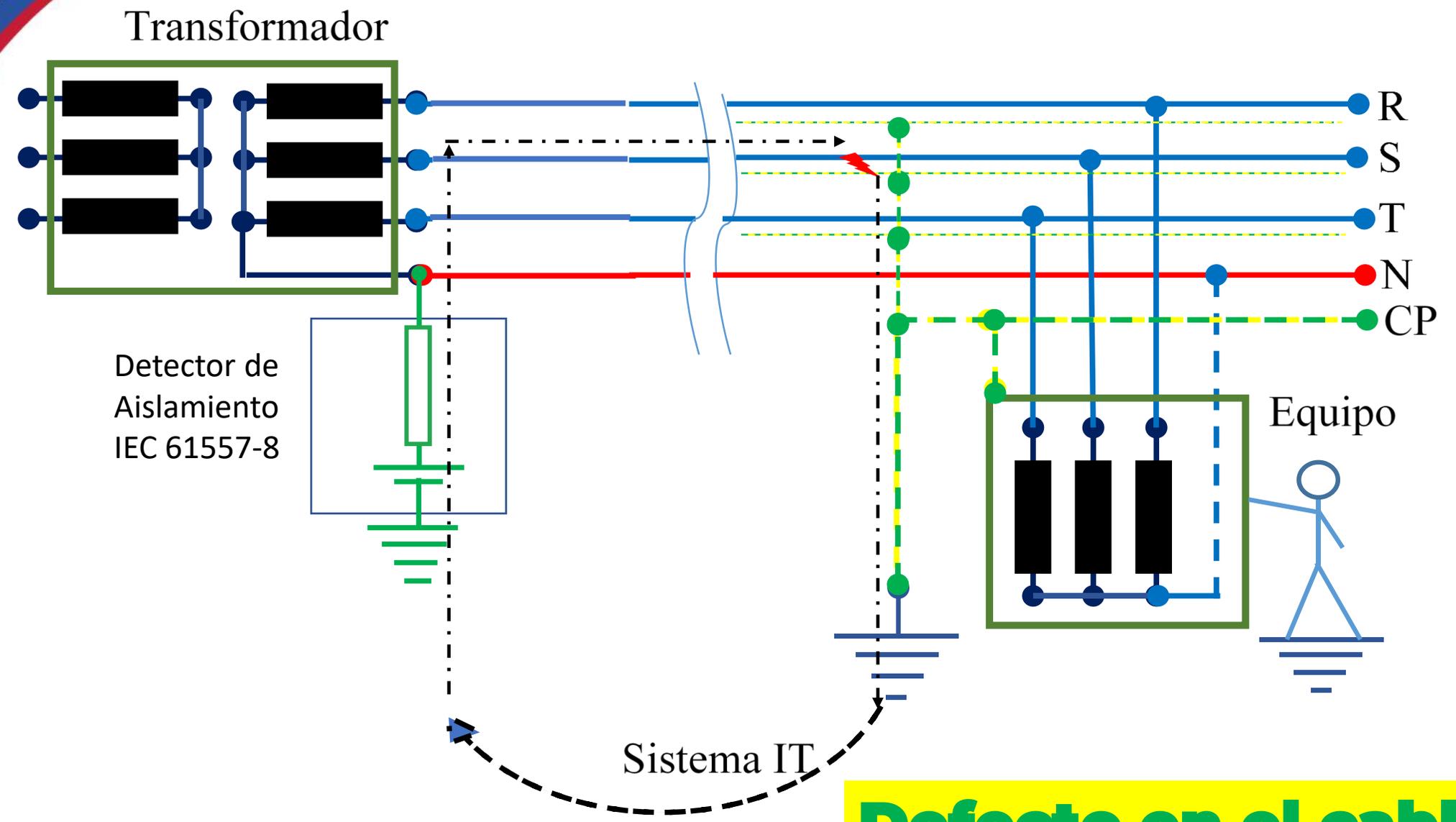
Cables con aislamiento elastómero para la industria minera



Anexo del RETIE 2015

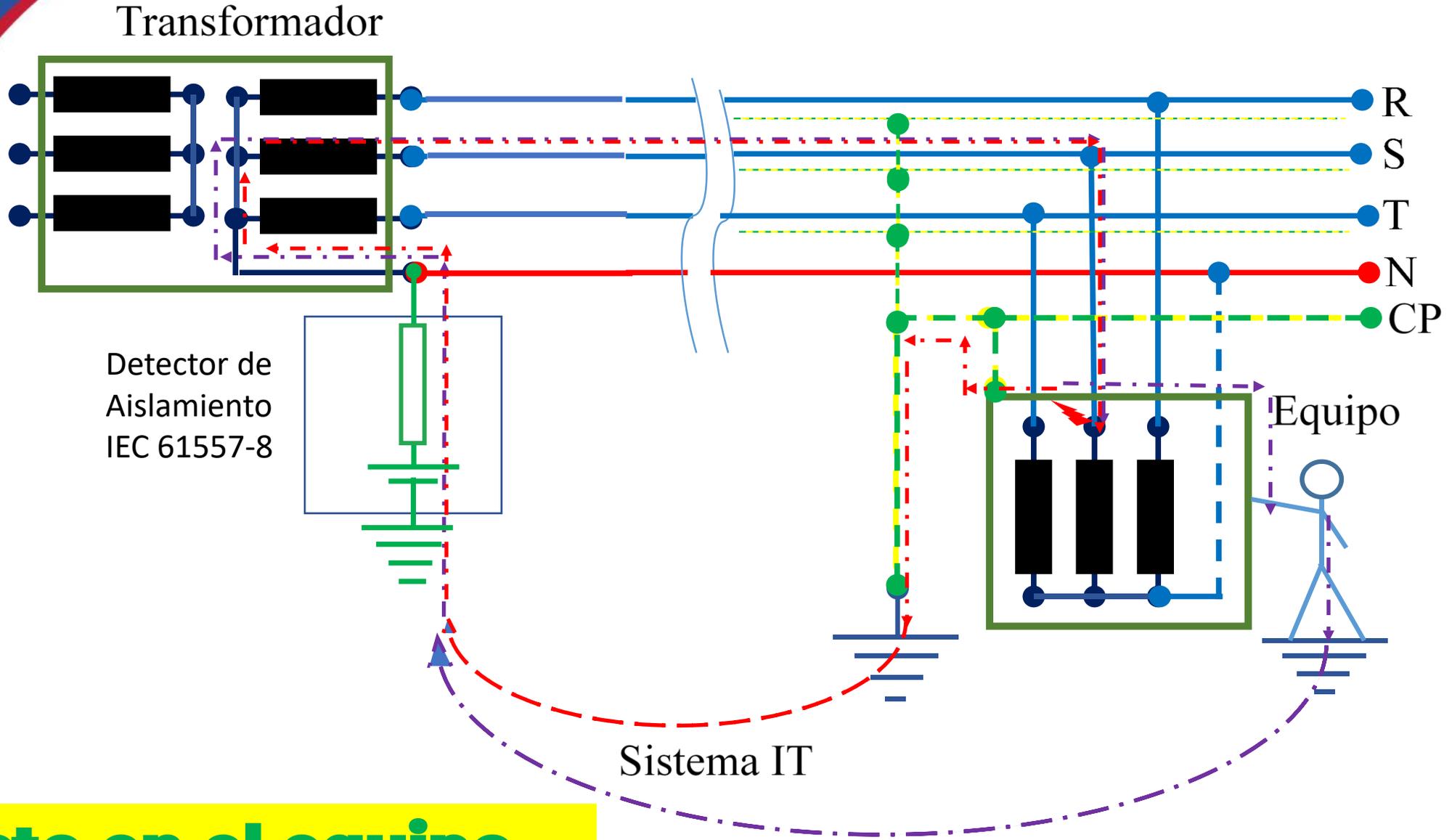
**29.2 SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA EN INSTALACIONES DE MINAS.  
IT impedante con vigilador de aislamiento**

# Sistemas de potencia: Requisitos básicos



**Defecto en el cable**

# Sistemas de potencia: Requisitos básicos



**Defecto en el equipo**

# Sistemas de Potencia: Requisitos para Minas Subterráneas

EN 50628:2016  
Montaje de instalaciones eléctricas  
en minas subterráneas

Se ha enviado a IEC

- Todo tipo de minas subterráneas.
- En una columna separada, los requisitos para minas con grisú

# Sistemas de Potencia: Minas Subterráneas de Carbón



# Catástrofe

# Sistemas de Potencia: Minas Subterráneas de Carbón

## Niveles energéticos y de temperatura

**Chispa o arco  
Explosión**

### ENERGÍA DE INFLAMACIÓN

Grisú ( $\text{CH}_4$ ) 280  $\mu\text{J}$

Nube polvo Carbón >3.000  $\mu\text{J}$

**Superficie caliente  
Explosión**

### TEMPERATURA SUPERFICIAL

Grisú ( $\text{CH}_4$ ) 350  $^{\circ}\text{C}$

Nube polvo Carbón >450  $^{\circ}\text{C}$

**Superficie caliente  
Combustión**

Capa polvo Carbón <150  $^{\circ}\text{C}$

# Sistemas de Potencia: Minas Subterráneas de Carbón

## Modos de protección Nivel de Protección frente a Explosiones EPL

Seguridad	Condiciones de funcionamiento	P*	Categoría EPL
Alta	Con un defecto	$10^{-6}$	<b>EPL Mb</b> (M2)
Muy alta	Cos dos defectos Disfunciones raras	$10^{-12}$	<b>EPL Ma</b> (M1)

\*P = probabilidad de producirse el aporte energético  
(P = 1 para un equipo convencional)

# Modos de Protección: Minas de Carbón

Minería GRUPO I		
Categoría EPL	Nombre	Símbolo
<b>EPL Ma</b>	<b>Seguridad intrínseca</b>	<b>ia</b>
	Encapsulado	ma
<b>EPL Mb</b>	<b>Envolvente antideflagrante</b>	<b>db</b>
	<b>Seguridad aumentada</b>	<b>eb</b>
	<b>Seguridad intrínseca</b>	<b>ib</b>
	Encapsulado	mb
	Relleno pulverulento	qb
	Inmersión en aceite	ob

# Modos de Protección: Minas de Carbón

## Modos de protección GRUPO I

Normas IEC		
Símbolo	Modo de protección	IEC
-	Reglas generales	IEC 60079-0
<b>db</b>	<b>Envolve</b>	<b>IEC 60079-1</b>
qb	Rellenado	79-5
ob	Inmersión en aceite	79-6
<b>eb</b>	<b>Seguridad a</b>	<b>0079-7</b>
<b>ib / ia</b>	<b>Seguridad intrínseca</b>	<b>IEC 60079-11</b>
mb / ma	Encapsulado	IEC 60079-18

Fabricante

Ensayo y  
Certificación

Inspección

# Modos de Protección: Minas de Carbón

Otras Normas  
de interés

Normas		
Símbolo	Contenido	IEC
<b>SYS</b>	<b>Sistemas de seguridad intrínseca</b>	<b>IEC 60079-25</b>
-	<b>Lámparas de casco para minería</b>	<b>IEC 60.079-35-1 / 2</b>

Instalador

Fabricante

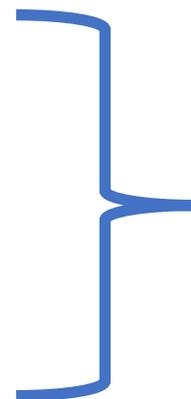
# Modos de Protección: Minas de Carbón

## Marcado IEC Grupo I

Ex db I Mb

Ex eb I Mb

Ex ib I Mb



EPL b

Desenergizar si CH<sub>4</sub> > Límite

Ex ia I Ma

EPL a

Puede permanecer operativo



Complementario para la Unión Europea

# Modos de Protección: Minas de Carbón

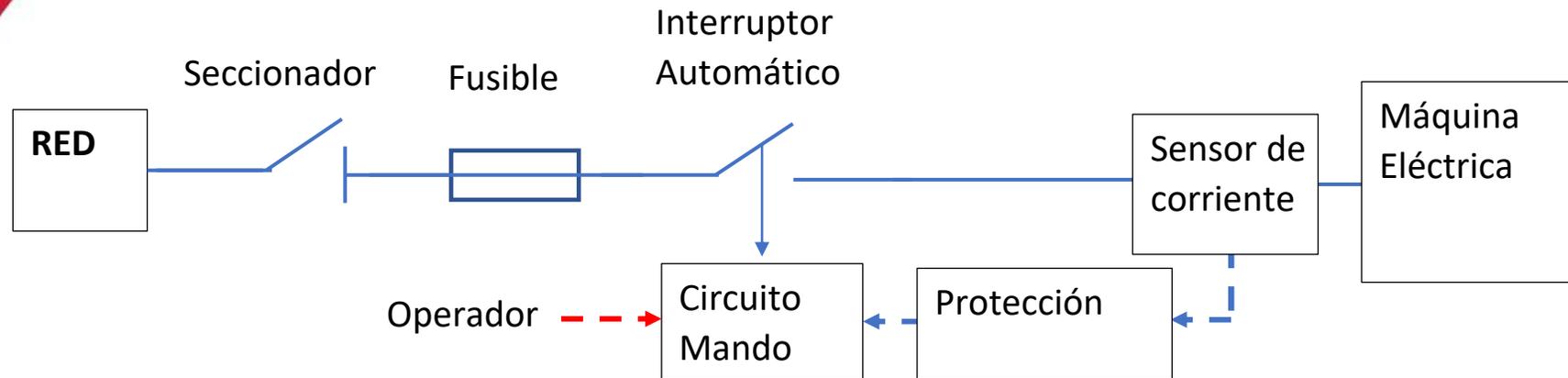
Atmósferas explosiva en minas de carbón  
Instalaciones eléctricas

ISO/IEC 80.079-38:2016  
Atmósferas explosivas. Parte 38  
Equipos y componentes  
en atmosferas explosiva  
de minas subterráneas

EN 50628:2016  
Montaje de instalaciones eléctricas  
en minas subterráneas

- Todo tipo de minas subterráneas.
- En una columna separada, los requisitos para minas con grisú

# Sistemas de potencia: Ejemplo



**SECCIONADOR:** Secciona (corta) la tensión en el cable

**FUSIBLE:** Interrumpe la circulación de corriente en el cable, si  $I$  es muy alta (protección del cable)

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** Interrumpe la circulación de corriente en el cable, si  $I$  es alta (Protección del equipo)

**SENSOR DE CORRIENTE:** Medida de la intensidad de la corriente

**PROTECCIÓN:** Tiempo de respuesta del corte (protege el equipo y el cable, permitiendo arranques y sobrecargas)

# Sistemas de potencia: Ejemplo

Cable Red

Seccionador

Mando

Fusible

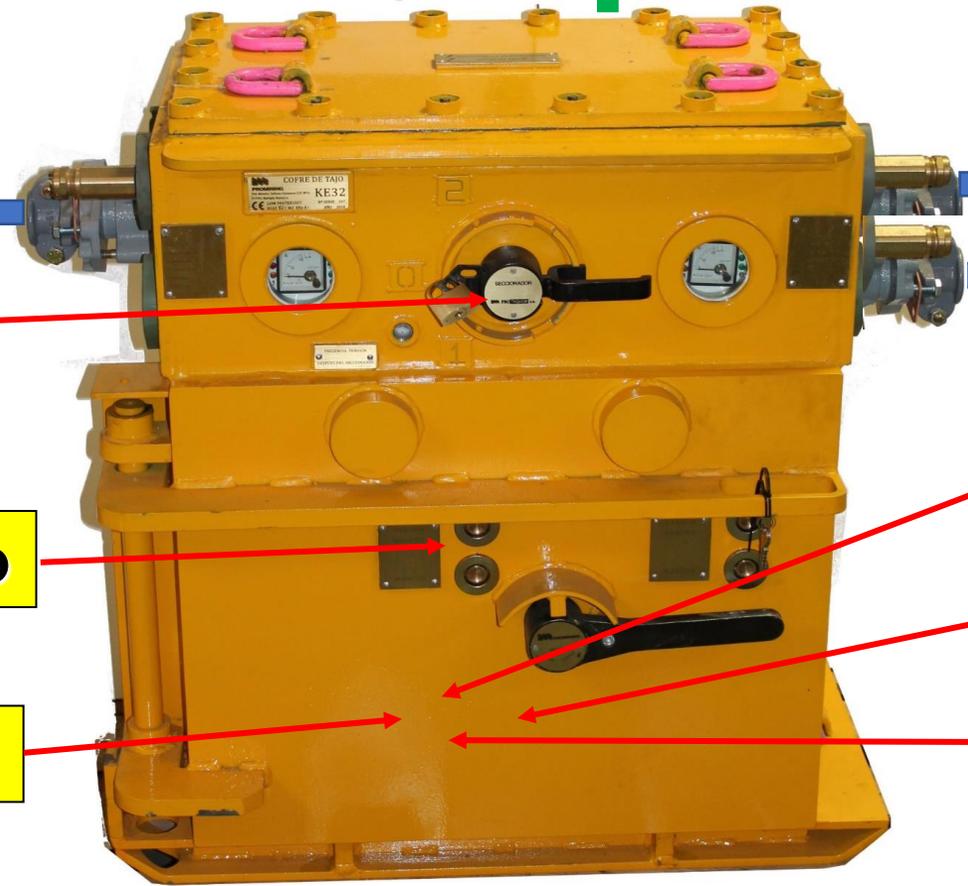
Cable Motor

Cable pasante

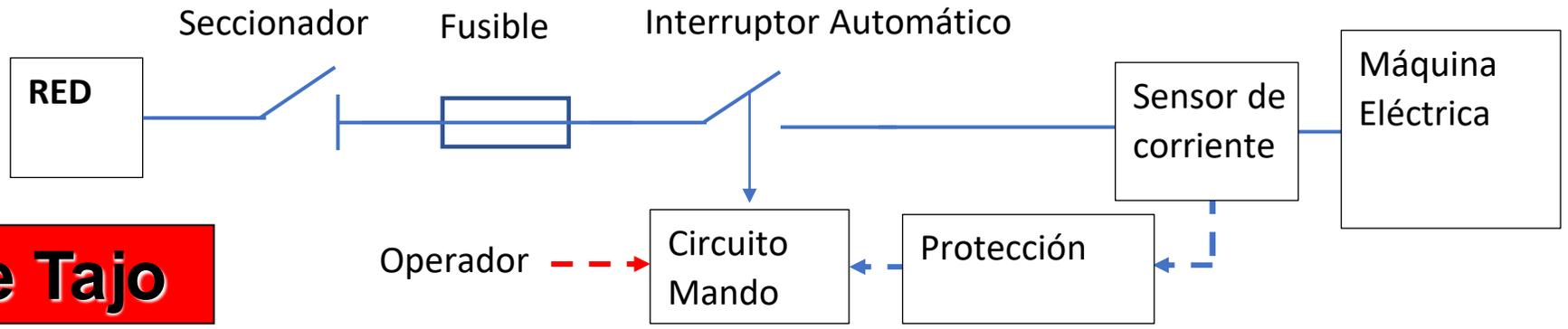
Interruptor

Sensor corriente

Protección



**Cofre de Tajo**



# Sistemas señal: Sistemas S.I.

## Tipos de aparatos S. I.

### Equipos seguridad intrínseca

Todas las partes del circuito son de seguridad intrínseca

Ex ia I Ma

### Equipos asociados

Solo algunas partes del circuito son de seguridad intrínseca.

Previstos para ser ubicados en zona segura

[Ex ia I Ma]

# Sistemas señal: Sistemas S.I.

Equipo asociado  
Previsto para instalar  
fuera de AT. EX.

[Ex ia I Ma]

[Ex ib I Mb]

Equipo asociado  
Instalado en envoltorio  
con otro modo

Ex db eb [ia I Ma] I Mb

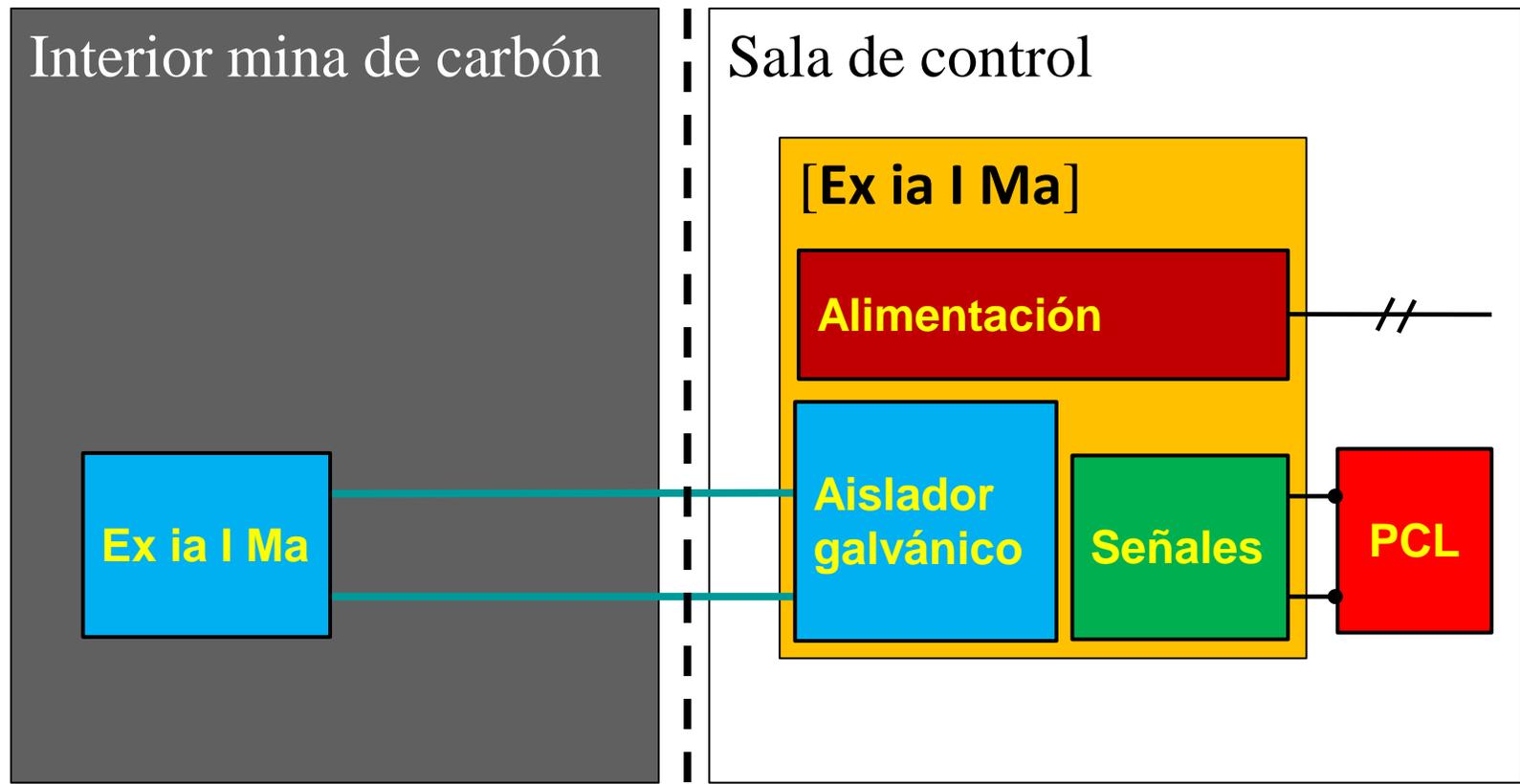
Ex db [ib I Mb] I Mb

# Sistemas señal: Sistemas S.I.

Ejemplo de uso de Sistemas S.I.

Documento Descriptivo del Sistema SYST

IEC 60.079-25 Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca



# Sistemas señal: Sistemas S.I.

## Ex ia I Ma

$U_i$  (V)  
 $I_i$  (A)  
 $P_i$  (W)  
 $C_i$  (F)  
 $L_i$  (H)

## Datos del Cable

$C_c$  (F/m)  
 $L_c$  (H/m)  
 $L/R_c$  (H/ $\Omega$ )  
 $x_c$  (m)

## [Ex ia I Ma]

$U_o$  (V)  
 $I_o$  (A)  
 $P_o$  (W)  
 $C_o$  (F)  
 $L_o$  (H)  
 $L/R_o$  (H/ $\Omega$ )

## Cálculos

$U_i > U_o$  (V)  
 $I_i > I_o$  (A)  
 $P_i > P_o$  (W)  
 $C_i + C_c * x_c < C_o$  (F)  
 $L_i + L_c * x_c < L_o$  (H)  
 $L/R_c < L/R_o$  (H/ $\Omega$ )

**DOCUMENTO DESCRIPTIVO del SISTEMA**

# Lámpara de Casco: caso singular.

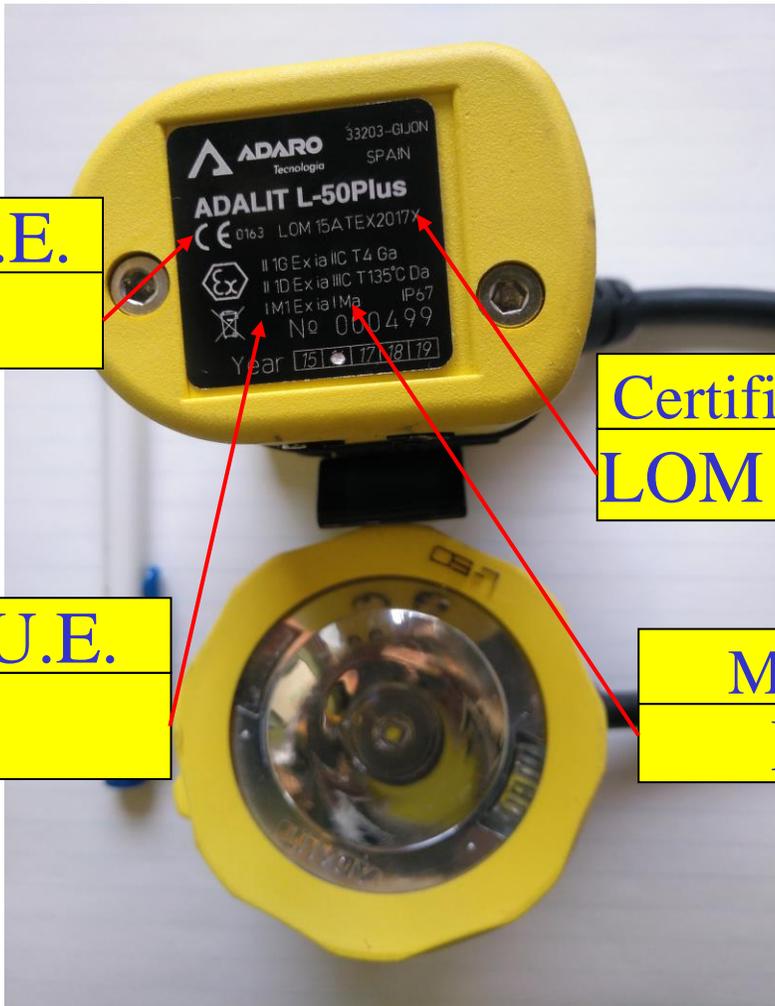
Lámpara de casco  
IEC 60.079-35-1 y 2

LOM en la U.E.  
CE 0163

Directiva U.E.  
Ex I M1

Certificado norma IEC  
LOM 15ATEX2017X

Marcado IEC  
Ex ia I Ma



# GARANTIAS de EQUIPOS e INSTALACION

## SISTEMA para GARANTIAS de la SEGURIDAD

NORMALIZACIÓN

ISO/IEC

ICONTEC

ACREDITACIÓN

ISO/IEC 17011

...Organismos de Acreditación...

ONAC

ENSAYO

ISO/IEC 17025

...laboratorios de ensayo...

ILAC

CERTIFICACIÓN

ISO/IEC 17065

...entidades que certifican producto...

IAF

INSPECCIÓN

ISO/IEC 17020

... entidades de inspección...

Cada ESTADO

# GARANTIAS de EQUIPOS e INSTALACION

Marca IECEx

IEC

Acreditación multilateral

EXTL Laboratorio de Ensayo

Ensayo de muestra

EXCB Organismo de Certificación

Auditoria de fábrica

Supervisión de fábrica

Garantía del grupo

Certificado de conformidad

Marcado ATEX

EN-IEC

Acreditación IAF

ON Organismo Notificado

Ensayo de muestra

Auditoria de fábrica

Supervisión de fábrica



Garantía de la UE

Certificado de conformidad

# GRACIAS por la atención



V ENCUENTRO NACIONAL  
DE SOCORREROS MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE  
**MINERÍA**

