



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO CHILIVANI

COMUNE DI OZIERI (SS)

PROPONENTE

**Sarda Energy s.r.l.**  
Zona Industriale Chilivani SNC  
07014 OZIERI (SS)

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE  
NEL COMUNE DI OZIERI (SS)**

**AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE - PROGETTO DEFINITIVO**

**OGGETTO:**

Disciplinate tecnico e prestazionale degli elementi tecnici

CODICE ELABORATO

**PD**  
**R13**

COORDINAMENTO

**bm!**

Studio Tecnico Dott. Ing Bruno Manca

GRUPPO DI LAVORO AU

Dott. Geol. Giorgio Schintu  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Ing. Giuseppe Pili  
Dott. Ing. Michele Pigliaru  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas

REDATTORE

Dott. Ing. Giuseppe Pili  
Dott. Ing. Michele Pigliaru

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE
00	Aprile 2023	Prima emissione

FORMATO  
ISO A4 - 297 x 210

## Sommario

GENERALITÀ.....	2
PANNELI FOTOVOLTAICI.....	4
INVERTER.....	7
CAVI.....	10
QUADRI.....	16
TRASFORMATORI.....	154
STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO.....	156
CABINE PREFABBRICATE.....	159
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	232
IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	234

## GENERALITÀ

Il presente Disciplinare Tecnico e Prestazionale riguarda la realizzazione di un campo fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare denominata "CHILIVANI" che ha come proponente la società "SARDA ENERGY Srl" di Ozieri (SS).

L'impianto, che ha una potenza di picco di **19'929,00 kWp**, pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati, e una potenza nominale di **19 800 kW**, pari alla somma delle potenze in uscita (lato AC) dei **99** inverter fotovoltaici da **200 kW** presenti in impianto, è suddiviso in 3 campi corrispondenti a **3 linee MT a 36 kV ARE4H5EX in cavo tripolare elicordato interrato** che collegano le 3 cabine di campo alla cabina di raccolta 36 kV posizionata a bordo impianto. La cabina di raccolta a 36 kV conterrà i quadri MT a 36 kV necessari al collegamento e alla protezione delle linee provenienti dalle cabine di campo. La cabina di raccolta 36 kV conterrà inoltre gli interruttori MT a 36 kV necessari a collegare la cabina stessa allo stallo a 36 kV messo a disposizione da Terna S.p.A. nella nuova Stazione Elettrica.

I moduli fotovoltaici saranno installati a terra mediante tracker metallici monoassiali vincolati a terra mediante infissione di profili metallici aperti.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione in antenna 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione a 150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV "Chilivani-Ozieri", previa realizzazione dei seguenti interventi:

- 1) potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV "Chilivani – Siniscola 2";
- 2) realizzazione di un nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la nuova SE RTN Santa Teresa e la nuova SE RTN Buddusò (di cui al Piano di Sviluppo di Terna).

L'impianto agrivoltaico è localizzato per intero nel territorio del Comune di Ozieri in prossimità della frazione di Chilivani (SS).

La linea di connessione dall'impianto alla futura stazione elettrica (SE) ricade nel territorio di Ozieri.. Il punto di consegna a 36 kV si trova nel comune di Ozieri (SS) in corrispondenza della nuova SE Terna.

Di seguito sono riportate le specifiche dei principali elementi costituenti l'impianto, con la precisazione che al momento della realizzazione dello stesso il mercato potrebbe offrire materiali e apparecchiature più performanti e meglio rispondenti alle esigenze del committente. In tal caso il disciplinare verrà aggiornato con i nuovi prodotti.

# PANNELI FOTOVOLTAICI

# JW-HD132N

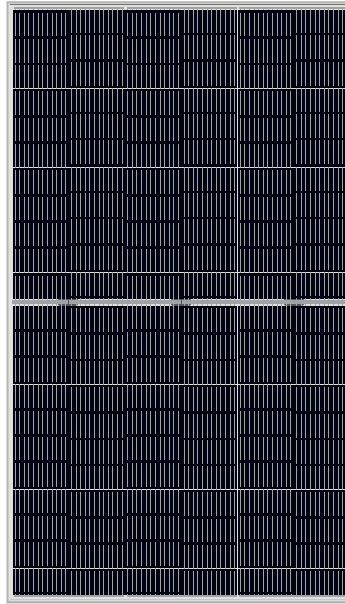
N-type Bifacial High Efficiency Mono Silicon Half-Cell Double Glass Module

**675-700W**

Cell Type



12BB



**700W**

Maximum Power Output

**22.53%**

Maximum Module Efficiency

**0~+5W**

Power Output Tolerance



### Additional Power Generation Gain

At least 30-year product life, more than 10%- 30% additional power gain comparing with conventional module



### Better Weak Illumination Response

Wide spectral response, higher power output even under low-light settings like smog or cloudy days



### ZERO LID (Light Induced Degradation)

N-type solar cell has no LID naturally, can increase power generation



### Better Temperature Coefficient

Higher power generation under working conditions, thanks to passivating contact cell technology



### Lower LCOE

High bifaciality, high power output, saving BOS cost



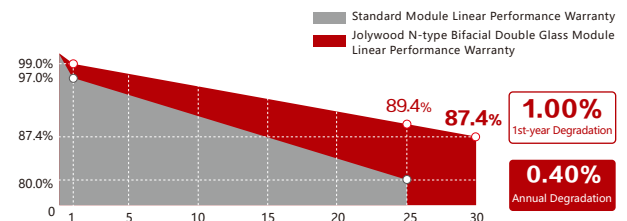
### Wider Applicability

BIPV, vertical installation, snowfield, high-humid area, windy and dusty area

## Jolywood Delivers Reliable Performance Over Time

- Leader of N-type bifacial technology
- Fully automatic facility and world-class technology
- Long term reliability tests passed
- 100% EL tests

## Linear Performance Warranty



12 Years Product Material & Workmanship 30 Years Linear Performance Warranty

## Additional Insurance Backed by Munich Re



# JW-HD132N Series

# N-type Bifacial High Efficiency Mono Silicon Half-Cell Double Glass Module

## Electrical Properties | STC\*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	675	680	685	690	695	700
MPP Voltage (Vmp) (V)	38.6	38.8	39.0	39.2	39.4	39.5
MPP Current (Imp) (A)	17.50	17.54	17.58	17.62	17.66	17.73
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	46.2	46.4	46.6	46.8	47.0	47.1
Short Circuit Current (Isc) (A)	18.57	18.62	18.67	18.72	18.76	18.82
Module Efficiency (%)	21.73	21.89	22.05	22.21	22.37	22.53

\*STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, AM1.5  
The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

## Electrical Properties | NOCT\*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	511	514	518	522	526	530
MPP Voltage (Vmp) (V)	36.2	36.4	36.6	36.7	36.9	37.0
MPP Current (Imp) (A)	14.11	14.14	14.17	14.21	14.24	14.29
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	44.2	44.3	44.5	44.7	44.9	45.0
Short Circuit Current (Isc) (A)	14.97	15.01	15.05	15.09	15.13	15.17

\*NOCT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

## Operating Properties

Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage (V)	1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating(A)	30
Power Tolerance	0~+5W
Bifaciality*	75%

\*Bifaciality=Pmaxrear (STC) /Pmaxfront (STC) , Bifaciality tolerance:±5%

## Temperature Coefficient

Temperature Coefficient of Pmax*	-0.320%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.260%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.046%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	42±2°C

\*Temperature Coefficient of Pmax±0.03%/°C

## Mechanical Properties

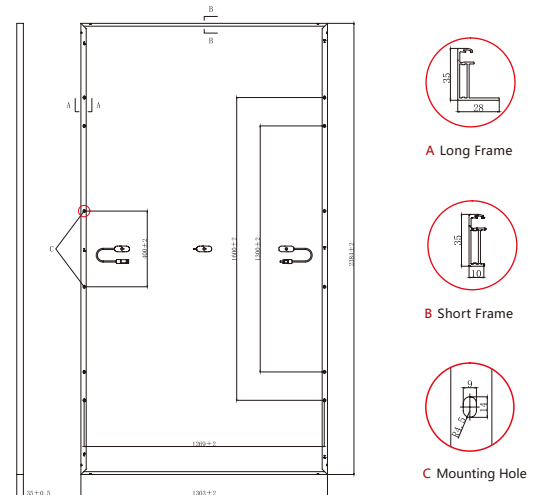
Cell Type	210.00mm*105.00mm
Number of Cells	132pcs(12*11)
Dimension	2384mm*1303mm*35mm
Weight	38kg
Front /Rear Glass*	2.0mm/2.0mm
Frame	Anodized Aluminium
Junction Box	IP67 (3 diodes)
Length of Cable*	4.0mm <sup>2</sup> , +300mm/-180mm
Connector	MC4 Compatible

\*Heat strengthened glass  
\*Cable length can be customized

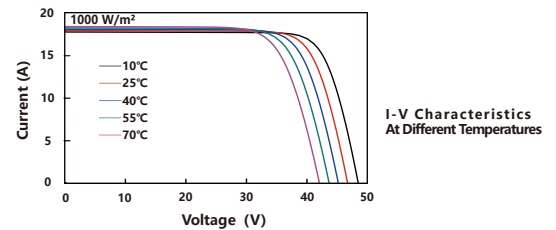
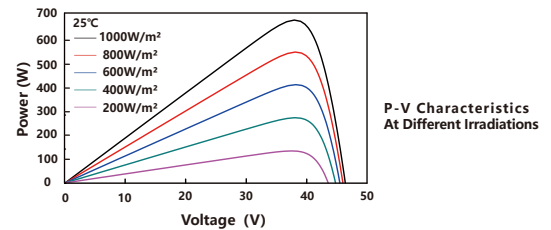
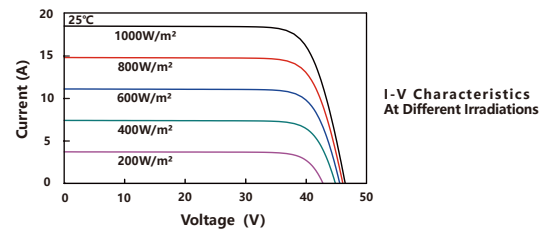
## With Different Power Generation Gain (regarding 680W as an example)

Power Gain (%)	Peak Power (Pmax) (W)	MPP Voltage (Vmp) (V)	MPP Current (Imp) (A)	Open Circuit Voltage (Voc) (V)	Short Circuit Current (Isc) (A)
10	734	38.8	18.93	46.4	20.09
15	762	38.8	19.62	46.4	20.83
20	789	38.8	20.31	46.4	21.56
25	816	38.8	21.00	46.4	22.30
30	843	38.9	21.70	46.5	23.03

## Engineering Drawing (unit: mm)



## Characteristic Curves | HD132N-680



## Packaging Configuration

Packing Type	40'HQ
Piece/Pallet	31
Pallet/Container	18
Piece/Container	558

\*The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to ongoing innovation, R&D enhancement, Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.



**JOLYWOOD (TAIZHOU) SOLAR TECHNOLOGY CO.,LTD.**

**Add:** No.6 Kaiyang Rd., Jiangyan Economic Development Zone, Taizhou, Jiangsu Province, China, 225500

**TEL:** +86 523 80612799 **Email:** mkt@jolywood.cn

Version 2021.05 ©Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. All rights reserved

www.jolywood.cn



# INVERTER



# SUN2000-215KTL-H3

## Smart String Inverter



100A  
Per MPPT



99.0%  
Max. Efficiency



String-Smart  
Switch



Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported



MBUS  
Supported



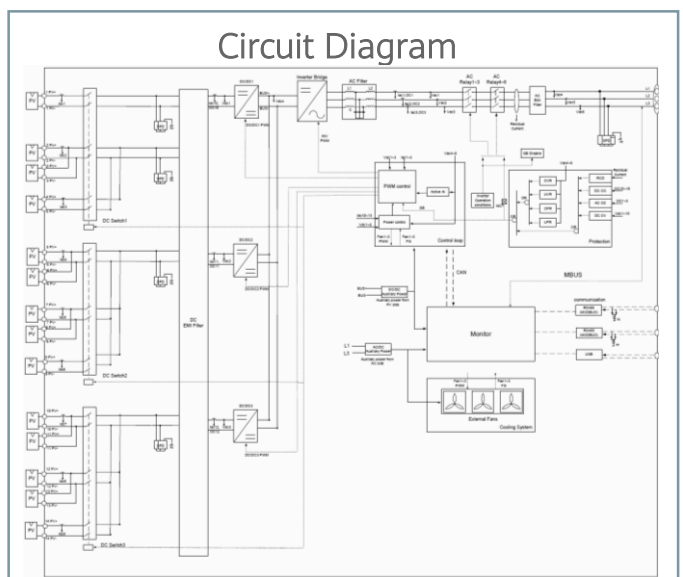
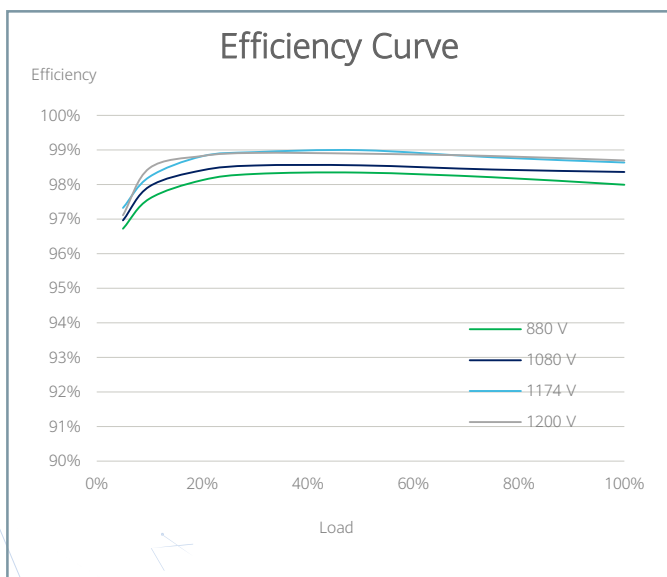
Fuse Free  
Design



Surge Arresters for  
DC & AC



IP66  
Protection



# Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

# CAVI

**MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES**

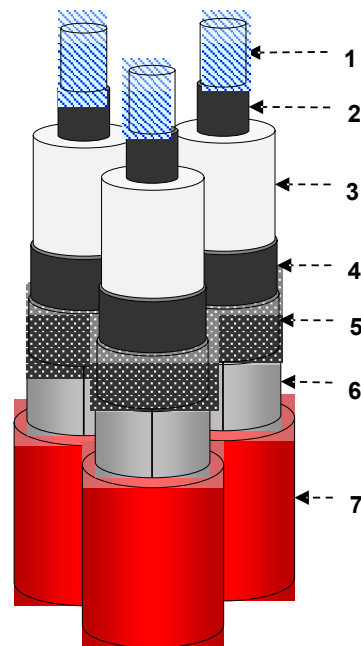
**THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS.**

**APPLICATIONS**

In MV energy distribution networks for voltage systems up to **42kV**. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

Rated voltage $U_0/U$ :	<b>20,8/36 kV</b>
Maximum voltage $U_m$ :	<b>42 kV</b>
Test voltage:	<b>3,5 <math>U_0</math></b>
Max operating temperature of conductor:	<b>90 °C</b>
Max short-circuit temperature:	<b>250 °C (max duration 5 s)</b>
Max short-circuit temperature (screen):	<b>150 °C</b>



**CONSTRUCTION**

- 1. Conductor**  
*stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228*
- 2. Conductor screen**  
*extruded semiconducting compound*
- 3. Insulation**  
*extruded XLPE compound*
- 4. Insulation screen**  
*extruded semiconducting compound - fully bonded*
- 5. Longitudinal watertightness**  
*semiconducting water blocking tape*
- 6. Metallic screen and radial water barrier**  
*aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
- 7. Outer sheath**  
*extruded PE compound - colour: red*

**INSTALLATION DATA**

**Max pulling force during laying**  
50 N/mm<sup>2</sup> (applied on the conductors)

**Min bending radius during laying**  
21 D<sub>phase</sub> (dynamic condition)

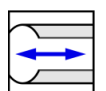
**Min temperature during laying**  
- 25 °C (cable temperature)

**STANDARDS**

IEC 60840 where applicable (*testing*)  
 Nexans Design  
 HD 620 where applicable (*materials*)

**MARKING by ink-jet of the following legend:**

on phase 1: **"Manufacturer <Year> ARE4H5EX 20,8/36KV 3x1x<S> FASE 1 <meter marking>"**  
 on phase 2: **"FASE 2"**  
 on phase 3: **"FASE 3"**  
 <YEAR> =Year of manufacturing  
 <S> = Section of conductor



Longitudinal waterproof



Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature : **250 °C**



Max short-circuit temperature screen: **150 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

ARE4H5EX 20,8/36kV 3x1x...															
Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Phase diameter approx	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal					at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
<b>3x1x95</b>	11,5	8,1	29,5	2,1	<b>37,3</b>	<b>80,3</b>	<b>3.360</b>	0,320	0,411	0,130	0,168	<b>223</b>	<b>287</b>	9,0	2,1
<b>3x1x150</b>	14,3	7,6	31,3	2,2	<b>39,4</b>	<b>84,8</b>	<b>3.950</b>	0,206	0,265	0,120	0,201	<b>283</b>	<b>374</b>	14,2	2,2
<b>3x1x185</b>	16,0	7,4	32,6	2,2	<b>40,7</b>	<b>87,8</b>	<b>4.350</b>	0,1640	0,211	0,115	0,221	<b>321</b>	<b>429</b>	17,5	2,3
<b>3x1x240</b>	18,5	7,1	34,5	2,3	<b>42,8</b>	<b>92,3</b>	<b>4.990</b>	0,1250	0,161	0,109	0,252	<b>372</b>	<b>508</b>	22,7	2,3
<b>3x1x300</b>	20,7	6,8	36,1	2,3	<b>44,5</b>	<b>96,0</b>	<b>5.550</b>	0,1000	0,129	0,104	0,283	<b>419</b>	<b>583</b>	28,3	2,4

**Note**

Laying condition: trefoil formation  
depth (m): 0,8  
soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5  
metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

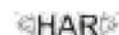
X = phase reactance  
C = capacitance

---

Manufacturer reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements

## H1Z2Z2-K

CAVI BASSA TENSIONE NON PROPAGANTI LA FIAMMA - ZERO ALOGENI - RESISTENTI AI RAGGI UV  
LOW VOLTAGE FLAME RETARDANT CABLES - HALOGEN-FREE - UV RESISTANT



NON PROPAGANTE  
LA FIAMMA  
FLAME RETARDANT



ZERO ALOGENI  
HALOGEN-FREE



### RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti / Construction and specifications	CEI EN 50618
Emissione gas corrosivi o alogenidrici / Corrosive or Halogen gas emission	CEI EN 50525-1
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50289-4-17 (A)
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 50396
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione / Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS / RoHS Directive	2011/65/UE



### REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

REGOLAMENTO/REGULATION 305/2011/UE

Norma/Standard	EN 50575:2014+A1:2016
Classe/Low Voltage Directive	Cca-s1b,d1,a1
Classificazione/Classification (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6:2019
Prova di non propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable	CEI EN 60332-1-2:2016/A1:2016 CEI EN 60332-1-1:2016/A1:2016 EN 60332-1-2:2014/A11:2016 EN 60332-1-1:2014/A1:2015
Grado di acidità (corrosività) dei gas / Degree of acidity of gases for materials	CEI EN 60754-2:2015 EN 60754-2:2014-04
Densità dei fumi / Smoke density	CEI EN 61034-2/A1:2014 CEI EN 61034-1/A1:2014 EN 61034-2/A1:2013/08 EN 61034-1/A1:2014-04
Propagazione della fiamma / Flame retardant	EN 50399:2016-09
Organismo notificato/Notified body	L.A.P.I. - 0987
CE	2020

## H1Z2Z2-K

CAVI NON PROPAGANTI LA FIAMMA - ZERO ALOGENI - RESISTENTI AI RAGGI UV  
FLAME RETARDANT CABLES - HALOGEN-FREE - UV RESISTANT

### CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 1/1 kVac 1,5/1,5 kVcc
- Tensione massima: 1,2 kVac 1,8 kVcc
- Tensione di prova: 6,5 kVac 15 kVcc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: -25°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

### CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

### CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Uso previsto in installazioni fotovoltaici es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Uso previsto in installazioni fotovoltaici es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Installazioni non previste dalle classi superiori e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose (Rischio basso posa singola). Adatti per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature.

### FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Rated voltage U<sub>o</sub>/U: 1/1 kVac 1,5/1,5 kVdc
- Maximum voltage: 1,2 kVac 1,8 kVdc
- Testing Voltage: 6,5 kVac 15 kVdc
- Max working temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: -25°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

### SPECIAL FEATURES

Power transmission, signal transmission indoor and outdoor, even wet. Suitable for working up to 25 years standard conditions. Long term working (temperature index TI): 120° C referred to 20.000 hours (CEI EN 60216-1)

### USE AND INSTALLATION

Intended use in photovoltaic installations and, in accordance with HD 60364-7-712. Suitable for application on devices with protective insulation (protection class II). They are inherently short-circuit proof and earth leakage pursuant to HD 60364-5-52. Installations not provided by upper and lower classes where there is no risk of fire or danger to people and / or people things (Low risk installed individually). Suitable for permanent use outdoors or indoors, for mobile free installation, free hanging and fixed. Installation also in conduits and ducts on, inside or under plaster as well as in equipment.

### COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	<b>CONDUTTORE</b> Materiale: Rame stagnato ricotto, classe 5 CEI EN 60228 (tabella 9)	<b>CONDUCTOR</b> Material: Annealed tinned copper cl.5 CEI EN 60228 (Table 9)
	<b>ISOLANTE</b> Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2 Colore: naturale CEI EN 50618	<b>INSULATION</b> Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2 Colour: natural CEI EN 50618
	<b>GUAINA ESTERNA</b> Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2 Colore: Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013, blu RAL 5015 CEI EN 50618	<b>OUTER SHEATH</b> Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2 Colour: black RAL 9005, red RAL 3013, blue RAL 5015 CEI EN 50618

## H1Z2Z2-K

CAVI BASSA TENSIONE NON PROPAGANTI LA FIAMMA - ZERO ALOGENI - RESISTENTI AI RAGGI UV  
LOW VOLTAGE FLAME RETARDANT CABLES - HALOGEN-FREE - UV RESISTANT

Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight
n° x mm <sup>2</sup>	mm	kg/km
1 x 4	5,7	58,0
1 x 6	6,5	81,0
1 x 10	7,9	137,0
1 x 16	9,2	203,0
1 x 25	11,0	302,0
1 x 35	12,0	389,0
1 x 50	14,3	550,0
1 x 70	16,0	732,0
1 x 95	18,1	1028,0
1 x 120	20,7	1286,0



# QUADRI

Distribuzione Media Tensione

# SM6 - AT7 - Fusarc CF

Unità isolate in aria fino a 36 kV  
Soluzioni per cabine MT-BT

Catalogo  
2018



[schneider-electric.com/it](http://schneider-electric.com/it)

Life Is On

**Schneider**  
Electric

Presentazione 11

---

Caratteristiche generali 21

---

Caratteristiche  
delle unità funzionali 43

---

Protezione, controllo  
e monitoraggio 81

---

Collegamenti 103

---

Installazione 115

---

Servizi Schneider Electric 127

---

Appendici 133

---

---

Sicurezza



---

Affidabilità



---

Flessibilità



---

Connettività



- Unità funzionali con tenuta d'arco interno.  
Protezione arco interno sui tre o quattro lati IAC:  
A-FL e A-FLR.  
Tenuta d'arco interno: 12.5 kA 1s, 16 kA 1s e 20 kA 1s
  - Blocchi meccanici ed elettrici per impedire errate manovre.
- 

- 1.500.000 unità installate nel mondo.
  - Soluzioni 100% testate in fabbrica.
- 

- Upgrade facili e veloci per rispondere alle vostre esigenze attuali e future e agli eventuali ampliamenti dei vostri impianti
  - Installazione in cabine da esterno per le quali le unità SM6 sono particolarmente adatte.
- 

- Componenti intelligenti e collegabili come le unità SC110 e TH110 forniscono informazioni continue sullo stato di salute dei vostri impianti elettrici, permettendo di ottimizzare la gestione degli asset grazie ad una corretta programmazione degli interventi di manutenzione preventiva



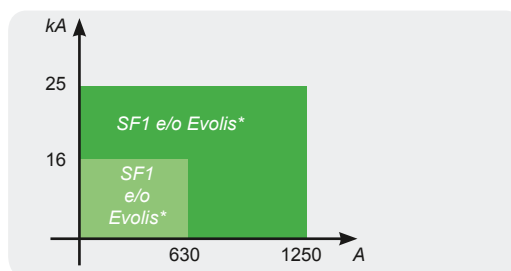
# SM6,

una soluzione veramente professionale!  
Oltre 1.500.000 unità installate nel mondo.



Da oltre 40 anni Schneider Electric è impegnata nello sviluppo di soluzioni di protezione, controllo e comando dedicate in modo specifico alle reti di distribuzione Media Tensione. Le unità SM6 sono frutto di questa pluriennale esperienza che offre anche alcune nuove soluzioni assolutamente innovative che garantiscono il meglio in termini di continuità di servizio e sicurezza del personale.

## Interruttori ad elevate prestazioni



(\*) Non disponibile a 36 kV.

## Una soluzione completa

Le unità SM6 sono totalmente compatibili con

- Strumenti di misura PowerMeter.
- Relé di protezione multifunzione Sepam
  - Protezione
  - Misura e diagnosi.
- Unità di protezione VIP autoalimentate.
  - Le unità SM6 sono facilmente integrabili in qualsiasi sistema di controllo e misura.
  - Segnalazione e funzionamento in locale e a distanza.

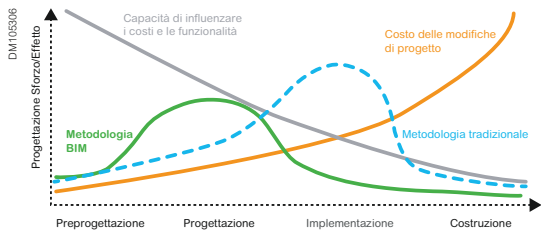
## Tenuta all'arco interno

Classificazione a tenuta d'arco interno: A-FL e A-FLR.

- protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FL,
  - 12,5 kA 1s per SM6-24
  - 16 kA 1s per SM6-36.
- protezione arco interno sui quattro lati IAC: A-FLR,
  - 12,5 kA 1s, 16 kA 1s e 20 kA 1s per SM6-24.
- Scelta evacuazione:
  - evacuazione dal basso
  - evacuazione dall'alto per SM6-24.



Un'opportunità unica per migliorare le strategie guida del settore Building. L'interoperabilità resta la nostra sfida.



## Cos'è il BIM

- BIM è l'acronimo di "Building Information Modeling" (Modello di Informazioni di un Edificio): rappresenta un'evoluzione del CAD (Computer Aided Design), ma anche una rivoluzione nel mercato dei software di modellazione ed una soluzione fondamentale per la digitalizzazione
- Permette di migliorare notevolmente i disegni CAD tradizionali inserendo non solo gli elementi geometrici ma anche informazioni utili per i calcoli tecnici ed economici
- La metodologia BIM ricorre anche ampiamente a processi di tipo collaborativo tra le aziende o all'interno delle aziende interessate alla progettazione per trarre vantaggio dal valore dei modelli realizzati durante tutte le fasi del ciclo di progettazione e realizzazione dell'intervento edilizio
- BIM aiuta a creare, costruire, gestire e realizzare progetti più economici e con un ridotto impatto ambientale

### Esigenze del Cliente



Business

- Elevata redditività



Efficienza

- Riduzione dei tempi e del lavoro.
- Problemi: disconnessione tool e impossibilità di condividere ed interagire



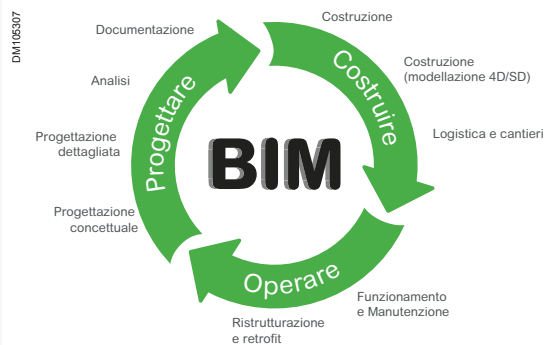
Collaborazione

- La gestione del progetto in diversi ambienti e ambiti di progettazione, con più colleghi e contraenti è inefficiente e non produttiva.
- Problemi: mancanza di una piattaforma collaborativa in grado di supportare gli interventi impiantistici dell'industria elettrica con condivisione dei dati tra aziende e localizzazioni geografiche diverse .

### Vantaggi del BIM

- Risparmio sui tempi di progettazione
- Riduzione dei costi di progetto
- Miglior coordinamento e collaborazione
- Riduzione dei rischi
- Facile gestione operativa e manutenzione del ciclo di vita della costruzione

### BIM e ciclo di vita della costruzione (Building Lifecycle)







## Oggetti BIM SM6 24 e SM6 36

- **Oggetti BIM SM6 24 :**  
<http://bimobject.com/fr/schneider/product/sm6-24>
- **Oggetti BIM SM6 36 :**  
<https://bimobject.com/en/schneider/product/sm6-36>

## Disegni 3D SM6

- **Scopo:**  
I disegni 3D sono utili ai nostri partner (contractor e quadristi) per simulare le condizioni d'installazione (punti di fissaggio e collegamento, ecc.) in ambiente 3D .
- **Vantaggi per il cliente:**  
Riduzione dei tempi di progettazione. Riduzione delle possibilità di errore in fase d'installazione.

# Presentazione

<b>L'esperienza di un leader mondiale</b>	<b>12</b>
<b>Le referenze di un leader</b>	<b>13</b>
<b>I vantaggi della gamma</b>	<b>14</b>
<b>Salvaguardia dell'ambiente</b>	<b>15</b>
<b>Garanzia di qualità</b>	<b>16</b>
<b>Servizi Schneider Electric</b>	<b>17</b>
<b>EcoStruxure Facility Expert</b>	<b>18</b>
<b>QRcode per funzioni SM6</b>	<b>19</b>

Schneider Electric vanta oltre quarant'anni di esperienza e nella progettazione e costruzione di quadri di distribuzione e oltre trent'anni nella realizzazione di unità per la Media Tensione con tecnologia di interruzione in SF6

L'esperienza maturata permette oggi a Schneider Electric di offrire una gamma completa di prodotti: unità con interruttori con tecnologia di interruzione in SF6 e in vuoto fino a 24 kV e unità con protezione d'arco interno standard o maggiorata per ottimizzare la sicurezza del personale secondo le norme CEI EN.

Schneider Electric vi offre quindi i vantaggi di un'esperienza unica, quella di un leader mondiale, con oltre 2.500.000 unità SF6 in Media Tensione installate in tutto il mondo.

Mettere la nostra grande esperienza al vostro servizio prestando sempre particolare attenzione alle vostre esigenze è lo spirito di partnership attiva che desideriamo sviluppare offrendovi la nostra gamma di unità SM6.

Il sistema SM6 è composto da una serie di unità di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento in SF6 o in vuoto che assicurano una durata di 30 anni.

Queste unità permettono di realizzare tutti gli schemi tipici di impianti relativi alla distribuzione MT fino a 36 kV grazie alle loro diverse unità funzionali. Risultato di un'analisi approfondita delle vostre esigenze il sistema SM6 vi permette di usufruire, oggi e in futuro, di tutti i vantaggi delle funzioni di una tecnologia moderna e collaudata.



### 1975 - Innovazione:

L'esafluoruro di zolfo (SF6) viene utilizzato per la prima volta in un apparecchio MT per una cabina di trasformazione MT/BT con VM6.

### 1989 - Esperienza:

Oltre 300.000 unità VM6 installate nel mondo.

### 1991 - Innovazione ed Esperienza:

Seconda generazione: dall'esperienza di VM6 nasce SM6 con apparecchiature di sezionamento ed interruzione in SF6.

### 2015 - Schneider Electric leader mondiale:

Con oltre 1.500.000 unità SM6 installate nel mondo, Schneider Electric consolida la propria posizione di leader nel settore della distribuzione Media Tensione.

# Le referenze di un leader

## SM6: un prodotto diffuso in tutto il mondo



### Asia/Medio Oriente

- Canal Electrical Distribution Company, Egitto
- General Motors Holden, Australia
- Pasteur Institute, Cambogia
- Tian he City, Cina
- Sanya Airport, Cina
- Bank of China, Beijing, Jv Yanta, Cina
- Plaza Hotel, Jakarta, Indonesia
- Bali Airport, Indonesia
- Wakasa Control Center, Giappone
- Otaru Shopping Center, Giappone
- New City of Muang, Thong Than, Kanjanapas, Thailandia
- Danang e Quinhon Airport, Vanad, Vietnam
- British Embassy, Oman
- KBF Palace Riyadh, Arabia Saudita
- Raka Stadium, Arabia Saudita
- Bilkent University, Turchia
- TADCO, BABOIL development, Emirati Arabi
- Melbourne Tunnel City Link, Australia
- Campus KSU Qassim Riyad, Arabia Saudita

### Africa

- ONAFEX, Hilton Hotel, Algeria
- Yaounde University, Camerun
- Karoua Airport, Camerun
- Libreville Airport, Gabon
- Ivarto Hospital, CORIF, Madagascar
- Central Bank of Abuja, ADEFEMI, Nigeria
- OCI Dakar, Oger international, CGE, Senegal
- Bamburi cement Ltd, Kenya
- Ivory Electricity Company, Costa d'Avorio
- Exxon, New Headquarters, Angola

### Sud America/Pacifico

- Lamentin Airport, CCIM, Martinica
- Space Centre, Kourou, Guiana
- Mexico City Underground System, Messico
- Santiago Underground System, Cile
- Cohiba Hotel, Havana, Cuba
- Iberostar Hotel, Bavaro, Repubblica Dominicana
- Aluminio Argentino Saic SA, Argentina
- Michelin Campo Grande, Rio de Janeiro, Brasile
- TIM Data Center, São Paulo, Brasile
- Light Rio de Janeiro, Brasile
- Hospital Oswaldo Cruz, São Paulo, Brasile

### Europa

- Stade de France, Parigi, Francia
- EDF, Francia
- Eurotunnel, Francia
- Nestlé company headquarters, Francia
- TLM Terminal , Folkestone, Gran Bretagna
- Zaventem Airport, Belgio
- Krediebank Computer Centre, Belgio
- Bucarest Pumping station, Romania
- Prague Airport, Repubblica Ceca
- Philipp Morris St Petersburg, Russia
- Kremlin Moscow, Russia
- Madrid airport, Spagna
- Dacia Renault, Romania
- Lafarge cement Cirkovic, Repubblica Ceca
- Caterpillar St Petersburg, Russia
- Ikea Kazan, Russia
- Barajas airport, Spagna
- Coca-cola Zurich, Svizzera

# I vantaggi della gamma



## Semplici e sicuri

### SM6: una gamma testata

- Un sezionatore a tre posizioni per impedire manovre non corrette
- Potere di chiusura su cortocircuito del sezionatore di terra
- Indicazione certa del sezionamento
- Tenuta d'arco interno nei compartimenti cavi, interruttore e sbarre
- Sinottici di visualizzazione chiari e animati
- Leva di comando con funzione "anti-reflex"
- Segregazioni di compartimentazione per ogni singolo scomparto.



## SM6: una gamma di prodotti specifica per le vostre applicazioni di comando e controllo

Le unità SM6 sono adatte in modo specifico alle vostre applicazioni di comando e monitoraggio. Con comandi motorizzati (installabili anche in on-site), le unità SM6 possono essere associate a Easergy T200 un'unità di controllo che integra direttamente tutte le funzioni di monitoraggio, comando e telecontrollo. In tal modo disporrete di un'unità pronta alla connessione e facile da integrare.



## Compatti

### SM6: un sistema ottimizzato

- Unità compatte
- Razionalizzazione degli spazi per l'installazione dei quadri
- Riduzione dei costi delle opere civili
- Facile integrazione in cabine da esterno per le quali le unità SM6 sono particolarmente adatte.



## Upgrade facili e veloci

### SM6, una gamma completa

- Una gamma completa di prodotti in grado di rispondere alle vostre esigenze attuali e future
- Possibilità di rispondere alle esigenze di ampliamento dei vostri impianti
- Un'offerta in grado di rispondere a tutte le vostre applicazioni
- Un prodotto realizzato in conformità con i requisiti delle normative vigenti
- Opzioni per il comando e il monitoraggio dei vostri impianti.



## Semplicità di manutenzione

### SM6: un sistema a manutenzione ridotta

- Le parti attive (interruzione e sezionamento) sono integrate in un involucro isolante con "sistema a pressione sigillato"
- I meccanismi di comando sono caratterizzati da una manutenzione ridotta in condizioni di funzionamento normali
- Maggior tenuta elettrica.

Il trattamento Schneider Electric di riciclo dei prodotti a tecnologia SF6 è soggetto ad una gestione rigorosa

## Profilo ambientale del prodotto

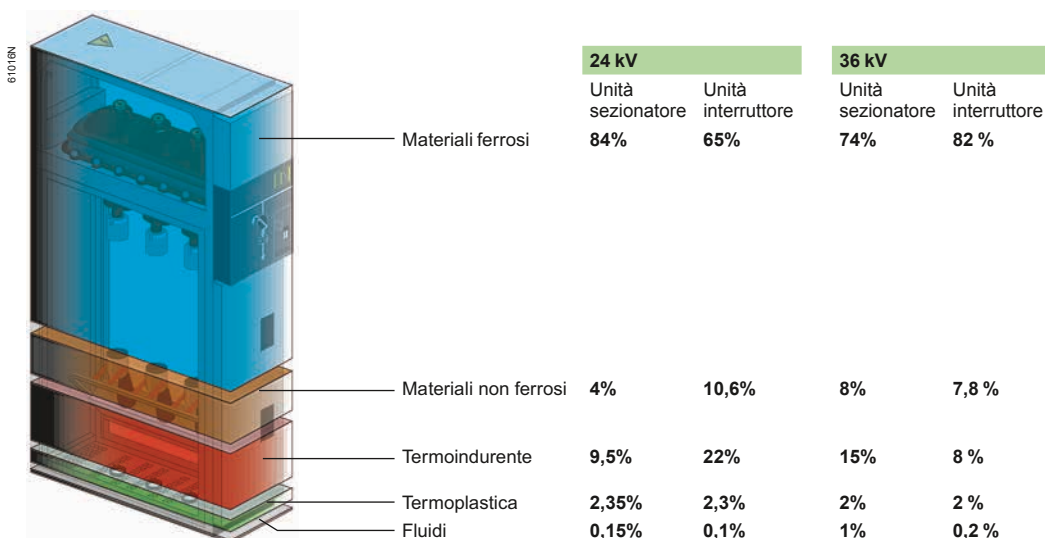
Schneider Electric è impegnata nella promozione di una politica di salvaguardia ambientale a lungo termine.

Nella progettazione e nella costruzione sono stati adottati tutti gli accorgimenti al fine di assicurare che le apparecchiature non contengano sostanze vietate dalle normative e direttive vigenti.

L'ambizione di Schneider Electric è quella di ridurre l'impatto ambientale dei propri prodotti lungo l'intero ciclo di vita, offrendo soluzioni di recupero e riciclaggio dell'SF6 a fine vita. Fino al 98% delle apparecchiature possono essere recuperate e riciclate.

SM6 è stato progettato con l'obiettivo primario di assicurare la salvaguardia dell'ambiente:

- I materiali utilizzati, isolanti e conduttori, sono identificati, facilmente separabili e riciclabili
- A fine vita l'SM6 può essere recuperato e riutilizzato dopo apposito trattamento di riciclo
- Il sistema di gestione ambientale adottato dagli impianti industriali Schneider Electric in cui vengono prodotti gli interruttori isolati in aria è stato certificato e riconosciuto conforme ai requisiti della normativa ISO 14001.



La gamma SM6 è prodotta in siti industriali Schneider Electric con certificazione ambientale ISO 14001.



### La carta vincente

In tutti i suoi stabilimenti Schneider Electric ha creato un'organizzazione funzionale la cui missione principale è quella di verificare la qualità dei prodotti e di controllare il rispetto delle norme vigenti. Questa procedura è:

- Omogenea tra tutti i servizi
- Riconosciuta da parte di numerosi clienti ed organismi incaricati.

Ma è soprattutto la sua rigida attuazione che ha permesso di ottenere il riconoscimento da parte di un ente indipendente: l'AFAQ (Associazione Francese per l'Assicurazione di Qualità (FQAA)).

**Il sistema di qualità per la progettazione e la produzione delle unità SM6 è certificato conforme ai requisiti di qualità prescritti dalle normative ISO 9001: 2000.**

### Controlli severi e sistematici

In fase di produzione ogni unità SM6 è sottoposta a sistematiche prove di routine con l'obiettivo di verificarne la qualità e la conformità agli standard:

- Controllo della tenuta molecolare
- Controllo della pressione di riempimento
- Misura delle velocità di chiusura ed apertura
- Misura delle coppie di serraggio
- Controllo dielettrico
- Conformità con gli schemi.

I risultati ottenuti sono registrati dalla garanzia di qualità sul verbale di collaudo di ogni apparecchio.

### Tempo Medio al Guasto grave (MTTF)

Grazie al sistema di garanzia di qualità di Schneider Electric le unità SM6 hanno un MDT "Mean Down Time" (tempo medio di indisponibilità) trascurabile in confronto al MUT "Mean Up Time" (tempo medio in servizio).

Per questo il valore MTBF "Mean Time Between Faillure" (tempo medio tra due guasti) è simile al valore di MTTF.

- MTTF (totale) = 3890 anni per SM6-24
- MTTF (totale) = 6259 anni per SM6-36.

AV9526-68



AV9503-88





# Servizi Schneider Electric

## Tranquillità totale (Peace of mind) per l'intero ciclo di vita dell'impianto

DVA00843

## Servizi per l'intero ciclo di vita



Quando si tratta della tua installazione di distribuzione elettrica, noi possiamo aiutarti a:

- Incrementare la produttività, l'affidabilità e la sicurezza
- Mitigare i rischi e limitare il fuori servizio
- Mantenere le apparecchiature aggiornate e estenderne la vita utile
- Tagliare i costi e aumentare i risparmi
- Migliorare il ritorno dell'investimento

### Pianificare

Gli esperti di Schneider Electric vi aiutano a pianificare, definire e progettare la soluzione più adatta ai vostri bisogni.

- **Studi di fattibilità tecnica:** Fattibilità tecniche e supporto alla progettazione per aiutare il cliente a fare le migliori scelte tecniche per il suo investimento.
- **Progettazione preliminare:** Accelera il tempo di definizione delle scelte per realizzare il progetto della soluzione definitiva.

### Installare

Schneider Electric vi aiuta a convertire i vostro progetti in una soluzione efficiente, affidabile e sicura.

- **Project Management:** Gestisce per il cliente lo sviluppo dell'intera soluzione.
- **Commissioning:** Tramite prove in sito di commissioning, attrezzature specifiche e procedure, vi assicura la performance effettiva dell'impianto in coerenza ai requisiti originali di progetto.

### Operare

Schneider Electric vi aiuta a ottimizzare la disponibilità della vostra soluzione e tramite una serie di azioni proattive, vi permette il contenimento e il controllo dei costi di gestione.

- **Gestione del patrimonio:** le informazioni necessarie per aumentare la sicurezza, migliorare le prestazioni dell'installazione, la formazione e ottimizzare gli investimenti risparmiando sui costi di manutenzione.
- **Piani di servizio Advantage:** piani personalizzati che garantiscono la manutenzione preventiva predittiva e correttiva.
- **Servizi di manutenzione in sito:** per qualsiasi necessità in sito e servizi specifici di diagnosi sulle apparecchiature di distribuzione elettrica.
- **Gestione dei ricambi:** Assicura la disponibilità dei ricambi e aiuta a ottimizzare la gestione del budget di manutenzione.
- **Formazione tecnica:** Per costruire la necessaria conoscenza e competenza al fine di operare correttamente sull'impianto in piena sicurezza.

### Ottimizzare

I nostri esperti di soluzioni vi offrono raccomandazioni proattive, su misura e necessarie per ridurre i rischi, migliorare le prestazioni e l'affidabilità della vostra soluzione.

- **Audit elettrico MP4:** definisce un programma di miglioramento e gestione dei rischi.

### Rinnovare

Schneider Electric vi consente di definire e implementare la migliore evoluzione per la vostra soluzione, aumentando le prestazioni e la flessibilità, tenendo sotto controllo l'invecchiamento del parco installato e i costi delle infrastrutture associate.

- **ECOFIT™:** per aggiornare e migliorare le prestazioni della vostra installazione elettrica (BT, MT, Relè di protezione...).
- **Fine vita prodotto MT:** riciclaggio e smaltimento delle apparecchiature obsolete.

### Frequenza degli interventi di manutenzione

I costruttori delle apparecchiature di distribuzione elettrica consigliano una pianificazione delle attività di manutenzione in modo da estendere le prestazioni dell'apparecchiatura nel tempo. Le frequenze in un ambiente operativo normale (con condizioni critiche minime e di ambiente ottimali) possono essere definite in generale come riportato di seguito:

Manutenzione	Frequenza minima <sup>(1)</sup> (Intervallo)	Chi		
		Costruttore	Partner certificato	Utente finale
Exclusive	4 anni	<input checked="" type="checkbox"/>		
Advanced	2 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Light	1 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

<sup>(1)</sup> Consigliato in condizioni operative normali (condizioni critiche dell'apparecchiatura minime e condizioni ambientali ottimali). Tuttavia, questa frequenza consigliata va aumentata in base a:  
 a) al livello di criticità (minore, maggiore, critico)  
 b) la gravità delle condizioni ambientali (ad esempio, ambienti corrosivi, marittimi, inquinati) seguendo le indicazioni del costruttore

# EcoStruxure Facility Expert

Manutenzione preventiva e predittiva utilizzando i codici QR

PM116529



## Cos'è EcoStruxure Facility Expert?

EcoStruxure Facility Expert è un log book per la manutenzione, accessibile da smartphone, tablet o computer. Questo sistema intelligente collaborativo e connesso al 100% permette ai tecnici addetti alla manutenzione di tenersi in costante contatto con la community di assistenza e manutenzione: manager, clienti, contractor per interventi rapidi ed efficaci.

## Accessibile a chiunque, ovunque e in qualsiasi momento

EcoStruxure Facility Expert funziona su reti 3G, 4G e Wi-fi e può essere utilizzato anche offline.

Scaricate semplicemente l'applicazione direttamente sul vostro smartphone o tablet, registrate un account e iniziate.

## Tutte le informazioni necessarie, rapidamente

- Panoramica di tutte le apparecchiature (stato, task, memo settimanali)
- Log manutenzione completi (guasti e interruzioni, report manutenzione)
- Accesso rapido ai log di manutenzione mediante lettura del codice QR dell'apparecchio
- Report manutenzione ricchi e completi con memo vocali, note, foto e misure.

## Decisioni e interventi giusti al momento giusto

- Rapida aggiunta di nuovi elementi
- Accesso ai dati periodici di misura e lettura, guasti e anomalie recenti, ecc.
- Localizzazione apparecchi in tempo reale tramite GPS
- Monitoraggio apparecchi da remoto e in tempo reale

## Gestione efficace delle vostre squadre di manutenzione e intervento

- Generazione dei report delle attività e loro condivisione semplificata
- Gestione e monitoraggio di tutte le operazioni di routine quali programmazione della manutenzione e attività o future.



### I vantaggi di EcoStruxure Facility Expert

Efficienza ottimizzata degli interventi di manutenzione e uptime garantito:

- Accesso automatico al calendario di manutenzione dei vostri apparecchi mediante lettura dei codici QR
- Logbook cloud per organizzare e seguire la manutenzione
- Allarmi remoti dalle apparecchiature Smart connesse.



> Scaricate la versione gratuita di EcoStruxure Facility Expert

## Unità SM6 24 kV

Funzione interruttore



Funzione interruttore di manovra



Funzione interruttore di manovra combinato con fusibili



Altre funzioni



## Unità SM6 36 kV

Funzione interruttore



Funzione interruttore di manovra



Funzione interruttore di manovra combinato con fusibili



Altre funzioni



# Caratteristiche generali

# Caratteristiche generali

## Sommario

---

<b>Campo di applicazione</b>	<b>22</b>
<b>Unità con funzione di sezionamento</b>	<b>24</b>
<b>Unità con funzione di protezione</b>	<b>25</b>
<b>Unità con funzione di misura</b>	<b>28</b>
<b>Unità con altre funzioni e estensione</b>	<b>29</b>
Unità in versione monoblocco	29
<b>Condizioni di esercizio</b>	<b>30</b>
<b>Norme</b>	<b>31</b>
<b>Caratteristiche principali</b>	<b>32</b>
<b>Descrizione delle unità</b>	<b>34</b>
<b>Descrizione dei compartimenti</b>	<b>36</b>
<b>Apparecchiature</b>	<b>38</b>
Interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore	38
Interruttori	39
<b>Sicurezza delle persone</b>	<b>40</b>
Comandi e Interblocchi	40
Protezione arco interno	41

Il sistema SM6 è composto da una serie di unità di tipo modulare compatte equipaggiate con apparecchiature di sezionamento e protezione in SF6 o protezione in vuoto:

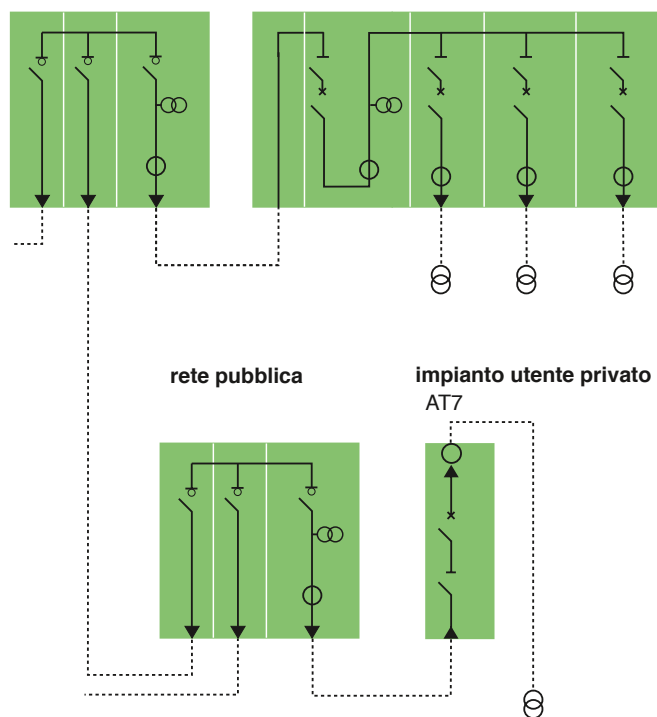
- Sezionatore
- Interruttore di manovra-sezionatore
- Interruttore tipo SF1, SFset o Evolis
- Contattore Rollarc 400 o 400 D, o contattore in vuoto.

Le unità SM6 sono utilizzate nelle sottostazioni trasformatore MT/BT e nelle reti di distribuzione fino a 36 kV.

## Sottostazioni MT/BT

rete pubblica  
locale ente distributore

locale utente  
GAM2 DM1-J DM1-A DM1-A DM1-A



PM103390



PM103309



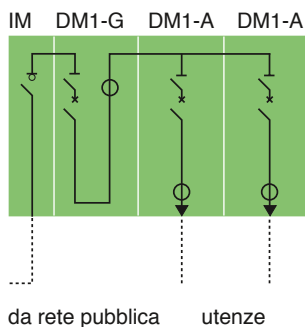
PM102377



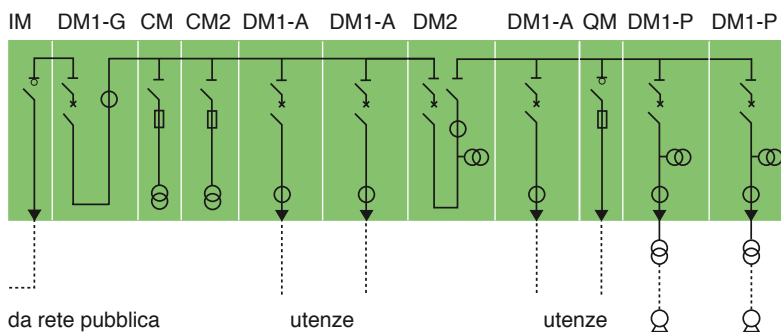


## Cabine di distribuzione industriali

### reti di distribuzione industriale



### reti di autoproduzione



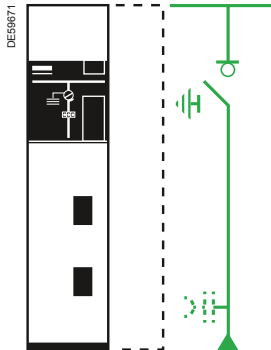
## Definizione delle unità

Qui di seguito forniamo la lista di unità SM6 utilizzate nelle sottostazioni trasformatore MT/BT e nelle cabine di distribuzione industriali:

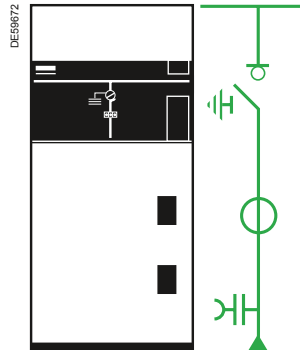
- unità con interruttore manovra-sezionatore **IM, IMC, IMB, IMP**
- unità con IMS e fusibili **PM**
- unità con IMS combinato con fusibili **QM, QMC, QMB**
- unità con contattore e contattore con fusibili **CRM, CVM**
- unità con apparecchiatura di interruzione in SF6 **DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1G, DM1-J, DM1-R**
- unità con apparecchiatura laterale di interruzione in vuoto **DMVL-A, DMVL-D**
- unità con apparecchiatura di interruzione in SF6 con doppio sezionatore **DM2**
- unità misura tensione **CM, CM2, CMK**
- unità misura corrente e/o tensione **GBC-A, GBC-B**
- **NSM-cavi**
- **NSM-sbarre**
- **unità di collegamento sbarre GBM**
- unità collegamento cavi **GAM2, GAM**
- unità sezionatore **SM**
- unità trasf. MT/BT per ausiliari **TM**
- Altre unità: contattateci.

## Interruttore-manovra sezionatore

pag.

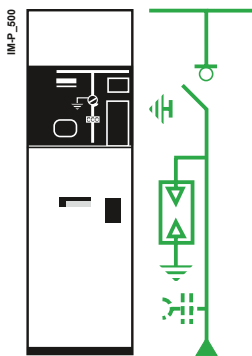


**IM**  
Unità arrivo/partenza  
24 kV: 375  
36 kV: 750 mm

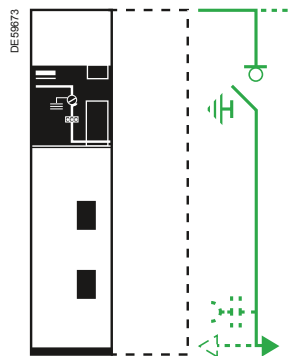


**IMC**  
Unità arrivo/partenza  
36 kV: 750 mm

44



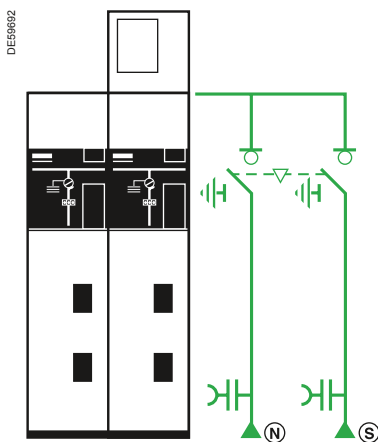
**IMP**  
Unità arrivo/partenza con scaricatori  
24 kV: 500 mm



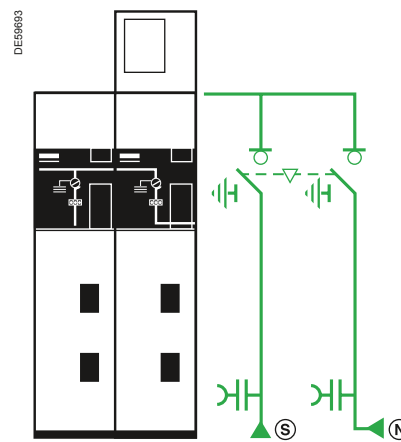
**IMB**  
Unità  
Sezionamento sbarre destra/sinistra  
24 kV: 375 mm  
36 kV: 750 mm

45

## Automatic Transfer System



**NSM-cavi**  
Unità arrivo normale - soccorso  
24 kV: 750 mm



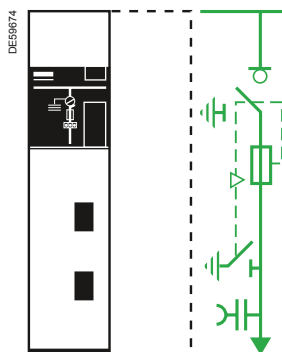
**NSM-sbarre**  
Unità arrivo normale - soccorso  
sbarre destra/sinistra e cavi  
24 kV: 750 mm

46



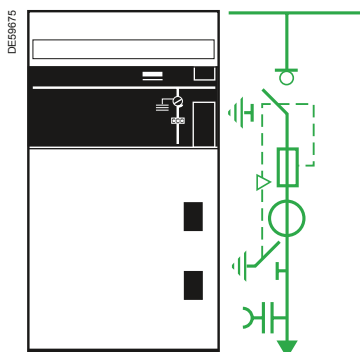
## Interruttore manovra-sezionatore con fusibili

pag.

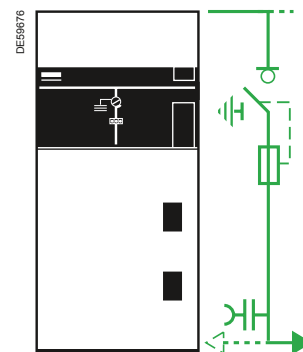


47

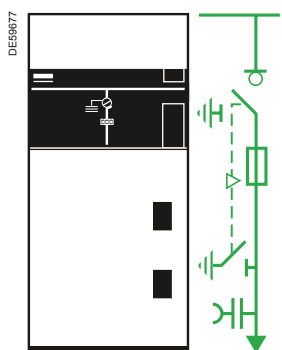
**QM**  
Unità interruttore di manovra-  
sezionatore combinato con fusibili  
24 kV: 375 mm  
36 kV: 750 mm



**QMC**  
Unità interruttore di manovra-  
sezionatore combinato con fusibili  
36 kV: 1000 mm



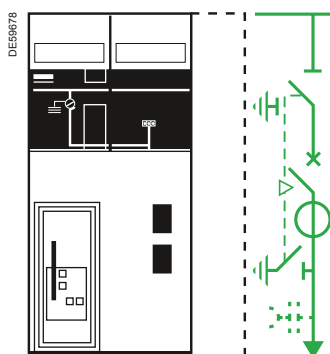
**QMB**  
Unità interruttore di manovra-  
sezionatore combinato con fusibili  
partenza destra/sinistra  
36 kV: 750 mm



48

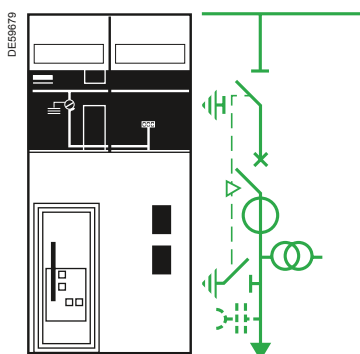
**PM**  
Unità interruttore di manovra-sezionatore  
con fusibili  
36 kV: 750 mm

## Interruttore SF6



49

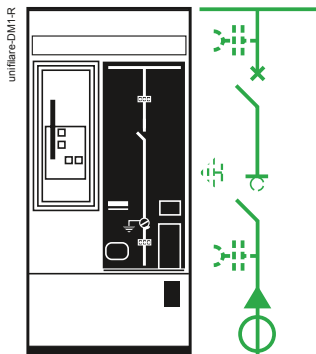
**DM1-A**  
Unità interruttore con sezionatore  
e partenza cavo  
24 kV: 750 mm  
36 kV: 1000 mm



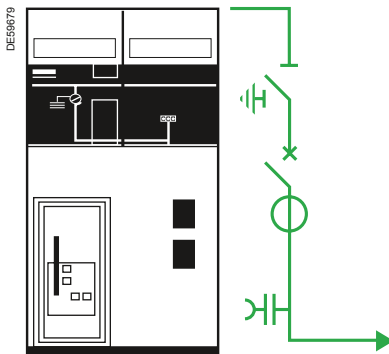
**DM1-P**  
Unità interruttore con sezionatore  
e partenza cavo  
24 kV: 750 mm

# Unità con funzione di protezione

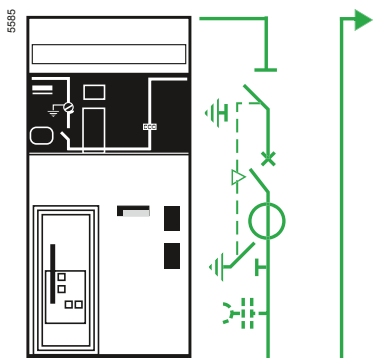
pag.



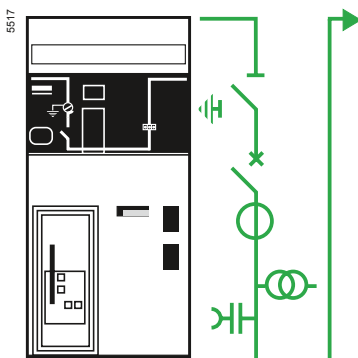
**DM1-R**  
Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore  
24 kV: 750 mm



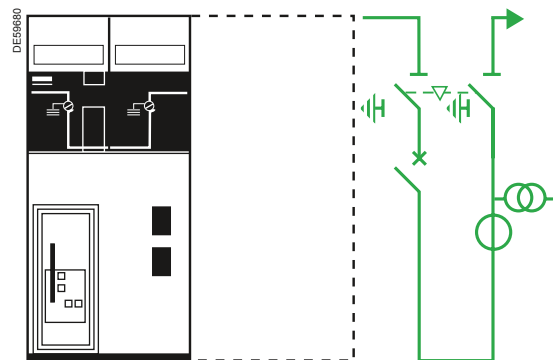
**DM1-D**  
Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre  
36 kV: 1000 mm



**DM1-G**  
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre  
24 kV: 750 mm



**DM1-J**  
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre  
24 kV: 750 mm



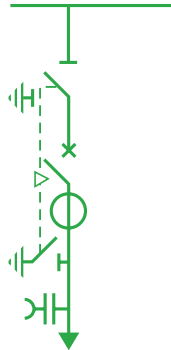
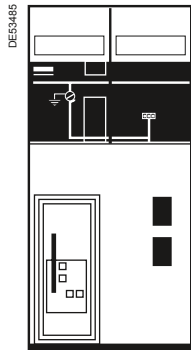
**DM2**  
Unità con interruttore doppio sezionamento e risalita sbarre  
24 kV: 750 mm  
36 kV: 1500 mm

50

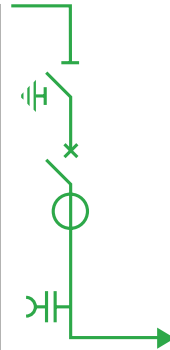
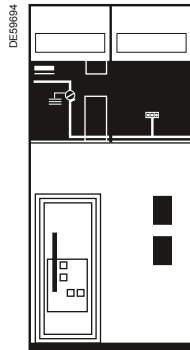
51

52

## Interruttore in vuoto

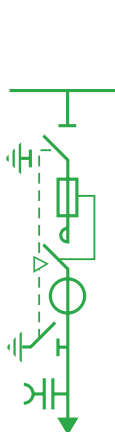
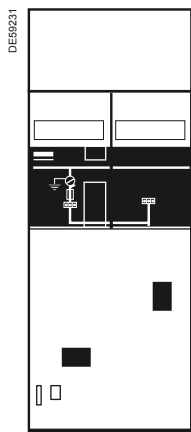


**DMVL-A**  
Unità interruttore con sezionatore  
e partenza cavo  
24 kV: 750 mm

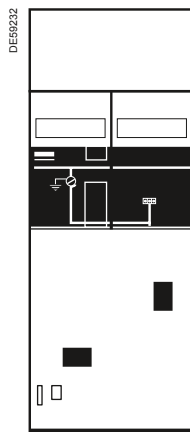


**DMVL-D**  
Unità interruttore con sezionatore  
e uscita sbarre  
24 kV: 750 mm

## Contattore in vuoto (partenza motori con avviamento diretto)

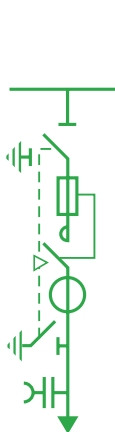
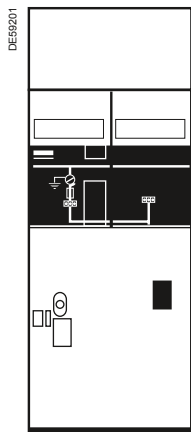


**CVM**  
Unità contattore con fusibili  
24 kV: 750 mm

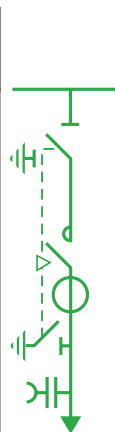
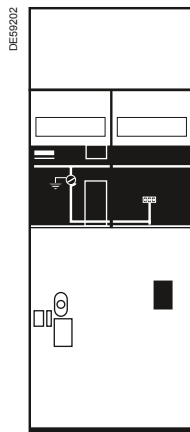


**CVM**  
Unità contattore  
24 kV: 750 mm

## Contattore in SF6 (partenza motori con avviamento diretto)



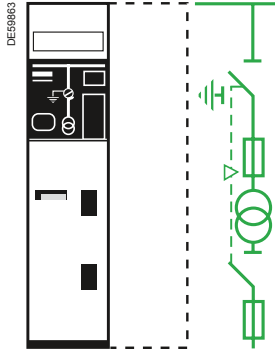
**CRM**  
Unità contattore con fusibili  
24 kV: 750 mm



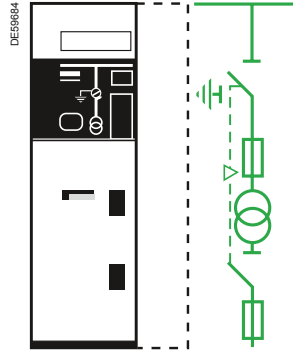
**CRM**  
Unità contattore  
24 kV: 750 mm

# Unità con funzione di misura

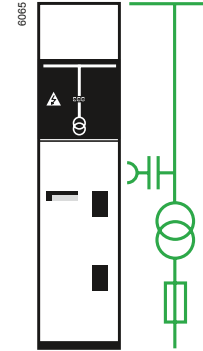
pag.



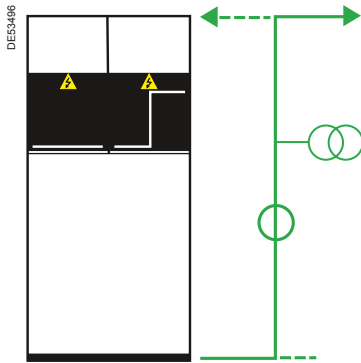
**CM**  
Unità misura sbarre  
con TV fase-terra  
24 kV: 375 mm  
36 kV: 750 mm



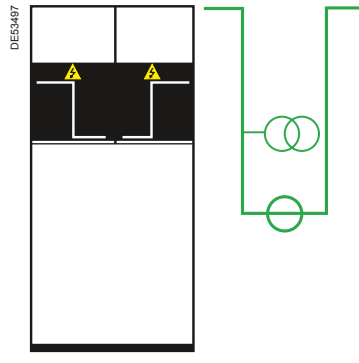
**CM2**  
Unità misura sbarre  
con TV fase-fase  
24 kV: 500 mm  
36 kV: 750 mm



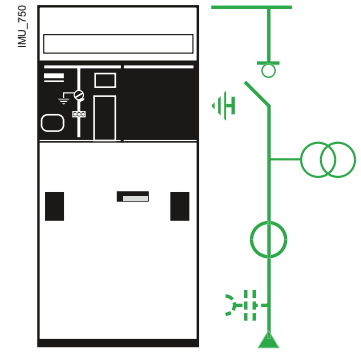
**CMK**  
Unità misura sbarre  
con TV fase-terra  
24 kV: 375 mm



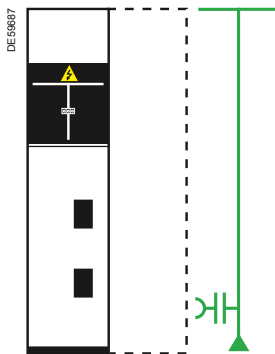
**GBC-A**  
Unità risalita sbarre destra/sinistra  
con misura corrente e tensione  
24 e 36 kV: 750 mm



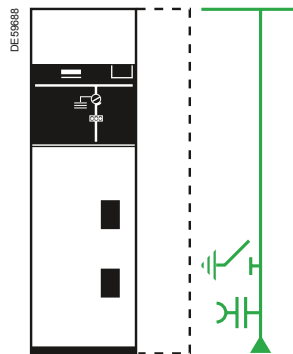
**GBC-B**  
Unità sbarre  
con misura corrente e tensione  
36 kV: 750 mm



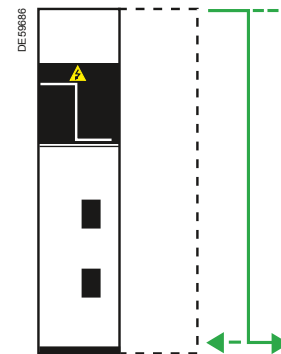
**IMU**  
Unità arrivo/partenza con misura  
24 kV: 750 mm



**GAM2**  
Unità di arrivo  
24 kV: 375 mm  
36 kV: 750 mm



**GAM**  
Unità di arrivo  
con messa a terra  
24 kV: 500 mm  
36 kV: 750 mm

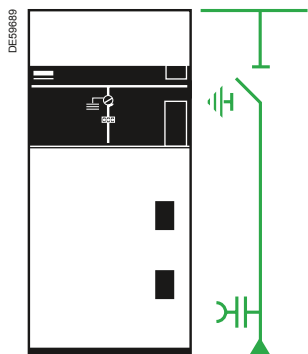


**GBM**  
Unità di collegamento  
risalita sbarre destra/sinistra  
24 kV: 375 mm  
36 kV: 750 mm

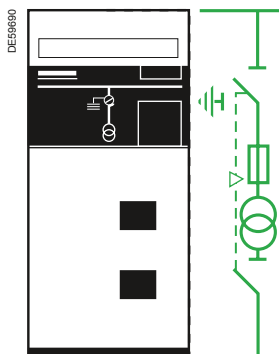
56  
57  
58

pag.

59



**SM**  
Unità con sezionatore  
36 kV: 750 mm



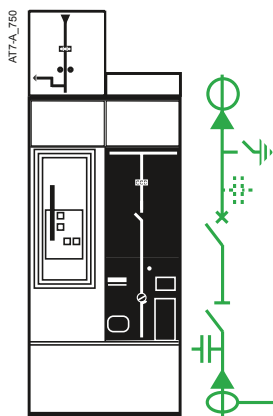
**TM**  
Unità trasformatore MT/BT  
per ausiliari  
36 kV: 750 mm



**Kit estensione SM6-24**  
Advance 2014/2018

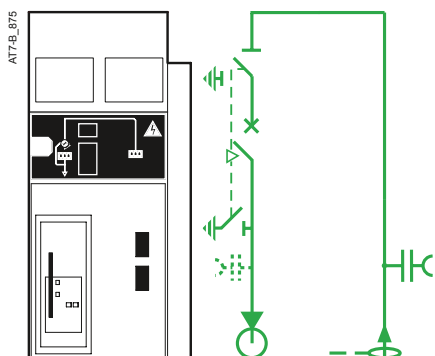
## Protezione trasformatore MT in versione monoblocco

60



**AT7-A**  
Arrivo e protezione trasformatore  
tramite interruttore (con LPCT)  
24 kV: 750 mm

61



**AT7-B**  
Arrivo e protezione trasformatore  
tramite interruttore (con LPCT)  
24 kV: 875 mm

SM6 associa alle sue caratteristiche tecniche una concreta risposta in materia di sicurezza del personale e dei beni, di semplicità di installazione e di esercizio e di tutela dell'ambiente

Le unità SM6 sono adatte per l'installazione all'interno di locali di piccole dimensioni o di stazioni prefabbricate grazie alle loro misure estremamente compatte:

- larghezza da 375 a 1500 mm
- altezza da 1600 a 2250 mm
- profondità da 840 a 1400 mm...

Sia il collegamento dei cavi di potenza che le manovre relative all'esercizio e alla manutenzione sono effettuabili dal fronte dell'unità, semplificando notevolmente il funzionamento.

Le unità SM6 possono essere equipaggiate con diversi accessori (relè, rivelatori toroidali, trasformatori di misura, limitatori di tensione, dispositivi di controllo e monitoraggio, ecc.).

## Condizioni normali di esercizio

- **Temperatura ambiente:**

- 1) inferiore o uguale a 40°C
- 2) inferiore o uguale a 35°C in media sulle 24 ore
- 3) superiore o uguale a -5°C.

- **Altitudine**

- 1) inferiore o uguale a 1000 m
- 2) oltre i 1000 m è necessario applicare un coefficiente di declassamento (consultateci).

- **Radiazione solare**

- 1) nessuna irradiazione solare diretta.

- **Inquinamento**

- 1) nessun inquinamento significativo dell'aria per polvere, fumo, gas corrosivi o infiammabili, vapori o sali.

- **Umidità**

- 1) umidità relativa media sulle 24 ore inferiore o uguale al 95%
- 2) umidità relativa media su un periodo di 1 mese inferiore o uguale al 90%
- 3) pressione vapore media sulle 24 ore, inferiore o uguale a 2.2 kPa
- 4) pressione vapore media su un periodo di 1 mese inferiore o uguale a 1.8 kPa.

In queste condizioni può talvolta verificarsi la formazione di condensa, soprattutto in caso di improvvise variazioni di temperatura in periodi di elevata umidità.

Per evitare e/o limitare gli effetti di forte umidità e formazione di condensa bisogna porre attenzione ai criteri di progettazione architettonica e strutturale dell'edificio e del luogo d'installazione, con particolare attenzione alla ventilazione dei locali.

- **Sismi:**

- **per 24 kV e 36 kV:**

- 1) Fino a 0.5 g (orizzontale) e 0.4 g (verticale)
- 2) Classe 2
- 3) Secondo Norme IEEE-693/2005 e EN 60068-3/1993.

**Per condizioni di esercizio severe consultateci.**

## Finitura e trattamento della struttura metallica

La struttura metallica della serie SM6 prevede l'impiego di lamiere zincate a caldo ed elettrozincate.

Le lamiere zincate sono impiegate per le parti interne della struttura e quelle elettrozincate per le lamiere sottoposte a trattamento di verniciatura.

L'impiego di lamiere zincate ed elettrozincate/verniciate consente una migliore resistenza alla corrosione.

La verniciatura è realizzata con un impianto automatico a deposizione elettrostatica di polveri epossipoliestere. Il colore standard è il bianco RAL 9003.



Le unità SM6 sono conformi alle seguenti norme e specifiche:

- Norme CEI EN
- Norme Rischio Sismico

### Norme CEI EN

62271-200	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 200: apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso.
62271-100	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
62271-1	Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Parte 1: Prescrizioni comuni.
62271-102	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata.
62271-103	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
62271-105	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata.
62271-206	Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 206: Indicatori di presenza tensione.
62271-304	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 304: Classi di progetto per apparecchiatura con involucro per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso per installazione all'interno destinata ad essere impiegata in condizioni climatiche severe
60255	Relè di misura.
61869-2	Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente.
61869-3	Trasformatori di misura - Parte 2: Trasformatori di tensione.
60044-8	Trasformatori di misura - Parte 8: Trasformatori di corrente elettronici.
0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

### Norme rischio sismico

IEEE-693	2005 IEEE Prassi raccomandata per la progettazione antisismica delle sottostazioni
EN 60068-3-3	Prove climatiche e meccaniche fondamentali-Parte 3: Guida, Metodi di prova sismica per le apparecchiature



I valori qui di seguito riportati si riferiscono ad una temperatura di funzionamento compresa tra -5°C e +40°C e per un'installazione ad un'altitudine fino a 1000 m.

## Caratteristiche elettriche

Tensione nominale		Ur	kV	7,2	12	17,5	24	36
<b>Livello di isolamento</b>								
tra fasi e verso massa	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)		20	28	38	50	70
sul sezionamento	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)		23	32	45	60	80
tra fasi e verso massa	Up	1,2/50 µs (kV picco)		60	75	95	125	170
sul sezionamento	Up	1,2/50 µs (kV picco)		70	85	110	145	195
<b>Potere di interruzione</b>								
Trasformatore a vuoto		A		16				
Cavi a vuoto		A		31,5				50
Corrente nominale	Ir	A		630 - 800 - 1250				630-1250
Corrente di breve durata massima ammissibile	Ik/tk <sup>(1)</sup>	kA/1 s	25	630 - 800 - 1250				1250
			20 <sup>(2)</sup>	630 - 800 - 1250				630-1250
			16	630 - 800 - 1250				630-1250
			12,5	630 - 800 - 1250				630-1250
Potere di chiusura (50 Hz)	I <sub>ma</sub>	kA	62,5	630 - 800		NA		
			50	630 - 800				
			40	630 - 800				
			31,25	630 - 800				630
<b>Potere di interruzione max (Isc)</b>								
Unità IM, IMC, IMB		A		630 - 800				630
NSM-cavi, NSM-sbarre		A		630 - 800				NA
QM, QMC, QMB		kA		25		20		20
PM		kA		NA				20
IMP		A		630 - 800				NA
IMU		A		630				NA
CRM		kA		10	NA			
CRM con fusibili		kA		25	NA			
CVM		kA		6,3	NA			
CVM con fusibili		kA		25	NA			
<b>Gamma con interruttori in SF6</b>								
DM1-A		kA	25	630 - 800 - 1250				1250
DM1-P		kA	20	630 - 1250				630
DM1-R, DM1-G, DM1-J		kA	25	630 - 800				NA
DM2		kA	25	630				1250
			20	630				630
DM1-D		kA	25	NA				1250
			20	NA				630-1250
<b>Gamma con interruttori in vuoto</b>								
DMVL-A, DMVL-D		kA	20	630				NA
<b>Gamma monoblocco</b>								
AT7-A, AT7-B		kA	16	630				NA

NA: Non Available (non disponibile)

(1) 3 fasi

(2) In 20 kA/3 s per 24 kV, consultateci





## Durata

Unità	Durata meccanica	Durata elettrica
Unità IM, IMC, IMB, IMP, IMU, PM QM <sup>(3)</sup> , QMC <sup>(3)</sup> , QMB <sup>(3)</sup> , NSM-cavi, NSM-sbarre	CEI-EN 62271-103 1.000 manovre classe M1	CEI-EN 62271-103 100 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E3
CRM	Sezionatore CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Rollarc 400 CEI-EN 60470 300.000 manovre	CEI-EN 60470 100.000 interruzioni a 320 A 300.000 interruzioni a 250 A
	Rollarc 400D 100.000 manovre	100.000 interruzioni a 200 A
CVM	Sezionatore CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Contattore in vuoto CEI-EN 60470 2.500.000 manovre 250.000 con interblocco meccanico	CEI-EN 60470 250.000 interruzioni a Ir
<b>Unità con interruttori in SF6</b>		
DM1-A, DM1-D, DM1-P DM1-G DM1-J DM1-R DM2	Sezionatore CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore SF CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 30 interruzioni a 12.5 kA per 24 kV 25 interruzioni a 25 kA per 24 kV 40 interruzioni a 16 kA per 36 kV 15 interruzioni a 25 kA per 36 kV 10.000 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E2
<b>Unità con interruttori in vuoto</b>		
DMVL-A DMVL-D	Sezionatore CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore Evolis CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 10.000 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E2
<b>Unità monoblocco</b>		
AT7-A AT7-B	Sezionatore CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore SF SF CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 30 interruzioni a 12.5 kA per 24 kV 25 interruzioni a 25 kA per 24 kV 10.000 interruzioni a Ir cos φ = 0.7, classe E2

<sup>(3)</sup> Secondo norma CEI-EN 62271-105, tre interruzioni con cos φ = 0.2  
800 A a 36 kV; 1400 A a 24 kV; 1730 A a 12 kV; 2600 A a 5.5 kV.

**Tenuta d'arco interno** (secondo norma IEC 62271-200):

- SM6-24:
 

Basic	<input type="checkbox"/> 12,5 kA 1s, IAC: A-FL
Advance	<input type="checkbox"/> 12,5 kA 1s, IAC: A-FLR
	<input type="checkbox"/> 16 kA 1s, IAC: A-FLR
	<input type="checkbox"/> 20 kA 1s, IAC: A-FLR
- SM6-36:
 

<input type="checkbox"/> 16 kA 1s, IAC: A-FL.
-----------------------------------------------

**Rischio sismico:**

- per 24 kV e per 36 kV
  - 1) Fino a 0.5 g (orizzontale) e 0.4 g (verticale)
  - 2) Classe 2
  - 3) Secondo norme IEEE-693/2005 e EN 60068-3/1993.

### Grado di protezione:

- Classificazione delle segregazioni: PI (partizione di isolamento)
- Classificazione della continuità di servizio: LSC2A (LSC1 per funzioni GAM2/CMK/GBC/GBM)
- Unità quadro: IP3X
- Fra le celle: IP2X per SM6-24, IP2XC per SM6-36
- Quadro: IK08 per SM6-24, IK07 per SM6-36.

### Compatibilità elettromagnetica:

- Relè: tenuta 4 kV sull'alimentazione, secondo norma IEC 60801.4
- Cella:
  - campo elettrico:
    - 40 dB di attenuazione a 100 MHz
    - 20 dB di attenuazione a 200 MHz
  - campo magnetico: 20 dB di attenuazione con valori inferiori a 30 MHz.

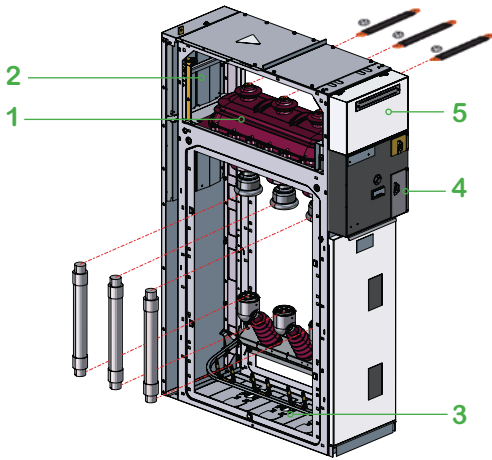
### Temperature:

I quadri devono essere immagazzinati ed installati in locali secchi senza presenza di polveri e con limitate variazioni di temperatura.

- Di stoccaggio: da -40°C a +70°C
- Di funzionamento: da -5°C a +40°C
- Per altre temperature consultateci.

# Descrizione delle unità

DE58646



## Unità protezione con fusibili

**1 apparecchiatura:** interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore di linea e sezionatore di terra in un involucro riempito di SF6 e del tipo "sistema a pressione sigillato". Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

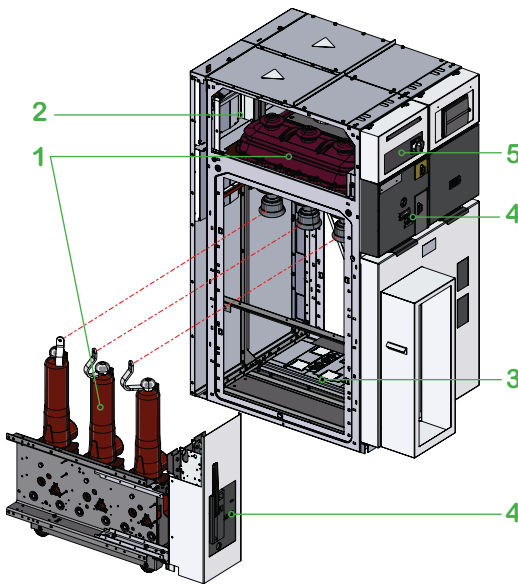
**2 compartimento sbarre:** di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

**3 collegamento:** accessibilità dal fronte, connessione ai contatti inferiori dell'interruttore di manovra - sezionatore (unità IM) o ai portafusibili inferiori (unità PM e QM). Questo compartimento è dotato anche di un sezionatore di terra a valle dei fusibili MT per le unità di protezione.

**4 comando:** dal fronte dell'unità permette il comando e la visualizzazione dello stato dell'interruttore di manovra-sezionatore e del sezionatore di terra (interruzione certa o positiva).

**5 cella BT:** vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità. Se è necessario più spazio è possibile aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

DE58647



## Unità con interruttore in SF6

**1 apparecchiature:** interruttore isolato in SF6. Sezionatore(i) di linea e sezionatore(i) di terra in un involucro riempito in SF6 e del tipo «sistema a pressione sigillato». Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

**2 compartimento sbarre:** di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

**3 collegamento e apparecchiatura:** accessibilità dal fronte e connessione dei cavi in uscita.

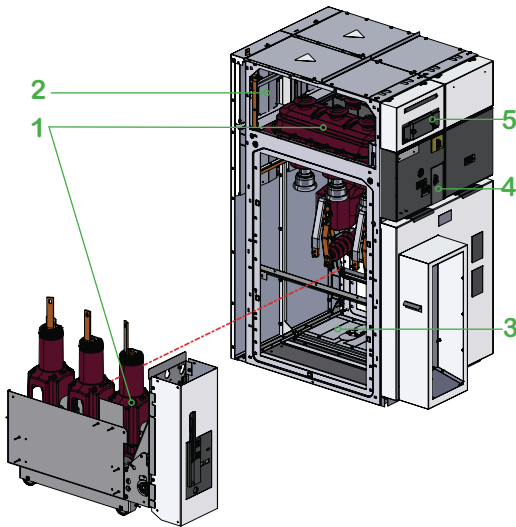
Sono disponibili due tipi di interruttori:

- SF1: apparecchio associato ad un relè elettronico (con alimentazione ausiliaria) e a sensori standard
- SFset: apparecchio autonomo dotato di una protezione elettronica e di sensori specifici (con o senza alimentazione ausiliaria).

**4 comando:** comprende gli elementi che permettono il controllo del o dei sezionatori, dell'interruttore e del sezionatore di terra, oltre alla segnalazione corrispondente.

**5 cella BT:** vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità. Possibilità di aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

DE68649



## Unità con interruttore in vuoto

**1 apparecchiature:** interruttore isolato in vuoto. Sezionatore di linea e sezionatore di terra in un involucro riempito in SF6 e del tipo «sistema a pressione sigillato». Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

**2 compartimento sbarre:** di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

**3 collegamento e apparecchiatura:** accessibilità dal fronte e connessione dei cavi in uscita.

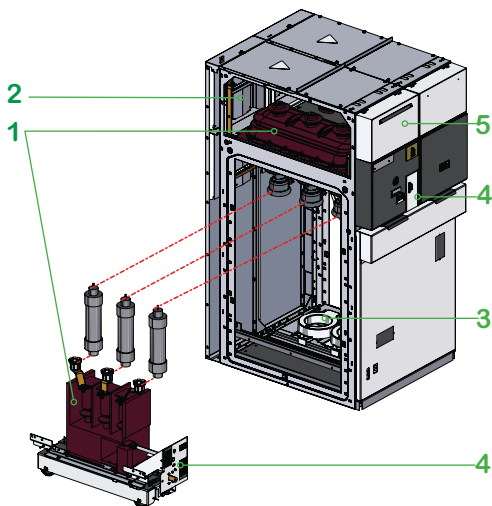
- Evolis: apparecchio associato ad un relè elettronico (con alimentazione ausiliaria) e a sensori standard.

**4 comando:** comprende gli elementi che permettono il controllo del sezionatore o dei sezionatori, dell'interruttore e del sezionatore di terra, oltre alla segnalazione corrispondente.

**5 cella BT:** vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità.

Se è necessario più spazio è possibile aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

DE68650



## Unità contattore

**1 apparecchiature:** contattore in vuoto o in SF6, sezionatore di linea e sezionatore di terra in involucri riempiti di SF6 e del tipo "sistema a pressione sigillato". Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

**2 compartimento sbarre:** di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti successivi dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

**3 collegamento e apparecchiatura:** accessibilità dal fronte. Questo compartimento è dotato inoltre di un sezionatore di terra a valle. Il contattore è installato con o senza fusibili.

4 tipi utilizzabili:

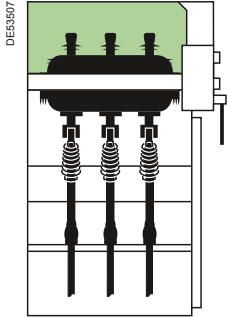
- R400 con ritenuta elettrica
- R400D con aggancio meccanico
- Vacuum con ritenuta elettrica
- Vacuum con aggancio meccanico.

**4 comando:** comprende gli elementi che permettono il controllo del sezionatore, del contattore e del sezionatore di terra oltre alla segnalazione corrispondente.

**5 cella BT:** vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità.

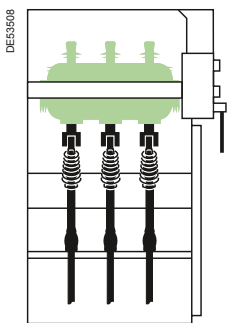
La fornitura standard prevede l'aggiunta di un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

# Descrizione dei compartimenti



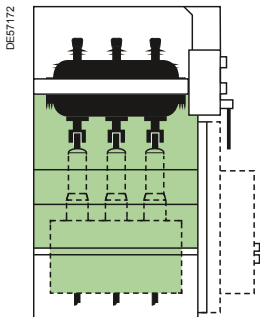
## Cella sbarre

Il sistema sbarre è composto da 3 sbarre disposte parallelamente e collegate tramite viti agli attacchi superiori dell'interruttore di manovra-sezionatore o del sezionatore. La corrente nominale è di 630 - 800 - 1250 A per 24 kV, 630 - 1250 A per 36 kV



## Interruttore di manovra-sezionatore, sezionatore

È costituito dall'interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore che utilizza per l'isolamento e l'interruzione l'SF6. Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra la cella sbarre e la cella linea.



Apparecchiatura laterale  
di interruzione in vuoto e SF6

## Cella MT e apparecchiature

Nella cella MT, in funzione delle varie unità, trovano alloggio:

- interruttore
- trasformatori di corrente e di tensione
- fusibili MT
- sezionatore di messa a terra aggiuntivo
- isolatori capacitivi
- terminali dei cavi

I cavi possono avere:

- terminazioni applicate a freddo (tipo dry-type)

Nella versione standard la sezione di cavo massima consentita è:

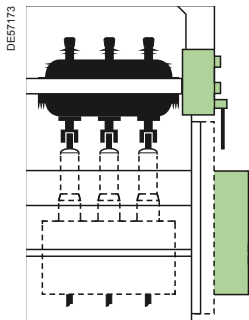
- 630 mm<sup>2</sup> o 2 x 240 mm<sup>2</sup> per unità 1250 A (arrivo o partenza)
- 240 mm<sup>2</sup> o 2 x 240 mm<sup>2</sup> per unità 630 - 800 A (arrivo o partenza)
- 95 mm<sup>2</sup> per unità di protezione trasformatore con fusibili
- per unità 630 A con cavi uguali o superiori a 300 mm<sup>2</sup> consultateci.

Consultare il capitolo sulle caratteristiche delle unità funzionali per ulteriori dettagli sulle sezioni ammesse per ogni unità.

Prima di accedere alla cella assicurarsi che il sezionatore di terra sia chiuso.

La ridotta profondità dello scomparto permette un facile collegamento di tutte le fasi.

Una borchia sul ripartitore di campo permette di posizionare e fissare il terminale del cavo con una sola mano.



## Involucri di protezione comandi

Nella parte anteriore dell'unità, protetti da appositi involucri, sono situati i diversi comandi delle funzioni:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sezionatore(i)
- interruttore
- contattore

oltre agli indicatori di presenza tensione.

Permette inoltre di installare facilmente lucchetti, blocchi e accessori BT standard (contatti ausiliari, bobine di sgancio, motori, ecc.).

**A - pannello BT** h = 1600 mm  
**B - pannello Sepam** h = 1690 mm

**C - cassetto BT** h = 2050 mm



## Cella BT per gamma 24 kV

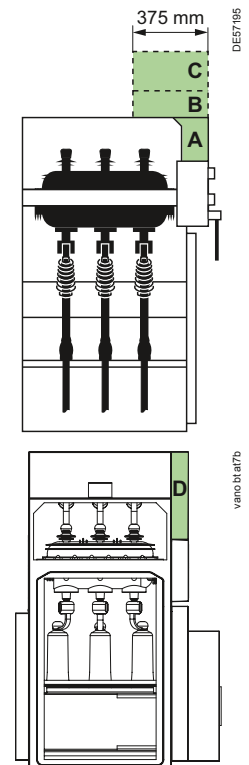
Questo vano permette di equipaggiare l'unità con apparecchiature per la protezione, il controllo, la segnalazione e la trasmissione dei dati. La cella è disponibile in tre versioni: pannello BT, pannello Sepam e cassetto BT.

**A - pannello BT:** consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazioni e pulsanti.  
L'altezza dell'unità dotata di pannello BT è 1600 mm.

**B - pannello Sepam:** permette di installare sulle unità interruttore, la protezione Sepam serie 20 e 40 e della semplice componentistica ausiliaria.  
L'altezza dell'unità dotata di pannello Sepam è 1690 mm.

**C - cassetto BT:** il cassetto: è riservato agli accessori BT di grandi dimensioni o di profondità superiore a 100 mm, quali ad esempio i relè di protezione tipo Sepam serie 60 e 80, convertitori, unità di comando e misura.  
L'altezza dell'unità dotata di cassetto è 2050 mm.

**D - vano BT per AT7-B:** consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazione e pulsanti.  
L'altezza del quadro con vano BT è 1875 mm.



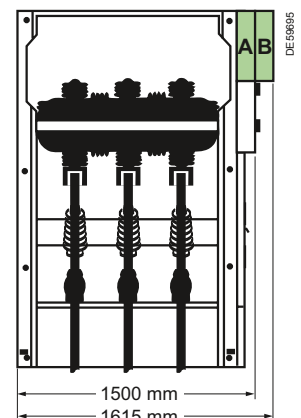
**A - pannello BT** h = 2250 mm



## Cella BT per gamma 36 kV

**A - pannello BT:** consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazioni, pulsanti o relè di protezione.  
L'altezza dell'unità dotata di pannello BT è 2250 mm.

**B - cassetto BT:** il cassetto: è riservato agli accessori BT di grandi dimensioni o complessi, o di profondità superiore a 100 mm, quali ad esempio i relè di protezione Sepam, convertitori, unità di comando e misura.  
L'altezza dell'unità dotata di cassetto BT è 2250 mm.



61010N



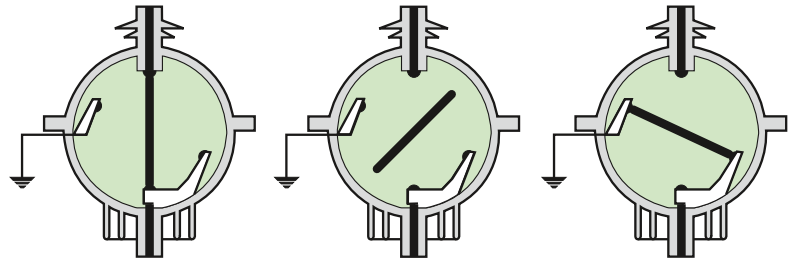
Interruttore di manovra-sezionatore per 24 kV

PE57Z26



Interruttore di manovra-sezionatore per 36 kV

MT20184



apparecchio chiuso

apparecchio aperto

apparecchio messo a terra

- **Insensibilità all'ambiente circostante**

- le parti sono progettate e realizzate per ottenere una distribuzione ottimale del campo elettrico.
- la struttura metallica dei quadri è progettata per garantire una perfetta tenuta agli ambienti aggressivi e per impedire l'accesso alle parti sotto tensione durante il funzionamento.

## Contattore Rollarc 400 e 400D

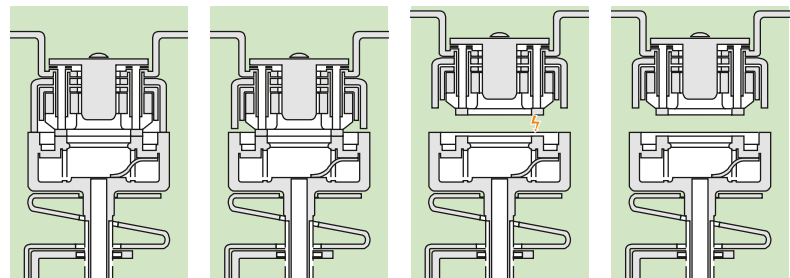
- **Ermeticità**

Le tre fasi sono contenute in un involucro isolante riempito di gas SF<sub>6</sub>. Tale involucro è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma.

- **Sicurezza**

Accidentali sovrapressioni saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza.

DE53513



Contatti chiusi

Contatti principali separati

Arco elettrico

Contatti aperti

61011N



Contattore Rollarc

# Interruttori

61012N



Interruttore SF1

## Interruttore SF1 in SF6

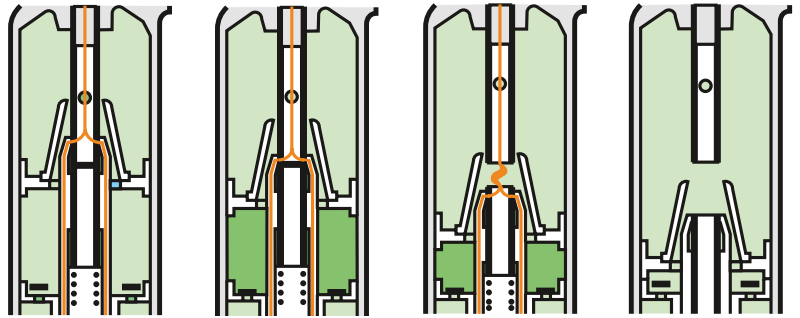
- **Ermeticità**

L'interruttore SF1 è costituito da tre poli separati fissati su di una struttura che sostiene il comando. Ogni polo contiene tutte le parti attive all'interno di un involucro riempito di gas. Tale involucro è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma e la tenuta è sempre controllata in fabbrica.

- **Sicurezza**

Le sovrappressioni accidentali saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza.

DE83514

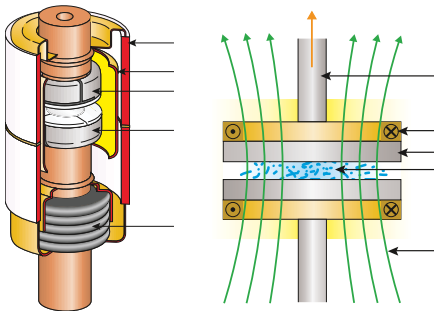


Contatti chiusi

Precompressione

Arco elettrico

Contatti aperti



## Interruttore in vuoto Evolis

- **Ermeticità**

L'interruttore in vuoto Evolis è costituito da tre poli separati fissati su una struttura. Ogni polo è racchiuso in un involucro ceramico contenente un contatto fisso e uno mobile in una camera stagna che consente di mantenere un elevato livello di vuoto adatto a garantire l'isolamento tra i contatti.

La rigidità dielettrica prodotta dal vuoto permette di ridurre la distanza tra i contatti. Per mantenere il grado di vuoto necessario al corretto funzionamento per tutta la vita dell'interruttore, l'involucro deve essere perfettamente sigillato e i diversi componenti completamente degassati.

Questo si ottiene con:

- Un'accurata selezione delle materie prime (metalli e ceramiche);
- Un procedimento di assemblaggio con tecnologia sottovuoto e brasatura ad alta temperatura.

- **Sicurezza**

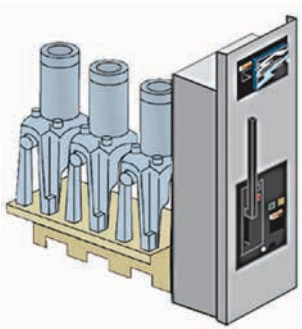
Al fine di evitare surriscaldamenti locali sui contatti che potrebbero nel tempo usurarli, si è applicata la tecnica AMF (Axial Magnetic Field) basata sull'applicazione di un campo magnetico assiale parallelo all'asse dei due contatti.

Questa tecnologia permette di limitare l'usura dei contatti.

**Vantaggi di questa tecnica:**

- interruttore in vuoto molto semplice e di conseguenza affidabile,
- bassa dissipazione dell'energia d'arco nell'interruttore,
- contatti molto efficienti non soggetti ad usura anche dopo molte manovre d'interruzione,
- riduzione significativa dei consumi.

PE50796



Interruttore Evolis laterale

PE57941



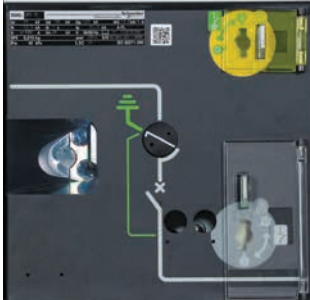
Contattore in vuoto

## Contattore in vuoto

- **Ermeticità**

Il contattore in vuoto è costituito da tre poli separati fissati su di una struttura che sostiene il comando. Ogni polo contiene tutte le parti attive all'interno di un involucro isolante, in vuoto la cui tenuta è sempre controllata in fabbrica.

PM109595



Visualizzazione contatti principali

### Comandi affidabili

**Indicatori di stato dell'apparecchio:**

installati direttamente sugli alberi di comando degli apparecchi mobili indicano in modo sicuro la posizione dell'apparecchiatura stessa (allegato A della norma CEI-EN 62271-102).

**Leva di comando:**

progettata con un dispositivo anti-reflex che impedisce qualsiasi tentativo di riapertura immediata in seguito alla chiusura dell'interruttore manovra-sezionatore o del sezionatore di messa a terra.

**Portelli dispositivi di interblocco:**

Da 1 a 3 lucchetti consentono di bloccare:

- l'accesso alla sede di comando dell'interruttore manovra-sezionatore o sezionatore,
- l'accesso alla sede di comando del sezionatore di messa a terra,
- l'azionamento del pulsante di apertura.

### Comando semplice e senza sforzo

I comandi meccanici o elettrici sono raggruppati sul fronte, protetti da una piastra con schema sinottico dello stato dell'apparecchio (chiuso, aperto, a terra):

- **Chiusura:** la chiusura dei contatti è effettuata attraverso un meccanismo ad azione rapida con velocità indipendente dall'operatore.
- **Apertura:** l'apertura del sezionatore si effettua con lo stesso meccanismo ad intervento rapido, comandato in senso inverso.

Per gli interruttori di manovra-sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili, l'apertura viene comandata da:

- pulsante,
- tramite bobina di apertura,
- alla fusione di un fusibile.

• **Messa a terra:** una sede di comando specifica permette la chiusura o l'apertura dei contatti di messa a terra. La boccola di accesso della leva di manovra è otturata da un dispositivo che si libera se il sezionatore/IMS è aperto e resta bloccato se è chiuso.

### Visualizzazione dei contatti principali

La posizione dei contatti principali è chiaramente visibile dal fronte dell'unità attraverso gli appositi oblò.

PE56366



### Indicazione di Presenza Tensione

Il dispositivo VPIS indicatore di presenza tensione (Voltage Presence Indicating System) conforme alla norma CEI-EN 62271-206 permette di verificare tramite LED la presenza (o l'assenza) di tensione su ogni fase.

Progettato per gli ambienti difficili permette di garantire un elevato grado di affidabilità per le cabine MT/BT.

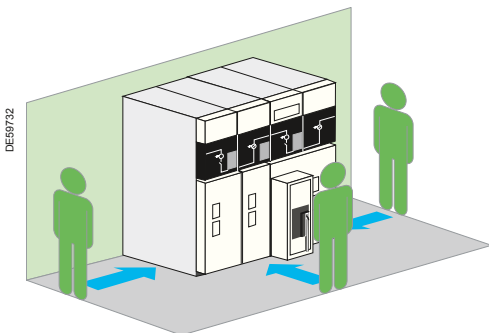
Disponibile anche nella versione Voltage Output per fornire indicazioni sulla presenza di tensione al relè VD23 per la segnalazione sulla presenza o assenza di tensione.



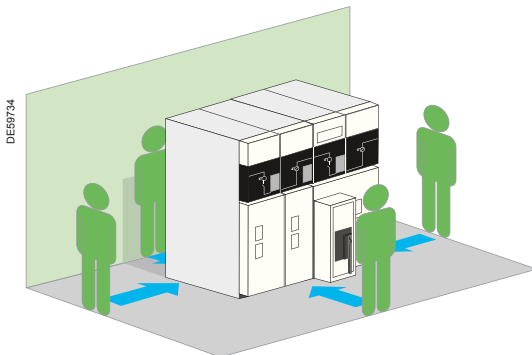
# Protezione arco interno

La norma CEI-EN 62271-200 indica il metodo per testare le apparecchiature in caso di arco interno.

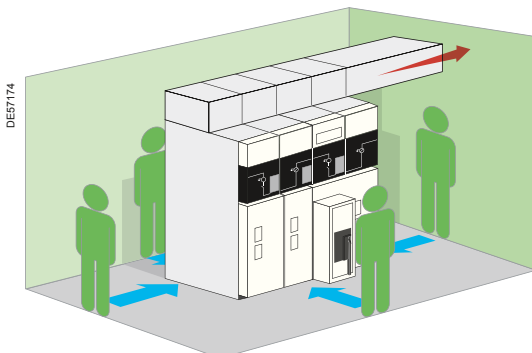
Scopo della prova è quello di verificare che un operatore posto vicino al quadro è protetto contro gli effetti di un arco interno.



Esempio d'installazione di un quadro SM6 addossato a parete con evacuazione dal basso 12,5 kA IAC: A-FL: protezione arco interno su 3 lati



Esempio d'installazione di un quadro SM6 24 kV posto al centro di un locale con evacuazione dal basso 12,5 kA 1 s e 16 kA 1 s, IAC: A-FLR: protezione arco interno su 4 lati



Esempio d'installazione di un quadro SM6 24 kV posto al centro di un locale con evacuazione dall'alto 16 kA 1 s e 20 kA 1 s, IAC: A-FLR: protezione arco interno su 4 lati

Per migliorare la sicurezza del personale è auspicabile offrire un elevato grado di protezione dagli effetti di un arco interno utilizzando:

- Sistemi di evacuazione in grado di canalizzare i gas verso la parte superiore o inferiore del quadro limitando le sovrappressioni dovute ad un guasto interno nei compartimenti
- Canalizzazione ed evacuazione dei gas incandescenti verso un'area esterna che non rappresenti un pericolo per gli operatori
- Materiali non infiammabili nelle apparecchiature
- Pannelli rinforzati.

## Di conseguenza:

**La gamma SM6 è progettata in modo da garantire un livello di sicurezza ottimale**

- **Tecnologia:**
  - elettrotecnica: modellazione 3D campi elettrici,
- **Componenti affidabili:**
  - sezionatore di messa a terra con capacità di chiusura.
- **Sicurezza di esercizio totale:**
  - indicatore di presenza tensione sul fronte,
  - interblocco affidabile,
  - chiusura con chiavi e/o lucchetti.

## Tenuta arco interno

(conforme alla norma CEI-EN 62271-200)

### • 3 prestazioni disponibili per SM6 24 kV:

- Basic 12,5 kA 1s, IAC: A-FL
- Advance 12,5 kA 1s, IAC: A-FLR  
16 kA 1s, IAC: A-FLR  
20 kA 1s, IAC: A-FLR

### • 1 prestazione disponibile per SM6 36 kV:

- 16 kA 1s, IAC: A-FL.

## SM6 con protezione d'arco interno (conforme alla norma CEI-EN 62271-200)

Tutte le versioni di quadri SM6 a protezione d'arco interno hanno superato con successo tutti i tipi di test previsti dalla norma CEI-EN 62271-200.

I materiali utilizzati rispondono ai criteri di progettazione dell'SM6.

Le forze termiche e meccaniche prodotte in caso di arco interno vengono perfettamente assorbite dall'involucro.

Un operatore posto in prossimità al quadro SM6 è protetto contro gli effetti di un guasto d'arco interno.

## La gamma SM6 offre diverse opzioni per la realizzazione di un quadro a tenuta d'arco interno

### • protezione arco interno Basic su 3 lati IAC A-FL, 12,5 kA 1 s per 24 kV e 16 kA 1 s per 36 kV

Quadro SM6 posizionato contro la parete, l'accesso al lato posteriore del quadro non è consentito, la protezione arco interno su 3 lati è sufficiente

### • protezione arco interno Advance su 4 lati IAC A-FLR evacuazione gas dal basso, 12,5 kA 1 s e 16 kA 1 s per 24 kV e 16 kA 1 s per 36 kV.

È possibile posizionare i quadri SM6 addossati a parete oppure al centro di un locale.

### • protezione arco interno Advance su 4 lati IAC: A-FLR evacuazione gas dall'alto, 16 kA 1 s e 20 kA 1 s per 24 kV.

È possibile posizionare i quadri SM6 addossati a parete oppure al centro di un locale.

### • Scelta del tipo di evacuazione:

(vedere il manuale utente per i requisiti d'installazione)

#### - evacuazione dal basso

Genio civile: necessario un volume adeguato.

#### - evacuazione dall'alto per 24 kV

Necessaria un'altezza del soffitto pari o superiore a 2150 mm e il prolungamento del condotto verso la destra o la sinistra del quadro per l'evacuazione dei gas verso un'area esterna (non fornito).

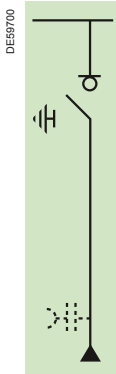
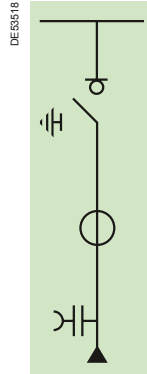
# Caratteristiche delle unità funzionali

# Caratteristiche generali

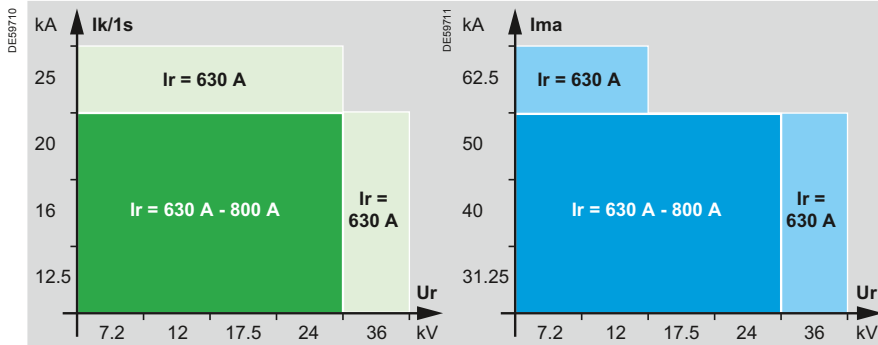
## Sommario

---

<b>Scelta delle unità funzionali</b>	<b>44</b>
Sezionamento	44
Protezione	47
Misura	56
Altre funzioni e per estensione	58
Soluzioni Monoblocco	60
<b>Comandi</b>	<b>61</b>
<b>Ausiliari</b>	<b>64</b>
<b>Trasformatori di corrente per SM6-24</b>	<b>66</b>
<b>Trasformatori di corrente per SM6-36</b>	<b>68</b>
<b>Trasformatori di tensione per SM6-24</b>	<b>69</b>
<b>Trasformatori di tensione per SM6-36</b>	<b>71</b>
<b>Fusibili Fusarc CF</b>	<b>72</b>
Generalità	72
Caratteristiche elettriche	74
Guida alla scelta	75
<b>Protezione trasformatori</b>	<b>76</b>
<b>Protezione Motori</b>	<b>78</b>

**IM**  
Unità arrivo/partenza**Gamma**  
24-36 kV**IMC**  
Unità arrivo/partenza

36 kV

**Caratteristiche elettriche****Unità base:**

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- LSC2A
- piastre di ammarro cavi unipolari

- tre TA

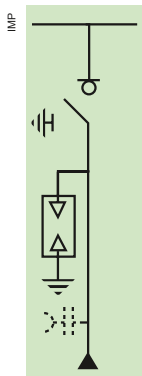
**Versioni:**

- comando CI2
- comando CI1 per 36 kV
- versione 800 A per 24 kV

**Accessori opzionali:**

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- contamanovre
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- rilevatori di guasto Easergy Flair
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- mitigazione arco interno
- indicatori di presenza tensione per 24 kV
- tema di scaricatori sovratensione per 36 kV
- monitoraggio termico per 24 kV

**IMP**  
Unità arrivo/partenza  
con scaricatori



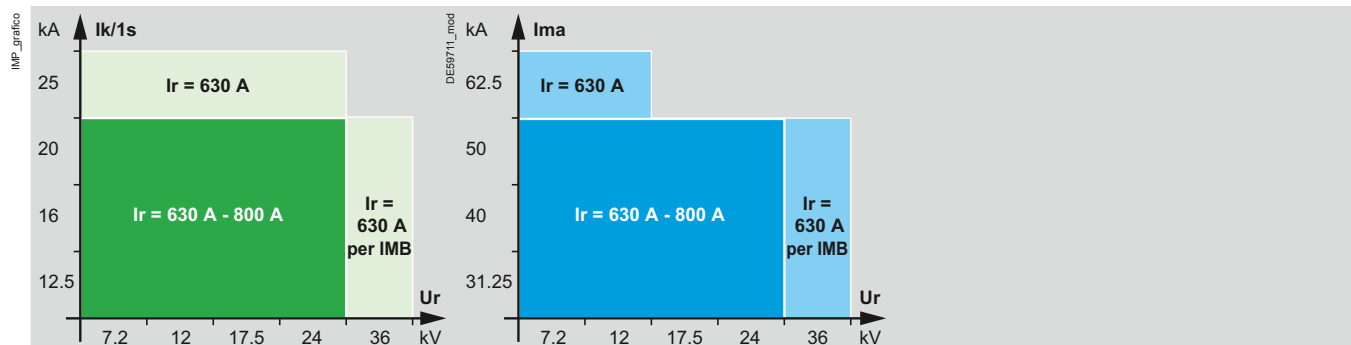
**Gamma**  
24 kV

**IMB**  
Unità sezionamento sbarre  
destra/sinistra



24-36 kV

### Caratteristiche elettriche



### Unità base:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- LSC2A

- terna di scaricatori sovratensione

- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- uscita sbarre a valle (destra o sinistra)

### Versioni:

- comando C12

- versione 800 A

- comando C11 per 36 kV

### Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- contamanovre
- sistema sbarre superiore trifase 630 A per condizioni d'impiego severe per 24 kV

- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV

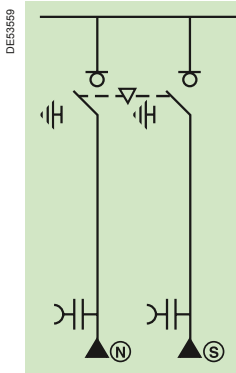
- indicatori di presenza tensione per 24 kV
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV

- mitigazione arco interno

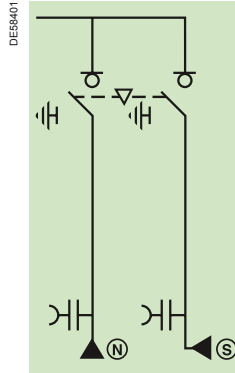
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)

**NSM-cavi**

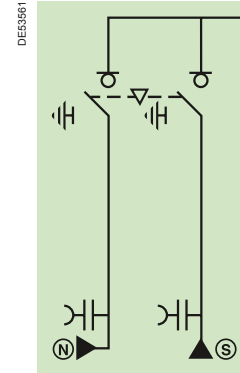
Unità arrivo normale (N) - soccorso (S)

**Gamma**

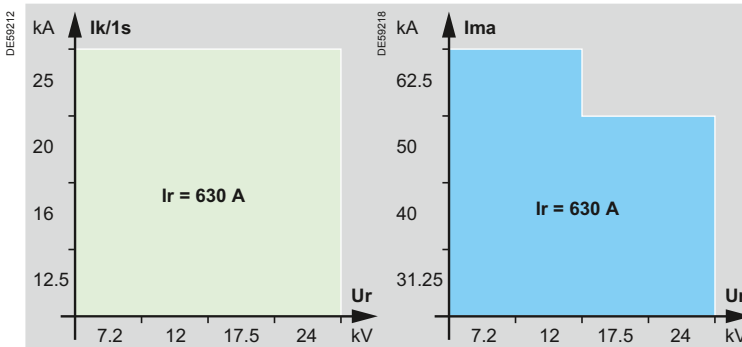
24 kV

**NSM-sbarre**Unità arrivo normale - soccorso  
cavi sinistra e sbarre destra

24 kV

**NSM-sbarre**Unità arrivo normale - soccorso  
sbarre sinistra e cavi destra

24 kV

**Caratteristiche elettriche****Unità base:**

- interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- piastre di ammarro cavi a secco
- indicatori di presenza tensione
- interblocco meccanico
- comandi motorizzati CI2 con bobine di apertura/chiusura
- vano aggiuntivo
- commutazione automatica (T200S)
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra
- LSC2A

**Accessori opzionali:**

- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- resistenza anticondensa 50 W
- canalina superiore
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno

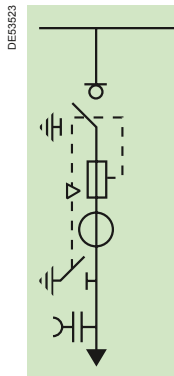
# Protezione

## Apparecchiatura di interruzione con fusibili

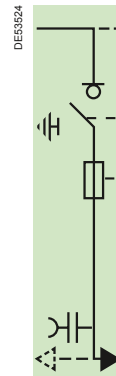
**QM**  
Interruttore di manovra-sezionatore  
combinato con fusibili



**QMC**  
Interruttore di manovra-sezionatore  
combinato con fusibili



**QMB**  
Interruttore di manovra-sezionatore  
combinato con fusibili  
Risalita sbarre destra/sinistra

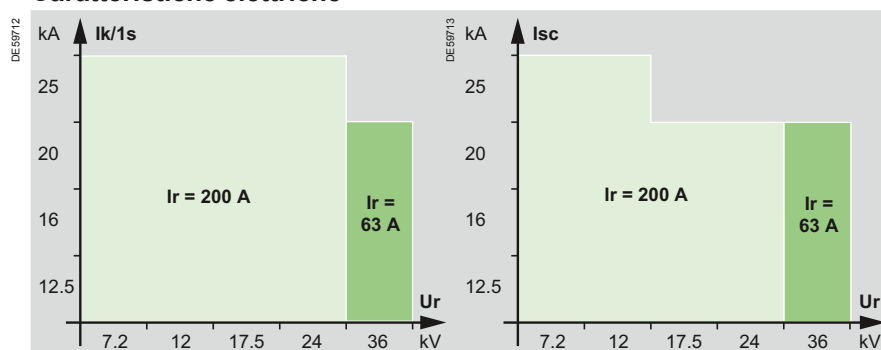


**Gamma**  
24 - 36 kV

36 kV

36 kV

### Caratteristiche elettriche



### Unità base:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando C1 per 36 kV
- Comando C12 per 24 kV
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- sistema di segnalazione meccanico per intervento fusibili
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- piastre di ammarro cavi unipolari
- sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili

- uscita sbarre a valle (destra o sinistra)

- tre TA

### Versione:

- comando C12 per 36 kV

- comando C12

### Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- indicatore presenza tensione per 24 kV
- blocchi a chiave aggiuntivi
- contatto ausiliario intervento fusibili
- fusibili a percussore tipo Fusarc CF
- sganciatori di apertura e chiusura
- amperometro digitale
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- canalina superiore per 24 kV
- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- mitigazione arco interno
- monitoraggio termico per 24 kV

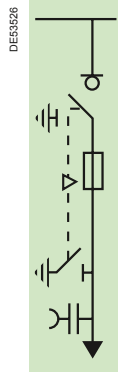
# Scelta delle unità

## Protezione

### Apparecchiatura di interruzione con fusibili

#### PM

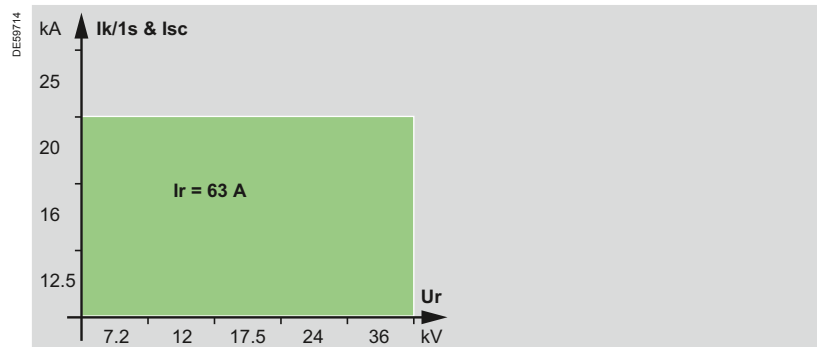
Interruttore di manovra-sezionatore  
con fusibili



#### Gamma

36 kV

#### Caratteristiche elettriche



#### Unità base:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- indicatore di presenza tensione
- piastre di ammarco cavi unipolari
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- resistenza anticondensa 150 W
- LSC2A

#### Versione:

- comando C11
- comando C12

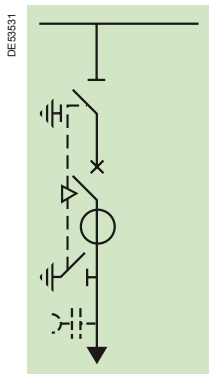
#### Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- sganciatori di apertura e chiusura
- contatti ausiliari
- amperometro digitale
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sistema di segnalazione meccanico per intervento fusibili
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- fusibili tipo Fusarc CF
- vano aggiuntivo BT
- mitigazione arco interno

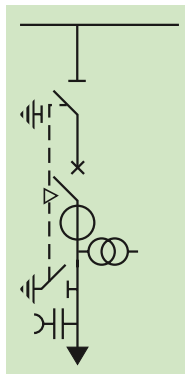


# Apparecchiatura di interruzione in SF6

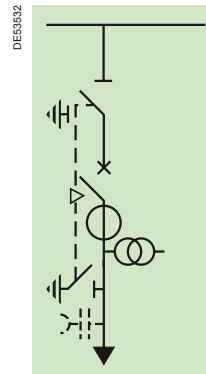
**DM1-A**  
Interruttore con sezionatore e partenza cavo



**DM1-A**  
Interruttore con sezionatore e partenza cavo



**DM1-P**  
Interruttore con sezionatore e partenza cavo



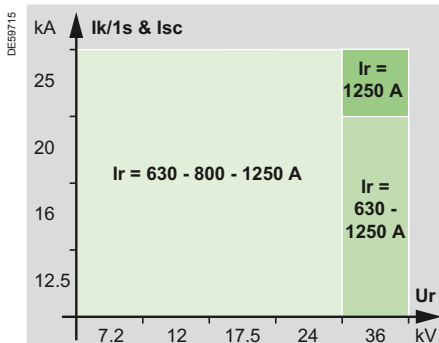
## Gamma

24 kV

## Caratteristiche elettriche

36 kV

24 kV



## Unità base:

- interruttore SF1
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore
- sistema di sbarre trifase
- comando interruttore tipo RI
- comando sezionatore tipo CS
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- 2/3 trasformatori di corrente o in alternativa n° 3 trasformatori tipo LPCT (se DM1A24kV)
- contatti ausiliari sull'interruttore
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm per 24 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- piastre di ammarro cavi unipolari
- LSC2A

## Versione:

- interruttore SFset (solo per 630 A e 24 kV)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

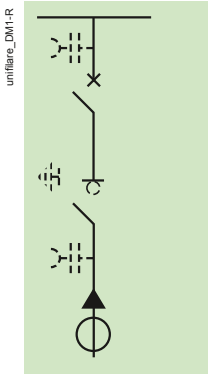
## Accessori opzionali:

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - indicatore presenza tensione per 24 kV
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
  - sistema di sbarre superiori 1250 A
  - kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
  - cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
  - canalina superiore per 24 kV
  - pannello per Sepam S20 - S40
- vano aggiuntivo BT
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
  - sganciatore a mancanza di tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra per 36 kV
- resistenza antiferrisonanza per 36 kV

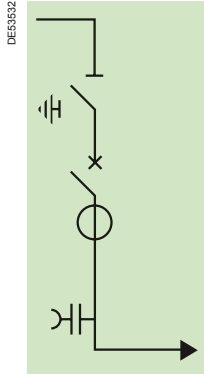
#### DM1-R(1)

Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore



#### DM1-D

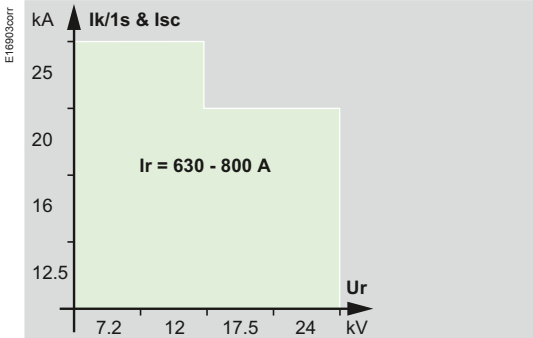
Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre



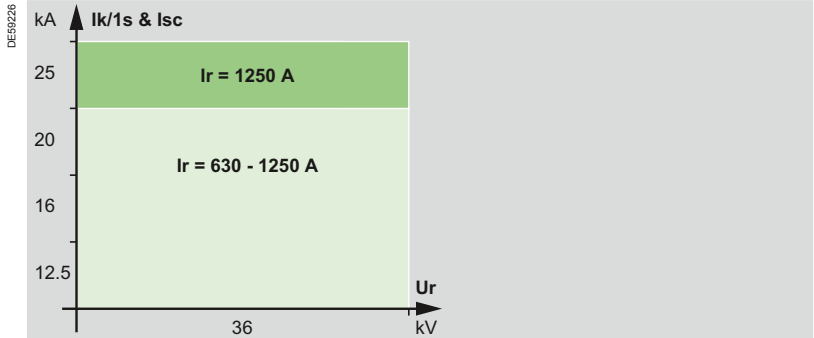
### Gamma

24 kV

#### Caratteristiche elettriche



36 kV



#### Unità base:

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- LSC2A
- sezionatore a monte dell'interruttore
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente tipo LPCT
- indicatori di presenza tensione sull'arrivo cavi (opzione se richiesto sezionatore di terra in ingresso)
- piastre ammarco cavi unipolari
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- sistema di sbarre a valle
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- cella BT
- 3 trasformatori di corrente
- indicatori di presenza tensione
- resistenza anticondensa 150 W

#### Versione:

- interruttore SFset (fino a 630 A)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset
- comando CIT con sezionatore di terra sull'arrivo cavi

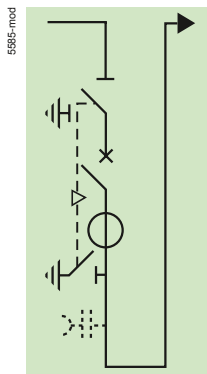
#### Accessori opzionali:

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - canalina superiore
  - pannello per Sepam S20 - S40
  - indicatori di presenza tensione sulle sbarre
  - resistenza anticondensa 50 W
  - vano aggiuntivo BT
  - kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
  - monitoraggio termico per 24 kV
  - mitigazione arco interno
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - dispositivi di blocco a chiave aggiuntivi
  - sistema sbarre superiore trifase 1250 A
  - cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
  - mitigazione arco interno
- **interruttore:**
  - sganciatore a mancanza di tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

1) solo IAC A-FL e A-FLR 12,5kA 1 s

## DM1-G

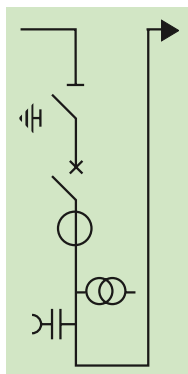
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre



5517-mod

## DM1-J

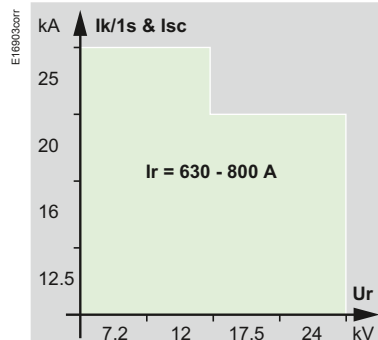
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre



## Gamma

24 kV

### Caratteristiche elettriche



24 kV

### Unità base:

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- sistema di risalita sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente
- LSC2A
- sezionatore di terra a valle dell'interruttore
- indicatori di presenza tensione
- 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

### Versione:

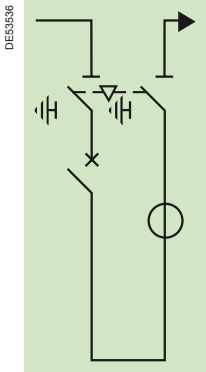
- interruttore SFset (fino a 630 A)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset

### Accessori opzionali:

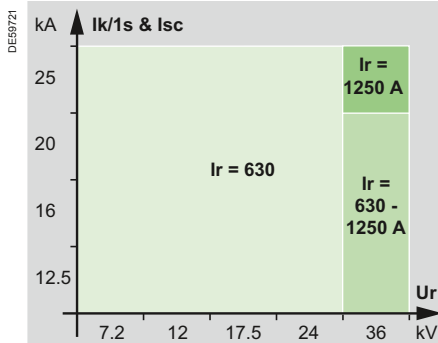
- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - pannello Sepam S20 - S40
  - resistenza anticondensa 50 W
  - sistema sbarre superiori trifase 800 A
  - sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
  - kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
  - canalina superiore
- **unità:**
  - vano aggiuntivo BT
  - cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
  - mitigazione arco interno
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
  - sganciatore a mancanza di tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione
- indicatori di presenza tensione
- 3 trasformatori di tensione fase-terra (se TA tipo CS300)

**DM2**

Unità con interruttore doppio sezionamento  
e risalita sbarre

**Gamma**

24 - 36 kV

**Caratteristiche elettriche****Unità base:**

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatori e sezionatori di messa a terra a monte ed a valle dell'interruttore
- comando sezionatori tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- sistema di risalita sbarre
- blocco a chiave sui sezionatori di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm per 24 kV
- 2/3 trasformatori di corrente
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

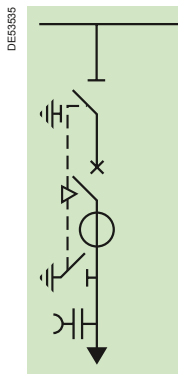
**Accessori opzionali:**

- **unità:**
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - contatti ausiliari sui sezionatori
  - 2 trasformatori di tensione fase-fase o 3 trasformatori di tensione fase-terra per 24 kV
  - resistenza antiferrorisonanza
  - pannello per Sepam S20 - S40
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - canalina superiore per 24 kV
  - sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
  - sistema sbarre superiore trifase 1250 A
  - kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
  - vano aggiuntivo BT per 24 kV
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- mitigazione arco interno
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
  - sganciatore a mancanza di tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

# Apparecchiatura di interruzione in vuoto

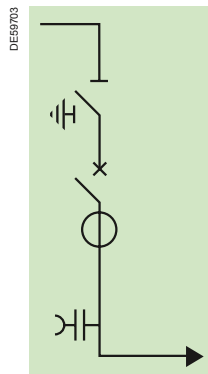
## DMVL-A

Unità interruttore con sezionatore e partenza cavo



## DMVL-D

Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre

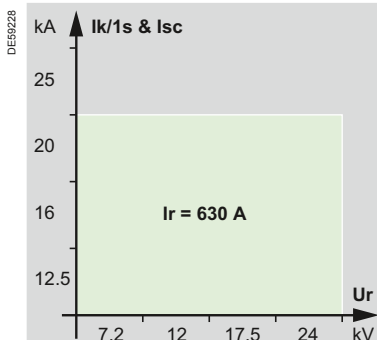


## Gamma

24 kV

24 kV

## Caratteristiche elettriche



## Unità base:

- interruttore in vuoto tipo Evolis laterale
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente
- indicatori di presenza tensione
- LSC2A

- sezionatore di terra a valle dell'interruttore
- piastre di ammarro cavi unipolari

- sistema di sbarre a valle

## Accessori opzionali:

### ■ unità:

- contatti ausiliari sul sezionatore
- tre trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrorisonanza
- blocchi a chiave aggiuntivi
- resistenza anticondensa 50 W
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- canalina superiore

- terna di scaricatori di sovratensione
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- monitoraggio termico per 24 kV

### vano aggiuntivo BT

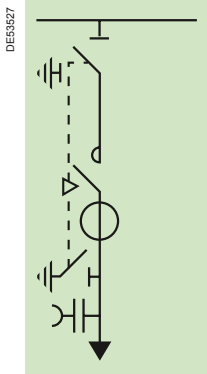
- protezione a microprocessore tipo Sepam
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno

### ■ interruttore:

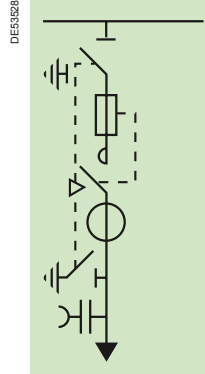
- comando motorizzato completo di sganciatori
- sganciatori di apertura e chiusura
- sganciatore a mancanza di tensione
- contamanovre per comando manuale
- riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

**CVM**

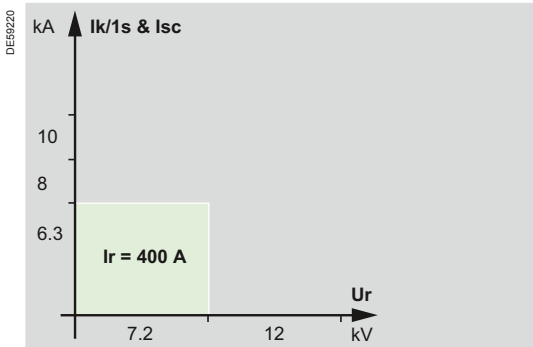
Unità contattore

**CVM**

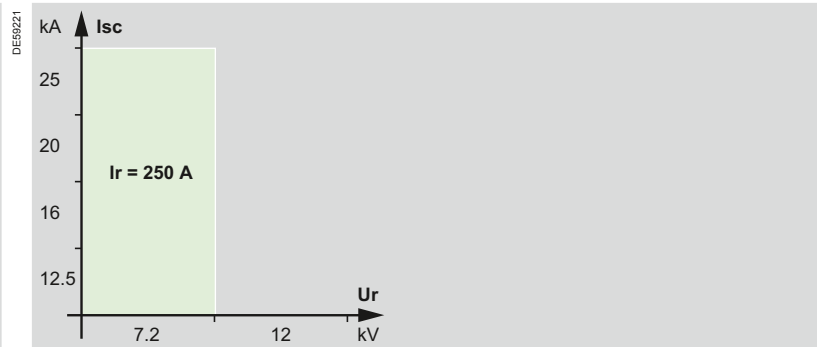
Unità contattore con fusibili

**Gamma**

24 kV

**Caratteristiche elettriche**

24 kV

**Unità base:**

- contattore in vuoto
- sezionatore e sezionatore di terra
- sezionatore di terra a valle del contattore
- sistema di sbarre trifase
- contattore comando con ritenuta elettrica o contattore con aggancio meccanico
- sezionatore comando CS
- da uno a tre trasformatori di corrente
- contatti ausiliari sul contattore
- piastre di ammarro cavi unipolari
- indicatore di presenza tensione
- contamanovre sul contattore
- vano aggiuntivo BT
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul contattore in posizione di aperto
- LSC2A

- portafusibili per tre fusibili DIN
- sistema di segnalazione meccanico intervento fusibili
- contatto ausiliario intervento fusibili

**Versione:**

- LPCT (solo con Sepam serie 20, 40, 60, 80)

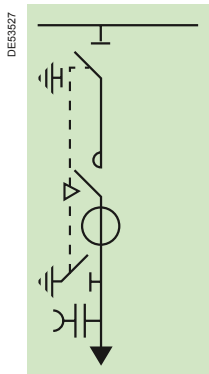
**Accessori opzionali:**

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - 2 trasformatori di tensione fase-fase o 3 trasformatori di tensione fase-terra
  - resistenza antiferrisonanza
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - resistenza anticondensa 50 W
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno
- **contattore:**
  - interblocco meccanico

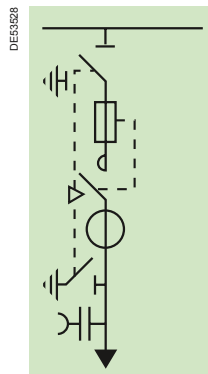
- fusibili a percussore tipo DIN

# Contattore in SF6 (avviamento motori diretto)

## CRM Unità contattore



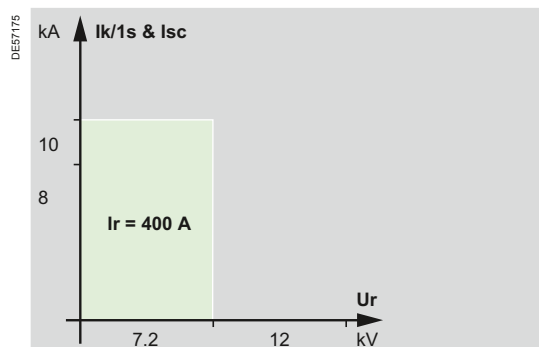
## CRM Unità contattore con fusibili



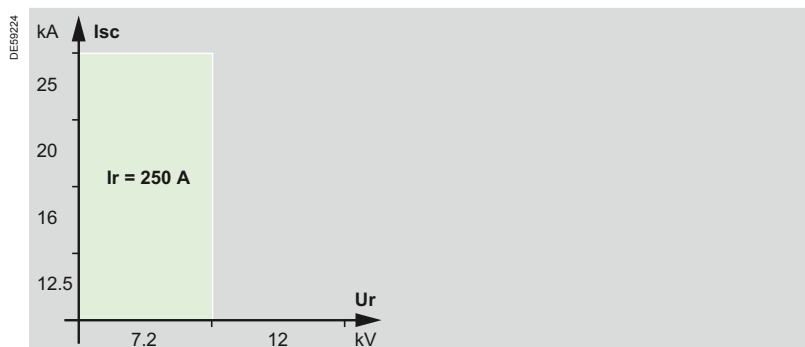
## Gamma

24 kV

## Caratteristiche elettriche



24 kV



## Unità base:

- contattore SF6
- sezionatore e sezionatore di terra a monte del contattore
- sezionatore di terra a valle del contattore
- sistema di sbarre trifase
- contattore comando con ritenuta elettrica o contattore con aggancio meccanico
- sezionatore comando CS
- da uno a tre trasformatori di corrente
- contatti ausiliari sul contattore
- piastre di ammarco cavi unipolari
- indicatore di presenza tensione
- contamanovre sul contattore
- vano aggiuntivo BT
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul contattore in posizione di aperto
- LSC2A

- portafusibili per tre fusibili DIN

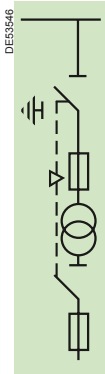
## Accessori opzionali:

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - protezione a microprocessore tipo Sepam
  - 3 trasformatori di tensione fase-terra
  - resistenza antiferrorisonanza
  - blocchi a chiave aggiuntivi
  - resistenza anticondensa 50 W
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno

- **contattore:**
  - interblocco meccanico

- fusibili a percussore tipo DIN

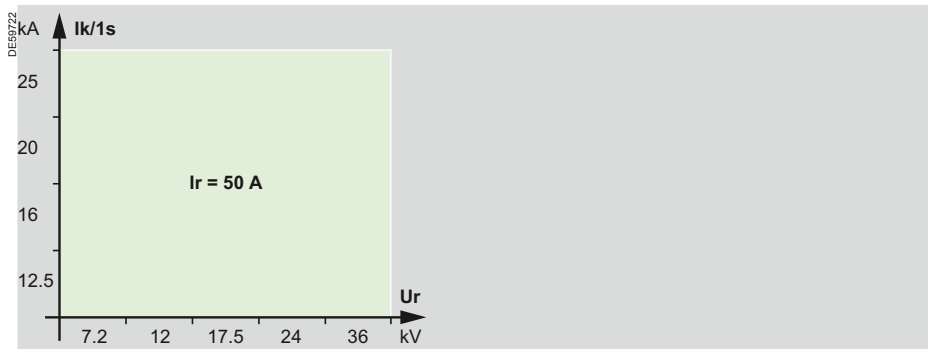
**CM**  
Unità di misura



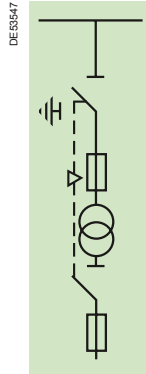
**Gamma**

24 - 36 kV

**Caratteristiche elettriche**

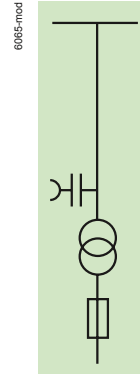


**CM2**  
Unità di misura

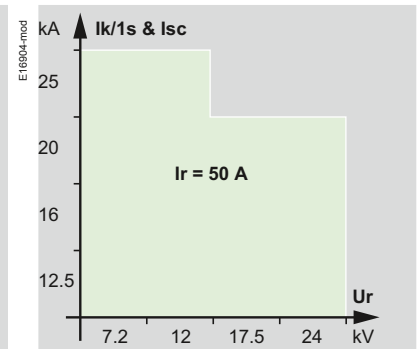


24 - 36 kV

**CMK**  
Unità di misura



24 kV



**Unità base:**

- sezionatore e sezionatore di terra a monte dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando CS
- sezionatore circuiti BT
- fusibili BT
- tre fusibili tipo Fusarc CF
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- tre trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

- due trasformatori di tensione fase-fase

- indicatori presenza tensione
- sistema di sbarre
- fusibili BT
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di tensione fase-terra
- LSC1

**Accessori opzionali:**

- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- disp. di segnalazione meccanica e contatto ausiliario di segnalazione intervento fusibili
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT

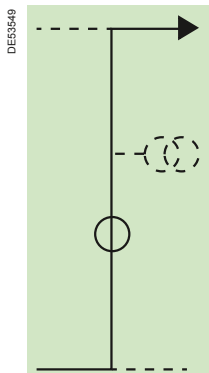
- resistenza anticondensa 50 W
- vano aggiuntivo BT
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)

- mitigazione arco interno



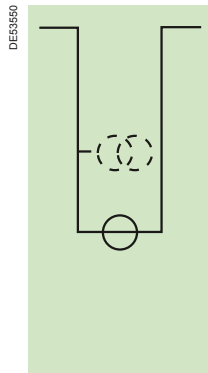
### GBC-A

Unità per misura corrente e/o tensione  
Risolita sbarre



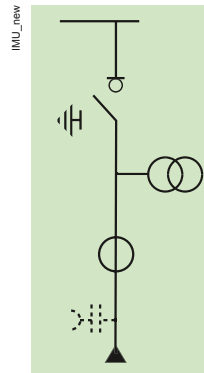
### GBC-B

Unità per misura corrente e/o tensione



### IMU

Unità arrivo/partenza  
con misura



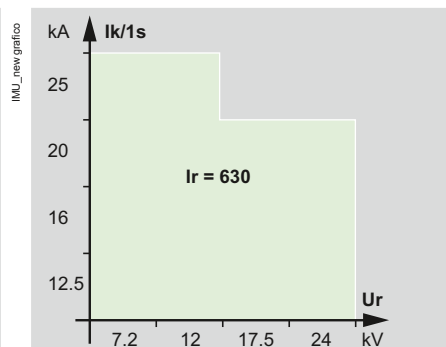
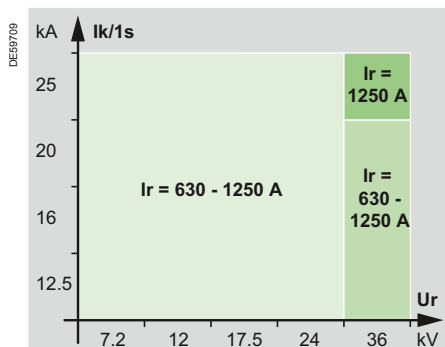
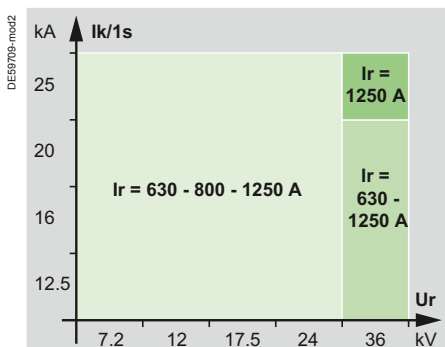
### Gamma

24 - 36 kV

36 kV

24 kV

### Caratteristiche elettriche



### Unità base:

- n° 2/3 trasformatori di corrente per 24 kV
- n° 3 trasformatori di corrente per 36 kV
- sistema di sbarre
- sistema di sbarre trifase
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra per 24 kV (GBC-A1) in alternativa
- n° 2 trasformatori di tensione fase-fase per 24 kV (GBC-A2)

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra

- interruttore di manovra seionatore e sezionatore di terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- n° 2/3 trasformatori di corrente
- n°3 trasformatori di tensione fase-terra, in alternativa n° 2 trasformatori di tensione fase-fase
- cella BT 100 mm
- piastre ammarro cavi
- LSC2A

### Versione:

- comando CI2»

### Accessori opzionali:

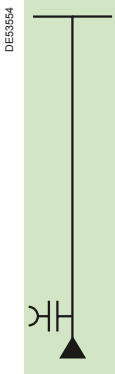
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- mitigazione arco interno

- cassetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)

- indicatori di presenza tensione
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- resistenza anticondensa 50 W
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema sbarre superiori trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- canalina superiore
- vano aggiuntivo BT
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno

**GAM2**

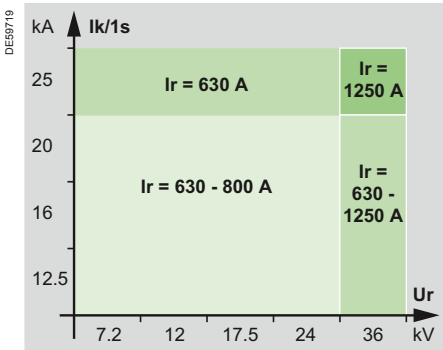
Unità arrivo cavi



**Gamma**

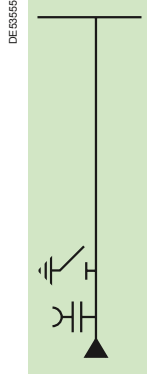
24 - 36 kV

**Caratteristiche elettriche**

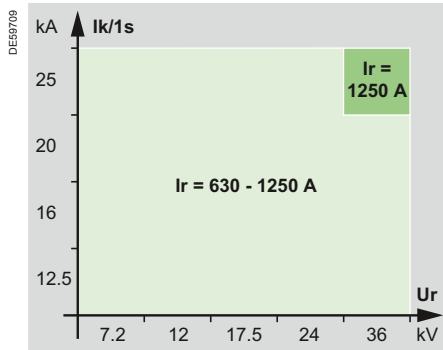


**GAM**

Unità arrivo cavi



24 - 36 kV

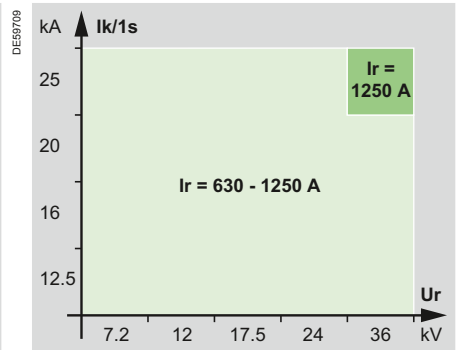


**GBM**

Unità  
Risalita sbarre destra/sinistra



24 - 36 kV



**Unità base:**

- sistema di sbarre
- indicatore di presenza tensione
- piastre di ammarro cavi unipolari
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

- sezionatore di terra a valle potere di chiusura 25 kA rms
- comando CC per 24 kV
- comando CS per 36 kV

- sistema di sbarre
- sistema di sbarre trifase per risalita sbarre destra/sinistra
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

**Accessori opzionali:**

- rilevatori di guasto Easergy Flair
- amperometro digitale
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- mitigazione arco interno

- terna di scaricatori sovratensione per 36 kV (fino a 630 A)
- monitoraggio termico

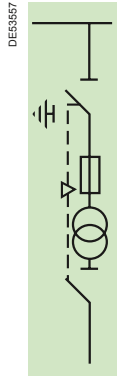
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave
- terna di scaricatori sovratensione per 24 kV (fino a 630 A)

- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno

**SM**  
Unità con sezionatore



**TM**  
Unità trasformatore MT/BT  
per ausiliari



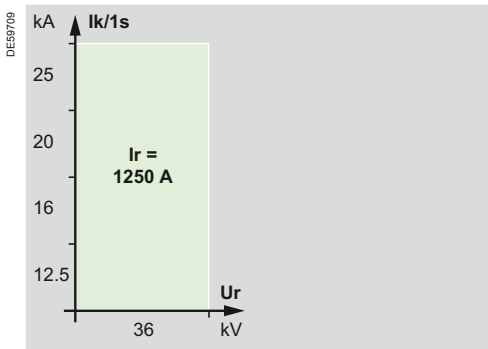
**Kit estensione SM6-24**  
Advance 2014/2018



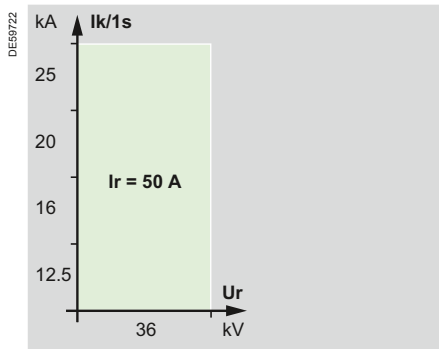
**Gamma**

36 kV

**Caratteristiche elettriche**



36 kV



**Unità base:**

- sezionatore e sezionatore di terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CS
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- piastre di ammarro cavi unipolari
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di aperto

- due fusibili tipo Fuasrc CF 6,3A
- sezionatore circuiti BT
- 1 trasformatore di tensione (fase/fase)

- Adattamento per estensione SM6 Advance 2014/2018

**Accessori opzionali:**

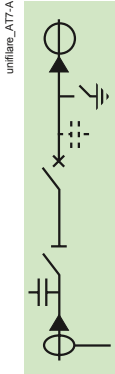
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- cassonetto per arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno

- terna di scaricatori sovratensione per 36 kV (fino a 630 A)

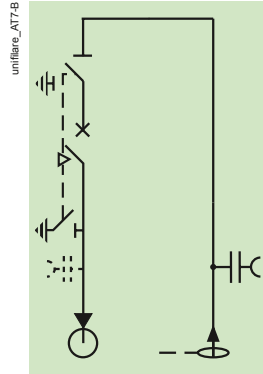
- sistema di segnalazione meccanico e contatti ausiliari per intervento fusibili

**Monoblocco AT7-A<sup>(1)</sup>** (non ampliabile)

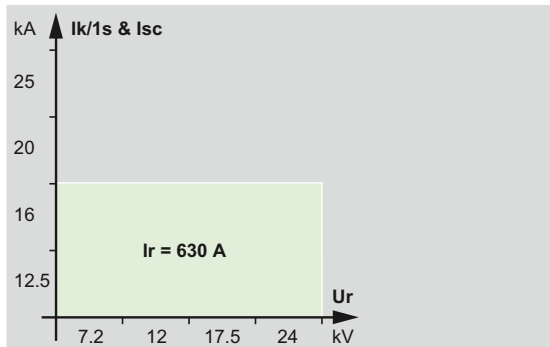
Monoblocco Arrivo più protezione trasformatore tramite interruttore con uscita dall'alto

**Monoblocco AT7-B<sup>(1)</sup>** (non ampliabile)

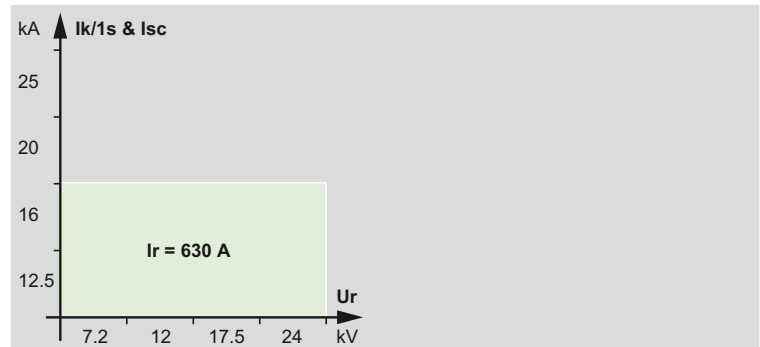
Monoblocco Arrivo più protezione trasformatore tramite interruttore con uscita dal basso

**Gamma**

24 kV

**Caratteristiche elettriche (2)**

24 kV

**Unità base:**

- interruttore SF1 con comando RI
- sezionatore a monte dell'interruttore
- comando manuale CS
- sistema di sbarre
- blocco a chiave sul sez. in posizione di aperto-chiuso
- blocco a chiave sul sez. di terra aperto-chiuso
- indicatore di presenza tensione sull'arrivo cavi
- 3 trasformatori di corrente multirange LPCT
- 1 trasformatore toroidale
- cassetto partenza cavi dall'alto con sez. di terra
- pannello per Sepam S20-S40
- piastre di ammarro cavi unipolari
- leva di manovra
- contatti ausiliari sull'interruttore
- LSC2A

- interruttore SF1 con comando RI
- sezionatore a monte dell'interruttore
- comando manuale CS
- sistema di sbarre
- blocco a chiave sul sez. in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di terra in chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- indicatore di presenza tensione sull'arrivo cavi
- 3 trasformatori di corrente multirange LPCT
- 1 trasformatore toroidale
- canale risalita cavi MT in ingresso
- vano BT per Sepam S20-S40
- piastre di ammarro cavi unipolari
- leva di manovra
- contatti ausiliari sull'interruttore
- LSC2A

**Versione:**

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrorisonanza

**Accessori opzionali:**

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - contatti ausiliari sul sezionatore di terra
  - indicatore di presenza tensione sulla partenza cavi
  - resistenza anticondensa
  - monitoraggio termico
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
  - bobina di minima tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

- **unità:**
  - contatti ausiliari sul sezionatore
  - contatti ausiliari sul sezionatore di terra
  - indicatore di presenza tensione sulla partenza cavi
  - resistenza anticondensa
  - monitoraggio termico
- **interruttore:**
  - comando motorizzato completo di sganciatori
  - sganciatori di apertura e chiusura
  - bobina di minima tensione
  - contamanovre per comando manuale
  - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

(1) Solo in versione non a tenuta arco interno (2) Per prestazioni superiori, consultare Schneider Electric

## Caratteristiche delle unità funzionali

I comandi delle apparecchiature sono centralizzati sul pannello frontale dell'unità. La tabella a lato riporta i diversi tipi di comando. Le velocità di azionamento non dipendono dall'operatore, tranne che per il comando CS.

Unità	Tipo di comando					
	Interruttore/sezionatore					Interruttore
	CIT	CI1	CI2	CS	CC	RI
IM, IMB, IMP, IMU	■	□	□			
IMC	■	□	□			
PM	■	□	□ <sup>(1)</sup>			
QM	■	□ <sup>(2)</sup>				
QMC, QMB	■	□				
CM, CM2, CRM, CVM				■		
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-R, DM1-G, DM1-J, DM2, DMVL-A, DMVL-D				■		■
DM1-A <sup>(3)</sup>				■	■	■
NSM-cavi, NSM-sbarre			■			
GAM 24 kV					■	
SM, TM, GAM 36 kV				■		

■ Forniti di serie

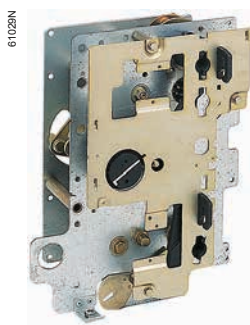
□ Altra possibilità

(1) Solo 36 kV

(2) Standard su QM 24 kV

(3) Versione 1250A

Tipi di azionamento	CIT		CI1		CI2			CS	
<b>Applicazioni unità</b>	Interruttore di manovra-sezionatore Interruttore di manovra-sezionatore con fusibili		Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili		Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili			Sezionatore	
<b>Commutazione circuito principale</b>	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura	Armamento del comando	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura
<b>Azionamento manuale</b>	Leva	Leva	Leva	Pulsante	Leva	Pulsante	Pulsante	Leva	Leva
<b>Azionamento elettrico (opzione)</b>	Motore	Motore	Motore	Bobina	Motore	Bobina	Bobina	N/A	N/A
<b>Velocità di azionamento</b>	da 1 a 2 s	da 1 a 2 s	da 4 a 7 s	35 ms	da 4 a 7 s	55 ms	35 ms	N/A	N/A
<b>Applicazioni in rete</b>	Telecontrollo gestione rete		Telecontrollo protezione trasformatore		Telecontrollo gestione rete, esigenze di riconfigurazione rapida (alim. generatore, loop)			N/A	
<b>Sezionatore di terra</b>	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura	N/A	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura
<b>Comando manuale</b>	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva



## Comando a doppia funzione CIT

### • Funzione interruttore di manovra-sezionatore

Apertura e chiusura indipendente tramite leva o motorizzazione.

### • Funzione sezionatore di terra

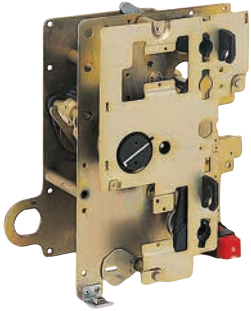
Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

### • Accessori a richiesta

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- segnalazione meccanica intervento fusibili nell'unità PM.
- motorizzazione completa di contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS

61030N



## Comando tipo CI1 a doppia funzione

- **Funzione interruttore di manovra-sezionatore**

- apertura e chiusura indipendente tramite leva o motorizzazione.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatore.

- **Funzione sezionatore di terra**

Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- **Accessori a richiesta**

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- intervento fusibili 1NA
- segnalazione meccanica intervento fusibili nell'unità QM.

- **Sganciatori di apertura**

- a lancio di corrente,
- motorizzazione completa di contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS

## Comando tipo CI2 a doppia funzione

- **Funzione interruttore di manovra-sezionatore**

- chiusura indipendente realizzata in due tempi:

- 1 - armamento del comando tramite leva o motorizzazione,
- 2 - liberazione dell'energia immagazzinata attraverso pulsante (I) o sganciatore a lancio di corrente.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatore.

- **Funzione sezionatore di terra**

Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- **Accessori a richiesta**

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- intervento fusibili 1NA
- sganciatore di apertura

- motorizzazione completa di:

contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS

sganciatore di apertura

sganciatore di chiusura

## Comando tipo CS a doppia funzione

- **Funzioni sezionatore e sezionatore di terra**

Apertura e chiusura dipendente dall'operatore tramite leva di manovra.

- **Contatti ausiliari**

- contatti ausiliari unità DM1/DM2/AT7 1NA + 1NC + 1CO su sezionatore

- contatti ausiliari supplementari unità DM1/DM2/AT7 1NA su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra

- contatti ausiliari unità CRM senza TV 2NA + 2NC su sezionatore

- contatti ausiliari supplementari unità CRM senza TV 1NA su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra

- contatti ausiliari unità CRM con TV 1NA + 2NC su sezionatore

- contatti ausiliari unità CM/CM2 2NA + 1NC su sezionatore

- contatti ausiliari unità CVM 2NA + 2NC su sezionatore

- contatti ausiliari supplementari su CVM 1NC su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra

- **Segnalazioni meccaniche**

Intervento fusibili nell'unità CM, CM2 e TM.

## Comando tipo CC a funzione singola

- **Funzione sezionatore di terra**

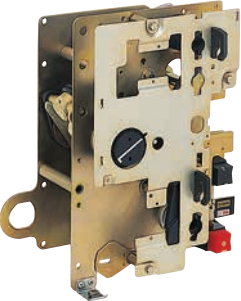
Apertura e chiusura indipendente dall'operatore tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dei contatti.

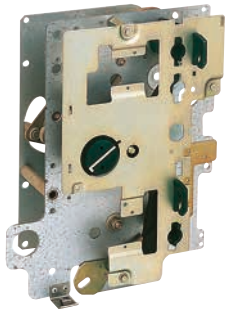
- **Contatti ausiliari**

Sezionatore di terra 1NA + 1NC.

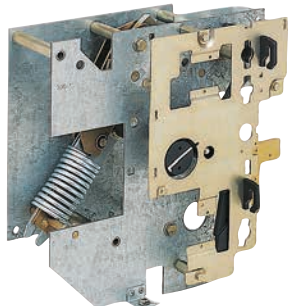
61031N



61032N



61033N





## Comando tipo RI per interruttori SF 24 kV e 36 kV e Evolis 24 kV laterale

- **Funzione interruttore**

- chiusura indipendente realizzata in due tempi.

Armamento del comando tramite leva o motorizzazione

Liberazione dell'energia immagazzinata attraverso pulsante (I) o sganciatore a lancio di corrente.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatori.

- **Contatti ausiliari**

- interruttore 2NA + 2NC + 1CO,

- molle cariche 1NA.

- **Segnalazioni meccaniche**

Contamanovre.

- **Sganciatori di apertura**

- Mitop,

- a lancio di corrente,

- a mancanza di tensione.

- **Sganciatore di chiusura**

- a lancio di corrente

- **Motorizzazione completa di**

- sganciatore di apertura

- sganciatore di chiusura

- relé antirichiusura

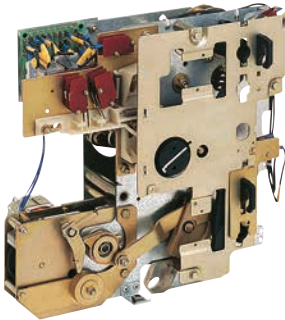
- contamanovre meccanico

- **riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione**

### Combinazioni possibili con gli sganciatori di apertura

Tipo di sganciatore	SFset		SF1				
	1	2	1	2	3	4	5
Mitop	■	■					
Sganciatore di apertura	■		■			■	
Sganciatore di apertura doppia				■			■
Relè di minima tensione		■			■	■	■

61036N



## Motorizzazione e sganciatori per unità interruttore

I comandi CIT, CI1 e CI2 possono essere motorizzati.

Un		DC				AC (50 Hz)*	
Alimentazione	(V)	24	48	110	125	120	230
<b>Motorizzazione</b>							
	(W)	200					
	(VA)					200	
Tempo di caric. CIT		da 1 a 2 (s)				da 1 a 2 (s)	
Tempo di caric. CI1, CI2		da 4 a 7 (s)				da 4 a 7 (s)	
<b>Sganciatori di apertura</b>							
A lancio di corrente	(W)	200	250	300	300		
	(VA)					400	750
Tempo di risposta	(ms)	35				35	
<b>Sganciatore di chiusura</b>							
A lancio di corrente	(W)	200	250	300	300		
	(VA)					400	750
Tempo di risposta	(ms)	55				55	

\* Per altre frequenze consultateci.

## Motorizzazione e sganciatori per unità SF6 e interruttori Evolis 24 kV laterali

Il comando RI può essere equipaggiato con motore caricamolle.

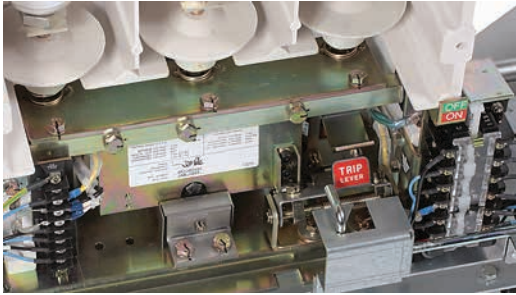
Un		DC					AC (50 Hz)*	
Alimentazione	(V)	24	48	110	125	220	120	230
<b>Motorizzazione</b>								
	(W)	300						
	(VA)						380	
Tempo di caricam.	(s)	15					15	
<b>Sganciatori di apertura</b>								
Mitop	(W)	3						
Tempo di risposta	(ms)	30					30	
A lancio di corrente	(W)	85						
	(VA)						180	
Tempo di risposta	(ms)	45					45	
A mancanza di tensione								
all'eccitazione	(W)	160						
	(VA)						280	550
di tenuta	(W)	10						
	(VA)						50	40
Tempo di risposta	(ms)	55					55	
<b>Sganciatore di chiusura</b>								
A lancio di corrente	(W)	85						
	(VA)						180	
Tempo di risposta	(ms)	65					65	

\* Per altre frequenze consultateci.

PE57164







## Contatti ausiliari per contattore in vuoto

I contatti ausiliari sono di tipo a commutazione con punto comune.

Sono disponibili i seguenti blocchi di contatti:

- 3NA + 3NC per versione con ritenuta elettrica (contatti aggiuntivi facoltativi 3NA + 3NC),
- 5NA + 6NC per versione con aggancio meccanico.

### Caratteristiche contatti ausiliari

Tensione di esercizio	Min 48 V	
	Max 480 V	
Corrente nominale		10 A
Potere di interruzione	Vdc	60 W (L/R 150 ms)
	Vac	700 VA (fatt. di potenza 0,35)

### Caratteristiche dello sganciatore di apertura (per versione con aggancio meccanico)

Alimentazione (Vdc)	48	125	250
Consumo (W)	470	680	640
Tempo di risposta (ms)	20-40	20-41	20-40

## Tabella di sintesi per unità

Unità	CRM	CVM	DM1-R AT7-A AT7-B	DM1-A	DM1-P	DM1-G	DMI-J	DM2	DMVL-A	DMVL-D	GBC-A	IMU	DM1-A	GBC-A GBC-B
TA tipo	630 A											1250 A		
ARJP1	■	■												
ARJP2	■	■												
ARJP3													■	■
ARM3				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
ARM4				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
CS300				■		■								
TLP130		■	■	■					■					



## Trasformatore tipo ARJP1/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

## Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I1n (A)	10	20	30	50	75	100	150	200
Ith (kA)	1,2	2,4	3,6	6	10	10	10	10
t (s)	1							
Misura e protezione	5 A	15 VA - classe 0,5						
	5 A	2,5 VA - 5P20						



## Trasformatore tipo ARJP2/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

## Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I1n (A)	50	100	200	400	600	
Ith (kA)	25					
t (s)	1					
Misura e protezione	5 A	10 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5	20 VA classe 0,5
	5 A	2,5 VA 5P20	2,5 VA 5P20	5 VA 5P20	5 VA 5P20	7,5 VA 5P20



## Trasformatore tipo ARJP3/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

## Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I1n (A)	1000	1250
Ith (kA)	25	
t (s)	1	
Misura e protezione	1 A	30 VA - classe 0,5
	1 A	10 VA - 5P20
Misura e protezione	5 A	30 VA - classe 0,5
	5 A	10 VA - 5P20



ARM4

## Trasformatore tipo ARM4

- caratteristiche secondo norma IEC 61869-2
- un avvolgimento primario o doppio avvolgimento primario
- fino a tre avvolgimenti secondari per misura e protezione
- tensione nominale max 7,2 - 12 - 17,5 - 24kV
- corrente nominale primaria fino a 630A (per unità SM6)
- correnti secondarie 5A o 1A
- versione con un avvolgimento secondario: ARM4/N1F
- versione con due avvolgimenti secondari: ARM4/N2F
- versione con tre avvolgimenti secondari: ARM4/N3F

61041N



## Trasformatore tipo ARM3/N1F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- singolo avvolgimento primario
- un avvolgimento secondario per misura e protezione.

### Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I <sub>1n</sub> (A)	25	50	100	200	300	300
I <sub>th</sub> (kA)	16	25				
t (s)	1					
Misura e protezione	5 A	7,5 VA - 5P10	2,5 VA - 5P30, 7,5 VA - 5P10 cl. 1			10 VA - 5P30

## Trasformatore tipo ARM3/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

### Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I <sub>1n</sub> (A)	25/50	50/100	100/200	200/400	300/600
I <sub>th</sub> (kA)	12,5/25	21	25		
t (s)	1				
Misura e protezione	5 A	7,5 VA	cl. 0,5		
	5 A	5 VA 5P10	5 VA - 5P15		5 VA - 5P15
			2 VA - 5P30		1 VA - 5P30

CS300



## Trasformatori di corrente tipo CS300

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- avvolgimento primario a barra passante
- un avvolgimento secondario per protezione
- da installare sull'interruttore SF

I <sub>1n</sub> (A)	300
I <sub>th</sub> (kA)	16
t (s)	1
Misura e protezione	1 A 1 VA 5P30

PE57162



## Trasformatori di corrente LPCT (Low Power Current Transformer) TLP130

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 60044-8
- multirange
- tensione di uscita diretta per misura e protezione
- connettore secondario RJ45-8 pti
- livello di isolamento 0,72 kV
- diametro interno 130 mm.

Corrente primaria nominale min.	5 A
Corrente primaria nominale	100 A
Corrente primaria nominale est.	1250 A
Uscita secondario nominale	22,5 mV
Classe di precisione per misura	0,5
Classe di precisione per protezione	5P
Fattore limite precisione	250
Corrente termica di breve durata	25 kA 1 s
Tensione max (U <sub>m</sub> )	0,72 kV
Tensione nomin. di tenuta alla frequenza di esercizio	3 kV

# Trasformatori di corrente per SM6 36 kV

PE5722



Trasformatore di corrente ARM6T

## Per unità DM1-A, DM1-D, DM2, IMC, GBC-A, GBC-B

### Trasformatore tipo ARM6T/N1 o N2

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

### Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I <sub>n</sub> (A)	50-100	75-150	100-200	150-300	200-400	300/600	1000/1250
I <sub>th</sub> (kA)	16 - 20						25
t (s)	1						1
Misura e protezione	5 A	7,5 VA - 15 VA - classe 0,5					30 VA - classe 0,5
	5 A	2,5 VA - 5 VA - 5P20					10 VA - 5P20

PE58381



Trasformatore di corrente ARM9T

## Per unità DM1-A, DM1-D, DM2

### Trasformatore tipo ARM9T

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

### Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I <sub>n</sub> (A)	1000/1250	
I <sub>th</sub> (kA)	40	
t (s)	1	
Misura e protezione	5 A	30 VA - classe 0,5
	5 A	10 VA - 5P20

PE57162



LPCT

## Trasformatori di corrente LPCT (Low Power Current Transformer) per unità DM1-A

### Trasformatore tipo TLP 130, TLP 190

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 60044-8
- multirange
- tensione di uscita diretta per misura e protezione
- connettore secondario RJ45-8 pt
- livello di isolamento 0,72 kV
- diametro interno 130 o 190 mm
- nelle unità SM6-36, il TLP 130 può essere utilizzato per 630 A, il TLP 190 fino a 1250 A.

	TLP 130	TLP 190
Corrente primaria nominale min.	5 A	5 A
Corrente primaria nominale est.	1250 A	2500 A
Uscita secondario	22,5 mV - 100 A	22,5 mV - 100 A
Classe di precisione per misura	0,5	0,5
Classe di precisione per protezione	5P	5P
Fattore limite precisione	250	400
Corrente termica di breve durata	25 kA 1 s	40 kA 1 s
Tensione max (U <sub>m</sub> )	0,72 kV	0,72 kV
Tensione nomin. di tenuta alla frequenza di esercizio	3 kV	3 kV

## Tabella di sintesi per unità

TV tipo	Unità CM CMK	CM2	CRM	CVM	AT7-B DM1-G	DM1-P DM1-J	DMVL-A DMVL-D	GBC-A GBC-B IMU DM2	DM1-A 1250 A
VRQ2/S2	■		■		■	■	■	■	■
VRQ2/S3						■	■		
VRC2/S1F		■						■	
VRC1/S1				■					
VRFR-n/S1				■					

61046N

Trasformatore tipo VRQ2/S2 (fase/massa)  
50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	12 kV	24 kV			
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3	20/√3	22/√3	23/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3				
Potenza termica nominale (VA)	200				
Prestazione nominale 1° secondario	15 VA cl. 0,5				
Prestazione nominale 2° secondario	50 VA cl. 0,5 - 3P				

Trasformatore tipo VRQ2/S3 (fase/massa)  
50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	12 kV	24 kV			
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3	20/√3	22/√3	23/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3				
Potenza termica nominale (VA)	200				
Prestazione nominale 1° secondario	5 VA cl. 0,2				
Prestazione nominale 2° secondario	5 VA cl. 0,2				
Prestazione nominale 3° secondario	50 VA cl. 0,5 - 3P				

Trasformatore tipo VRFR-n/S1  
(fase/massa) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	17,5	
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3	
Potenza termica nominale (VA)	250	
Classe di precisione	0,5	
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	30	

61046N

Trasformatore tipo VRC2/S1F (fase/fase)  
50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

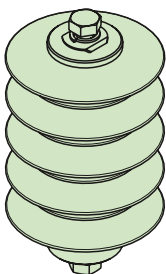
Tensione nominale (kV)	24				
Tensione primaria (kV)	10	15	20	22	23
Tensione secondaria (V)	100				
Potenza termica nominale (VA)	500				
Prestazione nominale	15 VA cl. 0,5 - 3P				

# Trasformatori di tensione per SM6 24 kV

DES2402



DES408



## Trasformatore tipo VRC1/S1 (fase/fase) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	7,2				
Tensione primaria (kV)	3,3	5	5,5	6	6,6
Tensione secondaria (V)	110	100	110	100	110
Potenza termica nominale (VA)	300				
Classe di precisione	0,5				
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	100				

## Limitatori di sovratensione

### Per unità IMP, GAM, DM1-A, DMVL-A

In (A)	630				
Un (kV)	7,2	10	12	17,5	24
Corrente nominale di scarica	10 kA				
Classe di scarica	1				

# Trasformatori di tensione per SM6 36 kV

PE5723



Trasformatore di tensione VRF3

## Per unità CM, GBC-A, GBC-B, DM1-A

### Trasformatore tipo VRF3/S2 (fase/massa)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	$30\sqrt{3}$	$33\sqrt{3}$
Tensione secondaria (V)	$100\sqrt{3}$	$100\sqrt{3}$ o $110\sqrt{3}$
Potenza termica nominale (VA)	450	
Prestazione nominale 1° secondario	30-50 VA cl. 0,5	
Prestazione nominale 2° secondario	50 VA 3P	

PE5724



Trasformatore di tensione VRC3

## Per unità CM2

### Trasformatore tipo VRC3/S1 (fase/fase)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	30	33
Tensione secondaria (V)	100	100 o 110
Potenza termica nominale (VA)	700	
Classe di precisione	0,5	
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	50-100	

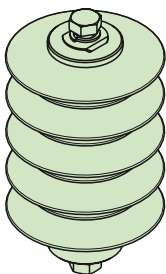
## Per unità TM

### Trasformatore tipo VRC3/S1 (fase/fase)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	30	33
Tensione secondaria (V)	220	
Potenza termica nominale (VA)	1000	

DE58408



## Limitatori di sovratensione

### Per unità IM, DM1-A, SM, GAM2

In (A)	630
Un (kV)	36
Corrente nominale di scarica	10 kA
Classe di scarica	1

# Fusibili Fusarc CF

## Generalità



### Presentazione

I Fusarc CF costituiscono un'ampia gamma di fusibili ad alto potere d'interruzione. Sono del tipo per uso combinato e vengono impiegati per proteggere i circuiti di distribuzione di media tensione dagli effetti dinamici e termici provocati dai corto-circuiti con correnti più elevate della corrente minima di interruzione del fusibile.

I fusibili Fusarc CF garantiscono una protezione sicura contro i guasti rilevanti che possono prodursi sia sui circuiti media tensione che sui circuiti bassa tensione. La protezione può essere aumentata combinando i fusibili con sistemi di protezione bassa tensione o con un relè di sovracorrente.

### Caratteristiche fondamentali

- alto potere d'interruzione
- alta limitazione di corrente
- interruzione sicura delle correnti critiche
- bassa sovratensione d'interruzione
- bassa dissipazione di potenza
- nessuna manutenzione né invecchiamento/usura
- uso interno o esterno
- con percussore

### Norme

I fusibili Fusarc sono progettati e prodotti in conformità con le seguenti norme:

- CEI EN 60282-1
- DIN 43625

### Garanzia di qualità

I fusibili Fusarc CF sono prodotti in conformità alle direttive di qualità imposte dal possesso del Certificato Sistema Qualità ISO-9001/EN29001.

### Prove

I fusibili Fusarc CF sono sottoposti, oltre alle prove prescritte dalle normative, alle seguenti prove particolari:

- **prova di tenuta:**

per verificare la tenuta stagna dei fusibili Fusarc CF, questi vengono immersi in un bagno d'acqua calda (80° C) per 5 minuti.

- **resistenza elettrica:**

per essere sicuri che alla fine del processo di fabbricazione i fusibili garantiscano le prestazioni desiderate, si procede alla misura della resistenza a freddo di ogni singolo fusibile, per verificarne i valori in base alle caratteristiche nominali.





Zone di funzionamento di un fusibile.

## Definizioni

### Un: tensione nominale

È la più elevata tensione tra le fasi (espressa in kV) della rete sulla quale potrà essere installato il fusibile.

### In: corrente nominale

È il valore della corrente che il fusibile è in grado di sopportare continuativamente senza riscaldamento anomalo (in genere 65° C di sovratemperatura per i contatti).

### I3: corrente minima d'interruzione

È il valore minimo della corrente che provoca la fusione e l'interruzione del fusibile. Per i nostri fusibili questi valori sono compresi tra 3 e 5 volte il valore di In.

**Nota:** Non è sufficiente per un fusibile fondere per interrompere il passaggio della corrente. Per correnti inferiori a I3, il fusibile fonde ma può non provocare l'interruzione della corrente. L'arco resta mantenuto fino a che un ulteriore intervento esterno non interrompe la corrente.

**È quindi fondamentale evitare la sollecitazione di un fusibile nella zona compresa tra In e I3.**

### I2: correnti critiche (correnti che creano condizioni vicine alla massima energia d'arco)

Il valore di I2 varia tra 20 e 100 volte il valore di In, in base al tipo di fusibile. Se il fusibile può interrompere questa corrente può anche garantire l'interruzione della corrente nella zona compresa tra I3 e I1.

### I1: corrente massima d'interruzione

È la corrente presunta di guasto che il fusibile è in grado di interrompere. Questo valore è molto elevato per i nostri fusibili, da 20 a 63 kA.

**Nota:** è necessario assicurarsi che la corrente di corto-circuito della rete sia minore o uguale alla corrente I1 del fusibile utilizzato.

## Curve

### Curve di limitazione di corrente

La gamma dei fusibili Fusarc CF è particolarmente adatta alla protezione dei trasformatori contro i corto-circuiti.

Se si sceglie un fusibile Fusarc CF con corrente nominale corretta i corto-circuiti non raggiungeranno mai il loro valore massimo.

A titolo di esempio si può osservare alla pag. 136 che, dato un corto-circuito con corrente presunta di 5 kA, in un'installazione non protetta il valore di picco della corrente sarebbe di 12,5 kA.

Se avessimo utilizzato un fusibile Fusarc CF con intensità nominale di 16 A, il valore massimo istantaneo raggiunto sarebbe stato di ~1,5 kA.

### Curve tempo/corrente

Queste curve caratteristiche indicano che, per ciascun tipo di fusibile, ad ogni valore di corrente RMS è associato un tempo di fusione o di pre-arco.

Un'attenta selezione degli elementi di fusione e un'accurata progettazione, oltre a rigorosi controlli industriali, garantiscono che non venga superato un margine del ±10%, più basso quindi di quanto previsto dalle norme IEC.

In sede di progettazione dei fusibili Fusarc CF, si è preferito avere una corrente di fusione relativamente alta a 0,1 sec., allo scopo di sopportare le correnti di inserzione dei trasformatori e, al tempo stesso, una corrente di fusione bassa a 10 sec., per garantire una interruzione rapida in caso di guasto. Nelle pagine seguenti sono riportate le caratteristiche tempo/corrente dei fusibili Fusarc CF.

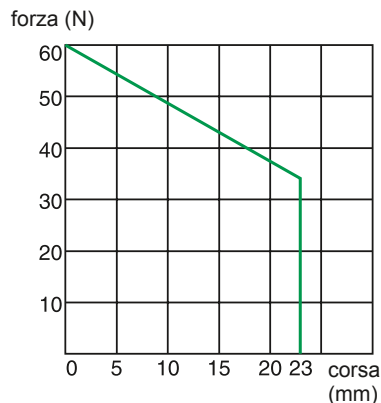
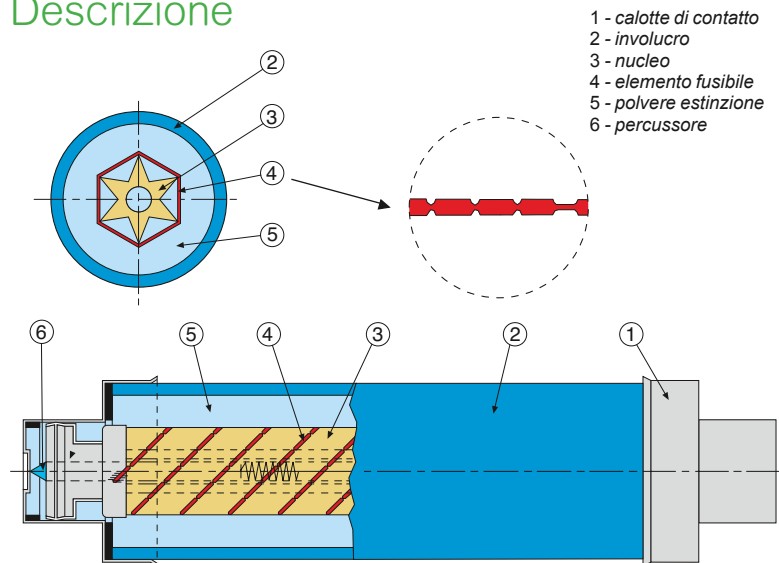


Figura 1: questo grafico mostra il valore della forza rilasciata dal percussore in base alla lunghezza della corsa.

## Descrizione



### Calotte di contatto (1)

In associazione con l'involucro formano un insieme che deve rimanere integro prima, durante e dopo l'interruzione della corrente. Per questo devono resistere alle sollecitazioni meccaniche e garantire la tenuta stagna soprattutto nei confronti delle sovrappressioni sviluppate dall'arco. Devono inoltre garantire nel tempo la stabilità dei componenti interni.

### Involucro (2)

Questa parte del fusibile deve resistere alle sollecitazioni specifiche qui di seguito indicate (in relazione a quanto sopra):

- **sollecitazioni termiche:** l'involucro deve sopportare i rapidi aumenti di temperatura che si sviluppano durante il processo di estinzione dell'arco.
- **sollecitazioni elettriche:** l'involucro deve sopportare la tensione di ritorno dopo l'interruzione.
- **sollecitazioni meccaniche:** l'involucro deve sopportare l'aumento di pressione prodotto dall'espansione della sabbia quando si verifica l'interruzione.

### Nucleo (3)

Si tratta di un cilindro in ceramica circondato da alette, sul quale è avvolto l'elemento fusibile. All'interno del cilindro, isolati dagli elementi fusibili, sono alloggiati il filo di comando del percussore ed il percussore stesso.

### Elemento fusibile (4)

È l'elemento principale del fusibile. Deve essere realizzato con materiali a bassa resistività, non soggetti all'usura del tempo. I fusibili Fusarc CF sono composti da elementi fusibili sia in argento puro che in rame argentato (a seconda dei calibri) con una configurazione scelta con cura e ottenuta con numerose prove, in grado quindi di garantire i risultati desiderati.

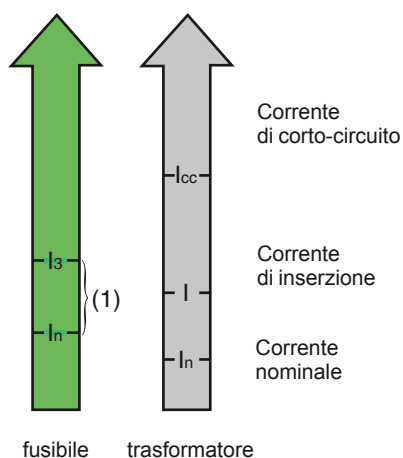
### Polvere di estinzione (5)

La polvere di estinzione è costituita da sabbia di quarzite molto pura (oltre il 99,7%), priva di composti metallici e umidità. La sabbia, con il processo di vetrificazione assorbe l'energia sviluppata dall'arco formando con l'elemento fusibile un composto isolante, detto folgorite.

### Percussore (6)

È il dispositivo meccanico che indica il corretto funzionamento del fusibile. Fornisce inoltre l'energia necessaria ad azionare un apparecchio d'interruzione associato. Il percussore è comandato da un filo ad alta resistenza in Ni-Cr che, in seguito alla fusione dell'elemento fusibile, fonde anch'esso e libera il percussore. È molto importante che il filo di comando non provochi l'intervento anticipato del percussore e che non interferisca nemmeno nel processo d'interruzione. I percussori installati sui ns. fusibili sono di "tipo medio"; la figura 1 illustra le loro caratteristiche forza/corsa.

# Guida alla scelta e all'impiego fusibili per la gamma SM6



(1) In questa zona di corrente occorre eliminare qualsiasi sovraccarico con i dispositivi di protezione BT o con un interruttore MT dotato di relè di sovracorrente.

## Generalità

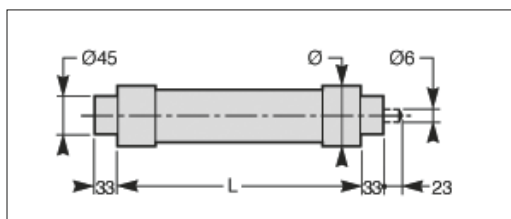
In base alle loro caratteristiche i diversi tipi di fusibili garantiscono una corretta protezione ad un'ampia varietà di apparecchi media tensione (trasformatori, motori, condensatori).

È necessario e molto importante tenere sempre in mente i seguenti punti:

- La tensione nominale  $U_n$  del fusibile deve essere uguale o maggiore della tensione di rete.
- La corrente  $I_1$  del fusibile deve essere uguale o maggiore della corrente di corto-circuito della rete.
- Bisogna tenere sempre conto delle caratteristiche dell'apparecchio che si desidera proteggere.

**Importante: anche se è intervenuto uno solo dei 3 fusibili, si consiglia di cambiarli tutti perchè anche gli altri due potrebbero aver subito danni.**

## Fusarc-CF (DIN 43.625)



Un trasformatore impone ad un fusibile tre sollecitazioni principali. Per questo i fusibili devono essere in grado di:

- ... **soportare, senza intervento intempestivo, il picco di corrente dovuto all'inserzione di un trasformatore.**

Si deve verificare che la corrente di fusione del fusibile a 0,1 sec. sia maggiore di 12 volte la corrente nominale del trasformatore.

$$I_f(0,1 \text{ s.}) > 12 \times I_n \text{ trasform.}$$

- ... interrompere la corrente conseguente ad un guasto al circuito **secondario del trasformatore.**

Un fusibile dedicato alla protezione di un trasformatore deve intervenire prima che la corrente di corto-circuito, prevista per il trasformatore ( $I_{cc}$ ) possa danneggiarlo.

$$I_f(2 \text{ s.}) < I_{cc}$$

Inoltre si deve verificare che la corrente di corto-circuito sia maggiore della corrente minima di interruzione  $I_3$  del fusibile.

$$(I_n \text{ trasform.} / U_{cc}) > I_3$$

- ... **soportare la corrente nominale in servizio continuo, oltre agli eventuali sovraccarichi.**

Per poter fare questo, la corrente nominale del fusibile deve essere superiore a 1,4 volte la corrente nominale del trasformatore.

$$I_n \text{ fusibile} > 1,4 I_n \text{ trasform.}$$

PEE7161



## Scelta della corrente nominale

Per poter scegliere correttamente la corrente nominale del fusibile per la protezione del trasformatore, occorre conoscere e tenere in considerazione:

- **le caratteristiche del trasformatore**
  - tensione di esercizio (kV)
  - potenza (P in kVA)
  - tensione di corto-circuito ( $U_{cc}$  in %)
  - corrente nominale
- **le caratteristiche dei fusibili**
  - caratteristiche tempo/corrente (I<sub>f</sub> 0,1s e I<sub>f</sub> 2 s)
  - corrente minima d'interruzione (I<sub>3</sub>)
- **le condizioni d'installazione e d'impiego**
  - a giorno, in unità isolate in aria oppure in gas SF<sub>6</sub>, ecc.
- **la presenza o meno di sovraccarichi permanenti.**

**Il codice colore è legato alla tensione nominale del fusibile**

Corrente nominale in A, impiego senza sovraccarico a  $-5^{\circ}\text{C} < t < 40^{\circ}\text{C}$ .

⚠ Consultateci per sovraccarichi e impiego a temperature superiori a  $40^{\circ}\text{C}$ .

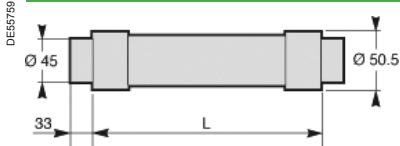
Fusibile tipo	Tensione nominale (kV)	Calibro del trasformatore (kVA)															Tensione nominale (kV)		
		25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600		2000	2500
<b>Fusarc CF (caso generale per QM, secondo norma CEI-EN 62271-105)</b>																			
3,3		16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160 <sup>(1)</sup>	200 <sup>(1)</sup>					<b>7,2</b>	
5		10	16	31,5	40	40	50	63	80	80	125	125	160 <sup>(1)</sup>						
5,5		10	16	31,5	31,5	40	50	50	63	80	100	125	125	160 <sup>(1)</sup>	160 <sup>(1)</sup>				
6		10	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	125	125	160 <sup>(1)</sup>	160 <sup>(1)</sup>				
6,6		10	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160 <sup>(1)</sup>				
10		6,3	10	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	100	125 <sup>(1)</sup>	200 <sup>(1)</sup>	<b>12</b>	
11		6,3	10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63	80	100	100	125 <sup>(1)</sup>	160 <sup>(1)</sup>		
13,8		6,3	10	16	16	20	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100 <sup>(1)</sup>	125 <sup>(1)</sup>	125 <sup>(1)</sup>	<b>17,5</b>
15		6,3	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100 <sup>(1)</sup>	125 <sup>(1)</sup>	125 <sup>(1)</sup>	
20		6,3	6,3	10	10	16	16	25	25	31,5	40	40	50	50	63	80	100 <sup>(1)</sup>	125 <sup>(1)</sup>	<b>24</b>
22		6,3	6,3	10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	80	80	100 <sup>(1)</sup>	
<b>Fusarc CF per trasformatori a secco <sup>(2)</sup></b>																			
30						10		10	16	20	25	31,5	31,5	50	50	63	63	<b>36</b>	
31,5						10		10	16	20	25	25	31,5	50	50	63	63		
33						6,3		10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63		
34,5						6,3		10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63		
<b>Fusarc CF per trasformatori con isolamento in olio <sup>(2)</sup></b>																			
30						10		10	16	20	25	31,5	31,5	40	40	50	63	<b>36</b>	
31,5						10		10	16	20	25	31,5	31,5	40	40	50	63		
33						10		10	16	20	25	25	31,5	31,5	40	40	50		
34,5						10		10	16	20	25	25	31,5	31,5	40	40	50		

(1) Consultateci

(2) Questa tabella è realizzata in accordo alle caratteristiche tecniche dei nostri trasformatori, le caratteristiche dei trasformatori e dei fusibili possono cambiare a seconda dei produttori e delle norme.

## Scelta dei fusibili

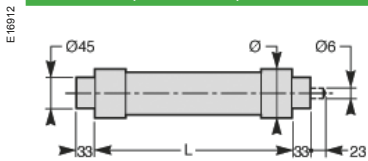
### Fusarc CF per protezione TV (senza percussore)



Referenza	Tensione di isolamento (kV)	Tensione di esercizio (kV)	Taglia (A)	Corrente max. d'interruz. I1 (kA)	Corrente min. d'interruz. I3 (A)	Resistenza a freddo <sup>(1)</sup> (m Ohm)	L lunghezza (mm)	Ø diametro (mm)	Peso (kg)
03812873NA	12	6/12	1	63	9,5	3834	292	50,5	1,2
03812897NA	24	10/24	1	40	9,5	4815	442	50,5	1,6

<sup>(1)</sup> I valori di resistenza sono indicati con una tolleranza di  $\pm 10\%$  per una temperatura ambiente di 20°C. Fusibili protezione trasformatori sono realizzati senza il percussore come indicati nel disegno

### Fusarc CF (Norma DIN)



Referenza	Tensione di isolamento (kV)	Tensione di esercizio (kV)	Taglia (A)	Corrente max. d'interruz. I1 (kA)	Corrente min. d'interruz. I3 (A)	Resistenza a freddo (1) (m Ohm)	Potenza dissipata (W)	L lungh. (mm)	Ø diam. (mm)	Peso (kg)								
03812868NQ	3,6	3/3,6	250	50	2000	0,626	58	292	86	3,4								
03812869NN	7,2	3 / 7,2	125	50	650	3,4	88	292	86	3,4								
03812869NO			160		1000	2,2	87											
03812869NP			200		1400	1,8	95											
03812872NQ	12	6/12	250	63	2200	0,96	95	442	86	5								
03812872NZ			6,3		36	283,4	16				292	50,5	1,2					
03812873NB			10		39	165,5	18				76	3,2						
03812873NC			16		50	106	37											
03812873ND			20		62	82	42											
03812873NE			25		91	56	52											
03812873NF			31,5		106	40	59											
03812873NG			40		150	28	74											
03812873NH			50		180	18,5	70											
03812873NI			63		265	14,8	82											
03812873NL			80		280	11,1	102											
03812873NM			100		380	8	120											
03812884NN	17,5	10 / 17,5	125	40	650	5,3	143	442	86	5								
03812884NO			160		1000	3,5	127											
03812884NP			200		1400	2,7	172											
03812887NA	24	10/24	6,3	40	36	369,3	21	367	50,5	1,5								
03812887NB			10		39	212,2	25											
03812887NC			16		50	132	46											
03812887NE			25		91	71	66											
03812887NF			31,5		106	51	74											
03812887NG			40		150	35	94											
03812887NH			50		180	23,4	93				76	3,9						
03812887NI			63		265	19,4	121											
03812887NL			80		330	13,5	145											
03812887NM			100		450	11	192											
03812897NZ			36		20 / 36	6,3	40						36	714	39	537	50,5	1,9
03812897NB						10							39	392,2	50			
03812897NC	16	50		252		98												
03812897NE	25	91		133		133												
03812897NF	31,5	106		103		171		76	5,4									
03812897NG	40	150		70		207												
03812907NH	50	200		47		198				86	6,5							
03812907NI	63	250		35		240												

<sup>(1)</sup> I valori di resistenza sono indicati con una tolleranza di  $\pm 10\%$  per una temperatura ambiente di 20°C.

## Caratteristiche delle unità funzionali

La corrente nominale dei fusibili installati nelle unità dipende dai seguenti criteri:

- corrente nominale motore  $I_n$
- corrente di avviamento  $I_d$
- la frequenza degli avviamenti.

La corrente nominale dei fusibili viene calcolata in modo tale che una corrente pari al doppio della corrente di avviamento non provochi la fusione del fusibile per un periodo uguale al tempo di avviamento.

Nella tabella a lato sono riportate le correnti nominali dei fusibili da utilizzare in base ai seguenti criteri:

- avviamento diretto DOL
- $I_d/I_n \leq 6$
- $pf = 0,8$  ( $P \leq 500$  kW) o  $0,9$  ( $P > 500$  kW)
- $\eta = 0,9$  ( $P \leq 500$  kW) o  $0,94$  ( $P > 500$  kW).

I valori indicati si riferiscono a fusibili Fusarc (secondo norma DIN 43-625).

### Esempio:

Consideriamo un motore 950 kW a 5 kV.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot pf} = 130 \text{ A}$$

$$I_d = 6 \times I_n = 780 \text{ A}$$

Selezionare il valore successivo più alto, es. 790 A.

Per 5 avviamenti di 5 secondi all'ora scegliere fusibili da 200 A.

**Nota:** lo stesso motore non sarebbe protetto per 12 avviamenti all'ora dal momento che la tensione di esercizio max per i fusibili da 250 A è uguale a 3.3 kV.

## Scelta dei fusibili per unità CRM

Il codice colore è legato alla tensione nominale del fusibile.

Corrente di avv. (A) $I_d/I_n = 6$	Durata avviamento (s)						Tensione max di esercizio (kV)
	5		10		20		
	Numero di avviam. all'ora						
	6	12	6	12	6	12	
1410	250						
1290	250	250	250				
1140	250	250	250	250	250		
1030	250	250	250	250	250	250	3.3
890	250	250	250	250	250	250	
790	200	250	250	250	250	250	
710	200	200	200	250	250	250	
640	200	200	200	200	200	250	
610	200	200	200	200	200	200	6.6
540	160	200	200	200	200	200	
480	160	160	160	200	200	200	
440	160	160	160	160	160	200	
310	160	160	160	160	160	160	
280	125	160	160	160	160	160	
250	125	125	125	160	160	160	
240	125	125	125	125	125	160	
230	125	125	125	125	125	125	
210	100	125	125	125	125	125	
180	100	100	100	100	100	125	
170	100	100	100	100	100	100	11

## Scelta dei fusibili per unità CVM

Tensione di esercizio (kV)	Corrente di avv. (A)  Id = 6 x Ie	Corrente nominale (servizio continuo) (A)  Ie	Durata avviamento (s)					
			5		10		30	
			Numero di avviam. all'ora					
			3	6	3	6	3	6
3.3	1100	183	250	250	250			
	942	157	250	250	250	250	250	250
	785	131	200	200	200	200	200	250
6.6	628	105	160	160	160	200	200	200
	565	94	160	160	160	160	160	160
	502	84	125	160	160	160	160	160
	439	73	125	125	125	160	160	160
	377	63	100	125	100	125	125	160
	314	52	100	100	100	100	100	125
	251	42	100	100	100	100	100	100
	188	31	80	100	100	100	100	100
	126	21	50	50	63	80	80	80

### Metodo di scelta dei fusibili:

- se  $I_d \geq 6 \times I_e$ , utilizzare  $I_d$  per la scelta dei fusibili
- se  $I_d < 6 \times I_e$ , utilizzare  $I_e$  per la scelta dei fusibili.

### Nota:

Fusibili lunghezza 292 mm (fusibili Fusarc).

Fusibili solo per protezione contro i cortocircuiti.

Per fusibili 250 A è necessario ritardare l'apertura del contattore.

# Protezione, controllo e monitoraggio



# Protezione, controllo e monitoraggio

## Sommario

---

<b>Protezione</b>	<b>82</b>
Sepam guida alla scelta	82
VIP 400	85
Sepam 10 con sensori Cra e CRb	86
Protezione e sensori tabella di scelta	87
Sensori di misura multi-range LPCT	88
Trip Circuit Supervision	89
<b>Rilevatori di guasto</b>	<b>90</b>
<b>Amperometro</b>	<b>92</b>
<b>Rilevatore di arco elettrico Vamp</b>	<b>93</b>
<b>Controllo</b>	<b>94</b>
Controllo motorizzazione	94
Gestione sistema di distribuzione	95
Monitoraggio termico Easergy TH110	96
Easergy T200S per 24 kV	98
Automatismi	99
Comunicazione e monitoraggio protocollo IEC61850 e GOOSE	101

---

# Protezione

## Guida alla scelta delle unità Sepam per tutte le applicazioni

Le gamma di relè di protezione e misura Sepam è destinata alla protezione delle macchine elettriche e delle reti di distribuzione elettrica, degli impianti industriali e delle cabine.

L'offerta comprende una gamma completa, semplice ed affidabile di soluzioni, composta da cinque famiglie di prodotto: Sepam serie 10, 20, 40, 60 e 80.

### Una gamma adatta alle vostre applicazioni

- Protezione delle cabine (arrivi, partenze e sbarre).
- Protezione dei trasformatori.
- Protezione dei motori e dei generatori.

### Semplicità

#### Facile da installare

- Unità base leggera e compatta.
- Moduli opzionali con montaggio su guida DIN collegati con cavi precablati.
- Software di regolazione PC intuitivo e potente per l'utilizzo di tutte le funzioni e possibilità offerte dalle unità Sepam.

#### Intuitivo

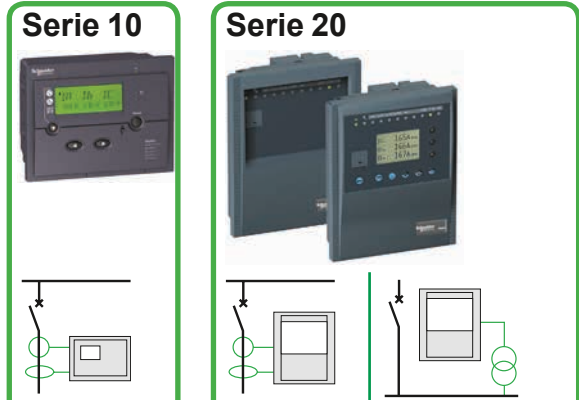
- Interfaccia di dialogo Uomo-Macchina semplice ed intuitiva con accesso diretto ai dati.
- Dati di esercizio locali disponibili nella lingua dell'utente.

### Misura precisa e diagnostica dettagliata

- Misura di tutti i valori elettrici necessari.
- Controllo dello stato dell'apparecchiatura: sensori e circuito di sgancio, stato dell'apparecchiatura.
- Oscillografia.
- Autodiagnostica dell'unità Sepam e watchdog.

### Flessibilità ed evolutività

- Possibilità di aggiunta di moduli opzionali per poter ampliare e far evolvere progressivamente nel tempo il vostro impianto.
- Aggiunta di moduli opzionali in qualsiasi momento.
- Semplicità di collegamento e messa in servizio con procedura di configurazione dei parametri.



Protezioni			
Corrente	■	■ ■	
Tensione			■ ■
Frequenza			■ ■
Specifiche	Massima corrente di fase e di terra	Guasto interrutt.	Disaccoppiamento per derivata di frequenza
Applicazioni			
Cabina	10A, 10B	S20 S24	
Sbarre			B21 B22
Trasformatore tipo	10A, 10B	T20 T24	
Motore		M20	
Generatore			
Condensatore			
Caratteristiche			
Ingressi logici	4	da 0 a 10	da 0 a 10
Uscite logiche	7	da 4 a 8	da 4 a 8
Sonde di temperatura		da 0 a 8	da 0 a 8
Canale			
Corrente	3I + Io	3I + Io	
Tensione			3V + Vo
LPCT (1)		■	
Porte di comunicaz.	1	da 1 a 2	da 1 a 2
Protocollo IEC61850		■	■
Controllo			
Matrice (2)		■	■
Editor di equazione logica			
Logipam (3)			
Altro			
Batteria di backup	Batteria al litio (4)		
Cartuccia di memoria con impostazioni			

(1) LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

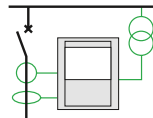
(2) Matrice di controllo per assegnazione semplice dalle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

(3) Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

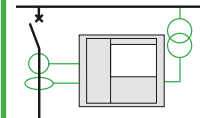
(4) Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

### Serie 40



### Serie 60



### Protezioni

Corrente	■	■	■	■	■	■
Tensione	■	■	■	■	■	■
Frequenza	■	■	■	■	■	■
Specifiche		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra direzionale		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra direzionale

### Applicazioni

Sottostazione	<b>S40</b>	<b>S41</b> , <b>S43</b>	<b>S42</b>	<b>S60</b>	<b>S62</b>
Sbarre					
Trasformatore	<b>T40</b>		<b>T42</b>	<b>T60</b>	<b>T62</b>
Motore		<b>M41</b>		<b>M61</b>	
Generatore	<b>G40</b>			<b>G60</b>	<b>G62</b>
Condensatore				<b>C60</b>	

### Caratteristiche

Ingressi logici	da 0 a 10	da 0 a 28
Uscite logiche	da 4 a 8	da 4 a 16
Sonde di temperatura	da 0 a 16	da 0 a 16
Canale		
Corrente	3 I + I <sub>o</sub>	3 I + I <sub>o</sub>
Tensione	3V, 2U + V <sub>o</sub>	3V, 2U + V <sub>o</sub> o V <sub>nt</sub>
LPCT <sup>(1)</sup>	■	■
Porte di comunicazione	da 1 a 2	da 1 a 2
Protocollo IEC61850	■	■
Controllo		
Matrice <sup>(2)</sup>	■	■
Editor di equazione logica	■	■
Logipam <sup>(3)</sup>		
Altro		
Batteria di backup	48 ore	Batteria al litio <sup>(4)</sup>
Cartuccia di memoria con impostazioni		■

<sup>(1)</sup> LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

<sup>(2)</sup> Matrice di controllo per assegnazione semplice dalle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

<sup>(3)</sup> Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

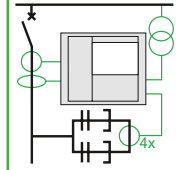
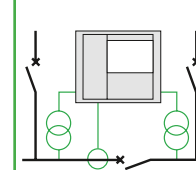
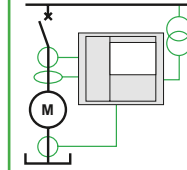
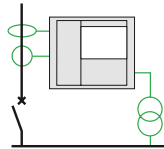
<sup>(4)</sup> Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

# Protezione

## Guida alla scelta delle unità Sepam per tutte le applicazioni

### Serie 80



Protezioni							
Corrente	■	■	■	■	■	■	■
Tensione	■	■	■	■	■	■	■
Frequenza	■	■	■	■	■	■	■
Specifiche		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra derivata di frequenza	Disaccoppiamento per fase e di terra derivata di frequenza	Differenziale trasformatore e trasformatore-macchina	Differenz. macchina	Protezione tensione e frequenza per sbarre di distribuzione Squilibrio gradini di condensatori

Applicazioni							
Sottostazione	<b>S80</b>	<b>S81</b>	<b>S82</b>	<b>S84</b>			
Sbarre	<b>B80</b>					<b>B83</b>	
Trasformatore tipo		<b>T81</b>	<b>T82</b>		<b>T87</b>		
Motore		<b>M81</b>			<b>M88</b>	<b>M87</b>	
Generatore			<b>G82</b>		<b>G88</b>	<b>G87</b>	
Condensatore							<b>C86</b>

Caratteristiche							
Ingressi logici	da 0 a 42			da 0 a 42		da 0 a 42	
Uscite logiche	da 5 a 23			da 5 a 23		da 5 a 23	
Sonde di temperatura	da 0 a 16			da 0 a 16		da 0 a 16	
Canale							
Corrente	3I + 2 x Io			2 x 3I + 2 x Io		3I + Io	
Tensione	3V + Vo			3V + Vo		2 x 3V + 2 x Vo	
LPCT (1)	■			■		■	
Porte di comunicazione	da 2 a 4			da 2 a 4		da 2 a 4	
Protocollo IEC61850	■			■		■	
Controllo							
Matrice (2)	■			■		■	
Editor di equazione logica	■			■		■	
Logipam (3)	■			■		■	
Altro							
Batteria di backup	Batteria al litio (4)			Batteria al litio (4)		Batteria al litio (4)	
cartuccia di memoria con impostazioni	■			■		■	

(1) LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

(2) Matrice di controllo per assegnazione semplice dalle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

(3) Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

(4) Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

# Relè VIP 400

- VIP 400 è un relè autonomo alimentato tramite rilevatori di corrente che non richiede quindi alimentazione ausiliaria per azionare uno sganciatore

## Applicazioni

- Relè di protezione sottostazione MT arrivo o partenza
- Protezione trasformatore BT/MT.

## Caratteristiche generali

### VIP 4xx: relè di protezione autoalimentato

VIP 400 relè alimentato dai rilevatori di corrente e non richiede quindi alimentazione ausiliaria.

VIP 410 relè con doppia alimentazione, è possibile alimentare il relè dai rilevatori di corrente e/o con alimentazione ausiliaria. L'alimentazione ausiliaria serve per aumentare la sensibilità sui guasti di terra e per la comunicazione Modbus.

VIP 4xx permette di assicurare l'azionamento:

- della protezione contro le sovracorrenti e i guasti di terra
- della protezione termica (sovraccarico)
- delle funzioni di misura della corrente



## Unità di protezione e sensore per VIP 4xx

Tensione nominale	Ur	0.72 kV
Tensione di isolamento	Ud	3 kV - 1 min.
Corrente di breve durata massima ammissibile	Ith (kA)	25
Tempo di risposta	t (s)	3
Corrente primaria nominale	I1n	CUa, CGa 0-200A CUb, CGb 0-630A
Tensione secondaria	Vs	22.5 mV a 100 A
Carico nominale		< 2 kΩ
Protezione misura	Classe di precisione	Cl 1.0 5P30



Sepam serie 10

## Sepam serie 10 con rilevatori CRa/CRb per protezione trasformatore

Le unità di protezione Sepam serie 10 controllano le correnti di fase e/o di terra. Sono disponibili in due versioni per rispondere ad un'ampia gamma di esigenze:

- **10B:** Sepam serie 10B per la protezione contro sovraccarichi, guasti di fase e guasti di terra.
- **10A:** Sepam serie 10A che, oltre alle protezioni del modello B, offre una porta di comunicazione, un numero maggiore di ingressi e uscite e funzioni di monitoraggio e protezione supplementari.

### Regolazione delle unità Sepam serie 10

**Is:** la corrente di fase può essere regolata direttamente in base al calibro del trasformatore e alla tensione d'impiego.

**Io:** la soglia della corrente di terra può essere regolata in base alle caratteristiche della rete.

### Valori di regolazione della corrente di fase Is

Tensione d'impiego (kV)	Calibro del trasformatore (kVA)																			
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500	
3			19	24	31	38	48	61	77	96	121	154	192	241	308	385	481	577		
3.3				22	28	35	44	55	70	87	110	140	175	219	280	350	437	525		
4.2					22	27	34	43	55	69	87	110	137	172	220	275	344	412	481	
5.5						21	26	33	42	52	66	84	105	131	168	210	262	315	367	
6						19	24	30	38	48	61	77	96	120	154	192	241	289	337	
6.6							22	28	35	44	55	70	87	109	140	175	219	262	306	
10									23	29	36	46	58	72	92	115	144	173	202	
11									21	26	33	42	52	66	84	105	131	157	184	
13.8										21	26	33	42	52	67	84	105	126	146	
15										19	24	31	38	48	62	77	96	115	135	
20												23	29	36	46	58	72	87	101	
22													21	26	33	42	52	66	79	92

Legenda tipo di rilevatori

CRa 200/1      CRb 1250/1

# Tabella di scelta dell'unità di protezione e del rilevatore

## Scelta delle unità di protezione

Tipo di protezione	Codice	Unità di protezione						
		Sepam					VIP	
		serie 10	serie 20	serie 40	serie 60	serie 80	400 <sup>(1)</sup>	410 <sup>(1)</sup>
Massima corrente trifase	50 - 51	■	■	■	■	■	■	■
Massima corrente di terra	50N - 51N	■	■	■	■	■	■	■
Massima corrente di terra direzionale	67N			■	■	■		
Minima tensione	27			■	■	■		
Massima tensione	59			■	■	■		
Immagine termica	49	■	■	■	■	■		
Massima tensione residua	59N			■	■	■		
Massima corrente inversa	46		■	■	■	■		
Avviamento prolungato / blocco rotore	51LR		■	■	■	■		
Controllo del numero di avviamenti	66		■	■	■	■		
Minima corrente di fase	37		■	■	■	■		
Comunicazione		■	■	■	■	■		

(1) Curve di intervento DT, EI, SI, VI e RI.

## Rilevatore di corrente per unità Sepam serie 10 per SM6-24

Tipo	Dimensioni (mm)			Weight (kg)	Rapp. di trasf.	Classe di precisione	Sepam 10
	∅ esterno	∅ interno	Spessore (senza blocco)				
CRa	143.5	81	37.5	2.18	1/200	± 2% da 10 A a 100 A ± 1% da 100 A a 1600 A	■
						Su carico 5.7 Ω (cal. x 1)	
CRb	143.5	81	37.5	1.26	1/1250	± 1% da 10 A a 10 kA	■
						Su carico 0.67 Ω (cal. x 4)	
						± 1% da 10 A a 11 kA	
						Su carico 5.7 Ω (cal. x 1)	
						± 1% da 10 A a 25 kA	
						Su carico 0.67 Ω (cal. x 4)	

# Protezione

## Sensori di misura multi-range LPCT

### Applicazioni standard

PE88012



Sepam serie 20

### Applicazioni complesse

PE88011



Sepam serie 40

### Applicazioni personalizzate

PE88010



Sepam serie 60 e 80

## Sensori TLP130, TLP160, TLP190 per unità di protezione Sepam serie 20, 40, 60, 80

I sensori LPCT sono sensori di misura multi-range (tipo Low Power Current Transformer) conformi con la norma CEI-EN 60044-8.

Questi sensori permettono la misura della corrente nominale tra 5 A e 1250 A, con un rapporto 100 A / 22,5 mV.

Le unità di protezione Sepam serie 20, 40, 60 e 80 sono il cuore dei sensori di misura multi-range LPCT.

Le unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80 eseguono le seguenti funzioni:

- acquisizione delle correnti di fase misurate dai sensori LPCT
- utilizzo delle misurazioni da parte delle funzioni di protezione
- intervento del dispositivo di interruzione in caso di rilevamento guasto.

### Vantaggi

- **Catena di protezione permanente con sensori di misura delle correnti di fase da 5 A a 1250 A**

• Facile installazione e messa in servizio:

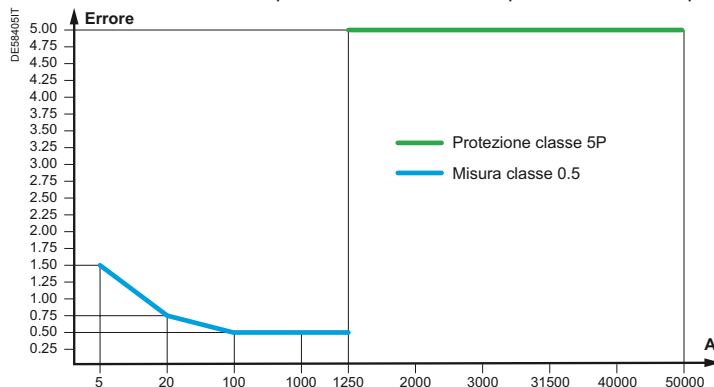
- installazione dei sensori LPCT  
TLP130, TLP160 e TLP190 sono installati sui cavi MT
- sensore LPCT collegato direttamente alle unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80
- accessori disponibili per testare la catena di protezione con LPCT mediante l'iniezione di una corrente secondaria.

• utilizzi della gamma di sensori LPCT

funzione di misura e protezione LPCT con garanzia di precisione fino alla corrente di cortocircuito.

In base al tipo di impiego dei sensori LPCT:

- da 5 A a 1250 A con rispetto dei limiti di errore imposti dalla classe di precisione 0,5
- da 1250 A a 50 kA con rispetto dei limiti di errore imposti dalla classe di precisione 5P.



• **Funzioni di integrazione ottimizzate:**

- misura delle correnti di fase nominali impostate con il micro-switch
- monitoraggio del sensore LPCT da parte delle unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80 (rilevamento interruzioni di fase).

### Collegamenti

**1** sensore LPCT, equipaggiato di un cavo precablato con connettore RJ45 da collegare direttamente alla scheda **3**

**2** unità di protezione Sepam serie 20, 40, 60 e 80

**3** Scheda interfaccia di adattamento della tensione fornita dai sensori LPCT, con microswitch di impostazione della corrente nominale.

- scheda CCA671 per serie 60 e 80

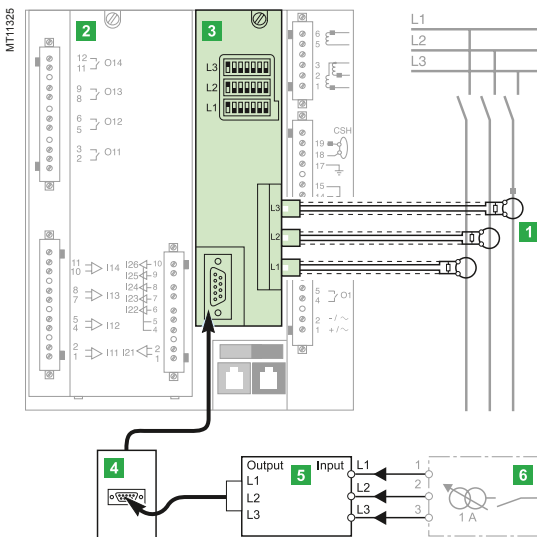
- scheda CCA670 per serie 20 e 40.

### Test e iniezione di corrente

**4** Presa test CCA613 montata ad incasso sul fronte dell'unità e dotata di un cavo di collegamento lunghezza 3-m da collegare al connettore della presa test CCA670 (Sub D 9-pin)

**5** Interfaccia ACE917 d'iniezione corrente utilizzata per testare la catena di protezione LPCT con una scatola di iniezione standard

**6** Morsettiera d'iniezione standard 1A.







## Supervisione e controllo dei circuiti di apertura a lancio di corrente

I circuiti di apertura che agiscono sulla bobina di minima tensione sono intrinsecamente sicuri: qualunque anomalia sul circuito di apertura determina l'apertura dell'interruttore associato, in favore della sicurezza ma a scapito della continuità di servizio.

Al fine di aumentare la sicurezza anche dei circuiti di apertura a lancio di corrente, realizzati con relè di protezione con funzione data logger, la funzione **Trip Circuit Supervision** (TCS) di Schneider Electric garantisce:

- **Autodiagnosi dell'efficienza del relè di protezione**
- **Controllo e supervisione della bobina di apertura a lancio di corrente**
- **Controllo e supervisione del circuito di apertura**

Con il sistema TCS, oltre che al monitoraggio dell'efficienza della bobina di apertura, il relè di protezione Sepam è in grado di supervisionare e controllare anche l'efficienza e la continuità del circuito di apertura. In caso di distacco o interruzione di un filo, a servizio della bobina di apertura o della segnalazione al relè di protezione dello stato dell'interruttore, il relè di protezione è in grado di rilevare l'anomalia e renderla evidente segnalando il mal funzionamento.

Nelle unità funzionali di SM6 e AT7 con funzione data logger, tutti i circuiti ausiliari per la gestione della bobina di sgancio sono realizzati per assicurare la funzionalità Trip Circuit Supervision.

La segnalazione dell'eventuale malfunzionamento o interruzione del circuito di apertura sarà disponibile sia localmente in morsettiera ausiliaria, sia tramite eventuale scheda di comunicazione del relè verso un sistema di supervisione. In aggiunta il relè ha sempre disponibile, in morsettiera ausiliaria e tramite comunicazione, anche il controllo e la segnalazione della propria funzionalità.

La funzione **Trip Circuit Supervision** di Schneider Electric **rende molto più sicuro il circuito d'apertura a bobina a lancio di corrente**, realizzati con Data Logger in conformità a CEI 0-16.

## Segnalazione Watch-Dog

Le unità funzionali dotate di funzione TCS, sono dotate di segnalazione Watch Dog. Tramite un contatto disponibile in morsettiera è possibile segnalare localmente o a distanza il corretto stato di funzionamento del relè di protezione.

Flair 21D, 22D, 23DM è una gamma completa di rilevatori per la localizzazione dei guasti, in formato DIN, autoalimentati e integrabili automaticamente alla rete. Si tratta di prodotti che utilizzano tecnologie all'avanguardia e che permettono di rilevare il passaggio delle correnti di guasto sulle linee MT con sistemi a neutro impedente, isolato e messo a terra

- Autoalimentati, assicurano il rilevamento e la segnalazione permanente del passaggio della corrente di guasto
- Non richiedono regolazione e sono immediatamente funzionanti (permettono inoltre diverse regolazioni manuali)
- Compatti con dimensioni conformi DIN che ne facilitano l'installazione in quadri e cabine MT
- Efficienti e smart, offrono la funzione digitale amperometro/ massimo valore medio
- Completi, la versione Flair 23DM integra un sofisticato relè di segnalazione presenza/ assenza tensione con funzione comunicazione RJ45 Modbus

PE57783



PE57784



EMS5655



## Applicazioni e caratteristiche principali

La gamma di rilevatori di guasto Flair consente di migliorare la qualità di servizio della vostra rete permettendo una rapida localizzazione dei guasti ottimizzando la produttività e l'affidabilità del vostro impianto.

- Segnalazione guasti tra le fasi e tra fase e terra
- Visualizzazione delle impostazioni
- Visualizzazione delle fasi con guasto a terra
- Visualizzazione della corrente di carico, dei valori di picco e della frequenza
- Segnalazione guasto di fase e rilevamento tensione (Flair 23DM)
- Comunicazione RJ45 (solo Flair 23DM).

I rilevatori di guasto Flair sono affidabili e facili da utilizzare.

- Regolazione automatica sul posto
- Segnalazione guasto con LED o indicatore luminoso esterno
- 15 anni di vita per la batteria del Flair 22D
- Rilevamento guasti più preciso se il Flair 22D o 23DM viene collegato ad un sistema di segnalazione presenza tensione (VPIS)
- Possibilità di premontaggio in fabbrica nei quadri o di installazione sul posto
- Facile integrazione sul posto senza bisogno di rimuovere i cavi MT utilizzando un sensore di corrente split-type

## Funzioni di rilevamento guasto

### Rilevamento sovracorrente

- Modalità di regolazione automatica delle soglie di rilevamento guasto
- Modalità di regolazione manuale per superamento soglie e parametri speciali:
  - Flair 21D: 4 soglie di rilevamento da 200 A a 800 A, ogni 200 A, selezionabili con gli appositi microinterruttori
  - Flair 22D e Flair 23DM: 8 soglie di rilevamento da 100 A a 800 A, ogni 50 A - incrementi configurabili con i tasti sul fronte.
- Tempo di rilevamento guasto:
  - Flair 21D: 40 ms
  - Flair 22D e Flair 23DM (configurabile con i tasti sul fronte):
    - Tipo A da 40 a 100 ms con incrementi di 20 ms
    - Tipo B da 100 a 300 ms con incrementi di 50 ms.

### Rilevamento guasto a terra

Il rilevatore controlla le tre fasi per rilevare eventuali variazioni di corrente (di/dt), applicando una temporizzazione di 70 s per la conferma del guasto da parte del dispositivo di protezione a monte.

- Modalità di regolazione automatica delle soglie di rilevamento guasto
- Modalità di regolazione manuale per superamento soglie e parametri speciali:
  - Flair 21D: 6 soglie di rilevamento da 40 a 160 A, regolabili con gli appositi microinterruttori
  - Flair 22D e Flair 23DM (configurabili con i tasti sul fronte):
    - Tipo A da 20 a 200 A, con incrementi di 10 A
    - Tipo B da 5 a 30 A con incrementi di 5 A e da 30 a 200 A con incrementi di 10 A.
- Funzione inrush: evita rilevamenti non necessari in caso di accensione grazie ad una temporizzazione di 3 s alla messa in tensione della rete.

La funzione Temporizzazione di picco può essere disattivata mediante configurazione del Flair 22D e 23DM.

## Funzione di segnalazione guasto

### Segnalazione

Alla conferma del rilevamento del guasto si accende il dispositivo di segnalazione.

- Segnalazione guasto con LED rosso sul pannello frontale
- Segnalazione guasto di fase (terra) su display LCD
- Possibilità di segnalazione a distanza del guasto con indicatore luminoso esterno
- Attivazione di un contatto di segnalazione al sistema SCADA.

### Reset segnalazione

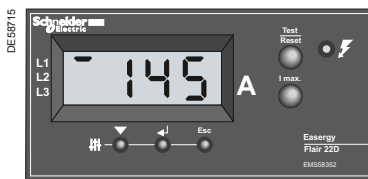
- Reset automatico su ritorno di corrente (temporizzazione configurabile sui rilevatori Flair 22D e Flair 23DM)
- Reset manuale con pulsante sul fronte
- Reset tramite ingresso Reset esterno
- Reset con temporizzazione: fissa (4 ore) per Flair 21D e regolabile con i tasti sul fronte (da 2 a 16 ore) per Flair 22D e Flair 23DM.

La gamma di rilevatori di guasto Flair 21D, 22D, 23DM integra un sistema di rilevamento composto da indicatori e TA dedicati. I TA sono essere installati intorno ai cavi MT.

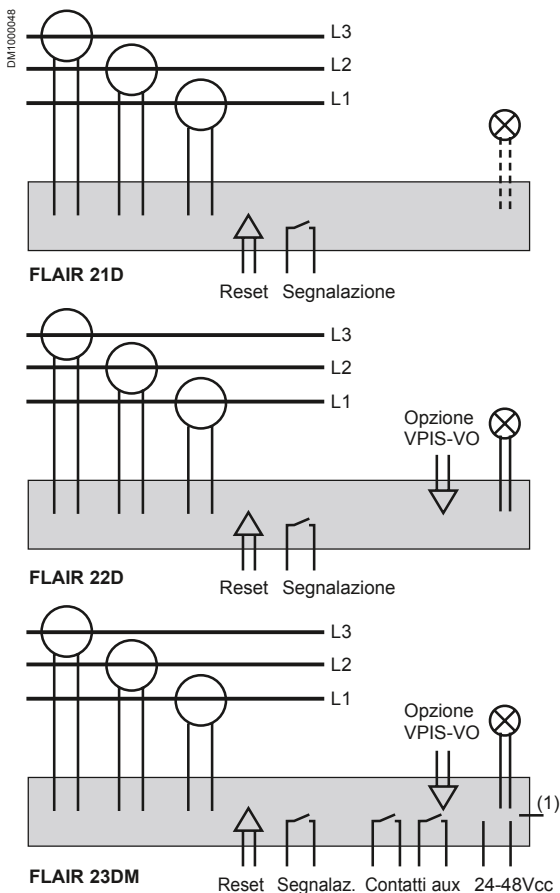
## Visualizzazione

- La corrente di carico è visualizzata permanentemente
- In caso di rilevamento guasto viene indicata la fase con presenza guasto
- Con i tasti del pannello frontale è possibile visualizzare in successione i valori di regolazione e le misure

## Tabella di scelta



### Schemi di collegamento



(1) Com RS485

### Flair

		Flair 21D	Flair 22D	Flair 23DM
<b>Alimentazione</b>	Autoalimentato	■	■	■
	Doppia alimentazione		■ (1)	■
<b>Rilevamento</b>	Sovracorrente		■	■
	Guasto a terra		■	■
<b>Visualizzazione (LCD a 4 cifre)</b>	Amperometro		■	■
	Amperometro di massima corrente		■	■
	Interfaccia SCADA (relè)		■	■
	Indicatore luminoso esterno		■	■
	Reset esterno		■	■
	Configurazione estesa (tastiera)		■	■
<b>Comunicazione</b>	Contatti ausiliari			■
	Porta di comunicazione seriale			■

(1) Con batteria al litio

## Caratteristiche dei prodotti

### Modello Descrizione

#### Rilevatore presenza guasto autoalimentato

Flair 21D	Rilevatore autoalimentato
	Indicatore luminoso esterno alimentato da batteria (BVP)

#### Rilevatore presenza guasto con doppia alimentazione

Flair 22D	Rilevatore autoalimentato e con batteria al litio
	Indicatore luminoso esterno alimentato dal Flair (BVE)
	Opzione TA omopolare (configurazione tipo B)
	Interfaccia con VPIS-VO possibile per conferma guasto per assenza tensione

#### Rilevatore presenza guasto con doppia alimentazione e segnalazione presenza/ assenza tensione

Flair 23DM	Rilevatore con alimentazione esterna 24-48 Vdc e autoalimentato
	Indicatore luminoso esterno alimentato dal Flair (BVE)
	Opzione TA omopolare (configurazione tipo B o C)
	Rilevatore presenza e assenza tensione (come per VD23)
	Interfaccia con VPIS-VO necessaria per rilevamento presenza tensione

## Applicazioni standard

Flair 21D	Non richiede manutenzione nè regolazione del rilevatore
Flair 22D	Rilevatore di guasto per reti con corrente di carico molto bassa (< 2 A) con possibilità di regolazioni manuali
Flair 23DM	Adatto alle applicazioni di Automazione delle linee. Trasmissione misure di corrente, segnalazione passaggi guasto e interruzioni della tensione al sistema SCADA tramite porta di comunicazione seriale. L'associazione delle funzioni indicatore di guasto e rilevatore di tensione lo rende ideale per l'utilizzo con i sistemi di trasferimento automatico ATS (Automatic Transfer System)

- Tecnologia all'avanguardia: Amp 21D è adatto alle applicazioni di gestione delle reti Media Tensione.
- Autoalimentato: Amp 21D assicura la visualizzazione costante delle correnti.
- Compatto e Formato DIN: Amp 21D è perfettamente integrabile nei quadri MT.
- Efficiente ed economico: Amp 21D utilizza i TA di segnalazione guasto
- Performante: Amp 21D visualizza correnti di fase e massimi valori di corrente.

## Funzioni

- Visualizzazione di 3 correnti di fase: I1, I2, I3. Gamma: da 3 A a 630 A
- Visualizzazione delle 3 massime correnti di fase: I1, I2, I3. Gamma: da 3 a 630 A.

## Visualizzazione

- Visualizzazione della corrente
  - scorrimento continuo in successione dei valori L1, L2, L3.
- Visualizzazione valori massimi
  - accesso alla visualizzazione dei valori massimi premendo il pulsante dedicato
  - scorrimento continuo in successione dei valori M1, M2, M3
  - reset di tutti i valori massimi premendo contemporaneamente due pulsanti

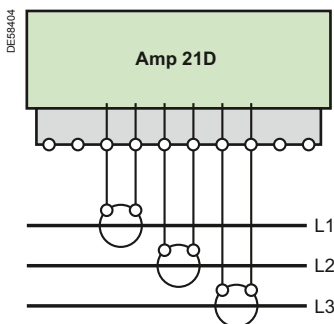
## Collegamenti, montaggio

### Dimensioni ridotte

- Formato DIN: 93 x 45 mm
- Morsetti.

### Sensori di corrente

- TA a nucleo apribile per montaggio su cavi MT.



L'unità SM6 permette di montare l'amperometro Amp 21D su tutti gli scomparti in ingresso

## Dati tecnici

### Applicazione

Frequenza		50 Hz e 60 Hz
Corrente di carico	Corrente minima	≥ 3 A

### Misura

Gamma	Correnti di fase	da 3 a 630 A (risoluzione 1 A)
	Precisione (I < 630 A)	± (2% + 2 cifre)
Reset valori max	Manuale sull'apparecchio	Sì

### Alimentazione

Autoalimentazione	Tramite sensori di corrente	I carico ≥ 3 A
Batteria		No
Alimentazione ausiliaria		No

### Visualizzazione

Display		LCD 4 cifre
Corrente per fase		Sì (risoluzione 1A)
Corr. max per fase		Sì

### Sensori

TA fase		3 TA a nucleo apribile
---------	--	------------------------

### Altro

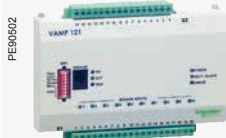
Test		Sì
------	--	----

## Funzione

Il rilevatore di arco elettrico permette di ottimizzare la sicurezza del personale riducendo al minimo i rischi di danni alle apparecchiature causati dai guasti dovuti all'innesco di archi elettrici.

L'unità di protezione Vamp permette il rilevamento di un arco interno su un impianto assicurando l'apertura dell'interruttore situato a monte del guasto.

## Vamp 121



## Vamp 120



## Funzioni

- Intervento solo su rilevamento della luce generata dall'innesco d'arco
- Fino a 10 rilevatori di arco
- Contatto di sgancio singolo
- Tempo di funzionamento 9 ms (incluso attivazione relè di uscita)
- Soluzione semplice e vantaggiosa
- Automonitoraggio
- Ingresso binario per blocco o reset dell'unità (programmabile)
- Contatto aux di segnalazione programmabile (opzione)
- Relè moltiplicatore di scatto 4NO + 4NC (opzione)
- Alimentazione ausiliaria 24 Vdc

- Intervento solo su rilevamento della luce generata dall'innesco d'arco
- Fino a 4 rilevatori di arco
- Selettività di sgancio su 2 zone
- Tempo di funzionamento 7 ms (incluso attivazione relè di uscita)
- Soluzione semplice e vantaggiosa
- Automonitoraggio
- Ingresso binario per reset dell'unità
- Contatto aux di segnalazione sgancio
- Relè moltiplicatore di scatto 4NO + 4NC (opzione)
- Ingresso digitale per attivazione combinata I> + L> (opzione)
- Alimentazione ausiliaria 19-256 Vdc  
40-256 Vac

## Rilevatori

## Sensore

- Automonitoraggio

- Lunghezza cavo regolabile da 6 a 20 m

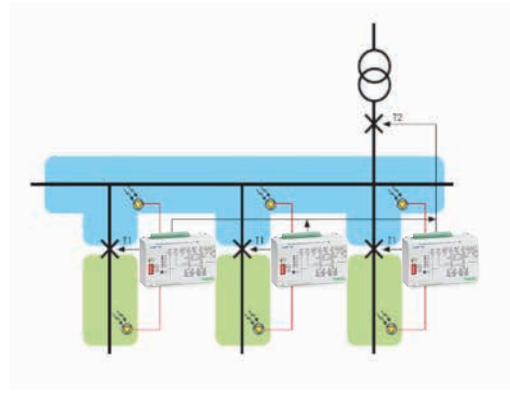
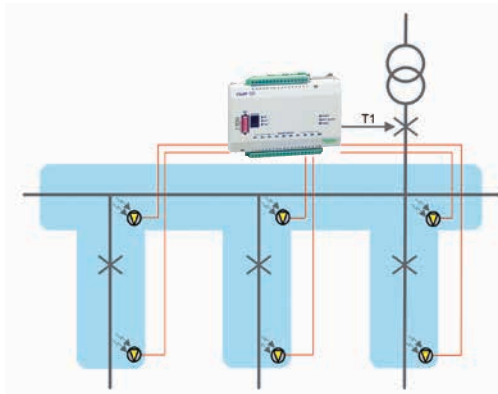
## Sensore portatile

- Per aumentare la sicurezza sul lavoro, l'operatore può indossare un sensore da agganciare all'apparecchio

## Vantaggi

- Sicurezza del personale.
- Riduzione delle perdite di produzione.

- Maggior durata dei quadri.
- Costi di assicurazione ridotti.



Il controller SC110 è un dispositivo elettronico intelligente progettato per il controllo ed il monitoraggio di tutti i componenti dedicati al comando a distanza delle unità centrali.

Comprende tutte le funzioni necessarie a garantire un telecomando affidabile:

- Interblocco elettrico
- Supervisione comando a distanza
- Pannello frontale per utilizzo in locale
- Comunicazione Modbus integrata e design "Plug and play" rendono il controller SC110 e l'impianto di comando a distanza:
  - facile da utilizzare
  - facile da aggiornare.

## Controllore intelligente universale SC110

Il controller SC110 è un dispositivo compatto con ingressi e uscite digitali progettato per il monitoraggio di tutti i componenti associati al controllo elettrico dell'unità centrale: MCH, MX, XF, contatti ausiliari.

Può essere associato ad un pannello di comando (SC-MI).

### Funzione di controllo apparecchio

- Comando bobina e motore
- Informazioni sullo stato del sezionatore: sezionatore e sezionatore di messa a terra
- Interblocchi elettrici integrati: funzioni antipompaggio e anti-reflex
- Funzione interblocco esterno
- Blocco del comando elettrico dopo intervento (opzionale)
- Comunicazione Modbus per comando a distanza tramite trasmissione dati

### Monitoraggio sezionatore

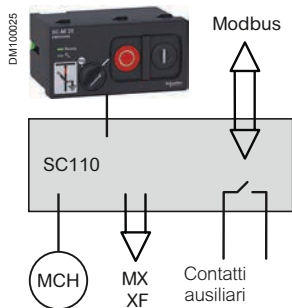
- Informazioni di diagnostica: consumo motore, ecc.
- Stato contatti interruttore ausiliario
- Registro eventi cronodati
- Comunicazione Modbus per segnalazione a distanza delle informazioni di monitoraggio



SC110A 3 prese RJ45 Modbus



Pannello di controllo SC-MI



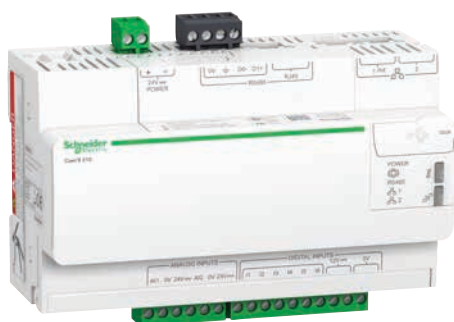
Il controller SC110 è installato nella cella Bassa Tensione dell'unità funzionale. Controlla e sorveglia tutti i contatti ausiliari necessari alle manovre elettriche..

Tipi di SC110	SC110-A	SC110-E
24-60 Vdc	•	
110 Vdc/Vac - 240Vac/250Vdc		•
Comunicazione in rete	•	•

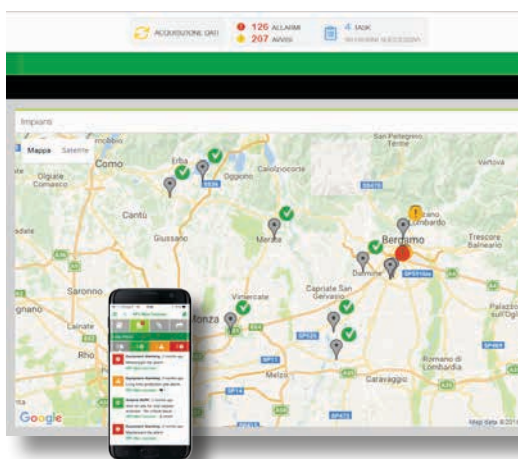
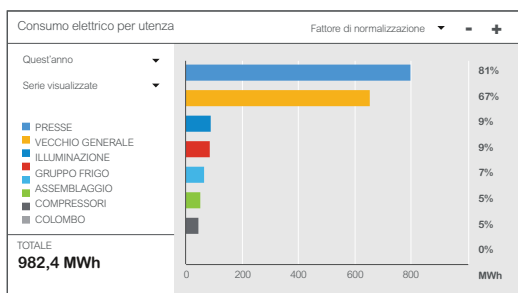
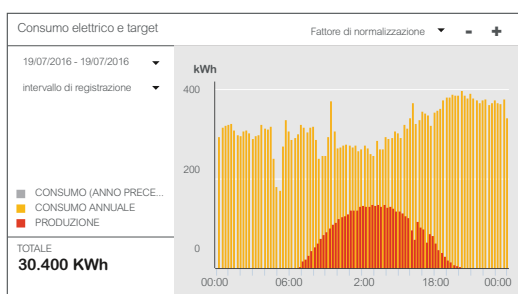
Pannello di comando SC-MI	SC-MI 10	SC-MI 20
Pulsanti On/Off	•	•
Interruttore Remote/local (locale/distanza)		•

# Gestione sistema di distribuzione

PB114327



Registratore dati Energy Server Com'X 510



## Energy Server Com'X510

Una passerella con web server integrato per consultare facilmente, senza software aggiuntivi, l'andamento dei consumi energetici e il monitoraggio continuo degli allarmi del proprio impianto.

Grazie alle pagine precaricate il Gateway Com'X 510 permette di visualizzare a distanza i parametri in tempo reale e i dati storici in forma grafica con qualsiasi web-browser da un dispositivo in rete.

## Gestione Energetica



**Analisi delle prestazioni energetiche** ed individuazione degli sprechi sulla base dei dati dell'impianto con istogrammi di confronto su anno, mese, settimana o giorno.

Visualizzazione in tempo reale dei dati, esportazione o invio dei dati in automatico via e-mail in formato di scambio standard csv.



**Valutazione dei parametri elettrici** permette di ottimizzazione profili di carico e l'utilizzo dell'energia.

Individuazione dei picchi di consumo e consumi divisi per fasce orarie.



**Allocazione dei costi energetici**

Distribuzione dei consumi energetici su diversi centri di costo e identificazione dei costi energetici per unità prodotta.

Archiviazione in locale fino a 3,5 Gb e possibilità di estendere l'archiviazione su altre piattaforme.

## Gestione Operativa



**Controllo e monitoraggio di apparecchiature**

Monitoraggio dei principali parametri elettrici, degli stati di funzionamento e della presenza di allarmi del sistema di distribuzione elettrica e dei parametri ambientali della cabina elettrica.



**Notifica e continuità di servizio**

Allarmi su malfunzionamenti, sovraccarichi o superamento di soglie di consumo. Geolocalizzazione e visualizzazione dello stato degli asset.



**Diagnostica e manutenzione ottimizzata**

Con un controllo continuo è possibile programmare la manutenzione nel momento più opportuno per ottenere una miglior capacità produttiva del proprio impianto, questo permette anche di ottimizzare i costi della manutenzione.

- Ethernet TCP/IP
- Modbus
- Collegamento diretto

Gestione Energetica

Gestione Operativa



# Controllo

## Monitoraggio termico

### Easergy TH110

PM109538



PM109523



Easergy TH110

## Monitoraggio termico continuo

I collegamenti elettrici dei prodotti di Media Tensione sono uno dei punti più critici delle sottostazioni MT soprattutto per le installazioni on site quali:

- Collegamento dei cavi MT

Cavi allentati e difettosi causano un aumento della resistenza in punti localizzati che possono generare guasti fino alla perdita completa dell'unità funzionale o dell'intero quadro di media tensione.

La manutenzione preventiva può essere complicata in condizioni d'impiego severe anche a causa di un'accessibilità e visibilità dei contatti limitata.

Il monitoraggio continuo della temperatura è il modo più corretto per rilevare in tempo collegamenti difettosi.

## Sensore di temperatura Easergy TH110

Easergy TH110 fa parte della nuova generazione di sensori intelligenti **wireless** per il **monitoraggio continuo della temperatura di tutti i collegamenti critici installati on-site e che consente di:**

- Prevenire fuori servizi e fermi impianti non programmati
- Migliorare la sicurezza di operatori e apparecchiature
- Ottimizzare la manutenzione predittiva

Grazie alle sue dimensioni compatte e alla comunicazione **wireless** Easergy TH110 permette un'installazione facile e capillare in tutti i punti critici senza alcuna conseguenza sulle prestazioni dei vostri interruttori MT.

Grazie al protocollo di comunicazione **Zigbee Green Power**, Easergy Th110 assicura una comunicazione affidabile e resistente adatta a creare soluzioni che assicurano interoperabilità e una facile evoluzione dell'IIoT (**Industrial Internet of Things**).

Easergy TH110 è autoalimentato dalla corrente dell'unità su cui è installato e può assicurare prestazioni elevate grazie alle funzioni di monitoraggio preciso della temperatura a diretto contatto con il punto di misura.



PB114327



Registratore dati Energy Server Com'X 510

### Energy Server Com'X 510

Com'X 510 è il cuore del sistema MT-BT Smart con cui rendere intelligente la distribuzione elettrica di media e di bassa tensione. Il sistema MT-BT Smart rende possibile ottimizzare la gestione energetica e operativa degli impianti, grazie a soluzioni connesse e sicure, in grado di soddisfare le esigenze dei clienti in conformità alle normative di cyber security. È possibile realizzare il:

- monitoraggio continuo del funzionamento dell'impianto
- manutenzione ottimizzata grazie ad un controllo continuo
- massimizzazione della continuità di servizio

L'Energy Server Com'X 510 realizza Web server, Data logger, Gateway

- Ethernet TCP/IP
- Modbus
- Collegamento diretto



### Vantaggi

- Senza batteria
- Comunicazione wireless
- Elevate prestazioni
- A contatto con il punto di misura
- Facile installazione
- Dimensioni compatte
- Monitoraggio e allarme a distanza

## Dispositivo di monitoraggio sottostazione

Easergy TH110 è collegato al dispositivo SMD di monitoraggio sottostazione che raccoglie i dati per le funzioni di segnalazione in locale, di analisi delle informazioni e di comando e **controllo**.

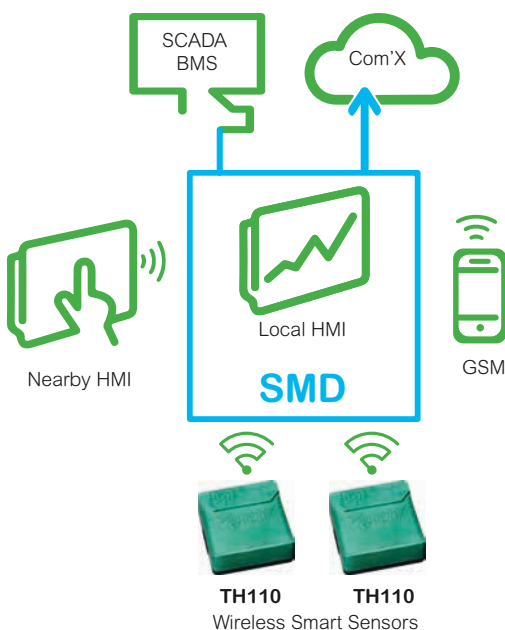
Algoritmi specifici di monitoraggio permettono di rilevare eventuali superamenti delle soglie regolate in base alle caratteristiche specifiche dell'impianto anche in funzione di carichi variabili o di comportamenti anomali con la comparazione delle fasi.

Il monitoraggio e la segnalazione allarmi a distanza assicurano una **tranquillità** totale **grazie alla connessione remota** a SCADA o Services, l'accesso alle applicazioni Cloud e ai servizi digitali e allarmi via SMS o applicazione mobile.

### Caratteristiche

Alimentazione	Autoalimentato. Energia recuperata dal circuito elettrico.
Corrente minima di attivazione	5 A
Precisione	+/- 1°C
Gamma	-25 °C / +115°C
Comunicazione Wireless	ZigBee Green Power 2,4 GHz
Dimensione - Peso	31 x 31 x 13 mm - 15 g

DM1065320



PE15074



Easergy T200S per 24 kV: cassonetto BT per l'unità di controllo

PE56421



Comando e segnalazioni

PE56423



Alimentazione di emergenza

PE15078



TA a nucleo apribile

PE15079



Batterie

PE57787



VD23

## Easergy T200S per scomparto NSM

**Easergy T200S** è un'unità di controllo per sottostazioni MT per reti di distribuzione secondarie che permette il controllo della commutazione di 2 linee e la gestione a distanza della commutazione.

Easergy T200S può controllare e commutare 2 linee o 1 linea ed un generatore di back-up.

Easergy T200S è integrato nell'unità SM6 per la commutazione delle alimentazioni MT tramite lo scomparto NSM.

**Easergy T200S** è un'interfaccia multifunzionale "plug and play" che integra tutte le funzioni necessarie al monitoraggio, al comando e al telecontrollo delle cabine MT:

- **Acquisizione dati:** posizione degli interruttori-manovra sezionatori, rilevazione di guasto, valori correnti, ecc.
- **Trasmissione:** comandi di apertura e chiusura degli interruttori di manovra-sezionatori
- **Telecontrollo:** dialogo attraverso vari protocolli di trasmissione.
- **Alimentazione:** unità di alimentazione integrata in grado di manovrare le motorizzazioni delle linee.

## Unità funzionale per applicazioni Media Tensione

Integra un semplice pannello per il comando locale e la gestione dei comandi elettrici (locale/a distanza) e la visualizzazione degli stati di funzionamento dell'apparecchiatura.

Integra inoltre un dispositivo di rilevamento guasti di corrente di fase ed omopolari con soglie configurabili.

## Collegamento "Plug e play"

Easergy T200S può essere collegata direttamente al sistema di trasmissione dati.

Integra una batteria protetta che garantisce diverse ore di continuità di servizio in caso di interruzione dell'alimentazione ausiliaria, alimentando l'unità Easergy T200S e i comandi dell'apparecchiatura MV.

Per facilitare l'installazione i trasformatori di corrente sono di tipo a nucleo apribile.

## Compatibile con tutti i sistemi di telecontrollo SCADA

Easergy T200S può dialogare con i seguenti protocolli standard:

- Modbus seriale e IP
- DPN3 seriale e IP
- IEC 870-5-101 / 104.

Gli standard di trasmissione sono: RS232, RS485, PSTN, FSK, FFSK, GSM/GPRS.

Altri sistemi disponibili su richiesta. Trasmettitore/ricevitore di radio frequenza non fornito.

## Relè di rilevamento tensione

Il relè **VD23** fornisce informazioni precise sulla presenza o assenza di tensione. Associato ad un dispositivo tipo VPIS-Voltage Output, il VD23 viene utilizzato soprattutto nelle applicazioni di distribuzione critiche o che richiedono sicurezza.

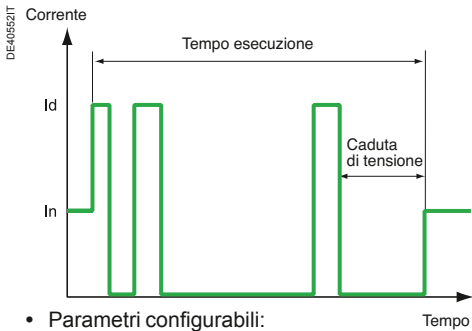
Sono possibili diverse combinazioni di rilevamento tensione:

- 3 Ph-N e tensione residua: V1 + V2 + V3 + V0
- 3 Ph-N o Ph-Ph tensione: V1 + V2 + V3 o U12 + U13 + U23
- 1 Ph-N o Ph-Ph o tensione residua: V1, V2, V3, U12, U13, U23, V0.

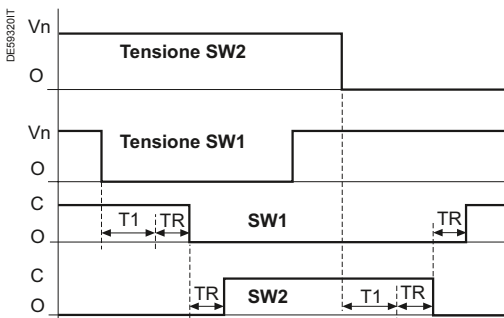
Il VD23 permette di visualizzare la tensione della linea MT (in % della tensione di servizio), di attivare l'uscita relè R1 per monitorare una perdita di tensione almeno su 1 fase e di attivare l'uscita relè R2 per monitorare una presenza di tensione almeno su 1 fase.

- Alimentazione ausiliaria: da 24 a 48 Vcc
- Montaggio: formato compatto DIN, montato nello stesso alloggiamento dell'indicatore di guasto (formato DIN, integrato nell'apparecchiatura), morsetto di collegamento precablato con il dispositivo VPIS-Voltage Output
- **Compatibile con tutti i sistemi di messa a terra del neutro.**

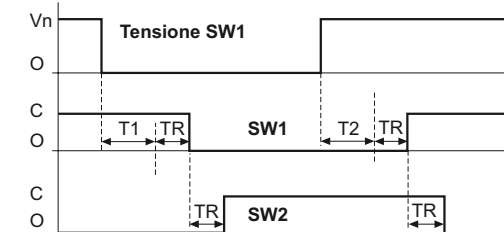
# Automatismi



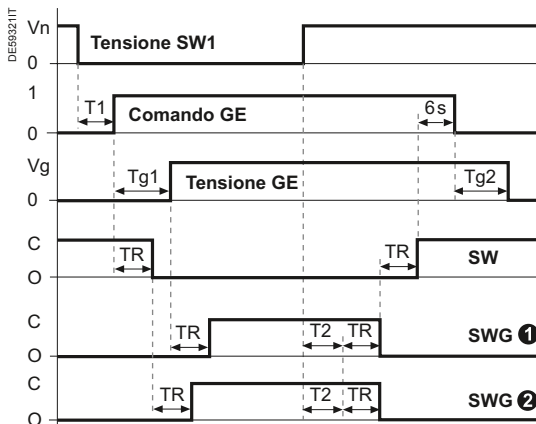
- Parametri configurabili:
  - Numero di guasti: da 1 a 4
  - Tempo di esecuzione: da 20 s a 4 min configurabile in intervalli di 5 s
  - Automatismo ON/OFF.



**ATS Reti - Modo Semi Automatico**  
(parallelo su ritorno automatico)  
TR: tempo di risposta della commutazione



**ATS Reti - Modo Automatico**  
(senza parallelo su ritorno automatico)  
TR: tempo di risposta della commutazione



**ATS Generatore - SW Modo Auto**  
(Senza messa in parallelo su ritorno)  
TR: Tempo di risposta interruttore  
Tg1: Tempo di avviamento generatore (60 s max)  
Tg2: Tempo di arresto Generatore  
Caso ①: Chiusura linea generatore in seguito all'accensione del generatore (opzione configurabile)  
Caso ②: Chiusura linea generatore in seguito al comando di avviamento del generatore (opzione configurabile)

Le unità Easergy T200S sono preconfigurate in fabbrica e non è richiesta alcuna programmazione successiva.

- Questi sistemi possono essere accesi o spenti (on/off) dal pannello operatore locale e disattivati utilizzando il configuratore.
- Gli interruttori sono controllabili manualmente nelle seguenti circostanze:
  - automatismo spento
  - interruttore in modalità di comando locale.

## Sezionatore (SEC)

L'automatismo provoca l'apertura dell'interruttore di manovra-sezionatore in seguito ad un numero predefinito di guasti (da 1 a 4) successivi al buco di tensione del ciclo di richiusura dell'interruttore a monte.

- L'automatismo conta il numero di volte che viene rilevata una corrente di guasto seguita da una caduta di tensione e trasmette un comando di apertura se:
  - l'interruttore di manovra-sezionatore è chiuso
  - il guasto è stato eliminato
  - non è presente l'alimentazione della linea MT.
- L'automatismo viene resettato allo scadere della temporizzazione.

## Commutazione automatica ATS

Il sistema di commutazione automatica esegue il controllo e la gestione automatica delle alimentazioni della rete di distribuzione MT secondaria.

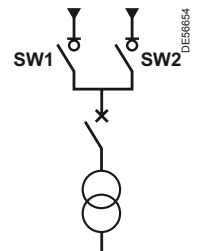
L'interruttore ATS è disponibile in due versioni:

**ATS versione Rete:** comando di due linee MT.

L'interruttore ATS versione Rete richiede l'utilizzo del relè VD23 per il rilevamento presenza/assenza tensione.

**ATS versione Generatore:** controllo di una linea di rete e di una linea generatore.

**Nota:** L'ATS è disponibile solo sulle vie 1 e 2 di ciascun modulo di CONTROLLO. L'ATS versione Generatore è disponibile solo sul primo modulo di CONTROLLO (vie da 1 a 4).



## Modalità di funzionamento

La modalità di funzionamento può essere selezionata dal web server dell'unità T200.

**Modo SW1→SW2 o SW2→SW1 (o SW→SWG con ATS Generatore):**

Il sistema di commutazione automatica esegue una sola commutazione dalla linea prioritaria alla linea di riserva rimanendo su questa linea.

**Modo semi-automatico SW1↔SW2 (o SW↔SWG con ATS Generatore):**

In caso di mancanza di tensione sulla linea utilizzata in quel momento il sistema commuta sull'altra linea dopo un ritardo T1. L'automatismo non effettua una commutazione di ritorno tranne in caso di caduta di tensione sulla nuova linea attiva.

**Modo automatico SW1 o SW2 (o Auto SW con ATS Generatore):**

Dopo una commutazione il ritorno alla linea prioritaria si verifica solo quando viene ripristinata la tensione MT su quella linea. La linea prioritaria può essere definita in base allo stato di un ingresso digitale dedicato.

## Sequenze di commutazione:

**ATS Rete:** in caso di mancanza di tensione sulla linea normale il sistema commuta aprendo la linea normale dopo un ritardo T1 e chiudendo quindi la linea di riserva.

In modalità Auto l'automatismo non effettua una commutazione di ritorno fino a quando manca la tensione sulla linea in servizio (SW2).

Questa logica può essere utilizzata in caso di due linee in arrivo indipendenti tra loro e normalmente in tensione. La commutazione avviene solo se manca tensione sulla linea utilizzata in quel momento.

**ATS Generatore:** se la tensione manca sulla linea, la commutazione avviene con l'invio del comando di apertura della linea, contemporaneamente al comando di avviamento del generatore, dopo una temporizzazione T1.

La parte restante della sequenza di commutazione dipende dalla gestione della chiusura della linea del generatore (opzione configurabile):

- Caso di chiusura della linea generatore dopo un comando di avvio: dopo il comando di avvio generatore il comando di chiusura viene inviato alla linea generatore senza attendere l'avvio del generatore stesso.
- Caso di chiusura della linea generatore dopo l'avviamento del generatore: il comando di chiusura della linea generatore viene inviato solo al rilevamento della tensione del generatore.

## Parametri configurabili:

- ON/OFF sistema di trasferimento automatico
- Modi operativi: Semi-Auto, Auto SW1, Auto SW2, SW1 → SW2, SW2 → SW1
- T1: da 0 ms a 2 min. con intervalli di 100 ms
- T2: da 0 s a 30 min. con intervalli di 5 s
- Attivazione/disattivazione trasferimento su rilevamento guasto:
- Selezione rilevamento presenza tensione: DI4 o VD23
- Canale collegato al generatore: SW1 o SW2
- Tipo di sistema di trasferimento automatico: Rete o Generatore
- Controllo manuale attivo/disattivo con ATS in funzione
- Messa in parallelo attiva/disattiva in modalità automatica e/o manuale
- Scelta del tipo di commutazione generatore: immediata o su rilevamento Accensione generatore

## Messa in parallelo su ritorno automatico

Un'opzione configurabile mediante software permette di attivare o disattivare la messa in parallelo delle linee in seguito al ritorno automatico alla linea principale (in modo "Auto").

L'attivazione della messa in parallelo deve essere confermata dall'attivazione di un ingresso digitale dedicato.

**Disattivazione della messa in parallelo:** il ritorno automatico alla linea prioritaria comporta inizialmente l'apertura della linea di riserva e, in seguito alla sua apertura, la chiusura della linea prioritaria.

**Attivazione della messa in parallelo:** il ritorno automatico alla linea prioritaria comporta inizialmente la chiusura della linea prioritaria e, in seguito alla sua chiusura, l'apertura della linea di riserva.

## Condizioni di commutazione

Il sistema commuta solo se tutte le seguenti condizioni sono verificate:

- Controllo automatico inserito
- SW1 aperto e SW2 chiuso o SW1 chiuso e SW2 aperto
- Assenza della corrente di guasto sulle due linee (solo in caso di blocco con opzione rilevamento guasto attivata)
- Blocco automatismo escluso
- Sezionatore di terra di entrambe le linee aperto
- Assenza tensione MT sulla linea attiva
- Presenza tensione MT sull'altra linea.

La commutazione di ritorno all'altra linea in modo automatico avviene se:

- La linea prioritaria è aperta
- La tensione MT sulla linea prioritaria è presente per un tempo T2.

## Collegamenti generatore

I relè nel T200S permettono il collegamento al generatore (solo versione ATS Generatore). Per realizzare il collegamento procedere come segue (vedere schema a lato):

- **Tensione:** contatto chiuso con generatore avviato, da collegare ai due morsetti disponibili (non effettuare il collegamento se il rilevamento della tensione è effettuato da un relè VD23)
- **Avviamento:** Comando di avviamento generatore da collegare ai morsetti **C** e **B**
- **Arresto:** Comando di arresto generatore da collegare ai morsetti **D** e **B**.

## Rilevamento presenza tensione

Il rilevamento presenza tensione sulla linea che gestisce il generatore può essere eseguito:

- da un ingresso logico dedicato
- o da un relè VD23 (tramite cavo).

## Impostazione funzionamento forzato del (override) generatore (solo ATS generatore)

Per le prove di routine o esigenze di controllo dei costi è possibile forzare il funzionamento del generatore in modo manuale, a distanza (dal supervisore) o in locale (attivazione tramite ingresso logico dedicato).

Terminata l'esecuzione dell'override l'automatic transfer system torna alla modalità di funzionamento iniziale ovvero al modo attivo prima dell'override dei parametri (ON o OFF). Durante l'override l'interruttore è impostato su "ON" per le linee 1 e 2.

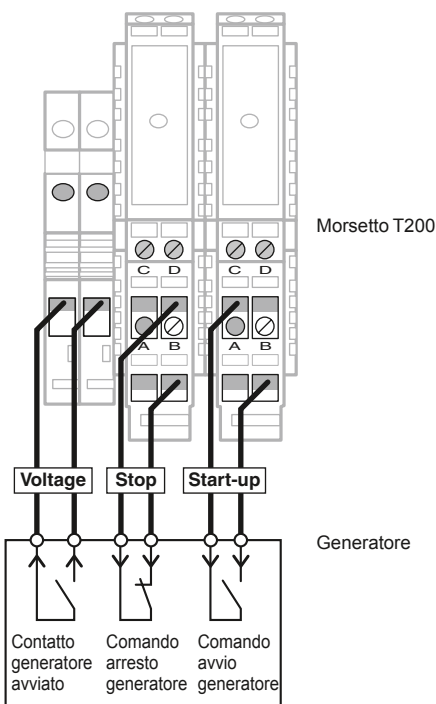
## Blocco commutazione

Un ingresso logico dedicato permette di bloccare la commutazione se si verifica un problema su uno dei dispositivi interessati dalla commutazione. Questo ingresso è in genere collegato all'interruttore a valle. In questo caso i comandi in locale e a distanza non sono più possibili.

## Gestione specifica del generatore

- Alla commutazione del generatore, se quest'ultimo non si avvia il sistema di commutazione attende per un tempo massimo di 60 s prima di interrompere la commutazione quindi:
  - in modo SW → SWG: il sistema di commutazione automatico è bloccato e deve essere resettato (dal pannello di controllo) per riavviare l'apparecchio.
  - in modo SW ↔ SWG o in mono Auto: il sistema di commutazione resta attivo. Al ritorno di tensione sulla linea il sistema chiede una commutazione di ritorno e il comando di arresto del generatore viene dato 6 s dopo quando viene conclusa la sequenza di commutazione.

DES6006

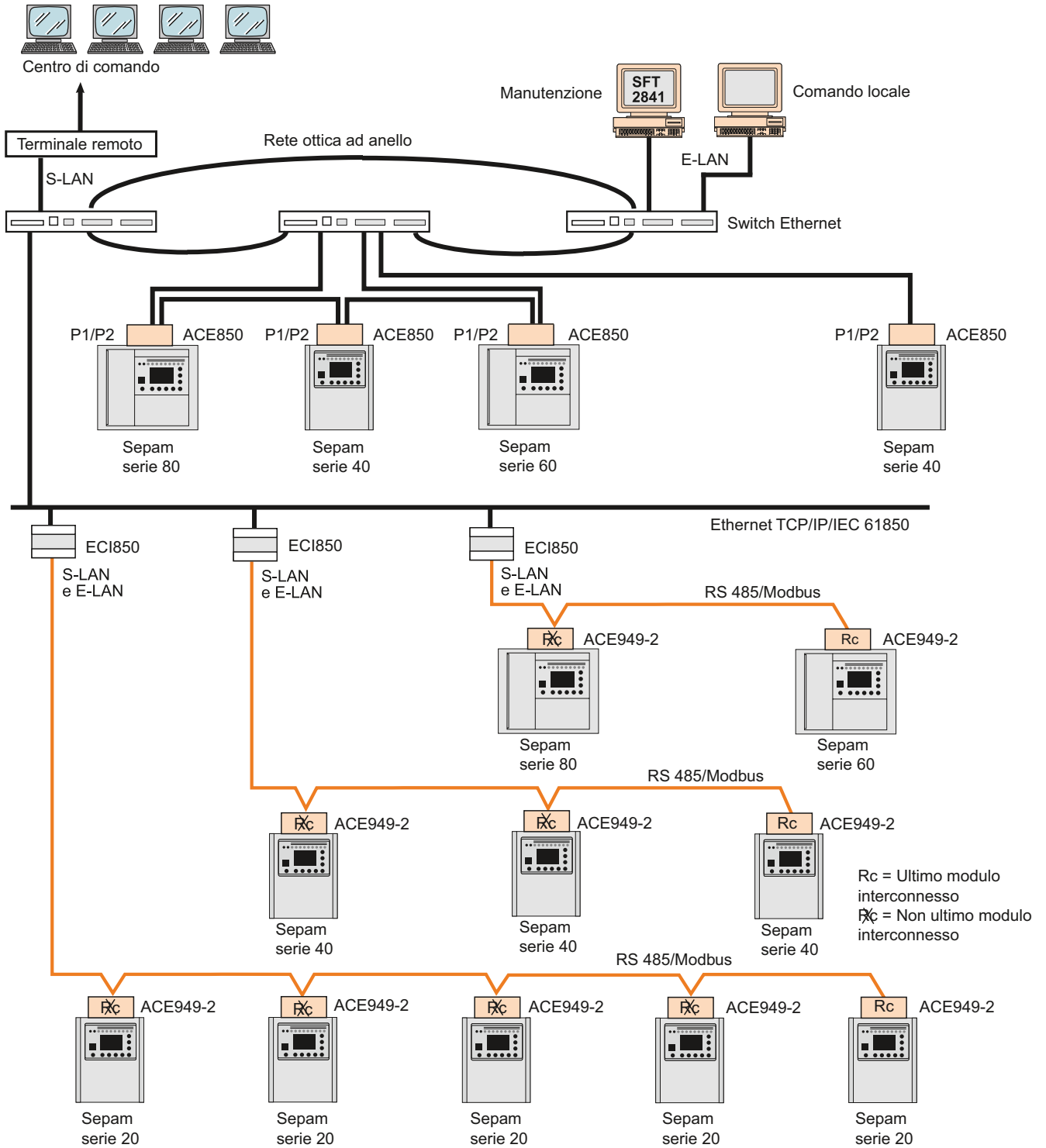


Interfaccia con set generatore

# Comunicazione e monitoraggio Protocollo IEC61850 e GOOSE



Disponibili anche architetture evolute con comunicazione IEC61850 e protocollo GOOSE per avere configurazioni ridondanti e comunicazioni ethernet ad anello che assicurano un'elevata affidabilità e la riconfigurazione automatica della rete in caso di guasti sulla rete



Architettura tipica con IEC61850

# Collegamenti

# Collegamenti

## Sommario

---

<b>Collegamenti con cavi dry-type per SM6-24</b>	<b>104</b>
<b>Collegamento cavi dal basso per SM6-24</b>	<b>105</b>
Posizione dei cavi	105
Profondità dei cunicoli cavi	106
Esempio di cunicolo cavi	108
Ammaraggio unità	110
Esempi e dimensioni cavedio	111
<b>Collegamenti con cavi dry-type per SM6-36</b>	<b>112</b>
<b>Collegamento cavi dal basso per SM6-36</b>	<b>113</b>
Posizione dei cavi	113



## La durata nel tempo delle apparecchiature delle cabine BT/MT dipende da tre fattori chiave:

### • corretta realizzazione dei collegamenti

Le terminazioni termorestringenti o autoestinguenti garantiscono facilità d'installazione ed una conseguente maggior durata nel tempo. Questo tipo di connessioni facilitano l'utilizzo in ambienti inquinati e in condizioni ambientali severe.

### • impatto dell'umidità relativa

L'utilizzo di un dispositivo anticondensa è essenziale in condizioni climatiche ad elevato tasso di umidità e con grandi sbalzi di temperatura.

### • controllo della ventilazione

La dimensione delle griglie di ventilazione deve essere adatta alla potenza dissipata dalla cabina. Devono essere installate solo nell'area trasformatore.

## I cavi di alimentazione sono collegati:

- ai codoli predisposti
- ai portafusibili inferiori
- ai connettori dell'interruttore-sezionatore.

## I cavi con capocorda bimetallico possono avere:

- capicorda circolare per cavi  $\leq 240 \text{ mm}^2$
- capicorda quadrati solo per cavi  $> 240 \text{ mm}^2$ .

I capicorda sono realizzati con pressatura a freddo

L'esperienza Schneider Electric consiglia di scegliere questa tecnologia ovunque sia possibile per assicurare una maggior durata nel tempo.

## Sezione massima ammessa per i cavi:

- $630 \text{ mm}^2$  per unità arrivo e partenza 1250 A
- $240 \text{ mm}^2$  per unità arrivo e partenza 630 A
- $120 \text{ mm}^2$  per unità contattore
- $95 \text{ mm}^2$  per unità trasformatore con fusibili.
- per unità 630 A con cavi uguali o superiori a  $300 \text{ mm}^2$  consultateci.

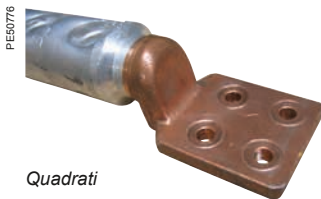
L'accesso allo scomparto è impedito da un interblocco ed è possibile solo con sezionatore di terra chiuso.

La profondità ridotta dello scomparto facilita il collegamento di tutte le fasi.

Il codolo per il collegamento dei cavi MT per le unità AT7-A e QM hanno un bullone  $\varnothing 10$ , tutte le altre unità hanno bulloni  $\varnothing 12$  con coppia di serraggio 50 mN.



Circolare



Quadrati

## Cavi unipolari a secco

### Terminazioni a secco corte

Caratt. elettriche	Tipo capocorda	Sezione $\text{mm}^2$	Produttori	Numero di cavi	Note
da 3 a 24 kV 630 A	Circolare	da 35 a $240 \text{ mm}^2$	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 o 2 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
da 3 a 24 kV 1250 A	Circolare	da 35 a $630 \text{ mm}^2$	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 o 2 per fase $\leq 400 \text{ mm}^2$	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
	Rettangolare	$> 300 \text{ mm}^2$ ammessa		$400 < 1 \leq 630 \text{ mm}^2$ per fase	

## Cavi tripolari a secco

### Terminazioni a secco corte

Caratt. elettriche	Tipo capocorda	Sezione $\text{mm}^2$	Produttori	Numero di cavi	Note
da 3 a 24 kV 630 A	Circolare	da 35 a $240 \text{ mm}^2$	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
da 3 a 24 kV 1250 A	Circolare	da 35 a $630 \text{ mm}^2$	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci

#### Nota:

- I morsetti coperti da un ripartitore di campo possono essere quadrati
- Unità PM/QM, capicorda con occhio  $\varnothing 30 \text{ mm max}$



# Collegamento cavi dal basso per SM6 24 kV

## Posizione dei cavi

### Altezza di collegamento cavi misurata da terra (mm)

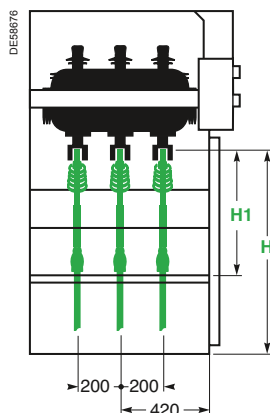
	630 A	1250 A
	H/H1	H/H1
IM, IMP, NSM	945/550	
IMU	330/310	
QM	400/380	
DM1-A	430/410 (1)	320/300 (2)
DM1-P, DMVL-A	430/410 (1)	
DM1-R	370/350 (1)	
CRM, CVM	430/410	
GAM	470/450	620/600
GAM2	760/540	
AT7-A lato arrivo	370/350	
AT7-A lato uscita	380/360	
AT7-B lato arrivo	1870/410	
AT7-B lato uscita	430/410	
Cassonetto arrivo cavi dall'alto	590/570	

H: lunghezza del cavo dal suolo al punto di connessione  
H1: altezza dal punto di ammarco al punto di connessione del cavo

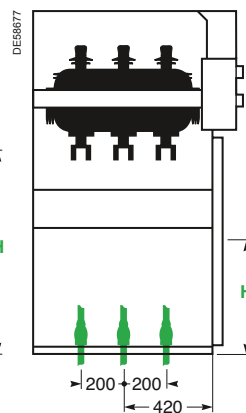
**Nota 1:** possibile montaggio pozzetto (h 100 mm) per terminazioni con altezza > 420 mm.

**Nota 2:** possibile montaggio pozzetto (h 330 mm).

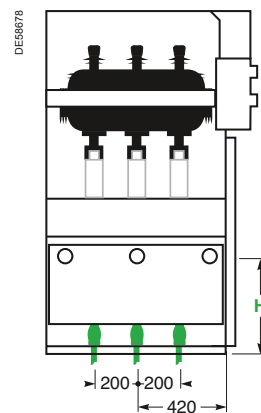
#### IM, IMP, NSM-cavi, NSM-sbarre,



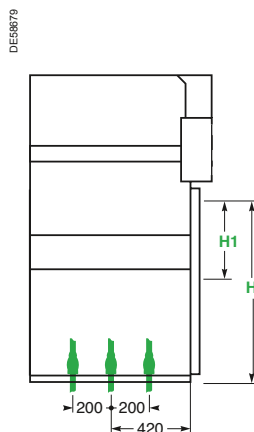
#### QM



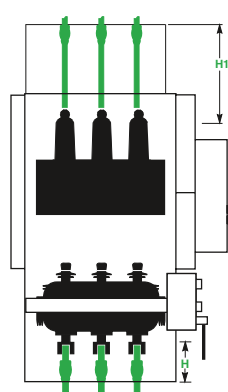
#### CRM, CVM



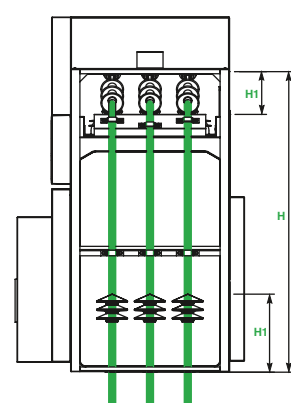
#### GAM, GAM2



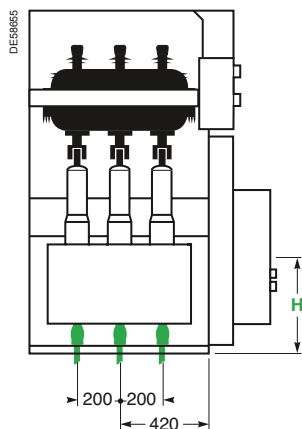
#### AT7-A



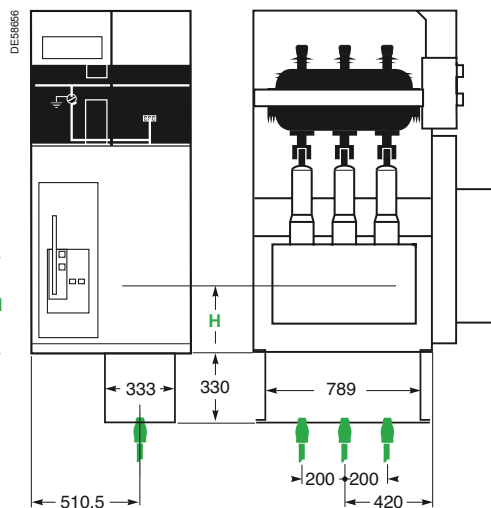
#### AT7-B



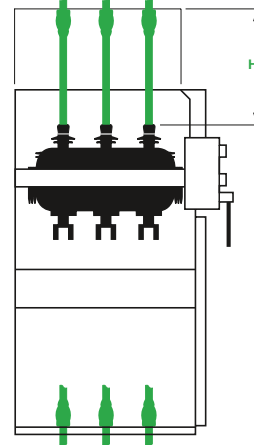
#### DM1-A, DM1-P, DMVL-A (630 A)



#### DM1-A (1250 A)

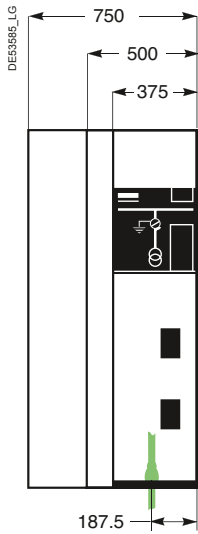


#### Cassonetto arrivo cavi dall'alto



# Collegamento cavi dal basso per SM6-24

## Profondità dei cunicoli cavi



### Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

#### Uscita/Ingresso cavi dal basso

- **Con cunicolo:** la profondità del cunicolo **P** per il passaggio dei cavi è indicata nella tabella sottostante per cavi unipolari a secco (per cavi tripolari consultateci).
- **Con base di rialzo:** per ridurre la profondità **P** o evitare cavedi, posizionare le unità su basi in cemento da 400 mm.
- **Con pavimento flottante:** la profondità del cavedio **P** è indicata nella tabella sottostante per i cavi più comunemente utilizzati.

Per cavi unipolari		Unità fino a 630 A	Unità 1250 A	
Sezione cavo (mm <sup>2</sup> )	Raggio di curvatura (mm)		GAM	DM1-A (1)
<b>Profondità P (mm) tutte le direzioni</b>				
50	370	400		
70	400	430		
95	440	470		
120	470	500		
150	500	550		
185	540	670		
240	590	730		
400	800		1000	1350
630	940		1000	1350

(1) Deve essere installato un pozzetto metallico di profondità 350 mm.

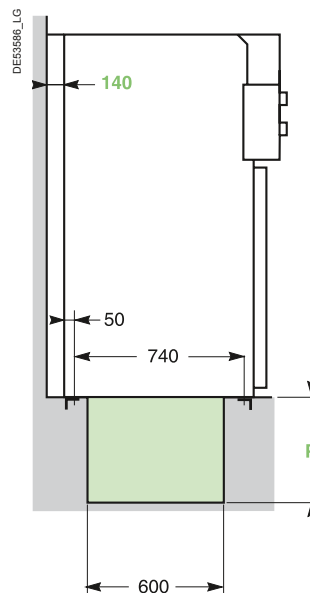
**Nota:** nel determinare la profondità **P** dei cunicoli singoli prendere in considerazione l'unità e i cavi che richiedono maggior profondità. Per i cunicoli doppi prendere in considerazione la profondità di ogni unità e le direzioni dei cavi.

#### Esempi di cunicoli passaggio cavi

##### Unità 630 A

###### IM

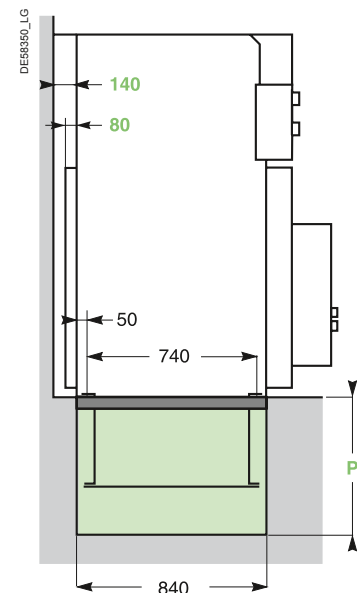
Per cavi unipolari e tripolari



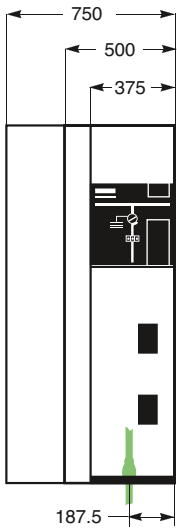
##### Unità 1250 A

###### DM1-A

Per cavi unipolari



**Nota 1:** Unità illustrate senza pannelli laterali



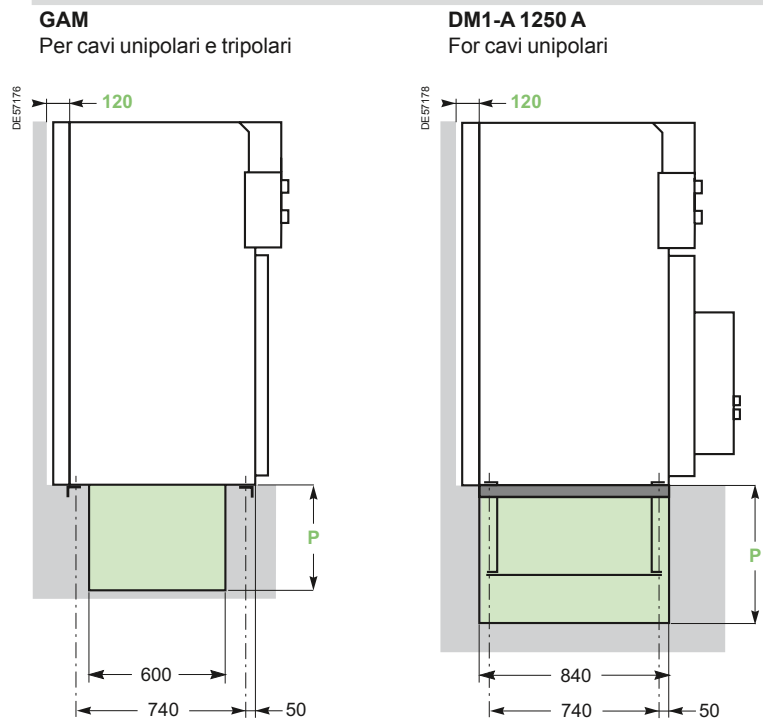
## Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR 16 kA 1 s, IAC: AFLR 20 kA 1 s, IAC: AFLR

### Uscita/Ingresso cavi dal basso (tutte le unità)

- **Con cunicolo** la profondità del cunicolo **P** per il passaggio dei cavi è indicata nella tabella sottostante per cavi unipolari a secco (per cavi tripolari consultateci).
- **Con base di rialzo:** per ridurre la profondità **P** o evitare cavedi, posizionare le unità su basi in cemento da 400 mm.
- **Con pavimento flottante:** la profondità del cavedio è indicata nella tabella sottostante per i cavi più comunemente utilizzati.

IAC	630 A				1250 A			
	Tutte le unità ...		Altri scomparti		DM1A, DM1P, DM1R, DMVLA		GAM	DM1A
	12.5 kA/1s	16 kA/1s	12.5 kA/1s	16 kA/1s	12.5 kA/1s	16 kA/1s	12-16 kA/1s	12-16 kA/1s
Sez. cavo (mm <sup>2</sup> )	Profondità <b>P</b> (mm)							
<b>S &lt; 120</b>	330	550	330	550	330	550	-	-
<b>120 &lt; S &lt; 240</b>	330	550	-	-	Direzione cavo verso lato opposto interruttore: 330	Direzione cavo verso lato l'interruttore: 450	550	-
<b>S &gt; 400</b>	-	-	-	-	-	-	1000	1400

### Esempi cunicoli passaggio cavi



Nota 1: Unità illustrate senza pannelli laterali

# Collegamento cavi dal basso per SM6-24

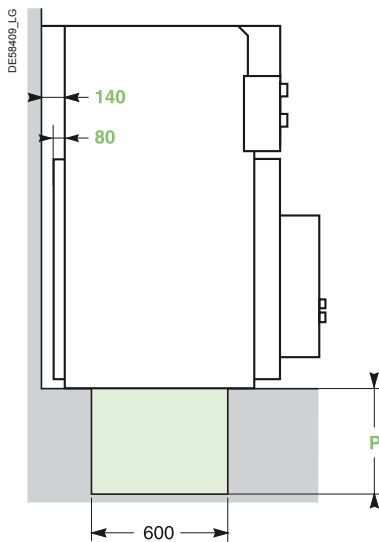
## Esempi di cunicolo cavi

### Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

Unità unità illustrate senza pannelli laterali

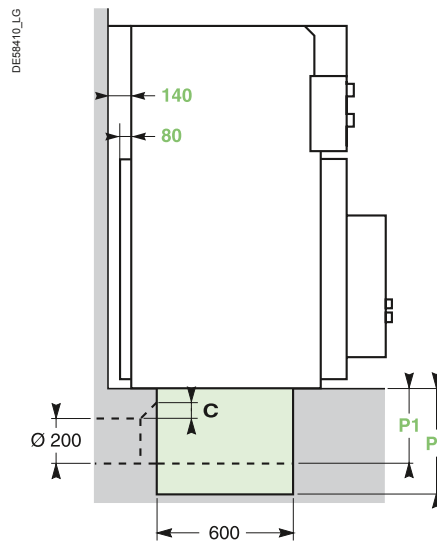
#### Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi lato destro o sinistro



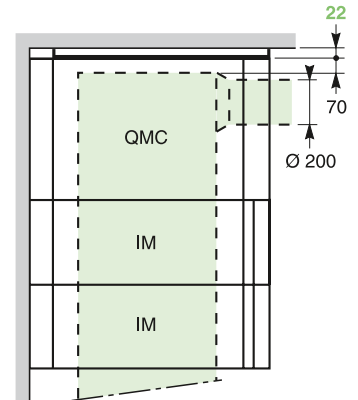
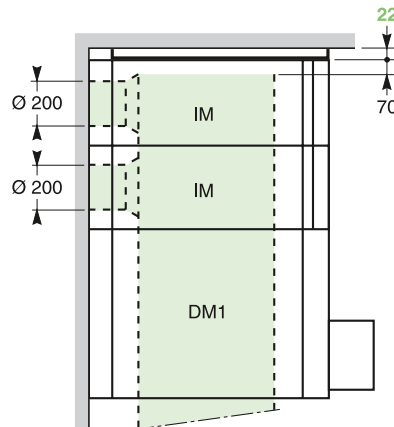
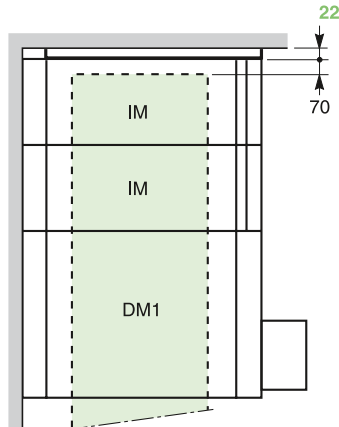
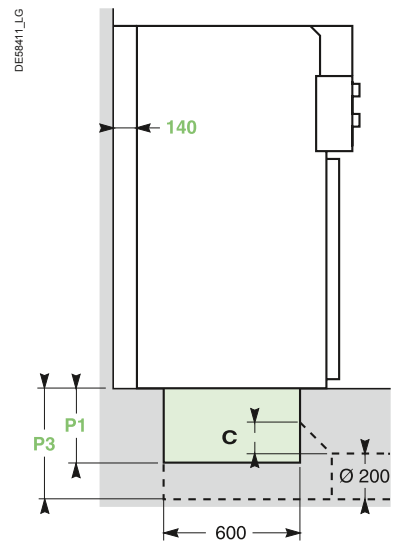
#### Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi con cunicolo posteriore



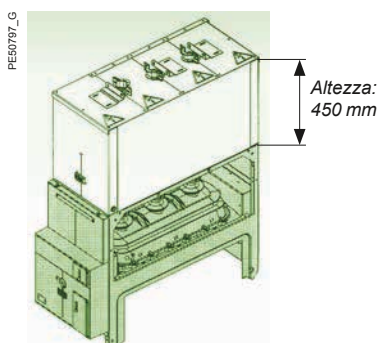
#### Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi con cunicolo frontale



Dimensioni richieste (mm)

**Nota 1:** per collegamento con tubi la smussatura C deve essere: P1/P2 = 75 mm o P2/P3 = 150 mm.  
**Nota 2:** consultare il capitolo "Esempi di installazione".



### Arrivo cavi dall'alto

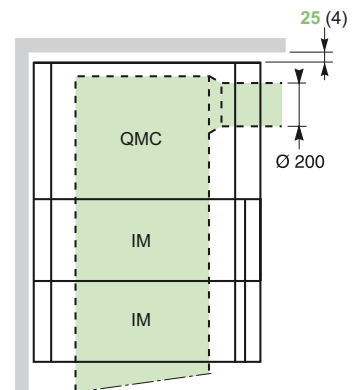
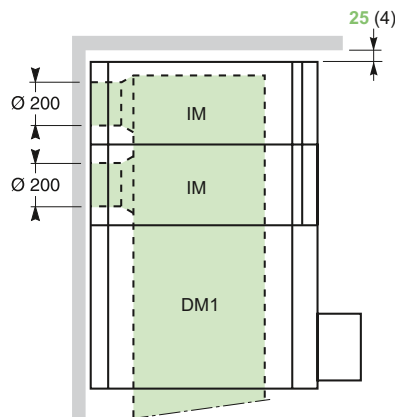
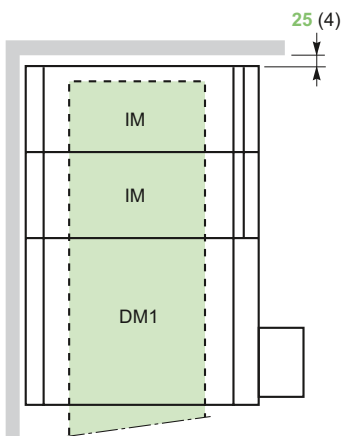
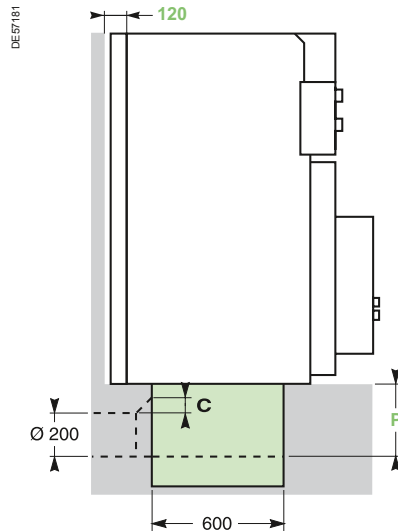
Applicabile su tutte le unità 630 A della gamma, se non presente il cassetto BT con collegamento realizzato con cavi dry-type e cavi unipolari.

**Attenzione:**

- Non disponibile per scomparto sbarre.
- Non disponibile a 1250 A.
- Disponibile solo fino a IAC A-FL 12,5 kA 1 s

## Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR 16 kA 1 s, IAC: AFLR 20 kA 1 s, IAC: AFLR

**Unità 630 A**  
Ingresso o uscita cavi posteriore  
con canaline



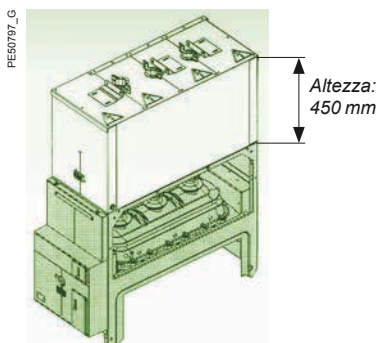
**Dimensioni richieste (mm)**

**Nota 1:** per collegamento con tubi la smussatura C deve essere 75 mm.

**Nota 2:** consultare il capitolo "Esempi di installazione".

**Nota 3:** Unità illustrate senza pannelli laterali

**Nota 4:** 50 mm in caso di sfogo dall'alto con condotto



### Arrivo cavi dall'alto

Applicabile su tutte le unità 630 A se non presente il cassetto BT con collegamento realizzato con cavi dry-type e cavi unipolari..

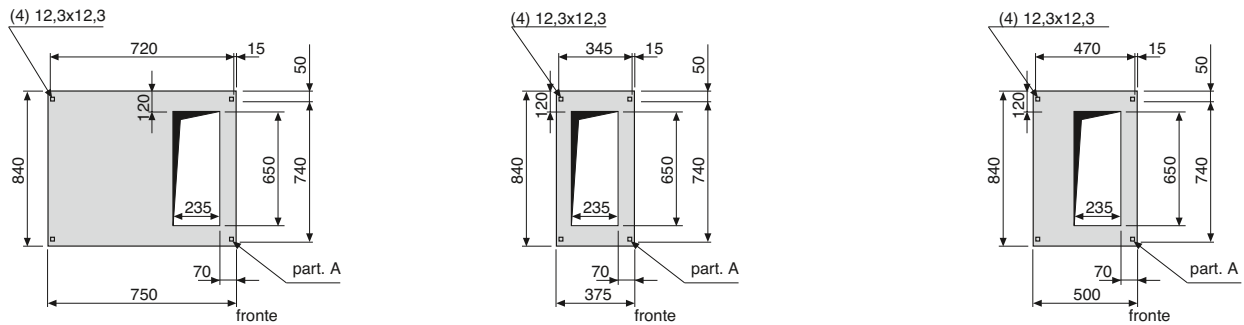
**Attenzione:**

- Non disponibile per scomparto sbarre.
- Non disponibile nella versione 1250 A.
- Disponibile solo fino a IAC A-FLR 12,5 kA 1 s

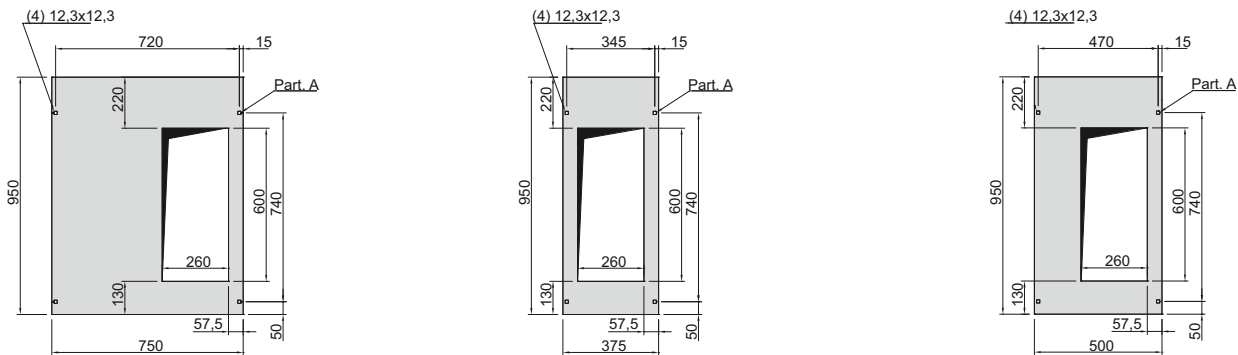
# Collegamento cavi dal basso per SM6 24 kV

## Ammarraggio Unità

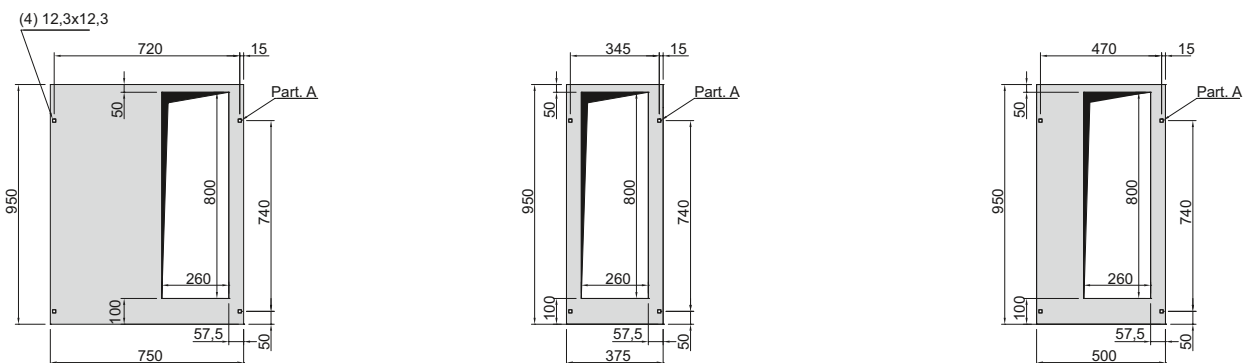
### Arco interno Basic 12,5 kA 1 s, IAC: AFL



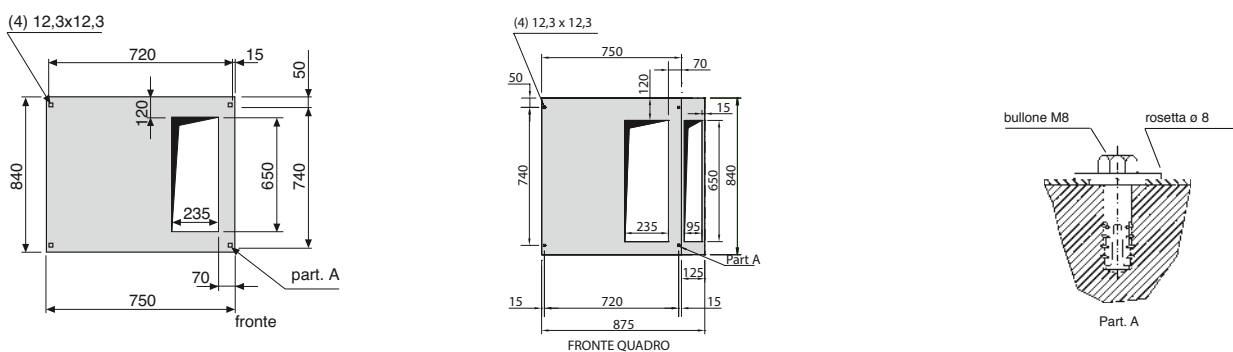
### Arco interno Advance 12,5 kA 1s, IAC: AFLR 16 kA 1s, IAC: AFLR con sfogo dall'alto 20 kA 1s, IAC: AFLR



### Arco interno Advance 16 kA 1s, IAC: AFLR con sfogo dal basso



### Monoblocco AT7-A, AT7-B



## Esempi e dimensioni cavedio

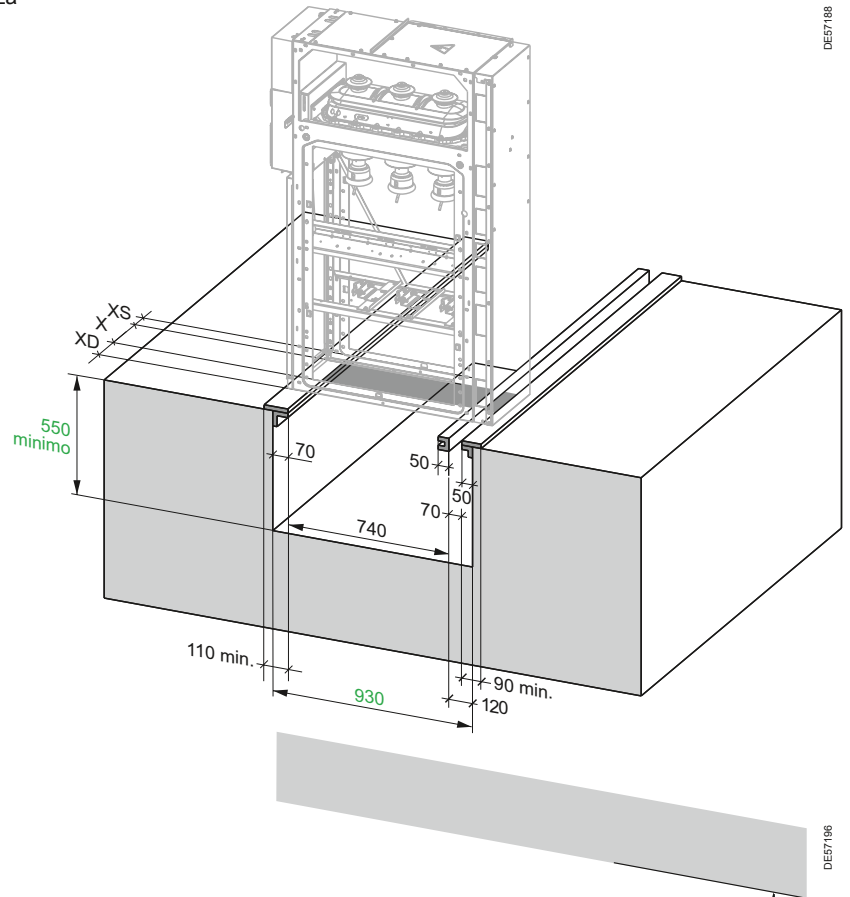
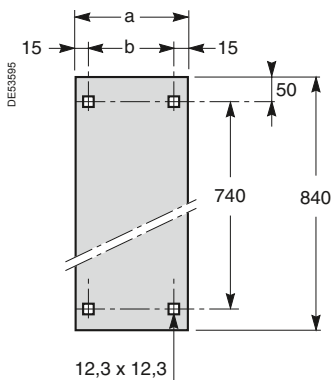
### Installazione con cunicolo per 16 kA 1 s evacuazione dal basso

- Posizionamento della feritoia (X) per l'evacuazione dal basso ed il passaggio cavi dipende dalla larghezza dell'unità:

Larghezza	Unità	XS (mm)	X (mm)	XD (mm)
375	Tutte	57,5	260	57,5
500	GAM	57,5	260	182,5
	Altre	182,5	260	57,5
750	Tutte	432,5	260	57,5

Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR  
16 kA 1 s, IAC: AFLR  
20 kA 1 s, IAC: AFLR

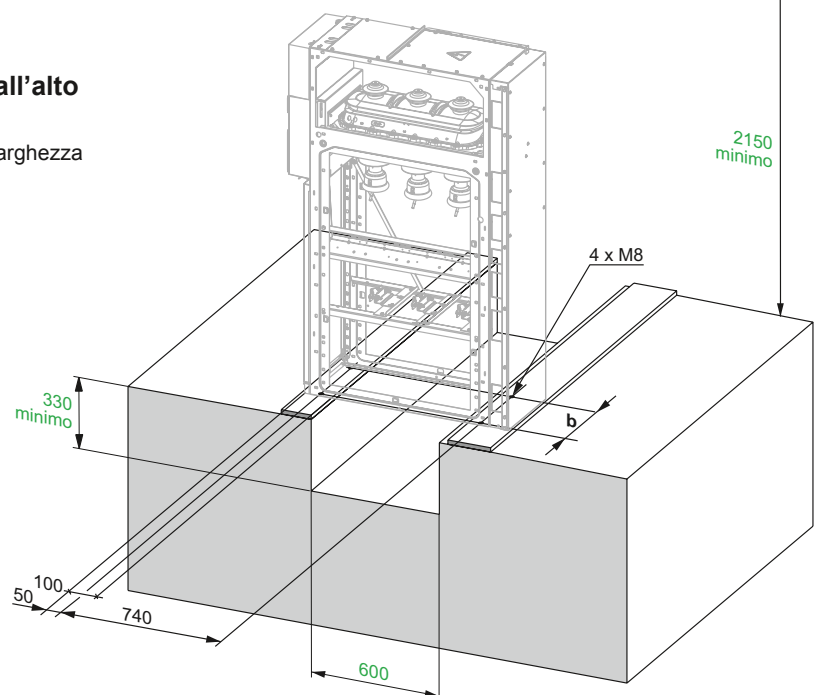
### Posizione dei fori di fissaggio a pavimento delle unità



### Installazione con cunicolo per 12.5 kA 1 s evacuazione dal basso per 16 kA 1 s e 20 kA 1 s evacuazione dall'alto

- La posizione dei fori di fissaggio **b** dipende dalla larghezza dell'unità:

A (largh. cella mm)	b (mm)
375	345
500	470
750	720



Cavi unipolari		Unità 630 A	
Sez. cavo (mm <sup>2</sup> )	Raggio di curvatura (mm)	IM, IMC, QM, PM, DM1-A, GAM, GAM2, SM, TM	
		Profondità P (mm)	
		P1	P2
1 x 35	525	350	550
1 x 50	555	380	580
1 x 70	585	410	610
1 x 95	600	425	625
1 x 120	630	455	655
1 x 150	645	470	670
1 x 185	675	500	700
1 x 240	705	530	730

**Nota:** nel determinare la profondità P dei cunicoli prendere in considerazione l'unità e i cavi che richiedono maggior profondità.

## La durata nel tempo delle apparecchiature delle cabine BT/MT dipende da tre fattori chiave:

### ■ corretta realizzazione dei collegamenti

Le terminazioni termorestringenti o autoestinguenti garantiscono facilità d'installazione ed una conseguente maggior durata nel tempo. Questo tipo di connessioni facilitano l'utilizzo in ambienti inquinati e in condizioni ambientali severe.

### ■ impatto dell'umidità relativa

L'utilizzo di un dispositivo di anticondensa è essenziale in condizioni climatiche ad elevato tasso di umidità e con grandi sbalzi di temperatura.

### ■ controllo della ventilazione

La dimensione delle griglie di ventilazione deve essere adatta alla potenza dissipata dalla cabina. Devono essere installate solo nell'area trasformatore.

## I cavi di alimentazione sono collegati:

- ai codoli predisposti
- ai portafusibili inferiori
- ai connettori dell'interruttore-sezionatore.

## I cavi con capocorda bimetallico hanno:

- capicorda circolare per cavi  $\leq 240 \text{ mm}^2$ .

I capocorda sono realizzati con pressatura a freddo

L'esperienza Schneider Electric consiglia di scegliere questa tecnologia ovunque sia possibile per assicurare una maggior durata nel tempo.

## Sezione massima ammessa per i cavi:

- 2 x (1 x 240 mm<sup>2</sup>) per unità arrivo e partenza 1250 A
- 240 mm<sup>2</sup> per unità arrivo e partenza 630 A
- 95 mm<sup>2</sup> per unità trasformatore con fusibili.

L'accesso allo scomparto è impedito da un interblocco ed è possibile solo con sezionatore di terra chiuso.

La profondità ridotta dello scomparto facilita il collegamento di tutte le fasi.

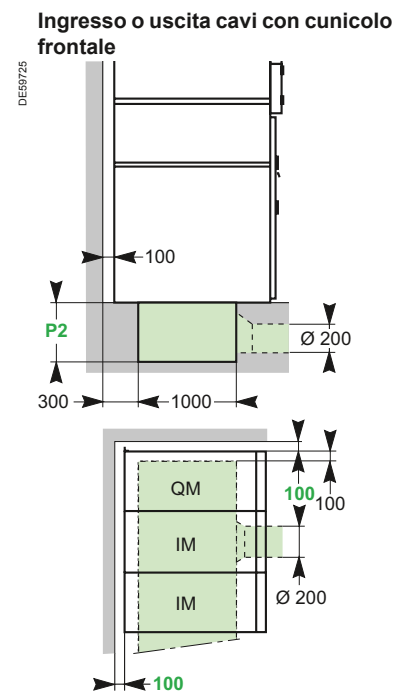
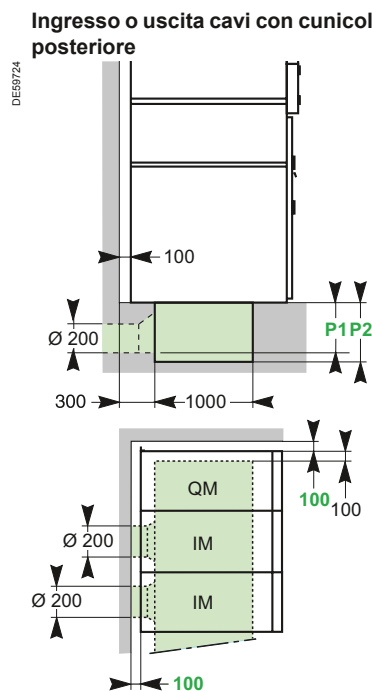
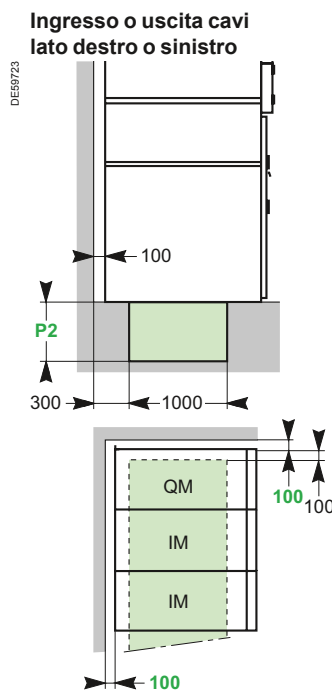
Il codolo per il collegamento dei cavi MT per le unità QM ha un bullone  $\varnothing 10$ , tutte le altre unità hanno bulloni  $\varnothing 12$  con coppia di serraggio 50 mN.

## Uscita/Ingresso cavi dal basso

Collegamento di tutte le unità con cunicolo

- nella tabella a lato sono indicate le misure di profondità P dei cunicoli per i cavi più comunemente utilizzati.

## Esempi cunicoli passaggio cavi

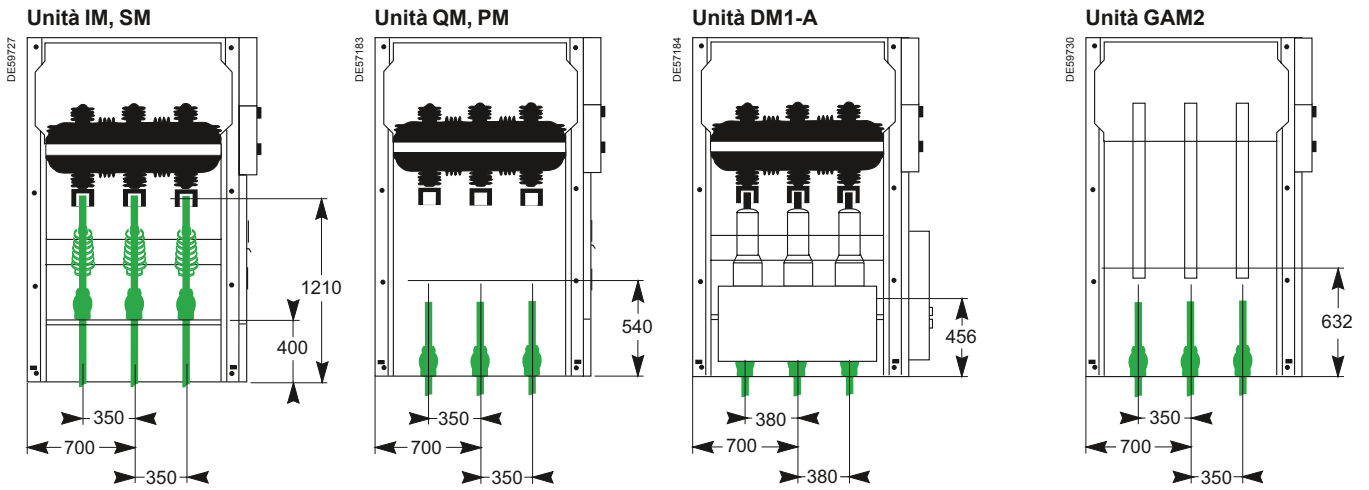




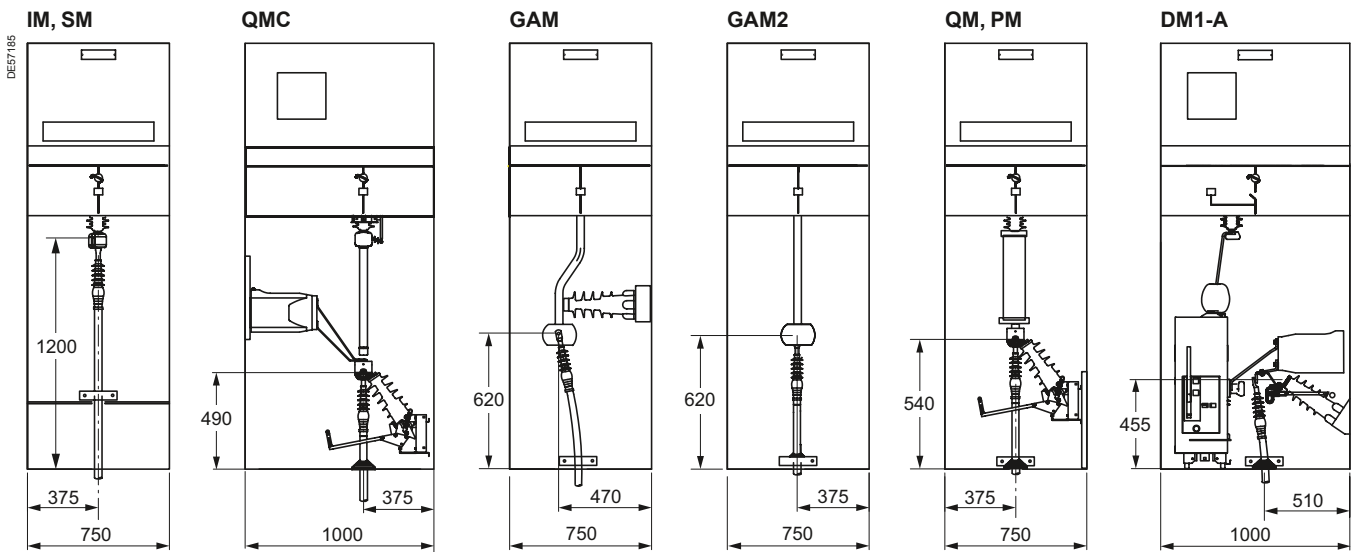
# Collegamento cavi dal basso per SM6 36 kV

## Posizione dei cavi

### Vista laterale



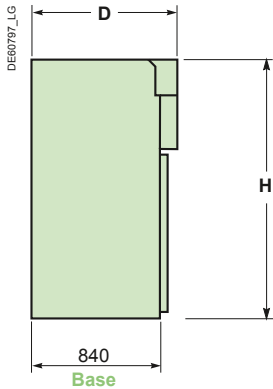
### Vista frontale



# Installazione

<b>Dimensioni e pesi per SM6-24</b>	<b>116</b>
<b>Dimensioni e pesi unità AT7</b>	<b>117</b>
<b>Dimensioni unità per SM6-24</b>	<b>118</b>
<b>Genio civile per SM6-24</b>	<b>120</b>
<b>Esempi di installazione per SM6-24</b>	<b>121</b>
<b>Dimensioni e pesi per SM6-36</b>	<b>123</b>
<b>Genio civile per SM6-36</b>	<b>124</b>
<b>Esempi di installazione per SM6-36</b>	<b>125</b>

# Dimensioni e pesi per SM6-24



## Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

### Dimensioni e pesi

Unità	Altezza H (mm)	Larghezza (mm)	Profondità D (mm)	Peso (kg)
IM,IMB	1600	375	940	130
IMP	1600	500	940	160
QM	1600	375	940	140
IMU	1600	750	940	200
CVM, CRM	2050 <sup>(1)</sup>	750	940	400
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-G, DM1-J, DM1-R, DM2, DMVL-A, DMVL-D	1600	750	1220	410
CMK	1600	375	940	180
CM	1600	375	940	200
CM2	1600	500	940	220
GBC-A	1600	750	940	300
NSM-cavi, NSM-sbarre	2050 <sup>(1)</sup>	750	940	270
GBM	1600	375	940	130
GAM2	1600	375	940	130
GAM	1600	500	1020	170
DM1-A, DM1-D (1250 A)	1600	750	1220	430

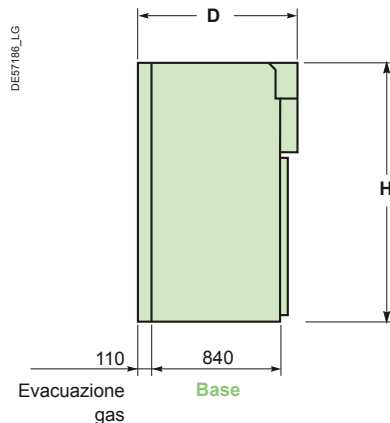
<sup>(1)</sup> unità già corredata di cella BT (1600 + 450 mm).

In funzione della necessità aggiungere in altezza:

- 90 mm per canalina superiore BT
- 90 mm per pannello sepam 1000
- 450 mm per cella BT
- 450 mm per cassonetto arrivo cavi dall'alto.
- 350 mm per zoccolo di rialzo (senza protezione arco interno).

## Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR 16 kA 1 s, IAC: AFLR 20 kA 1 s, IAC: AFLR

### Dimensioni e pesi



Unità	Altezza H (mm)	Larghezza (mm)	Profondità D (mm)	Peso (kg)
IM,IMB	1600	375	1050	130
IMP	1600	500	1050	160
QM	1600	375	1050	140
IMU	1600	750	1050	200
CVM, CRM	2050 <sup>(1)</sup>	750	1050	400
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-G, DM1-J, DM1-R, DM2, DMVL-A, DMVL-D	1600	750	1250	410
CMK	1600	375	1050	180
CM	1600	375	1050	200
CM2	1600	500	1050	220
GBC-A	1600	750	1050	300
NSM-cavi, NSM-sbarre	2050 <sup>(1)</sup>	750	1050	270
GBM	1600	375	1050	130
GAM2	1600	375	1050	130
GAM	1600	500	1050	170
DM1-A, DM1-D (1250 A)	1600	750	1250	430

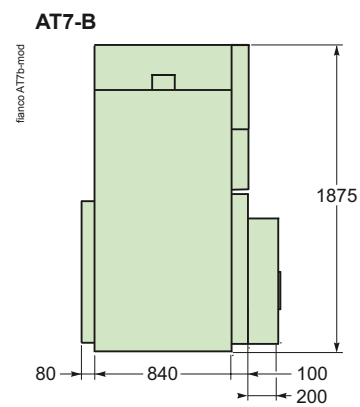
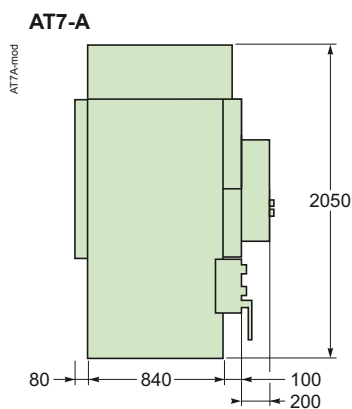
<sup>(1)</sup> unità già corredata di cella BT (1600 + 450 mm).

In funzione della necessità aggiungere in altezza:

- 90 mm per canalina superiore BT
- 90 mm per pannello sepam 1000
- 400 mm per condotto evacuazione gas dall'alto
- 450 mm per cella BT
- 450 mm per cassonetto arrivo cavi dall'alto.

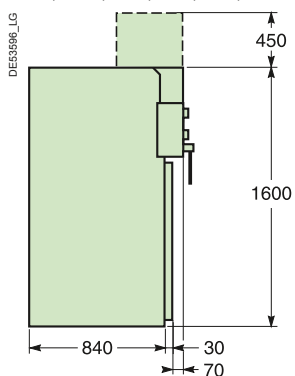
## Dimensioni e pesi

Tipo di unità	altezza (mm)	larghezza (mm)	profondità (mm)	peso (kg)
monoblocco AT7-A	2050	750	1220	430
monoblocco AT7-B	1875	875	1220	390

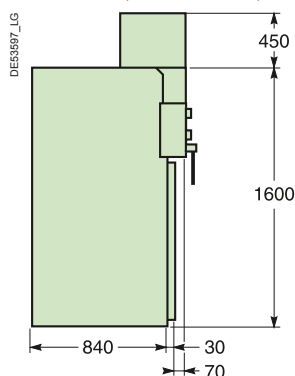


## Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

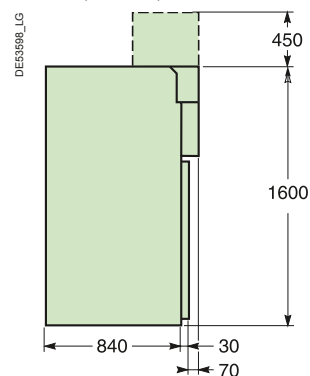
**IM, IMB, IMP, QM, CM, CM2**



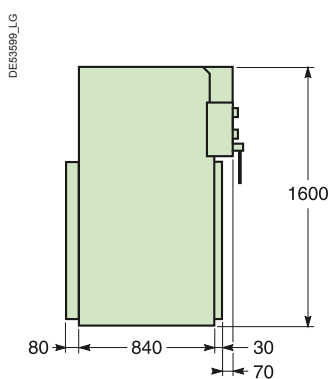
**NSM-cavi, NSM-sbarre, CRM, CVM**



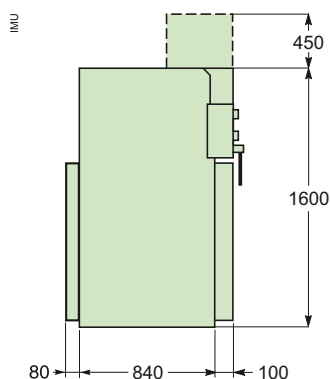
**GBM, GAM2, CMK**



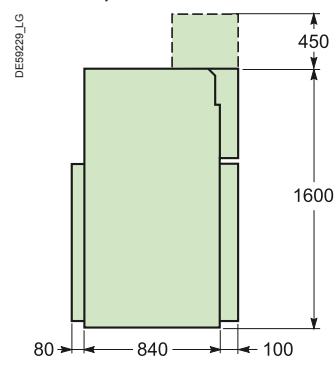
**GAM**



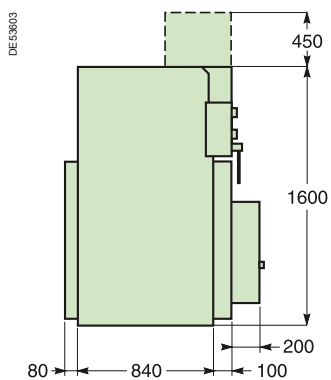
**IMU**



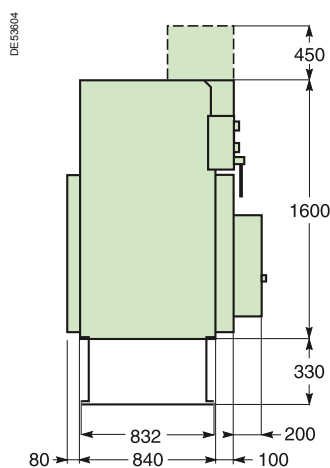
**GBC-A, GBC-B**



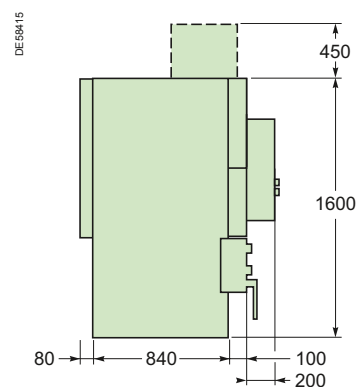
**DMVL-A, DMVL-D, DM1-A, DM1-P, DM1-G, DM1-J,  
DM2 630 A**



**DM1-A, 1250 A**

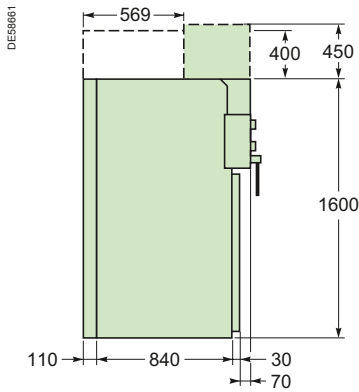


**DM1-R**

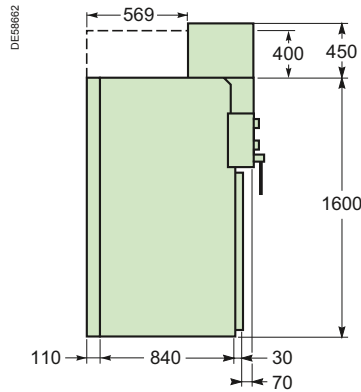


Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR  
 16 kA 1 s, IAC: AFLR  
 20 kA 1 s, IAC: AFLR

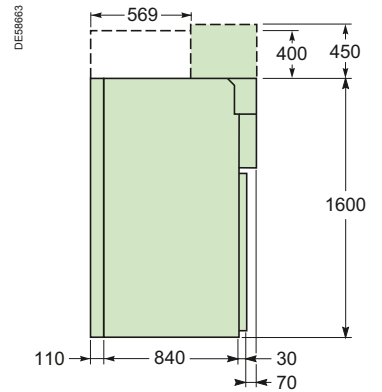
**IM, IMB, IMP, QM, CM, CM2**



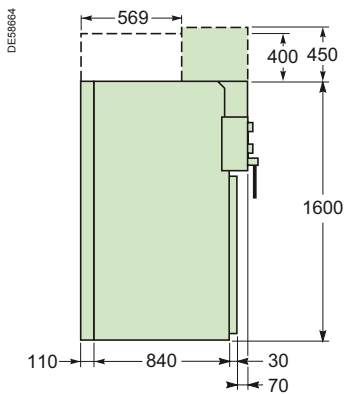
**NSM-cavi, NSM-sbarre, CRM, CVM**



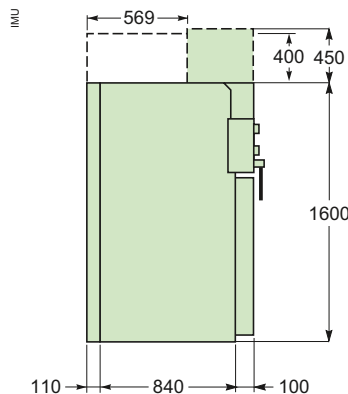
**GBM, GAM2, CMK**



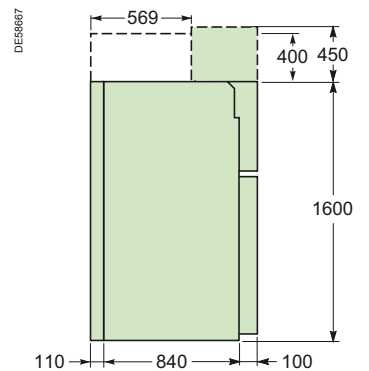
**GAM**



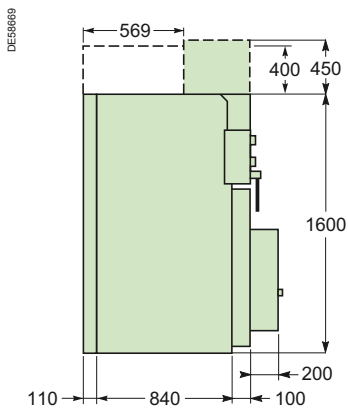
**IMU**



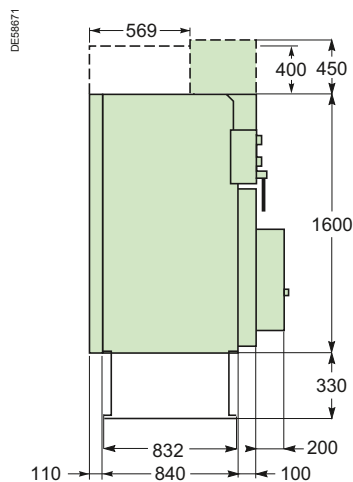
**GBC-A, GBC-B**



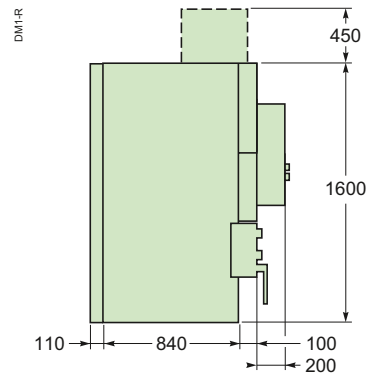
**DMVL-A, DMVL-D, DM1-A, DM1-P, DM1-G, DM1J, DM2**



**DM1-A 1250 A**



**DM1-R**

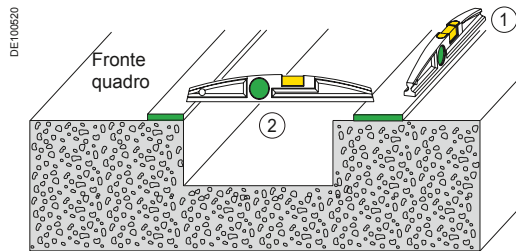


## Preparazione del pavimento

Per assicurare la tenuta d'arco interno il fissaggio a pavimento deve essere realizzato rispettando i seguenti requisiti:

- Linearità: 2 mm / 3 m (part.1)
- Planarità: 3 mm massimo (part.2)

Tutti gli elementi che permettono l'evacuazione dei gas (condotto, involucro, ecc.) devono essere in grado di supportare un carico di 250 kg/m<sup>2</sup>.



## Fissaggio delle unità

### Tra loro

Le unità componenti un quadro sono fissate le une alle altre tramite viteria fornita di serie. L'accoppiamento delle sbarre si effettua tramite chiave dinamometrica regolata a 28 mN.

### Al suolo

■ per quadri composti da un massimo di tre unità, i quattro angoli del quadro devono essere fissati a pavimento utilizzando:

- tasselli M8 (non forniti)
- viti fissate con cemento

■ per quadri composti da più di tre unità è necessario fissare a pavimento ogni singola unità.

■ nelle unità interruttore o contattore gli elementi di fissaggio devono essere installati sul lato opposto all'apparecchiatura.

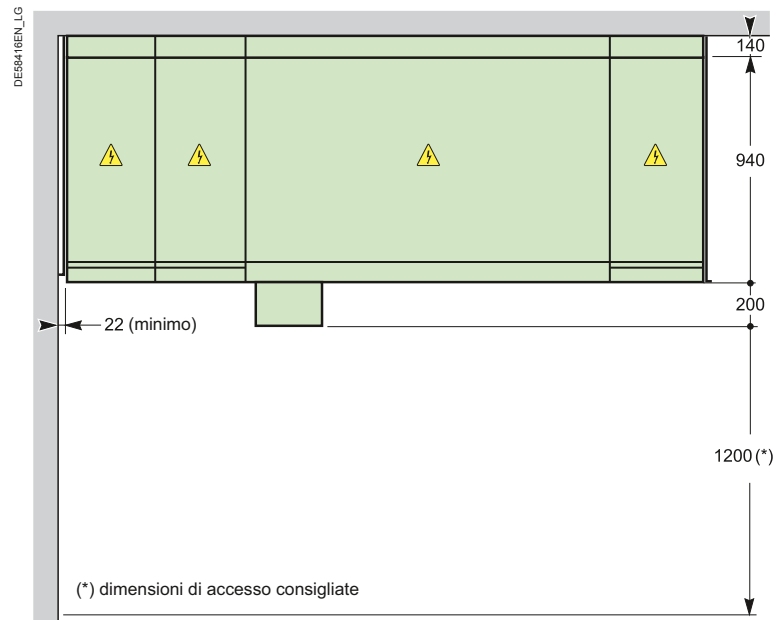


## Cabina prefabbricata

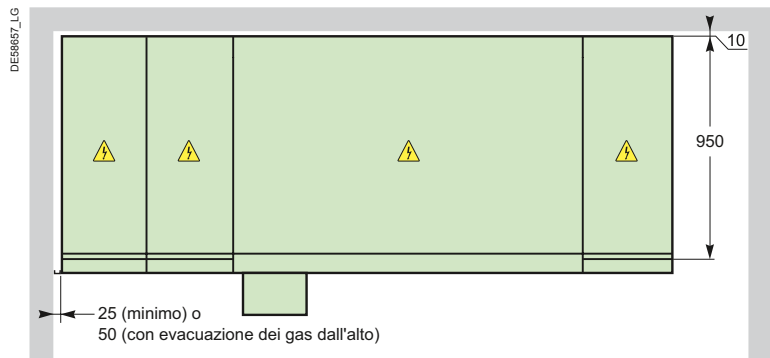


## Posizione delle unità in una cabina

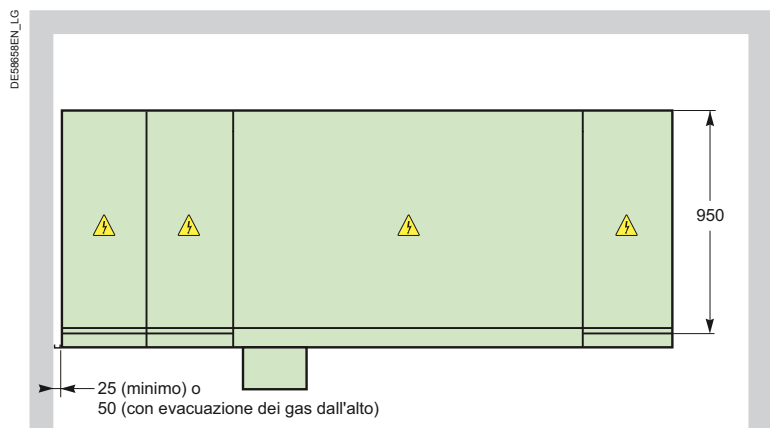
### Installazione a parete di un quadro IAC 12.5 kA 1s: A-FL



### Installazione a parete di un quadro IAC 12,5, 16, 20 kA 1 s: A-FLR



### Installazione in isola di un quadro IAC: 12,5, 16, 20 kA 1 s: A-FLR



**Nota:** quote in millimetri

## Condotto di sfogo gas

Per permettere l'evacuazione dei gas dall'alto è necessario installare un condotto da fissare alla flangia di raccordo sulla destra o sinistra del quadro.

Per assicurare la protezione IP3X sulla flangia all'estremità del condotto deve essere installato il flap fornito.

L'estremità del condotto dovrà bloccare l'entrata di acqua, polveri, umidità, animali, ecc. permettendo al contempo l'evacuazione dei gas in un'area dedicata attraverso un dispositivo posto all'estremità esterna del condotto di sfogo (non fornito).

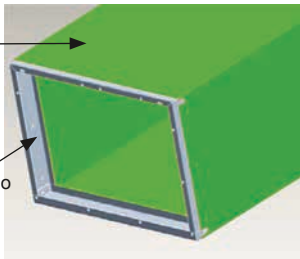
### Esempio di condotto di sfogo gas

Il condotto di evacuazione deve essere realizzato in metallo di spessore adeguato a garantire la tenuta a pressioni elevate e gas caldi.

PE5726

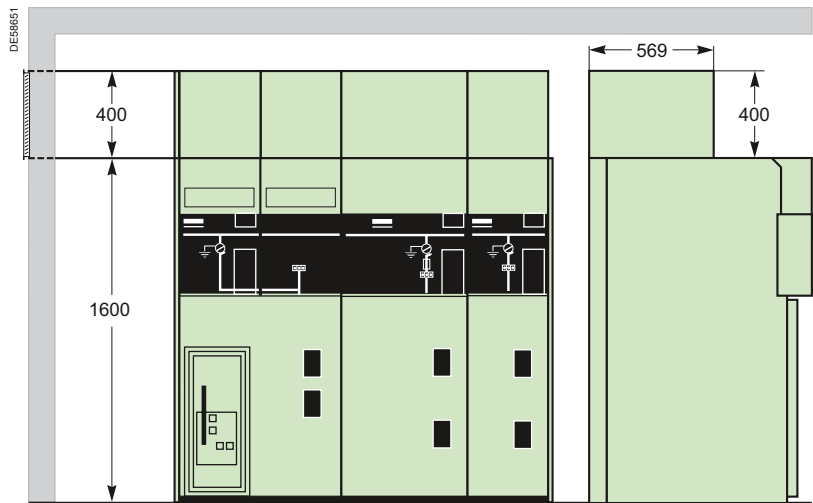
Prolungamento  
del condotto  
(non fornito)

Flangia di raccordo  
(fornita)



## Con evacuazione in alto a sinistra

(altezza soffitto  $\geq 2150$  mm)



*Nota: quote in millimetri.*

## Dimensioni e pesi

Unità	Altezza (mm)	Larghezza (mm)	Profondità (1) (mm)	Peso (kg)
IM, SM	2250	750	1400 (3)	310
IMC, IMB	2250	750	1400 (2)	420
QM, PM, QMB	2250	750	1400 (3)	330
QMC	2250	1000	1400 (3)	420
DM1-A	2250	1000	1400 (2)	600
DM1-D	2250	1000	1400 (2)	560
GIM	2250	250	1400	90
DM2	2250	1500	1400 (2)	900
CM, CM2	2250	750	1400 (2)	460
GBC-A, GBC-B	2250	750	1400 (3)	420
GBM	2250	750	1400 (3)	260
GAM2	2250	750	1400 (3)	250
GAM	2250	750	1400 (3)	295

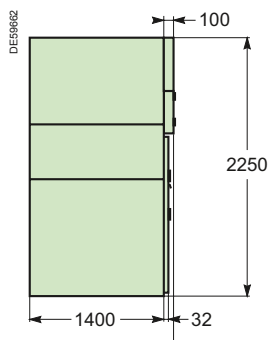
(1) Le misure di profondità si riferiscono alla superficie del pavimento.

(2) La profondità con estensione vano BT diventa 1615 mm.

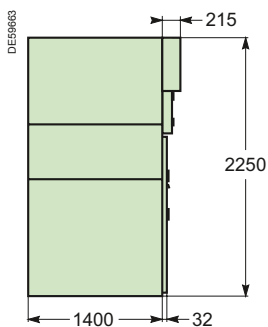
(3) La profondità con vano BT standard diventa 1500 mm.

## Dimensioni

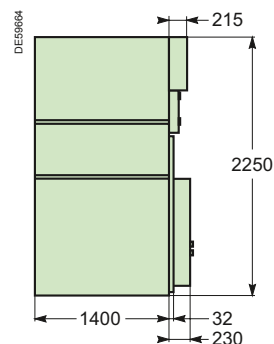
Unità IM, SM, IMC, QM, PM, IMB,  
GBM, GAM, GAM2, GBC-A, GBC-B  
QMB, QMC



Unità CM, CM2



Unità DM1-A, DM1-D,  
DM2



## Preparazione del pavimento

Le unità possono essere installate su normali pavimenti in cemento, con o senza cunicolo per passaggio cavi in funzione della sezione e della tipologia di cavo utilizzato.

I lavori da realizzare sono gli stessi per tutte le unità.

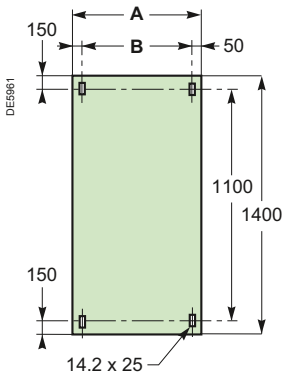
## Fissaggio delle unità

### Tra loro

Le unità componenti un quadro sono fissate le une alle altre tramite viteria fornita di serie. L'accoppiamento delle sbarre si effettua tramite chiave dinamometrica regolata a 28 mN.

### Al suolo

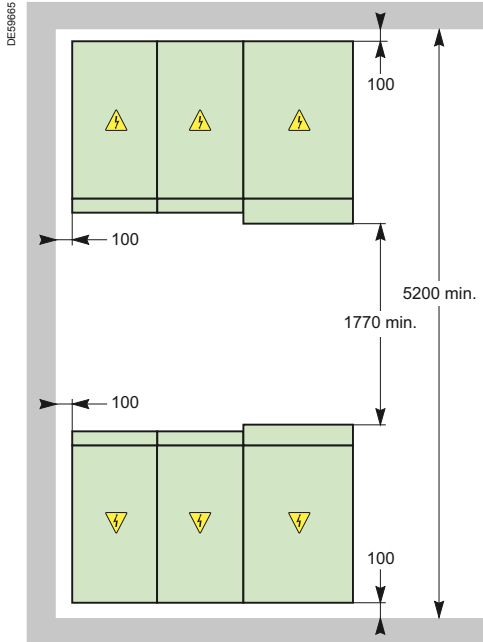
- per quadri composti da tre unità, i quattro angoli del quadro devono essere fissati a pavimento utilizzando:
  - tasselli ad espansione (non forniti)
  - viti fissate con cemento
- per quadri composti da più di tre unità il numero e la posizione dei punti di fissaggio dipende dai criteri e sistemi costruttivi locali
- la posizione dei fori di fissaggio dipende dalla larghezza delle unità.



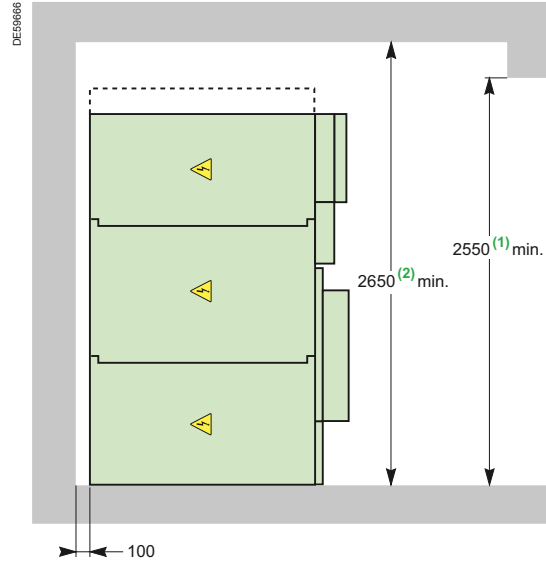
Unità	A (mm)	B (mm)
IM, IMC, IMB, QM, PM, SM, CM, CM2, TM GBC-A, GBC-B, GBM, GAM2, IMB, GAM, QMB	750	650
DM1-A, DM1-D, QMC	1000	900
DM2	1500	1400
GIM	250	150

## Distanze dalle pareti

Vista dall'alto



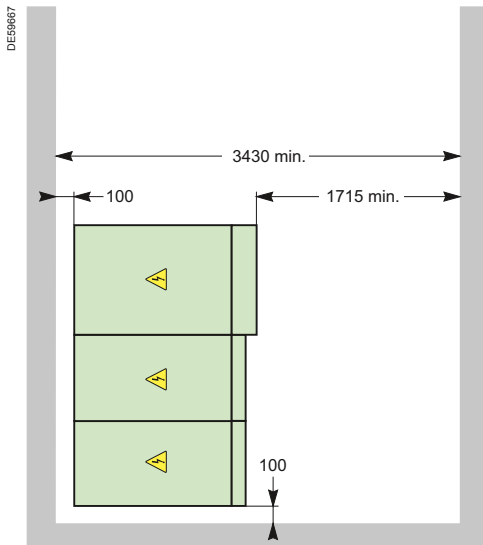
Vista laterale



Dimensioni minime richieste (mm)

- (1) In caso di unità con arrivo dall'alto: necessari 2730 mm
- (2) In caso di unità con arrivo dall'alto: necessari 2830 mm

Vista dall'alto



# Servizi

# Schneider Electric

# Servizi Schneider Electric

## Sommario

---

<b>ProDiag Breaker</b>	<b>128</b>
<b>ProDiag Corona</b>	<b>129</b>
<b>ProDiag Fuse</b>	<b>130</b>



## Cosa è ProDiag Breaker?

**ProDiag Breaker** è uno strumento di diagnosi di Schneider Electric.

**ProDiag Breaker** confronta i parametri meccanici ed elettrici misurati durante il funzionamento degli interruttori con i dati raccolti nei nostri impianti di produzione. Questo consente di verificare lo stato dell'apparecchiatura e di anticipare e prevenire possibili guasti. **ProDiag Breaker** misura, registra e visualizza i parametri elettrici principali degli interruttori MT e BT in termini di apertura, chiusura e operazioni di carica molle. Tutti i dati raccolti vengono confrontati automaticamente con i valori impostati nel software per vedere se quanto misurato rientra nei criteri di accettazione del prodotto e che ne assicurano il buon funzionamento. Sull'interruttore vengono eseguite due prove, una con il valore di tensione ausiliaria minima e una a tensione nominale. Viene generato un report, che Schneider Electric consegnerà al cliente, da usare come strumento per definire le azioni correttive necessarie, sia di manutenzione, riparazione o sostituzione.

## ProDiag Breaker è parte di un piano di manutenzione preventiva.

La verifica degli interruttori tramite ProDiag Breaker comprende:

- Verifica del comando meccanico.
- Misurazione e confronto della reale resistenza di contatto con quella specificata dal produttore.
- Misurazione e confronto della resistenza di isolamento.
- Valutazione generale dello stato e delle condizioni dell'interruttore in base ai dati acquisiti.

Inoltre, **ProDiag Breaker Circuit Breaker** analizzando la combinazione della curva tempo/intervento con la curva di corrente della bobina e i contatti di fase rileva eventuali difetti, quali:

- Usura degli agganci e del comando meccanico.
- Bobine difettose.
- Usura meccanica e indurimento delle grasse lubrificanti.
- Ammortizzatori difettosi.
- Funzionamento difettoso della simultaneità contatti (apertura / chiusura).

Alcuni programmi di manutenzione prevedono lo smontaggio del comando meccanico dell'interruttore per verificare la sua condizione. **ProDiag Breaker** utilizzando segnali rilevati dal funzionamento dell'interruttore, riduce i costi di manutenzione rispetto ai normali programmi di controllo manuali dell'interruttore.

## Come con ProDiag Breaker posso ridurre i costi?

- ProDiag Breaker riduce significativamente il tempo necessario per identificare potenziali difetti in un interruttore, utilizzando l'analisi operativa piuttosto che ispezione e/o re-sets meccanici.
- Il software analizza i dati acquisiti e identifica la parte con specifici problemi.
- La normale vita operativa di un dispositivo è aumentata da una tempestiva analisi diagnostica di quando e cosa necessario riparare.
- Lo strumento comprende sia hardware che software e risulta essere un efficiente programma di manutenzione predittiva.

## Risultati

**ProDiag Breaker** fornisce un report sullo stato completo dell'interruttore, dettagliando: tempo di chiusura / apertura, simultaneità contatti, rimbalzo e resistenza, chiusura meccanica e sforzo d'apertura.

Questo report consente di definire e ottimizzare il piano di manutenzione del cliente.

## Obiettivi ProDiag Breaker

La vostra priorità è migliorare l'affidabilità del vostro impianto:

- per migliorare la continuità di servizio,
- per ridurre al minimo i tempi di manutenzione e riparazione
- per una manutenzione efficiente

Solo per gli apparecchi che lo richiedono e quando necessario (manutenzione condizionale preventiva)

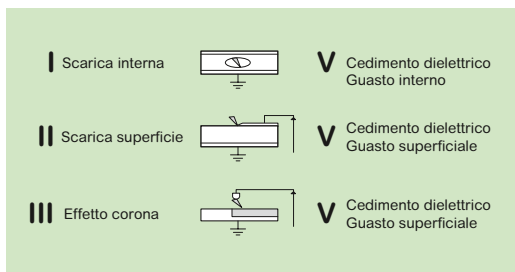




FE604530



DE607198



### Obiettivi ProDiag Corona

La vostra priorità: Veloce ispezione delle apparecchiature elettriche senza fuori servizio dell'impianto.

#### Sicurezza (del personale e del patrimonio)

- Migliorare l'affidabilità della vostra installazione:
- Ottimizzazione delle durata di vita dell'installazione & dei costi

#### Prevenzione dei rischi da:

- Scariche parziali e arco interno
- Degrado Dielettrico
- Incendi

## Cosa è ProDiag Corona?

**ProDiag Corona** è uno strumento di diagnosi di Schneider Electric.

**ProDiag Corona** rileva le scariche parziali nelle unità di media tensione.

- Per scarica parziale si intende una scarica elettrica che interessa solo una parte del dielettrico esistente fra due conduttori.
- Una scarica parziale può determinare danni al materiale isolante circostante a causa dell'erosione dello stesso. Le scariche parziali possono manifestarsi in condizioni di normale esercizio a seguito di invecchiamento precoce causato da fattori climatici, termici o eccessive sollecitazioni dielettriche.

**ProDiag Corona**, attraverso i VIS (Voltage Indicator System) comunemente montati sui quadri di media tensione, analizza il segnale elettrico primario. Le misure sono realizzate tramite un sensore elettronico e i dati vengono trasmessi al software ProDiag Corona per valutare il livello di criticità dell'apparecchiatura controllata. Viene generato un report, che Schneider Electric consegnerà al cliente, da usare come strumento per definire le azioni di correzioni necessarie, sia di manutenzione, riparazione o sostituzione.

**ProDiag Corona** non è uno strumento di certificazione.

**ProDiag Corona** esegue la verifica delle apparecchiature sotto tensione, senza necessità di fuori servizio dell'apparecchiatura.

Questo sistema permette di controllare le più comuni tipologie di scariche parziali:

- Scariche parziali interne
- Scariche parziali superficiali
- Effetto corona

La diagnostica **ProDiag Corona** può essere realizzata sulla maggior parte delle apparecchiature di media tensione presenti sul mercato e dotate di VIS (Voltage Indicator System).

## Come con ProDiag Corona posso ridurre i costi?

**ProDiag Corona** riduce significativamente il tempo necessario per identificare i potenziali difetti di un'apparecchiatura elettrica senza necessità di fuori servizio.

Un'attività di diagnostica programmata aiuta a prevenire eventuali guasti sull'apparecchiatura incrementandone la normale vita utile operativa.

**ProDiag Corona** è uno strumento per anticipare i guasti e evitare il rischio di archi interni e interruzioni intempestive.

- Lo strumento comprende sia hardware che software e risulta essere un mezzo per un efficiente programma di manutenzione predittiva.

## Risultati

**ProDiag Corona** fornisce un rapporto completo della cabina elettrica, dettagliando: ventilazione, filtraggio aria, calcolo del "due point", livello di criticità delle apparecchiature, raccomandazioni del costruttore sulla potenziale manutenzione, riparazione e riabilitazione.

Questo report consente di definire e ottimizzare il piano di manutenzione del cliente.

**ProDiag Corona** viene eseguita grazie ad apparecchiature di prova XDP2 tecnologia NDB.

# ProDiag Fuse

## Diagnostica dello stato dei fusibili di Media Tensione

PE00532



### Necessità cliente

Le installazioni elettriche di media tensione protette con sezionatori associati a fusibili devono essere regolarmente verificate (corretto assemblaggio, parametri elettrici ecc...) per confermare che le loro caratteristiche corrispondano alle specifiche originali del costruttore. Una regolare diagnosi delle caratteristiche dei fusibili (parametri elettrici, resistenza) in accordo con le raccomandazioni del costruttore è necessaria per assicurare la continuità di servizio dell'installazione di distribuzione elettrica, necessità di primaria importanza per i nostri clienti.

La soluzione di diagnostica **ProDiag Fuse** può essere impiegata su sezionatori MT associati a fusibili sui quali non è mai stato realizzato alcun intervento di manutenzione negli ultimi quattro anni (in condizioni ambientali e di funzionamento normali, meno di quattro anni se le apparecchiature operano in condizioni ambientali e di funzionamento severe).

Lo scopo di **ProDiag Fuse** (soluzione hardware e software proprietaria) è di mitigare i rischi sui sezionatori MT e sulle apparecchiature equipaggiate da fusibili interessate da guasti o derive che possono causare effetti indesiderati.

Il risultato dell'invecchiamento del fusibile è la distruzione dei filamenti che può portare a instabilità termica, scariche parziali, completa distruzione del sezionatore MT, delle apparecchiature o addirittura della cabina elettrica.

### Benefici per il cliente

**ProDiag Fuse** aiuta i clienti a visualizzare, scoprire, conoscere i sezionatori associati a fusibili che sono invecchiati e usurati rispetto le specifiche originale del costruttore.

**ProDiag Fuse** verifica le prestazioni dei fusibili utilizzati nei quadri di media tensione. Grazie a **ProDiag Fuse**, i responsabili della manutenzione possono implementare, gestire e arricchire i loro piani di manutenzione.

I tecnici Schneider redigono in sito un rapporto completo di conformità o non conformità dei fusibili verificati e impiegati nei quadri di media tensione. Se un fusibile è dichiarato non conforme, Schneider Electric suggerirà un piano correttivo che include la sostituzione dei fusibili per ristabilire le caratteristiche originali dell'impianto in termini di sicurezza e continuità di servizio.

Il cliente può migliorare il suo piano di manutenzione preventiva con queste azioni correttive nel momento più conveniente per ogni apparecchio di Distribuzione Elettrica.

---

## "Valore unico per il cliente rispetto agli strumenti standard di mercato "

Le misure dei parametri elettrici (resistenza, ecc. ...) dei fusibili associati a un sezionatore MT sono rilevati in sito del cliente tramite una specifica apparecchiatura e trasmessi al software di **ProDiag Fuse** in uso al tecnico Schneider Electric. I valori sono confrontati con quelli contenuti nel database dei principali costruttori di fusibili.

L'obiettivo è quello di determinare se le misure registrate sono comprese all'interno dei criteri di accettazione della gamma, al limite o fuori, al fine di determinare la conformità o meno del fusibile verificato.

Come produttore di apparecchiature di distribuzione elettrica, Schneider Electric ha la competenza per sviluppare e investire su specifici strumenti di test, software proprietari, metodologie di prova e raccogliere affidabili misure sui fusibili MT.

**ProDiag Fuse** misura un maggior numero di parametri rispetto agli strumenti standard di mercato. Esso offre la miglior diagnostica disponibile per i fusibili dei quadri di media tensione.

Scopo Schneider Electric: Fusibili Schneider Electric e quelli dei principali costruttori

# Appendici

---

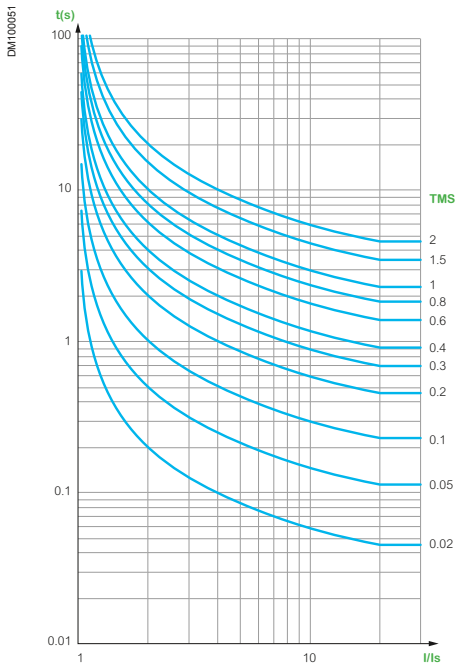
<b>Curve d'intervento VIP 400</b>	<b>134</b>
<b>Fusibili Fusarc CF</b>	<b>136</b>

---

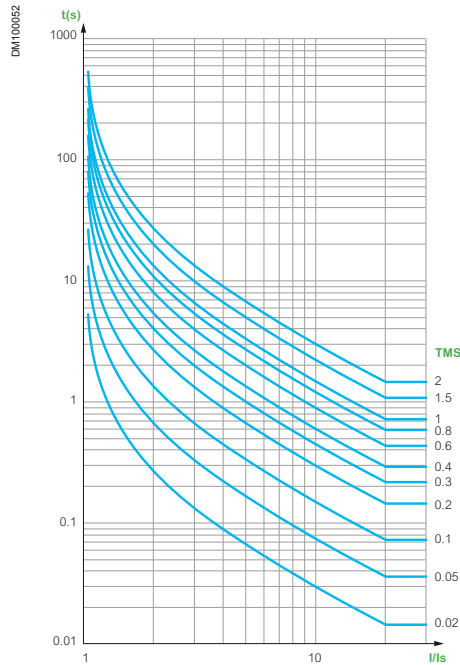
# Curve di intervento VIP

## Curve di intervento VIP 400

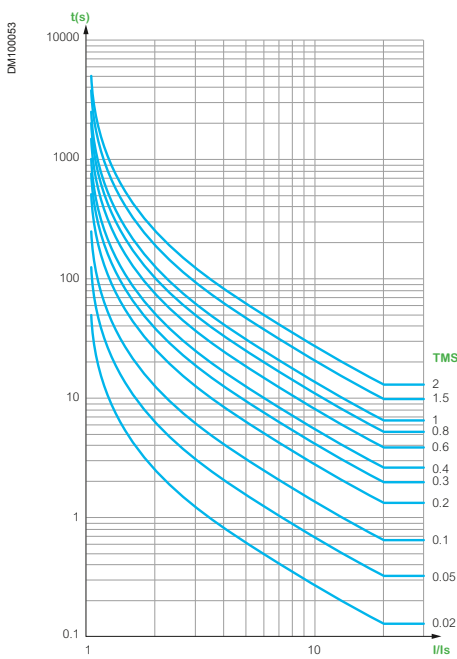
**Curva IEC a Tempo Inverso (IEC/SIT o IEC/A)**



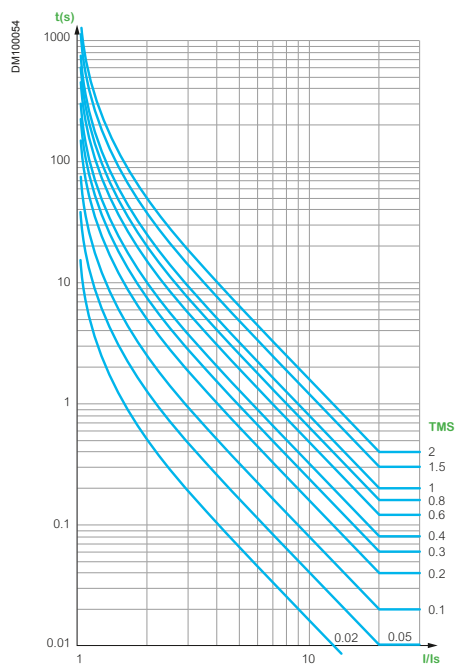
**Curva IEC a Tempo Molto Inverso (IEC/VIT o IEC/B)**



**Curva IEC a Tempo Molto Inverso (IEC/LTI)**

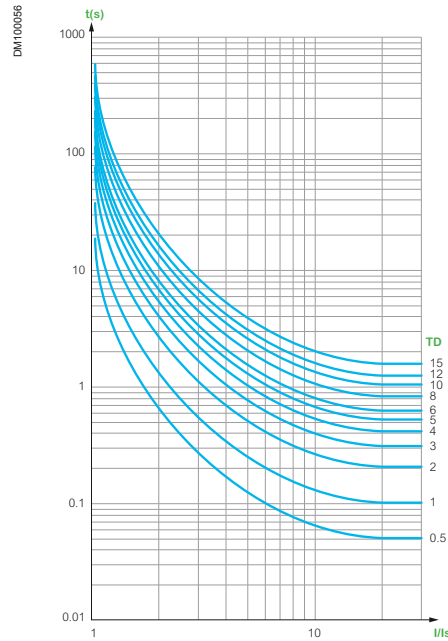
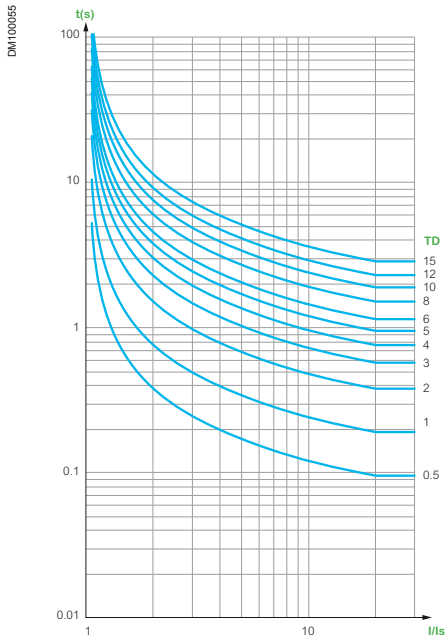


**Curva IEC a Tempo Estremamente Inverso (IEC/EIT o IEC/C)**



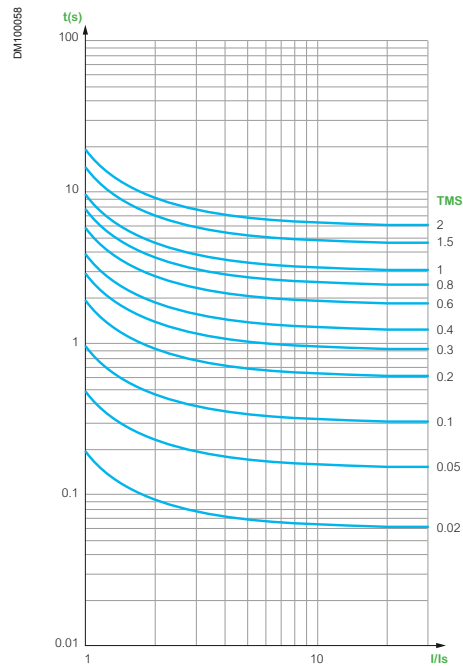
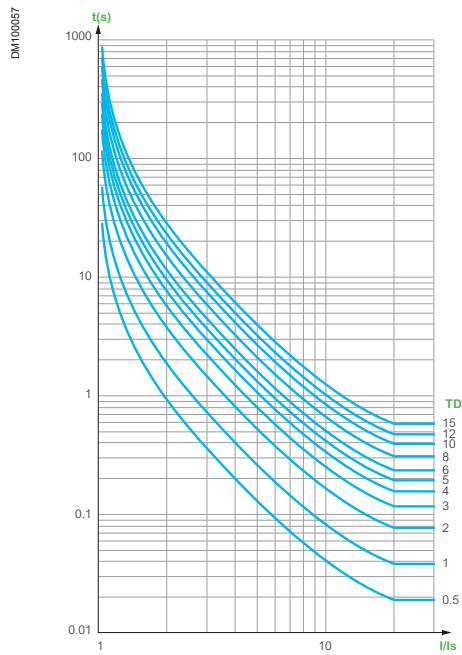
**Curva IEEE a Tempo Moderatamente Inverso  
(IEEE/MI o IEC/D)**

**Curva IEEE a Tempo Molto Inverso  
(IEEE/VI o IEC/E)**



**Curva IEEE a Tempo Estremamente Inverso  
(IEEE/EI o IEC/F)**

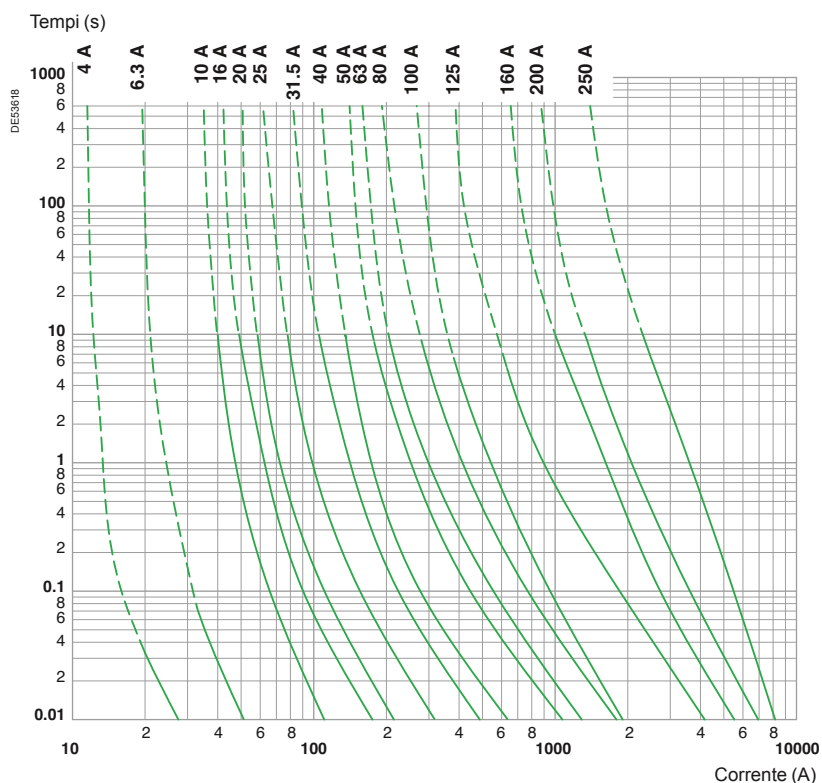
**Curva RI**



# Fusibili Fusarc CF

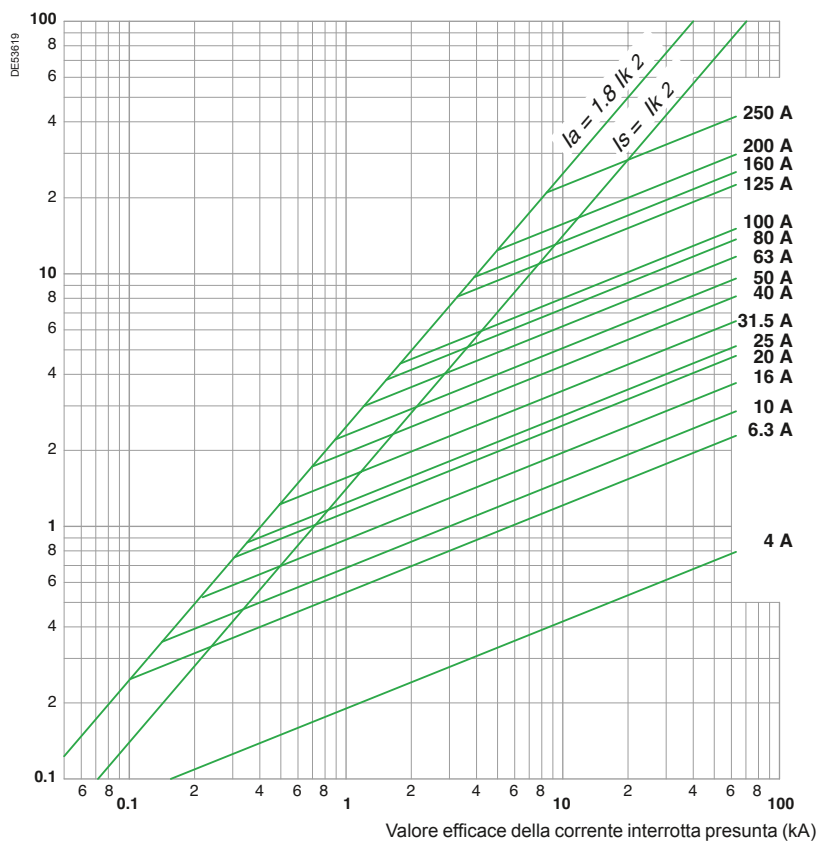
## Curve di fusione e di limitazione

### Curva di fusione 3.6 - 7.2 - 12 - 17.5 - 24 - 36 kV



### Curva di limitazione 3.6 - 7.2 - 12 - 17.5 - 24 - 36 kV

Valore max istantaneo della corrente limitata interrotta (kA picco)

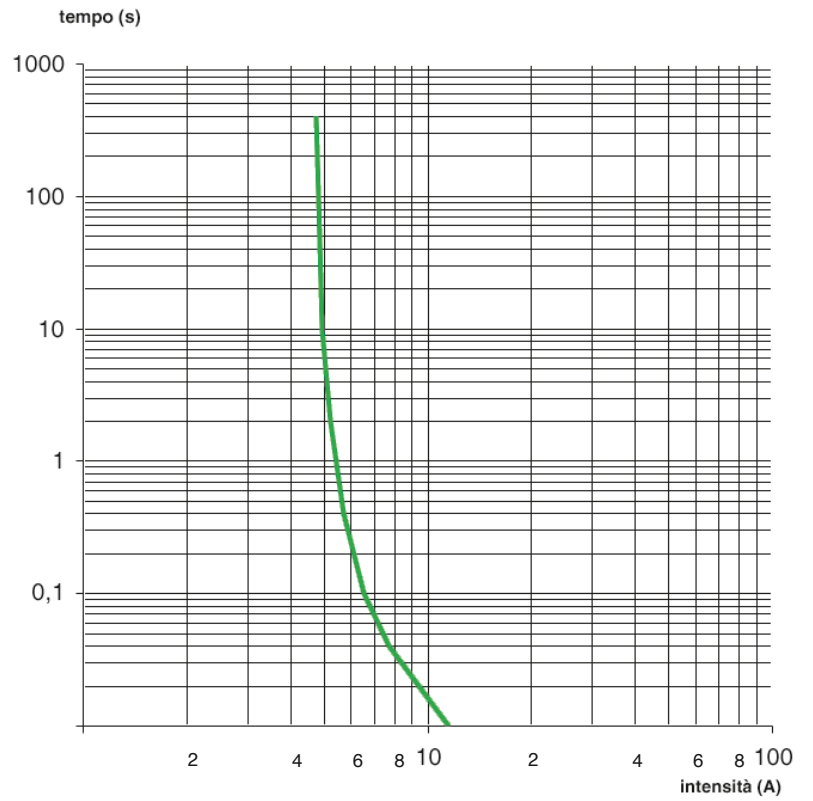


Il diagramma riporta il valore massimo istantaneo della corrente limitata interrotta in funzione del valore efficace della corrente che avrebbe potuto stabilirsi in assenza del fusibile.



# Curve di fusione fusibili protezione TV

## Curva di fusione Fusarc CF 1A



# L'organizzazione commerciale Schneider Electric

## Aree

### Nord Ovest

- Piemonte (escluse Novara e Verbania)
- Valle d'Aosta
- Liguria (esclusa La Spezia)
- Sardegna

### Lombardia Ovest

- Milano, Varese, Como
- Lecco, Sondrio, Novara
- Verbania, Pavia, Lodi

### Lombardia Est

- Bergamo, Brescia, Mantova
- Cremona, Piacenza

### Nord Est

- Veneto
- Friuli Venezia Giulia
- Trentino Alto Adige

### Emilia Romagna - Marche (esclusa Piacenza)

### Toscana - Umbria (inclusa La Spezia)

### Centro

- Lazio
- Abruzzo
- Molise
- Basilicata (solo Matera)
- Puglia

### Sud

- Calabria
- Campania
- Sicilia
- Basilicata (solo Potenza)

## Sedi

Via Orbetello, 140  
10148 TORINO  
Tel. 0112281211 - Fax 0112281311

Via Stephenson, 73  
20157 MILANO  
Tel. 0299260111 - Fax 0299260325

Via Circonvallazione Est, 1  
24040 STEZZANO (BG)  
Tel. 0354152494 - Fax 0354152932

Centro Direzionale Padova 1  
Via Savelli, 120  
35100 PADOVA  
Tel. 0498062811 - Fax 0498062850

Via G. di Vittorio, 21  
40013 CASTEL MAGGIORE (BO)  
Tel. 0517081111 - Fax 051708222

Via Pratese, 167  
50145 FIRENZE  
Tel. 0553026711 - Fax 0553026725

Via Vincenzo Lamaro, 13  
00173 ROMA  
Tel. 0672652711 - Fax 0672652777

SP Circumvallazione Esterna di Napoli  
80020 CASAVATORE (NA)  
Tel. 0817360611 - 0817360601 - Fax 0817360625

## Uffici

Centro Val Lerone  
Via Val Lerone, 21/68  
16011 ARENZANO (GE)  
Tel. 0109135469 - Fax 0109113288

Via Gagarin, 208  
61100 PESARO  
Tel. 0721425411 - Fax 0721425425

Via delle Industrie, 29  
06083 BASTIA UMBRA (PG)  
Tel. 0758002105 - Fax 0758001603

S.P. 231 Km 1+890  
70026 MODUGNO (BA)  
Tel. 0805360411 - Fax 0805360425

Via Trinacria, 7  
95030 TREMESTIERI ETNEO (CT)  
Tel. 0954037911 - Fax 0954037925

### Schneider Electric S.p.A.

Sede Legale e Direzione Centrale  
Via Circonvallazione Est, 1  
24040 STEZZANO (BG)  
[www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)



**Centro Supporto Cliente**  
Tel. 011 4073333

Life Is On

**Schneider**  
Electric

In ragione dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche riportate nei testi e nelle illustrazioni del presente documento si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di Schneider Electric.

# TRASFORMATORI



CAST RESIN TRANSFORMERS

IMEFY spa

Zona Ind.le Rigutino Ovest, 259

52100 - Arezzo - Italia

PI / CF 01514050515 - CCIAA 110372 - Cap. Soc. € 500.000 i.v.

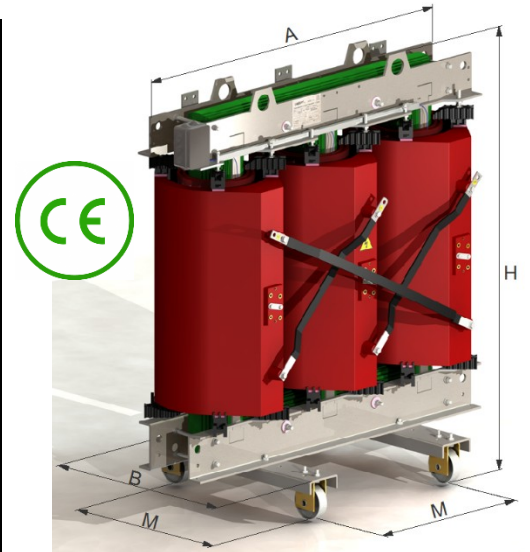
Tel. +39 0575 680701 - Fax +39 0575 657856

www.imefy.it

Certified : CESI E3-E2-C2-F1 - ISO 9001 - ISO 14001

### TRASFORMATORE TRIFASE IN RESINA

Caratteristiche Nominali			A
Quantità	N°		--
Applicazione - Contenuto armonico			Distribuzione - < 5%
<b>Regolamento UE 548/2014 e 2019/1783</b>			<b>AA0AK</b>
Codice Modello			100-AA-17
Classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco - CESI cert. B0005487			<b>E3 - C2 - F1</b>
Potenza nominale in servizio continuo	kVA		<b>100</b>
Frequenza	Hz		50
Tensione nominale primaria	V		<b>15.000</b>
Regolazione primaria	%		± 2 x 2,5
Tensione secondaria a vuoto	V		<b>400</b>
Materiale conduttore			Al / Al
Protezione avvolgimento ( Prim / Sec )			Inglobato / Impregnato
Installazione			Interna
Tipo di raffreddamento			AN
Classe di isolamento	Prim	kV	<b>17,5- 38- 95</b>
Classe di isolamento	Sec	kV	<b>1,1 - 3</b>
Gruppo vettoriale			Dyn11
Connessione	Prim		Triangolo
Connessione	Sec		Stella + Neutro
Classe isolamento ( Prim / Sec )			F - F
Temperatura ambiente massima	°C		40
Sovratemperature ( Prim-Sec-Nucleo )	K		100 - 100 - 100
Altitudine	m		≤ 1000
Garanzie riferite al rapporto	kV		15 / 0,4
Livello scariche parziali	pC		≤ 10
Perdite a Vuoto	<b>Toll. +0%</b>	W	<b>252</b>
Perdite a Carico (120°C)	<b>Toll. +0%</b>	W	<b>1.800</b>
Tensione di cortocircuito ( 120°C )	%		6
Corrente a vuoto	%		2
Livello Acustico ( Lpa - Lwa )	<b>Toll. +0</b>	dBA	44 - 50
Dimensioni Trafo ( A x B x H )	mm		1320 x 700 x 1150
Peso trafo	Kg		<b>850</b>
Grado di protezione Box	IP		
Colorazione Box	RAL		
Dimensioni Box	mm		
Peso Box :	Kg		
Interasse carrello (M x M)	mm		520 x 520



**Potenza sistema di raffreddamento a vuoto (W)**

**Indice di efficienza di picco (PEI)**

**Smaltimento calore (m<sup>3</sup>/60s)**

7

**Rendimenti**

Carico (%)	100%	75%	50%	25%
Cos φ 1	97,948	98,314	98,596	98,542
Cos φ 0,95	97,840	98,225	98,522	98,465
Cos φ 0,9	97,720	98,127	98,440	98,380
Cos φ 0,8	97,435	97,893	98,245	98,178

**Caduta di tensione**

Carico (%)	100%	75%	50%	25%
Cos φ 1	1,964	1,442	0,941	0,460
Cos φ 0,95	3,616	2,690	1,778	0,882
Cos φ 0,9	4,210	3,140	2,081	1,035
Cos φ 0,85	4,622	3,452	2,292	1,141
Cos φ 0,8	4,935	3,690	2,452	1,222

#### ACCESSORI OPZIONALI

#### ACCESSORI DI SERIE

Isolatori portanti per collegamento Primario - Piastre di attacco per collegamento Secondario -  
 Morsettiera regolazione Tensione Primario - Golfari di sollevamento - Carrello con ruote orientabili -  
 Attacchi di messa a terra - Targa caratteristiche - N° 3 termosonde PT100 riportate in cassetta IP55

#### COLLAUDI E NORME DI RIFERIMENTO

Regolamento UE 548/2014 e UE 2019/1783 - Direttiva 2009/125/CE / EN 50588-1 / CEI EN 60076-1÷16  
 Prove e tolleranze secondo le sopra citate vigenti Normative

#### Note

Dimensioni e pesi sono indicativi

# STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO

# CONVERT **TRJ**

SINGLE AXIS TRACKER

Technical Data Sheet  
English Version

the **future**  
is on **track**

# CONVERT TRJ - TECHNICAL DATA SHEET

## TECHNICAL SPECIFICATIONS

<b>Type of tracking system</b>	Horizontal Single Axis Tracker with balanced structure, North-South axis alignment and East-West tracking with independent rows and backtracking
<b>Type of control</b>	Control based on an astronomical clock algorithm; self-configuring; without irradiation sensors
<b>Maximum tracking error</b>	± 2°
<b>Control System Architecture</b>	1 control board each 10 rows with integrated GPS and anemometer for wind safety - control in closed loop with encoder
<b>PV - Module Type</b>	Structure adaptable to available PV modules types on market: Monofacial and Bifacial (Thin Film, Framed and Frameless)
<b>Configurations</b>	- 1 module in portrait - 2 modules in landscape - 2 modules in portrait
<b>Rotation angle</b>	Up to 120° (±60°)
<b>Motors</b>	Linear actuator with induction AC motor (oil-free transmission) with integrated encoder
<b>Power Supply</b>	- AC power supply from auxiliary services - Selfpowered by PV string (with patented backup solution without batteries) - Smartpower by distributed inverters
<b>Monitoring and data stream</b>	Real-time communication or remote mode communication via ModBus
<b>Communication</b>	Communication between SCADA and control board: Wired (RS485) or Wireless (LoRa)
<b>Maximum wind speed</b>	In compliance with local codes
<b>Operation temperature range</b>	Standard Range -10°C / +50°C ; Extended Range Available
<b>Foundation</b>	Compatible with all widespread types: Driven Piles, Predrilled and concrete backfilled, Concrete Ballasts
<b>Electrical Grounding</b>	Selfgrounding system
<b>Materials</b>	Galvanized steel or Weathering Steel (CorTen) in compliance with site environmental conditions
<b>Occupation factors</b>	Totally configurable based on project specifications
<b>Availability</b>	> 99%
<b>Warranty</b>	10 years for structural components; 5 years for motors and electronic components (Extended warranty available)

## INSTALLATION TOLERANCES

### ASSEMBLY ERROR RECOVERY

<b>Height</b>	± 20mm
<b>Misalignment North/South</b>	± 45mm
<b>Misalignment East/West</b>	± 45mm
<b>Inclination</b>	± 2°
<b>Twisting</b>	± 5°
<b>Maximum Land Slope</b>	15% North-South; Unlimited East-West



CERTIFICAT IN°  
2545 ISO 14001  
2546 BS OHSAS 18001



Código de Producto  
Proveedor (CPP)-INTI:  
AAJ-0001-6533-A



BNDES CFI Code n° 3481610



ARGENTINA



BRAZIL



info@convertitalia.com | www.convertitalia.com

#### HEAD OFFICE

Via Del Serafico, 200  
00142 Rome  
T +39 06 510 611  
F +39 06 51 061 200

#### FACTORY

Via Monte d'Oro s.n.c.  
00071 Pomezia (RM)  
T +39 06 510 611  
F +39 06 51061 300

#### CONVERT DO BRASIL ENERGIA RENOVAVEL LTDA.

BH-TEC Technology Park  
Rua Professor José Vieira de Mendonça, 770  
Belo Horizonte – MG (Brasil) - Cep 31310-260  
T/M +55 31.991968699

#### CONVERT ARGENTINA DE ENERGIAS RENOVABLES SRL

Av. Córdoba 1255, Piso 2° Oficina "B"  
Buenos Aires - (Argentina)  
C1055AAC

# CABINE PREFABBRICATE



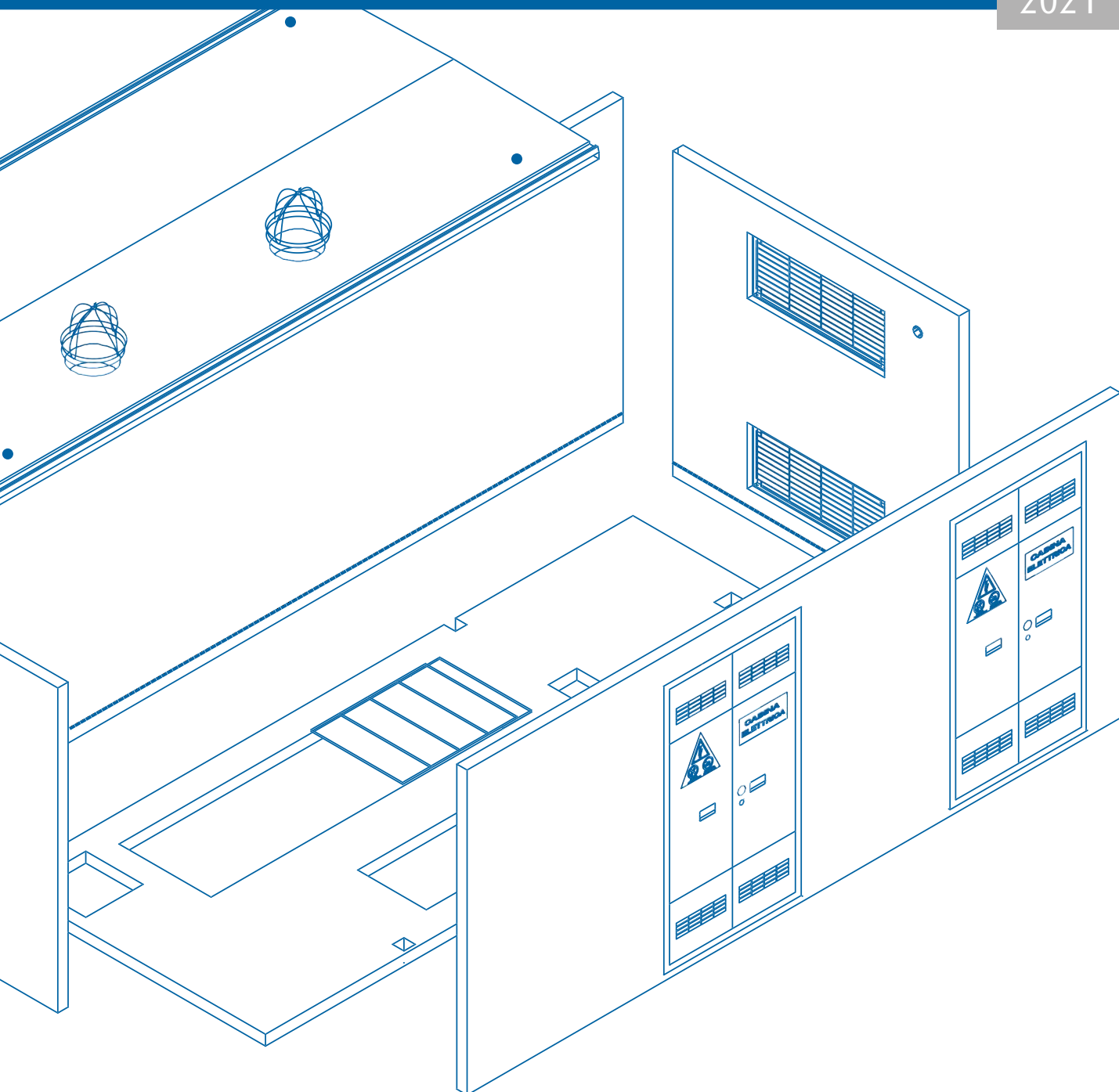


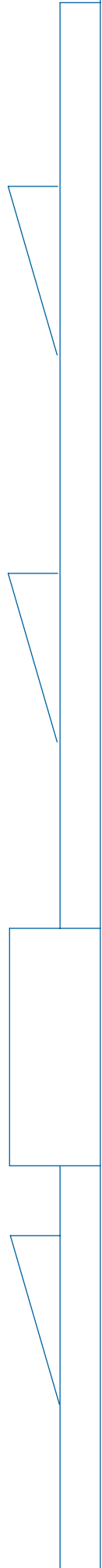
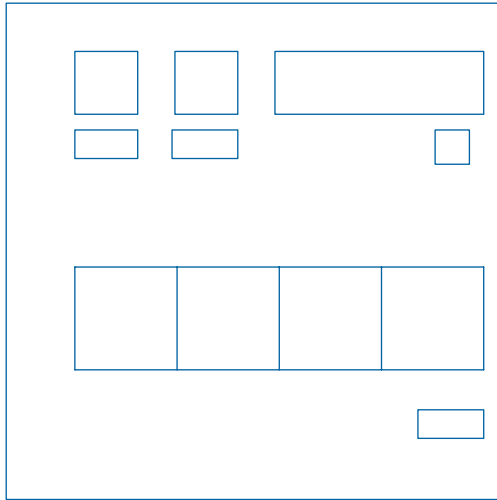
Guida Tecnica

# CABINE ELETTRICHE MT/BT

Progettazione del manufatto e dei principali componenti installati

2021





<b>Introduzione</b>	<b>pag. 5</b>
<b>CAPITOLO 1 - TIPOLOGIE DI CABINE ELETTRICHE MT/BT PREFABBRICATE E NON PREFABBRICATE</b>	<b>pag. 6</b>
1.1 Progettazione di una cabina non prefabbricata	
1.1.1 Progettazione del locale cabina	
1.1.2 Protezione e sicurezza della cabina	
1.1.3 Dimensionamento delle apparecchiature	
1.1.4 Prove e documentazioni	
1.2 Progettazione di una cabina prefabbricata	
1.2.1 Condizioni di servizio normali o speciali e caratteristiche nominali	
1.2.2 Caratteristiche costruttive dell'involucro	
1.2.3 Accessibilità, protezione dai contatti diretti e grado IP	
1.2.4 Messa a terra e protezione dai contatti indiretti	
1.2.5 Targa di identificazione	
1.2.6 Prove	
1.2.7 Guasti interni e classificazione tenuta arco interno	
1.2.8 Informazioni da fornire nelle richieste d'offerta	
1.2.9 Regole per il trasporto, l'installazione, il funzionamento, la manutenzione e la fine di vita in servizio	
1.3 DM 15-07-2014 Vigili del Fuoco	
<b>CAPITOLO 2 - CABINA DIGITALE</b>	<b>pag. 24</b>
2.1 Continuità di servizio	
2.2 Ridurre i tempi di ripristino	
2.3 Rispettare gli obblighi normativi	
2.4 Massimizzare la durata delle apparecchiature	
2.5 Monitorare ed ottimizzare i consumi energetici	
<b>CAPITOLO 3 - INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO DELLA CABINA</b>	<b>pag. 27</b>
3.1 Riferimenti normativi	
3.2 Campi elettromagnetici in cabina MT/BT e misura dell'induzione magnetica	
3.3 Criteri di progettazione del locale cabina	
<b>CAPITOLO 4 - MANUTENZIONE DELLA CABINA</b>	<b>pag. 31</b>
4.1 Tipologie di manutenzione	
4.2 La figura del manutentore	
4.3 Come effettuare la manutenzione	
4.4 Esempi di interventi di manutenzione	
4.5 Esempio manutenzione predittiva	
4.6 Manutenzione straordinaria preventiva: riduzione dell'inquinamento magnetico	
4.7 Manutenzione ed efficientamento energetico	
<b>CAPITOLO 5 - QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE</b>	<b>pag. 40</b>
5.1 Definizioni	
5.2 Caratteristiche dei QMT	
5.3 Unità funzionali, schemi e principi progettuali	
5.4 Apparecchi per la distribuzione secondaria utilizzati nei QMT	
5.5 Interblocchi, perdita della continuità di servizio, segregazioni e grado di protezione dei QMT	

---

**CAPITOLO 5 - QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE**

- 5.6** Accessibilità, tenuta all'arco interno e sfogo gas incandescenti dei QMT
- 5.7** Posizionamento del QMT nel locale
- 5.8** Messa a terra del QMT
- 5.9** Campi elettromagnetici (EMF) emessi dai QMT
- 5.10** Raffreddamento della cabina
- 5.11** Autoconsumo dei QMT
- 5.12** Qualifica sismica
- 5.13** Soluzioni digitali per QMT

**CAPITOLO 6 - TRASFORMATORI ELETTRICI**

pag. 54

- 6.1** Classificazione dei trasformatori MT/BT
  - 6.1.1** Trasformatori in liquido isolante
  - 6.1.2** Trasformatori a secco
    - 6.1.2.1** Trasformatori in aria
    - 6.1.2.2** Trasformatori in resina
    - 6.1.2.3** Classificazione dei trasformatori a secco
- 6.2** Identificazione in base al modo di raffreddamento
- 6.3** Tensione nominale e di cortocircuito
- 6.4** La potenza erogabile dal trasformatore
- 6.5** Tipo di servizio
- 6.6** Perdite a vuoto ( $P_0$ ) e a carico ( $P_k$ )
- 6.7** Rischio d'incendio
- 6.8** Manutenzione ed eco-compatibilità
- 6.9** Affidabilità e disponibilità
- 6.10** Rifasamento della corrente a vuoto
- 6.11** Campo elettromagnetico, inquinamento ambientale (EMF)
- 6.12** Ventilazione del locale trasformatori
- 6.13** Rumore
- 6.14** Protezione contro i contatti diretti

**CAPITOLO 7 - QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE**

pag. 64

- 7.1** Norme di riferimento
- 7.2** Caratteristiche di specificazione per un quadro "Power Center"
- 7.3** Tenuta all'arco interno per un quadro "Power Center"
- 7.4** Altre caratteristiche e definizioni per il Power Center "intelligente"

**CAPITOLO 8 - COLLEGAMENTO IN CAVO E IN CONDOTTO SBARRE**

pag.71

- 8.1** Criteri di dimensionamento
- 8.2** Soluzione in cavo
- 8.3** Soluzione in condotto sbarre
- 8.4** Conclusioni

**ELENCO AZIENDE ANIE**

pag. 74

---

# INTRODUZIONE

La presente Guida Tecnica è frutto dell'esperienza dei costruttori leader nella progettazione e costruzione di cabine elettriche di distribuzione MT/BT e relativi componenti installati, associati a Federazione ANIE, che hanno condensato nel documento il loro know-how.

Si indicano i riferimenti normativi da seguire nella progettazione di una cabina elettrica MT/BT, sia essa prefabbricata che non prefabbricata, dando delle indicazioni per meglio seguire i dettami normativi. Negli ultimi anni infatti sono state aggiornate diverse norme, tra cui le regole di connessione alla rete, la guida alla realizzazione delle cabine (CEI 99-4) e il DM dei Vigili del Fuoco sulla prevenzione incendi quando vi sono liquidi isolanti combustibili.

Inoltre si approfondiscono anche tutti i riferimenti normativi e alcune indicazioni progettuali dei principali componenti che vengono installati in una cabina elettrica MT/BT, ovvero: il quadro di media tensione, il trasformatore e il quadro di bassa tensione.

Altri argomenti che vengono trattati sono l'inquinamento elettromagnetico della cabina e il sistema di distribuzione che può essere in cavi oppure in condotto sbarre.

Viene inoltre approfondito il tema delle tecnologie smart, con le funzioni che può svolgere una "cabina intelligente", grazie alle apparecchiature smart contenute al suo interno.

## CAPITOLO 1

# TIPOLOGIE DI CABINE ELETTRICHE MT/BT: PREFABBRICATE E NON PREFABBRICATE

Le cabine possono essere divise in due diverse tipologie:

- cabina realizzata in opera o premontata con apparecchiature prefabbricate: impianto che prevede l'utilizzo di componenti dotati di involucro in grado di assicurare la protezione contro i contatti diretti, come ad esempio i quadri MT e BT. Per cabina realizzata in opera si intende il locale in calcestruzzo o laterizio o altro materiale idoneo ad ospitare le apparecchiature elettriche, collaudato direttamente nel luogo di ubicazione. L'impianto viene eseguito collegando opportunamente tra di loro le apparecchiature per realizzare lo schema di progetto.
- cabina prefabbricata realizzata in stabilimento: l'impianto viene realizzato impiegando il prodotto "Sottostazione prefabbricata ad alta/bassa tensione" secondo le Norme CEI EN 62271-202 e CEI EN 50532. La cabina prefabbricata viene considerata come un apparecchio conforme alla Norma di prodotto e che ha superato le prove di tipo previste.

Esistono poi le cabine a giorno, che sostanzialmente è un impianto in cui non è previsto l'utilizzo di componenti MT dotati di involucro in grado di assicurare la protezione contro i contatti diretti e che pertanto necessita di essere completato in opera con le misure di sicurezza atte a proteggere le persone contro tali rischi. Per le cabine a giorno si deve porre particolare attenzione al dimensionamento delle distanze di isolamento e di sicurezza. Poiché tale soluzione non è più d'uso comune, qualora la si voglia impiegare, valgono le prescrizioni della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).

### 1.1 Progettazione di una cabina non prefabbricata

Nel caso di cabine a giorno o cabine realizzate in opera con unico trasformatore da 2000 kVA massimo o due trasformatori ciascuno da 1000 kVA massimo, i progettisti che seguono la regola dell'arte fanno riferimento alla Guida CEI 99-4 e alla CEI EN 61936-1 (ex CEI 11-1).

La distinzione tra cabine a giorno e cabine realizzate in opera sta nel fatto che nelle prime i componenti di media tensione non hanno involucro proprio tale da assicurare la protezione contro i contatti diretti: essi vanno disposti considerando le distanze minime di isolamento fase-fase e fase-terra e sono tenuti fuori dalla portata delle mani attraverso barriere con grado di protezione consigliato IP2X e altezza  $\geq 1800$  mm. L'impianto per interno di tipo aperto viene eseguito sul posto nel rispetto delle suddette distanze che ne garantiscono la tenuta dielettrica ed elettro-dinamica, in alcun modo verificabile sul posto con prove di collaudo finale. Nelle cabine realizzate in opera con locale in calcestruzzo, laterizio o



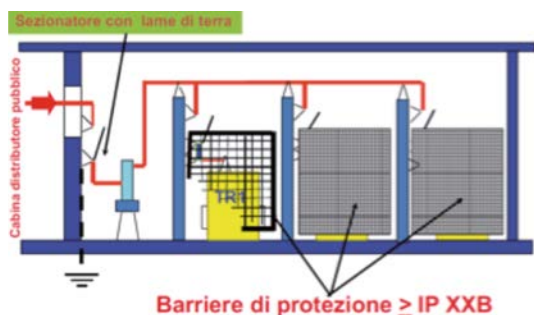


Figura 1.1: Barriere di protezione

altro materiale, i componenti MT del tipo prefabbricato e conformi alle specifiche norme di prodotto hanno un proprio involucro che assicura la protezione contro i contatti diretti.

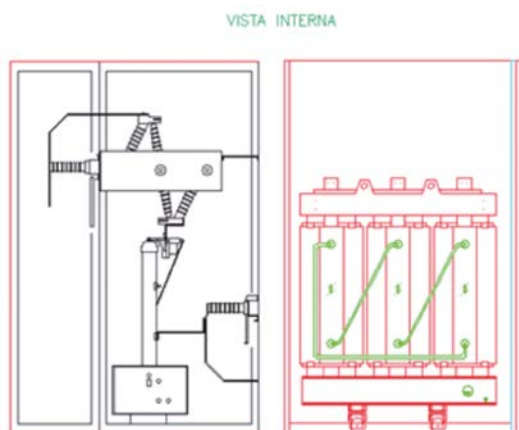


Figura 1.2: Vista interna dell'involucro di protezione del componente MT

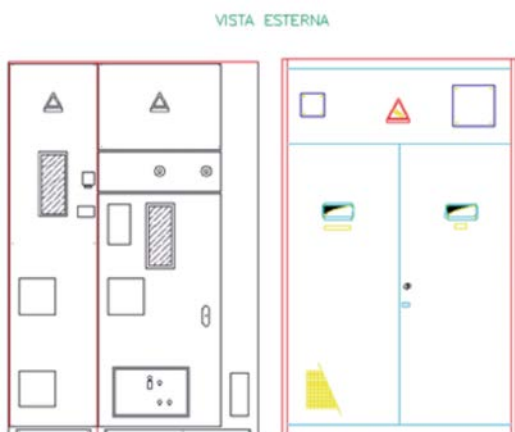


Figura 1.3: Vista esterna dell'involucro di protezione del componente MT

### 1.1.1 Progettazione del locale cabina

Per progettare il locale cabina occorre acquisire informazioni quali le condizioni di servizio (temperatura dell'aria esterna, altitudine, ...) tipologia e caratteristiche dei carichi alimentati dalla cabina, caratteristiche della rete elettrica del Distributore. La struttura della cabina deve essere realizzata in accordo alle normative vigenti nell'ambito delle costruzioni (DM 17.01.2018, DM n.24 del 09.01.2020) e della prevenzione incendi; al fine di evitare la propagazione di incendi, molta attenzione va, per esempio, posta dai progettisti a cunicoli e cavidotti che collegano la cabina alle costruzioni servite. In fase di scelta dell'ubicazione della cabina bisogna rispettare le giuste distanze rispetto a linee aeree, zone di stoccaggio di sostanze infiammabili e ad abitazioni e/o strutture esistenti che prevedono la permanenza di persone per più di 4 ore consecutive. Nel caso di cabina separata dagli edifici serviti, il locale che non abbia requisiti di resistenza al fuoco deve rispettare inoltre le distanze minime tipiche per i trasformatori installati all'aperto. Se ci sono invece pareti adiacenti l'edificio servito, esse devono avere la classificazione REI minima imposta dalle norme vigenti in tema antincendio.

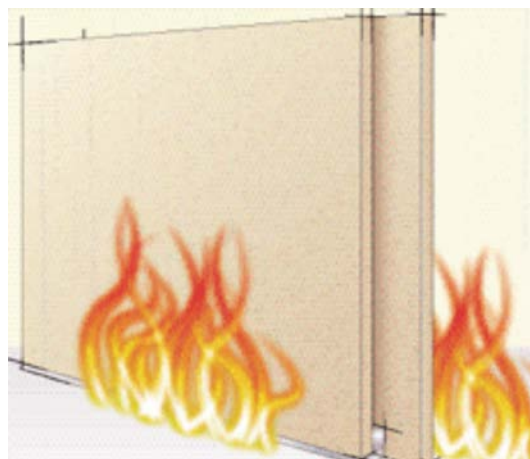
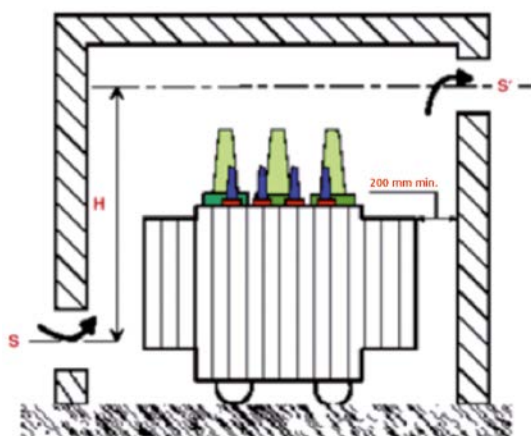


Figura 1.4: Parete della cabina per resistenza al fuoco

Altre tipologie di cabine possibili sono all'interno della volumetria dell'edificio servito o sulla copertura dello stesso, con tutte le conseguenze che ne scaturiscono dal punto di

vista della compartimentazione antincendio e delle verifiche strutturali dei solai di copertura. I locali cabina non devono essere sorgenti di campi magnetici a bassa frequenza, nel rispetto degli obiettivi di qualità definiti in  $\mu\text{T}$  (per quanto riguarda l'abbattimento dell'induzione magnetica fare riferimento alla parte della manutenzione); devono avere adeguata accessibilità da spazi pubblici; devono rispettare i requisiti strutturali imposti, oltre che dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, anche dalla Norma CEI EN 61936-1 con riferimento a pareti, pavimenti e solai, dimensionati tenendo conto dei carichi, statici e dinamici; devono essere opportunamente ventilati per convezione naturale o, quando necessario, con aerazione forzata e/o condizionata e non devono essere soggetti a infiltrazioni di acqua ed allagamenti. Il naturale ricambio d'aria deve fare riferimento alla potenza termica totale emessa dalle apparecchiature installate. Le aperture di ventilazione devono essere disposte su pareti opposte, al fine di creare un flusso d'aria in diagonale per effetto camino che richiami l'aria fresca dal basso e favorisca l'uscita del calore attraverso l'apertura opposta superiore.



**Figura 1.5:** Aperture di ventilazione per ricambio d'aria naturale

La guida 99-4 fornisce anche formule ed esempi per verificare la congruità dell'aerazione del locale e della posizione delle aperture nei locali per batterie stazionarie in funzione

dell'emissione di gas idrogeno dalle batterie.

Le aperture di ventilazione su porte e finestre devono avere grado di protezione minimo IPXXB.

Le porte esterne fanno parte dell'involucro, devono garantire pertanto il grado di protezione minimo richiesto e avere le caratteristiche di robustezza proprie dell'involucro stesso. I serramenti devono essere provvisti di un dispositivo di chiusura a chiave, oppure non deve essere possibile aprirli o rimuoverli, se prima non sono state aperte le porte utilizzate per le manovre correnti. Esse devono richiedere l'uso di utensili per la loro apertura o rimozione. Le porte lungo i percorsi di esodo devono aprirsi nella direzione del deflusso; quelle di accesso alla cabina dall'esterno devono potersi aprire con un angolo di almeno  $90^\circ$  ed essere dotate di un dispositivo in grado di mantenerle in posizione aperta.

Le vie di fuga all'interno del locale non devono superare i 20 m in accordo alle prescrizioni della Guida CEI 99-4, tuttavia l'esperienza mostra che, in caso di lunghezze superiori a 10 m, è consigliabile garantire doppia accessibilità/via di fuga su due lati opposti. Le porte di emergenza devono avere altezza minima di 2 m e luce netta di 75 cm.

Per il corridoio di manovra valgono le stesse caratteristiche delle cabine prefabbricate.

I cavi possono essere installati in scantinato pedonabile, alto minimo 1700 mm sotto il piano di appoggio dei quadri elettrici, oppure in pavimento flottante realizzato con piastrelle asportabili ed intercapedine ispezionabile con altezza minima 600 mm, oppure in cunicoli prefabbricati o realizzati in opera. La cabina ha pertanto pavimento fisso, oppure in aria libera su passerelle a sospensione.

I fori per i passaggi cavi devono evitare, attraverso idonea sigillatura, l'ingresso di animali ed acqua e la propagazione di eventuali incendi (per questo motivo, tutte le aperture per il passaggio dei cavi o condotti sbarre tra i locali contenenti apparecchiature e tra questi e l'ambiente esterno devono essere realizzati in conformità alla Norma CEI 11-17 e alla Norma



CEI EN 61936-1). Al di fuori della cabina possono essere previsti pozzetti in corrispondenza dei punti di ingresso in cabina. I cunicoli e i tubi protettivi devono essere dimensionati e posizionati in modo tale da rispettare i raggi di curvatura dei cavi. È buona norma lasciare il 30% di superficie della sezione del tubo libera. Occorre predisporre almeno una presa per l'alimentazione di servizio, un impianto di illuminazione artificiale tale da permettere l'esercizio in modo più facile e sicuro, oltre che un minimo di illuminazione di emergenza/sicurezza.

### 1.1.2 Protezione e sicurezza della cabina

La protezione dai contatti diretti viene garantita attraverso distanziamenti, involucri e barriere di adeguato grado di protezione IP2X e altezza minima 1800 mm.

La protezione dai contatti indiretti viene garantita attraverso l'impianto di terra esterno al quale sono collegati, attraverso il collettore di cabina, tutti i conduttori di protezione. Il collettore di terra interno alla cabina può essere realizzato o con barra forata o con anello di rame che percorre il perimetro interno della cabina. Il collettore e i conduttori di protezione vanno dimensionati considerando l'energia specifica passante, determinata dalla corrente di guasto a terra che potrebbe interessare ciascun circuito di terra e il tempo di estinzione del guasto, determinato dal dispositivo di protezione inserito nel circuito.

A seconda della tipologia di cabina, si distinguono due modalità di messa a terra. Nel caso di cabina separata dall'edificio servito, viene inserito un anello perimetrale con corda di rame o tondo di acciaio al quale vengono collegati anche i ferri di armatura, i dispersori così realizzati vanno disposti in terreno vegetale privo di materiale di risulta. Nel caso di cabina compresa nella volumetria dell'edificio o costruzione al piano superiore di uno stesso, si approfitta, per la messa terra, del dispersore dell'edificio.

In cabina vanno installati i cartelli di divieto,



Figura 1.6: Cartelli tipici installati in cabina

avvertimento e avviso, oltre che lo schema elettrico. Bisogna ben identificare tutte le fonti di alimentazione, la presenza di eventuali ritorni di tensione dal lato bassa tensione o da fonte alternativa di alimentazione come gruppo soccorritore, UPS, batterie, la presenza di trasformatori in parallelo e l'eventuale trascinamento MT/BT; è richiesto anche un avvertimento per la scarica delle batterie di rifasamento.

I mezzi di estinzione incendio, quali ad esempio estintori portatili, vanno collocati in luoghi facilmente accessibili e devono essere mantenuti efficienti e controllati almeno ogni 6 mesi.



Figura 1.7: Mezzo di estinzione incendio

Il pulsante di sgancio non è obbligatorio: normalmente comanda l'apertura del dispositivo generale della cabina, ma lascia in tensione la parte di impianto a monte (è conveniente usarlo per disalimentare l'edificio servito e non la cabina). Il progettista deve valutare la

necessità o meno della sua installazione in base alle prescrizioni dei VVFF.



Figura 1.8: Pulsante di sgancio per apertura DG cabina

### 1.1.3 Dimensionamento delle apparecchiature

Per dimensionare e scegliere le apparecchiature e i componenti bisogna prima fare l'analisi dei carichi considerando i fattori di contemporaneità e di utilizzazione. Il dimensionamento parte dall'individuazione della temperatura di progetto dalla quale potrebbe scaturire un declassamento delle apparecchiature.

I componenti devono sopportare le correnti di sovraccarico e di corto circuito legate alla configurazione impiantistica, allo stato del neutro e ai tempi di intervento delle protezioni.

Lo schema elettrico va scelto in base ad esigenze di continuità del servizio, alla potenza necessaria in modo centralizzato o distribuita su più punti di prelievo, alle correnti di corto circuito che scaturiscono dalla potenza dei trasformatori e dalla tensione di corto circuito  $V_{cc}\%$  e ai limiti imposti dal Distributore sulle correnti di inserzione e sulla massima potenza energizzabile contemporaneamente. Lo schema potrebbe essere del tipo radiale semplice, radiale doppio, ad anello, con trasformatori in parallelo, uno di scorta all'altro, con congiunture di barre, con scambio rete-gruppo elettrogeno...

I cavi MT devono essere dotati di uno schermo o di guaina metallica. La schermatura è messa a terra su entrambe le estremità, ma è ammesso collegarne a terra una sola estremità in caso di collegamenti brevi ( $\leq 1$  km). Le connessioni elettriche non devono presentare punti deboli né caldi: devono essere realizzate con metalli che non diano luogo a coppie elettrolitiche. Le

superfici di contatto vanno opportunamente trattate e protette.

I cavi MT possono coesistere con i cavi BT in quanto lo schermo metallico dei cavi collegato a terra funge da segregazione metallica.

I dispositivi di manovra MT vanno scelti in conformità alle prescrizioni del Distributore e della CEI 0-16 per quanto riguarda il Dispositivo Generale (DG), che può essere composto da un interruttore tripolare in esecuzione fissa abbinato ad un sezionatore oppure da un interruttore in esecuzione estraibile. Per la parte di impianto in MT a valle del DG, i dispositivi possono variare tra sezionatori, interruttori, interruttori di manovra sezionatori (IMS) o IMS combinati fusibili.

Interruttori	Sezionatori
Atti ad <b>aprire</b> o <b>chiudere</b> un circuito percorso da correnti di intensità non trascurabile, anche quella di cortocircuito	Atti ad <b>aprire</b> o <b>chiudere</b> , in modo <b>visibile</b> o mediante un dispositivo indicatore affidabile, un circuito percorso da <b>correnti di intensità trascurabile</b>

IMS	Fusibili
Atti ad effettuare manovre di <b>apertura</b> e di <b>chiusura</b> in presenza di correnti normali e che in posizioni di aperto assicurano il <b>sezionamento</b> del circuito.	Atti ad aprire un circuito in presenza di cortocircuiti o sovraccarichi

Figura 1.9: Tipologie di dispositivi di manovra MT

La scelta del tipo di isolamento per il trasformatore tra resina, olio minerale o estere (naturale o sintetico) è legata a diversi fattori quali costi, rischio di incendio, inquinamento del suolo e coefficiente termico della macchina.



**Figura 1.10:** Trasformatore isolato in olio e trasformatore isolato in resina

Per l'isolamento in SF<sub>6</sub>, usato in cabine sopra il livello del suolo, è sufficiente la ventilazione naturale con aperture vicino al pavimento in quanto trattasi di gas pesante (in caso di cabine sotterranee potrebbe essere richiesta la ventilazione forzata).

I servizi ausiliari di cabina necessari per assicurare il funzionamento dei dispositivi di protezione, la manovra di interruttori e i circuiti ausiliari possono essere alimentati dal secondario di un TV fase-fase (se a monte del DG deve essere protetto con fusibili), o a monte del generale BT o da un gruppo batterie.

Gli interblocchi sono considerati un elemento addizionale e non necessario: qualora previsti si preferiscono gli interblocchi meccanici rispetto a quelli elettrici. Possono essere previsti interblocchi meccanici tra un sezionatore MT e l'interruttore MT associato, tra la manovra di un IMS e il sezionatore di terra, tra l'interruttore BT e l'interruttore MT, tra il sezionatore di terra in MT e la porta di accesso al trasformatore e tra due interruttori BT.

I circuiti di cabina devono essere protetti contro il sovraccarico, il cortocircuito e contro i guasti a terra. Agli interruttori di protezione vanno abbinati a tale scopo dei relè di protezione che

possono essere direttamente montati a bordo interruttore e alimentati dalla corrente primaria, oppure del tipo indiretti ma alimentati dal carico o ancora del tipo indiretti con alimentazione esterna. Le caratteristiche di intervento possono essere a tempo dipendente, indipendente o a scatto istantaneo.

I trasformatori di corrente usati in abbinamento ai relè di protezione devono essere del tipo di protezione con adeguata prestazione e precisione.

I TA e i TV di misura ad uso fiscale, oltre a rispettare i requisiti minimi di precisione, devono anche essere provvisti di morsettiere sigillabili di prova e misura.

I TV, qualora installati a monte dell'interruttore DG, vanno protetti con IMS combinato fusibile.



**Figura 1.11:** Trasformatori di misura

Lo studio del coordinamento delle protezioni sullo stesso livello o su differenti livelli di tensione limita la messa fuori servizio al solo circuito guasto. Il coordinamento si può basare sulla differenza dei tempi di intervento, sulla differenza delle correnti di guasto, sulla limitazione dell'energia passante o sulla selettività logica e scambio di informazioni tra relè a monte e a valle. Qualsiasi metodo venga usato è necessario in primis garantire la selettività tra le protezioni dell'utente e quelle del Distributore.

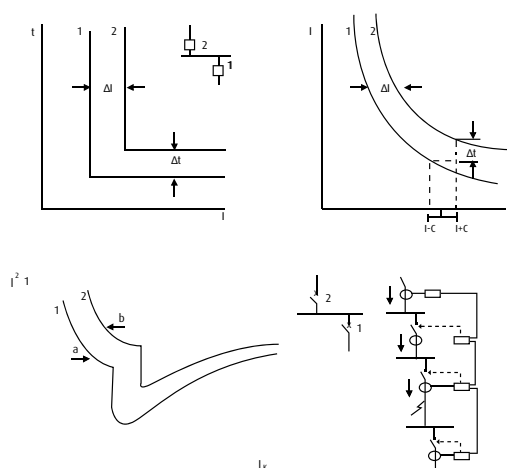


Figura 1.12: Selettività delle protezioni

Con riferimento all'installazione del quadro BT, descritto nel capitolo 6, bisogna distinguere i power center installati in cabine isolate da quelli cosiddetti per interno, cioè compresi nella volumetria dell'edificio servito, generalmente posizionati in locali tecnici dedicati: nel primo caso il quadro generale di cabina prevede nella maggioranza dei casi soltanto l'interruttore protezione del trasformatore e gli ausiliari di cabina ed è costruito con un grado minimo di segregazione in forma 1 e con interruttori in esecuzione fissa; nel secondo caso, invece, esso comprende anche il primo livello di distribuzione BT e, in funzione del livello di continuità di servizio richiesto, si possono raggiungere forme di segregazione più spinte (fino a 4B) e prevedere l'installazione di interruttori in esecuzione estraibile.

#### 1.1.4 Prove e documentazioni

Dopo la consegna e dopo il completamento dell'impianto si devono eseguire ispezioni a vista, prove funzionali e misure per verificare la conformità dell'installazione dei componenti elettrici alle specifiche tecniche applicabili. La consistenza, le specifiche applicabili e la documentazione nel suo complesso devono essere oggetto di accordo tra fornitore ed utilizzatore.

Occorre verificare le caratteristiche dei componenti elettrici (compresi i valori nominali assegnati) per le condizioni di funzionamento previste, le distanze minime di isolamento tra parti attive e tra parti attive e terra, eseguire la prova di tensioni per cavi, verificare le altezze minime e le distanze tra le barriere, eseguire ispezioni a vista e/o prove funzionali sui componenti elettrici e su parti dell'impianto, eseguire prove funzionali e/o misure su dispositivi di protezione, di monitoraggio, di misura e di comando, eseguire ispezioni delle targhe, delle segnalazioni di sicurezza e dei dispositivi di sicurezza e verificare l'impianto di terra come previsto dalla Norma CEI EN 61936-1. La documentazione fornita per ogni impianto riguarda l'impianto di terra, disegni dell'impianto (planimetrie, piante e sezioni), opere civili (tavole architettoniche e progetto strutturale), schemi elettrici, schemi circuitali e tabelle, schemi di cablaggio, manuali di istruzione per il montaggio, per la messa in servizio, per l'esercizio e la manutenzione, liste dei pezzi di ricambio, schemi funzionali, certificazione, rapporti di prove nonché istruzioni per il riciclaggio e la rottamazione.

#### 1.2 Progettazione di una cabina prefabbricata

Per progettare, realizzare, assemblare, sottoporre alle prove di tipo e collaudare in stabilimento il prodotto finito, i costruttori di cabine elettriche prefabbricate devono seguire la regola tecnica CEI EN 62271-202 classificazione italiana CEI 17-103 (ex CEI EN 61330).

Le cabine elettriche prefabbricate sono costituite da un involucro contenente uno o più trasformatori, apparecchiatura di manovra di bassa e media tensione, interconnessioni BT e MT in cavo e impianti ausiliari; possono essere installate in luoghi accessibili o meno al pubblico, a livello del terreno oppure parzialmente o completamente interrato, operabili dall'interno (walk-in type) o dall'esterno (non walk-in type). Il costruttore partendo dai requisiti di sicurezza delle persone (sia operatori dentro la cabina che eventuale pubblico presente attorno la

cabina) viene guidato nell'individuazione delle caratteristiche dei materiali da usare, degli impianti da realizzare e delle procedure di prova da seguire.

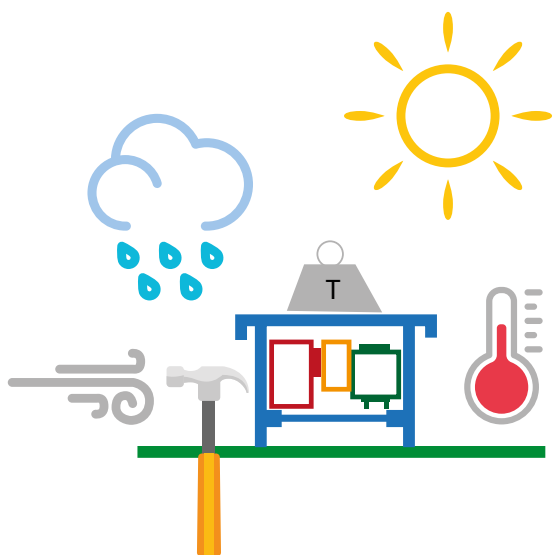


Figura 1.13: Valutazione delle condizioni di funzionamento della cabina

Oltre alle due norme tecniche sopraccitate, si vedano di seguito altri documenti, emanati dalle autorità competenti o dagli enti distributori, a cui fare riferimento per progettare e realizzare il manufatto prefabbricato:

- DM 17.01.2018 (NTC 2018) e relativa Circolare applicativa;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale;
- Specifiche tecniche vigenti del distributore

Gli stabilimenti che producono cabine elettriche prefabbricate necessitano di un attestato di qualificazione che viene rilasciato dal Consiglio Superiore del LL.PP.

### 1.2.1 Condizioni di servizio normali o speciali e caratteristiche nominali

La cabina prefabbricata va progettata per essere utilizzata in condizioni di servizio normali

previste per l'esterno. In fase preliminare vanno esaminati i dati di ingresso e in particolare condizioni di servizio speciali quali: intervalli di temperatura di installazione differenti, altitudini superiori a 1000 m, sbalzi termici rapidi, neve e sabbia trasportate dal vento, esposizione anormale a vapore, umidità, fumi, gas esplosivi, eccessiva polvere o sale (a causa del traffico o dell'inquinamento industriale), terremoti o vibrazioni dovute a cause esterne all'apparecchiatura da fornire.

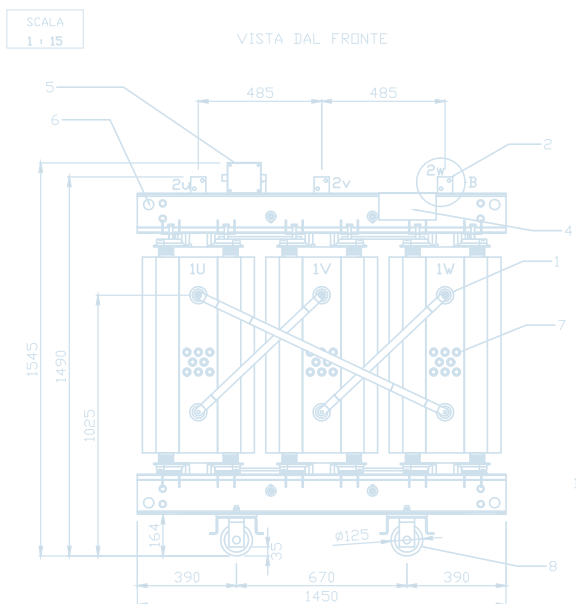
CONDIZIONI DI SERVIZIO NORMALI	
Installazione	Esterno
Temperatura ambiente	-10°C e +40°C
Temperatura ambiente media massima misurata nell'arco delle 24 h	35°C
Radiazione solare	≤ 1000 W/m <sup>2</sup>
Altitudine sul livello del mare	< 1000 m
Inquinamento <	Livello II
Velocità del vento <	34 m/s
Presenza di condensa	Prevista
Vibrazioni (sismicità)	Trascurabile
Carico massimo sul tetto	≤ 480 daN/m <sup>2</sup>

Tabella 1.1: Condizioni di servizio normali della cabina

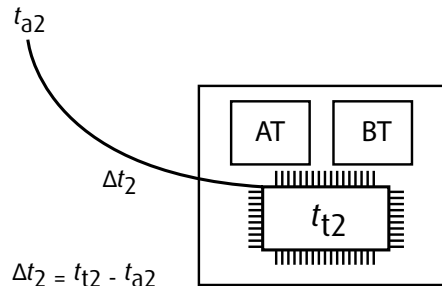
Le apparecchiature elettriche, come il quadro di media tensione e il trasformatore (già sottoposti alle prove di tipo in accordo alle specifiche

norme di prodotto) da installare all'interno della cabina, le caratteristiche di alimentazione della rete MT comunicate dal Distributore e i risultati delle prove di tipo, attribuiscono alla cabina elettrica prefabbricata le caratteristiche nominali, come la tensione nominale, le correnti nominali, le correnti di breve durata per i circuiti principali e di terra, la potenza massima e le perdite nominali (dettate dalla massima taglia di trasformatore installabile) e la classe nominale dell'involucro.

In particolare la classe nominale termica dell'involucro è un valore in kelvin che si ricava attraverso l'esecuzione di una prova di riscaldamento eseguita sulla cabina completa di apparecchiature. Il trasformatore, installato in cabina, è alimentato con una corrente sufficiente a generare le perdite nominali totali fino al raggiungimento dell'equilibrio termico. Stessa prova viene eseguita sul trasformatore portato fuori dalla cabina. La differenza in kelvin tra le sovratemperature raggiunte dal trasformatore installato in cabina e le sovratemperature rilevate nell'installazione fuori dall'involucro determina appunto la classe termica nominale dell'involucro. Questo valore è indice del declassamento termico da attribuire alle apparecchiature installate in cabina. Valori bassi della classe termica (5 K ÷ 10 K) implicano modesti declassamenti.



### Misura della sovratemperatura del trasformatore in un involucro $\Delta t_2$



$$\Delta t_2 = t_{t2} - t_{a2}$$

Dove:

$t_{a2}$ : è la temperatura dell'aria ambiente della camera di prova;

$t_{t2}$ : sono le temperature del trasformatore misurate secondo le IEC 60076-2 e IEC 60076-11;

$\Delta t_2$ : è la sovratemperatura del trasformatore all'interno dell'involucro.

Criteri di Accettazione

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

Classe 5:  $\Delta t \leq 5K$

Classe 20:  $\Delta t \leq 20K$

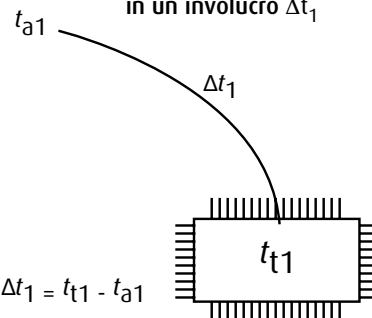
Classe 10:  $\Delta t \leq 10K$

Classe 25:  $\Delta t \leq 25K$

Classe 15:  $\Delta t \leq 15K$

Classe 30:  $\Delta t \leq 30K$

### Misura della sovratemperatura del trasformatore in un involucro $\Delta t_1$



$$\Delta t_1 = t_{t1} - t_{a1}$$

Dove:

$t_{a1}$ : è la temperatura dell'aria ambiente della camera di prova;

$t_{t1}$ : sono le temperature del trasformatore misurate secondo le IEC 60076-2 e IEC 60076-11;

$\Delta t_2$ : è la sovratemperatura del trasformatore all'interno dell'involucro.

Figura 1.14: Misura della sovratemperatura del trasformatore

### 1.2.2 Caratteristiche costruttive dell'involucro

Per la realizzazione dell'involucro possono essere utilizzati diversi materiali (calcestruzzo, metallo, materiali sintetici, ecc.) che resistano al deterioramento nelle condizioni ambientali e nell'arco della vita prevista, a condizione che l'utilizzatore si attenga alle raccomandazioni di manutenzione indicate dal costruttore.

Il costruttore deve prendere adeguati provvedimenti contro la corrosione dell'acciaio d'armatura, contro gli effetti della penetrazione d'acqua, della carbonatazione del calcestruzzo, del gelo, della diffusione di cloruro e degli attacchi chimici (esempio di trattamento: tinteggiatura a intonaco rustico). L'involucro metallico va protetto contro la corrosione mediante l'uso di materiali appropriati, la verniciatura o con l'applicazione di rivestimenti di protezione. L'acciaio inossidabile o l'alluminio possono essere usati senza protezione.

Oltre a quanto sopra, i distributori possono chiedere ulteriori presidi contro la corrosione e il degrado del manufatto. I serramenti possono essere in VTR in alluminio o in acciaio inox.

Se l'involucro è parte del circuito conduttore principale di messa a terra, si devono prendere precauzioni per impedire la corrosione degli elementi e delle superfici di contatto nel percorso della corrente di terra, per mantenere la capacità di portare corrente durante la sua vita in servizio prevista.

I materiali utilizzati per l'involucro devono avere inoltre un livello minimo di tenuta all'incendio, che si sviluppi all'interno o all'esterno della sottostazione prefabbricata (calcestruzzo, metallo, mattoni, intonaco sono considerati ininfiammabili). L'involucro deve infine possedere una robustezza meccanica sufficiente (grado IK 10) e deve resistere ai carichi di progetto sul tetto (es. neve) e sull'involucro (es. vento) e agli impatti meccanici di progetto sulle porte e sui pannelli. Con riferimento all'involucro realizzato in cemento armato, in ambito di prefabbricazione bisogna attenersi alle prescrizioni del vigente DM 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

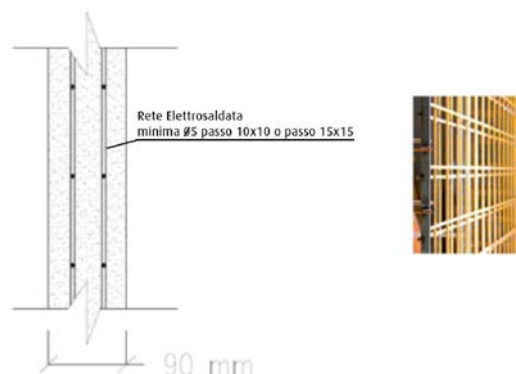


Figura 1.15: rete elettrosaldata d'armatura della parete della cabina

Il raffreddamento della sottostazione prefabbricata deve effettuarsi, per quanto possibile, mediante ventilazione naturale (effetto camino) attraverso le griglie di ventilazione di cui sono dotate le porte e le finestre. Le apparecchiature elettriche MT/BT vanno posizionate all'interno della cabina in modo da garantire agli operatori l'esecuzione di qualsiasi manovra o operazione di manutenzione. La larghezza del corridoio di manovra deve sempre essere  $\geq 500$  mm anche quando parti mobili o porte aperte, bloccate nella direzione di fuga, invadono le vie di fuga stesse. In distribuzione secondaria, le vie di fuga, quasi sempre, coincidono con le aree destinate alla manutenzione e l'esercizio, per accedere alle quali serve un passaggio. La Norma prescrive che i passaggi devono avere una larghezza minima di 800 mm.

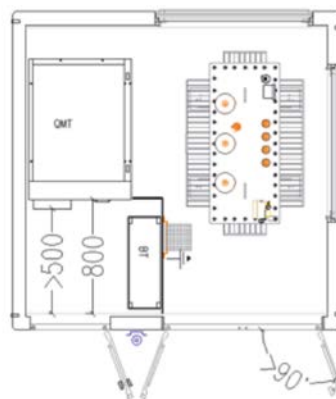


Figura 1.16: Posizionamento delle apparecchiature in cabina

Per l'installazione in bassa tensione all'interno della sottostazione prefabbricata (per esempio illuminazione, alimentazione ausiliaria) ci si attiene alla Norma CEI 64.8. Si dovrebbe prevedere uno spazio sufficiente per gli accessori, per es. leve di manovra e cartelli.

Con riferimento alla protezione dell'ambiente dall'eventuale fuoriuscita di liquidi pericolosi dall'apparecchiatura (per es. olio di un trasformatore, olio di un apparecchio), bisogna dapprima fare riferimento alle disposizioni locali vigenti (DPR, DM...).

Il dimensionamento della capacità dei serbatoi di raccolta deve tenere conto, nel caso per esempio di un solo trasformatore, del volume totale di olio dello stesso; nel caso di un serbatoio comune a più trasformatori, del volume totale di olio maggiore tra i due trasformatori.

### 1.2.3 Accessibilità, protezione dai contatti diretti e grado IP

Durante la progettazione bisogna prendere in considerazione il fatto che le normali manovre di esercizio, le ispezioni e la manutenzione devono potersi effettuare senza rischi, riducendo la possibilità di accesso non autorizzato attraverso l'uso di barriere, blocchi ed eventuali interblocchi. Devono essere forniti mezzi per garantire l'accesso in sicurezza per le manovre riguardanti il commutatore del trasformatore o per l'esecuzione di controlli, per esempio, aprendo una porta o, se necessario, smontando un pannello.

Il minimo grado di protezione degli involucri, contenenti parti attive, deve essere IP2X al fine di garantire la protezione delle persone dall'accesso a parti pericolose, nonché una protezione dell'apparecchiatura dall'ingresso di corpi estranei solidi.

Eventuali barriere per l'accesso al trasformatore devono avere grado minimo IP2X e altezza minima 1800 mm dal piano di calpestio.

Per qualsiasi parte accessibile dell'involucro della sottostazione, la temperatura massima ammissibile non deve superare 70 °C escludendo gli effetti della radiazione solare.

### 1.2.4 Messa a terra e protezione dai contatti indiretti

Deve essere fornito un circuito conduttore principale di messa a terra per collegare a terra tutte le parti metalliche della sottostazione prefabbricata. Esso deve essere costituito da un conduttore principale di messa a terra al quale ciascun componente è collegato attraverso un circuito unico.

Se il telaio dell'involucro, o l'armatura del calcestruzzo, è di materiale metallico bullonato o saldato, essa può servire da circuito conduttore principale di messa a terra.

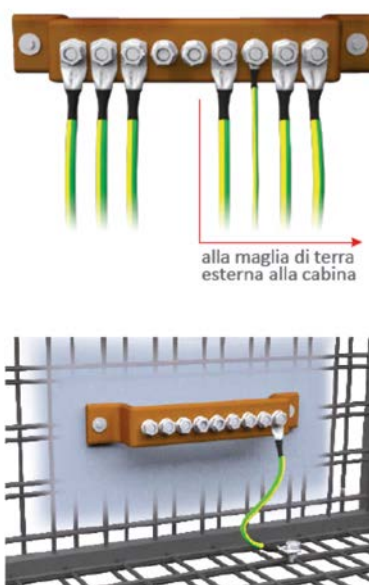


Figura 1.17: Collegamento impianto di terra

Il circuito conduttore principale di messa a terra deve essere progettato per sopportare la corrente di cortocircuito nominale e la corrente di picco nominale ammissibile nelle condizioni di messa a terra del neutro del sistema. Il valore dichiarato consegue dall'esito della relativa prova di tipo.

### 1.2.5 Targa di identificazione

Ciascuna sottostazione prefabbricata deve essere dotata di una targa duratura e chiaramente leggibile con le seguenti informazioni:



LOGO (nome del costruttore)
TIPO
NUMERO SERIE
ANNO FABBRICAZIONE
IAC
CEI EN 62271-202

Figura 1.18: Targa identificativa

### 1.2.6 Prove

Le prove di tipo obbligatorie servono a verificare la correttezza del progetto e la rispondenza alle prestazioni attese della sottostazione prefabbricata realizzata. Esse vengono eseguite sulla massima configurazione rappresentativa dei componenti di una sottostazione prefabbricata completa. La prestazione di una data combinazione differente da quella provata ma comparabile può essere dedotta dai risultati di prova.

Si elencano di seguito le prove di tipo:

- le interconnessioni MT e BT devono essere sottoposte alle prove di isolamento con tensione a impulso e alla frequenza di esercizio; le prove dielettriche non sono richieste quando l'interconnessione in media tensione è effettuata con cavi collegati da connessioni schermate a terra sottoposte a prove di tipo;
- individuata la taglia massima di trasformatore installabile, in condizioni di corto circuito lato bassa tensione e alimentazione lato MT corrispondente alla tensione di cortocircuito  $V_{cc}\%$ , il complesso MT/BT viene alimentato con correnti tali da dissipare la potenza termica nominale; in seguito al raggiungimento dell'equilibrio termico del trasformatore (sovratemperature dell'olio o degli avvolgimenti) vengono rilevate le sovratemperature dei punti critici e viene determinata la classe termica dell'involucro come già meglio dettagliato;
- i circuiti principali e di terra vengono sottoposti alla circolazione delle correnti di picco e di breve durata nominali;

- prove per la verifica del grado di protezione IP23D ("2" indica involucro protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12,5 mm e contro l'accesso con un dito; "3" indica protetto contro la pioggia cadente con inclinazione massima di 60° rispetto la verticale; "D" indica protetto contro l'accesso con un filo di diametro 1 mm e di lunghezza pari a 100 mm);
- prove per verificare la resistenza dell'involucro della sottostazione prefabbricata alle sollecitazioni meccaniche (grado IK10); un pendolo con una massa di 5 kg in sospensione viene alzato di 40 cm e lasciato cadere per impattare contro diversi punti dell'involucro comprese porte e pannelli;
- per le sottostazioni prefabbricate di classe IAC-A, IAC-B o IAC-AB, prove per valutare gli effetti dell'arco dovuto a un guasto interno;
- prove di compatibilità elettromagnetica EMC (sull'apparecchiatura MT e BT).

È opportuno inoltre verificare l'esistenza di un sistema di sigillatura meccanico conforme alle prescrizioni della V1 alla norma CEI 11/17 in tutti i passaggi cavi ed il suo corretto dimensionamento e montaggio.

La prova del livello sonoro della sottostazione prefabbricata è una prova di tipo speciale soggetta ad accordo tra costruttore e utilizzatore. Le prove funzionali vanno eseguite sia come prove di tipo sia come prove di accettazione su ciascuna cabina prodotta: azionamento dell'apparecchiatura di manovra e di comando; azionamento meccanico delle porte della sottostazione prefabbricata; sistemazione di barriere isolanti; controllo della temperatura e del livello del liquido del trasformatore; controllo dell'indicazione della tensione; sistemazione dei dispositivi di messa a terra; esecuzione di prove sui cavi; sostituzione dei fusibili, se applicabile; azionamento del commutatore del trasformatore, pulizia delle griglie di ventilazione.

Le prove individuali e le verifiche vanno eseguite su ciascuna cabina prodotta e comprendono: la prova dielettrica sull'interconnessione in media tensione; la prova sui circuiti ausiliari e di comando; le prove funzionali di cui sopra; la verifica della corretta esecuzione del cablaggio; la prova dopo assemblaggio sul posto.

### 1.2.7 Guasti interni e classificazione tenuta arco interno

Il costruttore della cabina prefabbricata deve assicurare la protezione del pubblico e/o degli operatori in caso di guasti interni quale può essere un arco interno accidentale, innescatosi all'interno dell'apparecchiatura MT (non sono presi in considerazione archi innescatisi nel trasformatore o nell'apparecchiatura BT). Per realizzare questo obiettivo, il costruttore della sottostazione prefabbricata deve assicurarne la costruzione corretta e, volendo classificare la cabina a tenuta d'arco interno, deve verificare e dimostrare l'efficacia del progetto sottoponendo la cabina a prove di tipo indicate nella norma CEI EN 62271-202. Solo le sottostazioni che hanno superato le prove con successo si qualificano come classe IAC-A o IAC-B o IAC-AB.

Le lettere A e B si differenziano a seconda se si tratti di protezione degli operatori, del pubblico o di entrambi. L'operatore può trovarsi all'interno della sottostazione (se esercita dall'interno) o di fronte ad essa (se esercita dall'esterno). Tuttavia, il pubblico può trovarsi attorno alla sottostazione in qualsiasi momento. Il pubblico non si troverà mai all'interno della sottostazione o in prossimità del lato di utilizzo durante l'esecuzione di manovre a porte aperte (se esercita dall'esterno): queste aree sono considerate ad accesso limitato solo agli operatori. IAC-A Destinata a verificare la protezione degli operatori quando manovrano l'apparecchiatura della sottostazione e si basa su una accessibilità limitata al solo personale autorizzato (accessibilità di tipo A). Essa si applica alle sottostazioni manovrate dall'interno (con zona di manovra) o al lato di manovra alta tensione delle sottostazioni manovrate

dall'esterno (senza zona di manovra). La prova di tipo viene eseguita con la cabina a porte aperte sul lato di manovra MT simulando l'operatore mentre sta effettuando delle manovre davanti l'apparecchiatura MT.

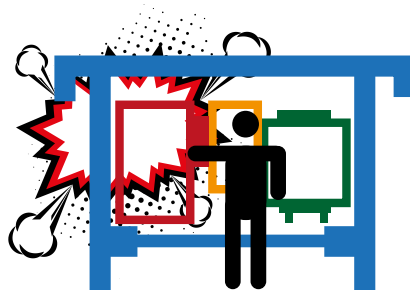


Figura 1.19: Classificazione arco interno IAC-A

IAC-B Verifica la protezione del pubblico attorno alla sottostazione con accesso non limitato (accessibilità di tipo B) a tutti i lati della sottostazione. Durante questa prova, tutte le porte della sottostazione sono chiuse simulando il pubblico che potrebbe trovarsi attorno la cabina.

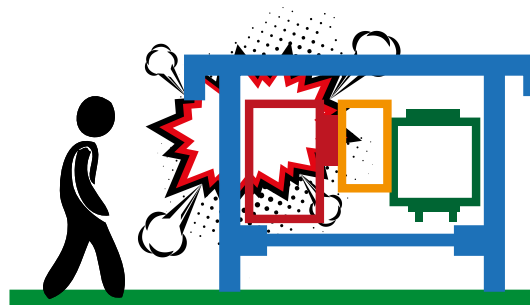


Figura 1.20: Classificazione arco interno IAC-B

IAC-AB Verifica la protezione sia degli operatori, quando manovrano l'apparecchiatura della sottostazione, che del pubblico attorno alla sottostazione. Questa classificazione si ottiene superando le prove di tipo IAC-A e IAC-B.

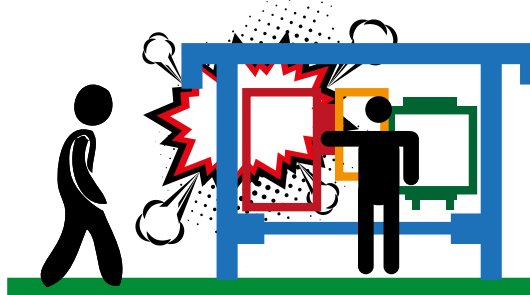


Figura 1.21: Classificazione arco interno IAC-AB

L'utilizzatore deve effettuare una scelta corretta, secondo le caratteristiche della rete, le procedure di esercizio e le condizioni di servizio, tenendo conto della probabilità che si producano archi interni. La Norma fornisce un elenco di punti dove l'esperienza mostra che i guasti possono essere per lo più localizzati. Essa fornisce anche le possibili cause dei guasti e le misure possibili per diminuire la probabilità di archi interni. Viene cioè condotta un'analisi dei rischi. Quando il rischio dovuto ad un arco interno è considerato trascurabile, non è necessario utilizzare una sottostazione prefabbricata di classe IAC-A, IAC-B o IAC-AB. Quando il rischio dovuto ad un arco interno è considerato rilevante, si dovrebbe utilizzare solo una sottostazione prefabbricata di classe IAC-A, IAC-B o IAC-AB.

### 1.2.8 Informazioni da fornire nelle richieste d'offerta

L'utilizzatore della cabina elettrica responsabile della progettazione elettrica deve comunicare nella richiesta di offerta oltre allo schema elettrico d'impianto tutti i dati fondamentali per la determinazione delle caratteristiche dell'involucro, compatibilmente con le condizioni di servizio e per una scelta appropriata delle apparecchiature da installare, considerando i parametri elettrici del sistema MT, così come comunicategli dal Distributore; restano a carico dell'utilizzatore le scelte riguardo il tipo di isolamento e il grado IP preferito per le apparecchiature e le decisioni circa la necessità o meno della classificazione IAC.

Oltre a queste informazioni, il richiedente dovrebbe indicare ogni condizione che potrebbe influire sull'offerta o sull'ordine, come condizioni speciali di assemblaggio o di montaggio sul posto (per es. vicinanza a pareti circostanti, incasso nei terrapieni, elementi che possono influenzare la ventilazione, ecc.), la posizione dei collegamenti esterni ad alta tensione, le norme locali relative agli incendi e al rumore e la durata di vita prevista.

Qualora l'utilizzatore intenda prescrivere speciali prove di tipo, deve fornire le relative informazioni.

Su richiesta del committente, il costruttore della cabina deve allegare nelle offerte l'elenco dei certificati o i rapporti di prove di tipo, compresa la giustificazione della scelta delle prove di tenuta all'arco interno per le classi IAC-A, IAC-B o IAC-AB, quando applicabile, i dettagli costruttivi, le dimensioni totali e la disposizione generale della cabina, le informazioni sulla disposizione delle connessioni esterne, le prescrizioni per il trasporto e l'installazione, le informazioni per il funzionamento e la manutenzione e la dichiarazione di conformità della sottostazione alla Norma.

### 1.2.9 Regole per il trasporto, l'installazione, il funzionamento, la manutenzione e la fine vita in servizio

Il produttore deve fornire tutte le istruzioni riguardanti il trasporto, lo stoccaggio, il montaggio, il funzionamento e la manutenzione di una sottostazione prefabbricata.



Figura 1.22: Trasporto della cabina

Le istruzioni per il trasporto e lo stoccaggio vengono fornite in un momento opportuno prima della consegna, e le istruzioni per il montaggio, il servizio e la manutenzione vengono fornite al più tardi al momento della consegna.

La massa di ciascuna unità di trasporto deve essere dichiarata dal costruttore ed indicata preferibilmente sull'etichetta dell'apparecchiatura. Devono essere forniti dispositivi di sollevamento in quantità sufficiente da consentire la movimentazione di ciascuna unità. Le istruzioni devono indicare chiaramente

il metodo preferenziale per sollevare in modo sicuro la sottostazione.

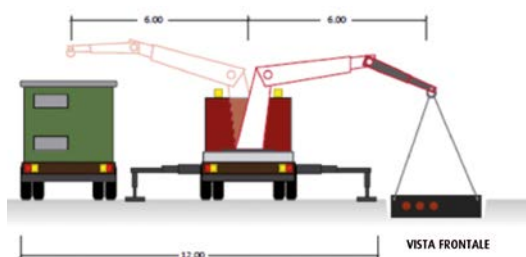


Figura 1.23: Sollevamento della cabina durante il trasporto

Il produttore deve fornire tutte le informazioni necessarie per consentire la preparazione del sito, come i necessari lavori civili di scavo, i terminali di messa a terra esterni e la posizione dei punti di accesso ai cavi.

In particolare, la posa in opera della cabina può avvenire o su vasca prefabbricata fornita dal costruttore (in questo caso il cliente dovrà predisporre uno scavo di sezione adeguata alle dimensioni della cabina e il fondo dello scavo dovrà essere accuratamente livellato e costipato con materiale inerte) oppure su basamento realizzato in opera a cura del committente.

Nel caso in cui si rendesse necessario, il tetto della cabina può essere asportato sempre con lo stesso sistema di sollevamento della cabina (per cabina monoblocco).

Il trasporto del manufatto avviene su rimorchi equipaggiati con sistema di traino o motrice.

Nel manuale di uso e manutenzione il produttore deve riportare istruzioni e frequenza consigliata e tutte le informazioni necessarie per permettere all'utilizzatore finale di smontare, riciclare e smaltire la sottostazione prefabbricata alla fine della sua vita, tenendo conto della protezione sia degli operatori che dell'ambiente.

### 1.3 DM 15-07-2014 Vigili del Fuoco

La prevenzione incendi riferita alla realizzazione di cabine elettriche, con particolare interesse verso i rischi legati alla presenza di liquidi combustibili, va condotta nel rispetto delle disposizioni dettate dal DM 15/7/2014 recante "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m<sup>3</sup>" emanato dal Ministero dell'Interno nell'ambito del DPR 151/11 - Attività n.48 "Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiori a 1 m<sup>3</sup>".

L'ambito di applicazione del suddetto DM abbraccia tutte le installazioni, sia di nuova realizzazione sia già esistenti in data 04/09/2014 (data di entrata in vigore del DM), con presenza di macchine elettriche fisse<sup>1</sup> con contenuto di liquido isolante combustibile<sup>2</sup> superiore a 1 m<sup>3</sup>. Sono interessate sia le fasi di sviluppo (progettazione) sia le fasi operative (installazione e esercizio) delle attività soggette al DM; ricadono nell'ambito di applicazione del DM anche le cabine elettriche MT/BT, di proprietà dell'Utente o del Distributore, che alloggiavano trasformatori MT/BT con volume complessivo di olio isolante superiore a 1 m<sup>3</sup>. In figura viene mostrato il diagramma di flusso che sintetizza l'ambito di applicazione del DM 15/07/2014.

<sup>1</sup> Il DM fornisce la seguente definizione di macchina elettrica fissa: installazione di macchina elettrica collegata ad una rete elettrica o ad un impianto elettrico comprensiva dei sistemi accessori a corredo.

<sup>2</sup> In mancanza di dettagli sulle proprietà distintive degli oli isolanti riguardo alle loro caratteristiche di infiammabilità, è da ritenersi combustibile qualsiasi tipologia di olio isolante.

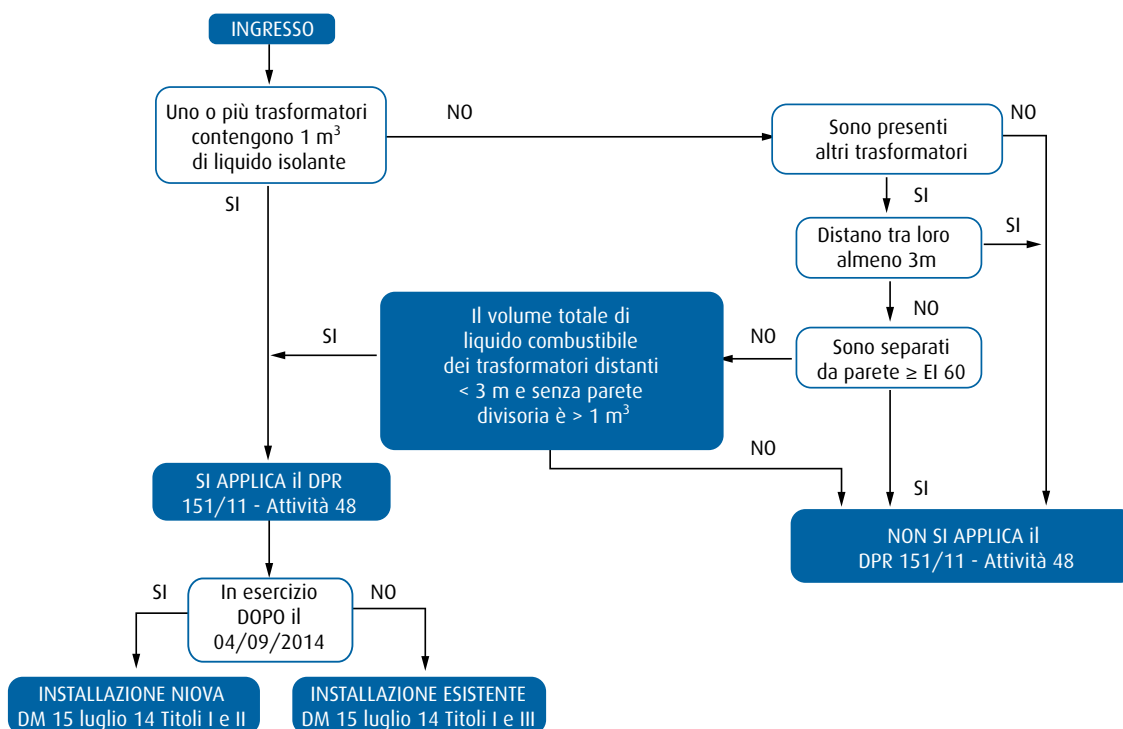


Figura 2.1: Flow chart su DM 15 luglio 2014

La struttura del DM dedica una sezione alle nuove installazioni (Titolo II) e una sezione alle installazioni esistenti (Titolo III), per ciascuna delle quali considera quattro tipologie di installazione (all'aperto, in locali esterni, in fabbricato destinato ad altro uso e in edifici a particolare rischio d'incendio). Viene stabilito che la sostituzione di una macchina elettrica o più macchine elettriche con altre, il cui quantitativo complessivo di liquido isolante combustibile non sia superiore del 10% rispetto al quantitativo di liquido isolante preso a riferimento per la progettazione dell'installazione, rappresenta variazione non sostanziale nell'ambito della prevenzione incendi, per cui è possibile trattarla come installazione esistente.

L'applicazione del DM risulta necessaria in tutti quei casi in cui si verificano contemporaneamente le tre seguenti condizioni:

- presenza di almeno una macchina elettrica fissa;

- contenente liquido isolante combustibile;
- in quantità superiore a 1 m<sup>3</sup> (si stima che il limite possa essere superato per trasformatori MT/BT di potenza non inferiori a 2000 kVA, ma la verifica va condotta sempre con riferimento ai dati riportati sulla targa dello specifico trasformatore).

Nel caso di più macchine elettriche fisse, è necessario considerare la somma di tutti i volumi di liquido isolante contenuti da ciascuna macchina, ad esclusione dei casi in cui si abbia a che fare con installazioni fisse distinte. Quest'ultime sono caratterizzate da almeno uno dei seguenti casi:

- macchine elettriche distanti tra loro non meno di 3 m;
- macchine elettriche separate da setti divisorii resistenti al fuoco, con prestazioni non inferiori ad EI 60<sup>3</sup> e con specificate dimensioni minime.

<sup>3</sup> Il codice "EI 60" fa parte della classificazione definita dal DM 16/02/2007 e fornisce informazioni riguardanti le caratteristiche di resistenza al fuoco dei materiali da costruzione. Nel caso specifico assume il seguente significato: E: Tenuta, I: Isolamento, 60: tempo di resistenza espresso in minuti.

Per tutte le macchine elettriche fisse soggette al DPR 151/11 (attività n.48) e, quindi, al DM 15/07/2014 è richiesto un sistema di contenimento del liquido isolante combustibile (*bacini di contenimento intorno alla macchina o sistema di convogliamento in un'area di raccolta*) per evitarne lo spandimento a seguito di un possibile cedimento del cassone causato, ad esempio, da un guasto interno alla macchina.

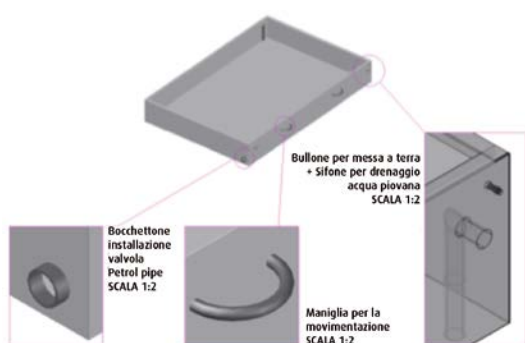
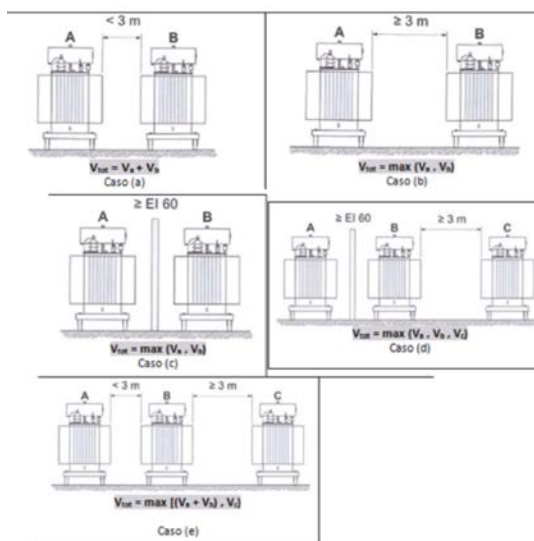


Figura 2.2: Sistema di contenimento del liquido isolante

La capienza richiesta al sistema di contenimento, qualora esso sia comune a più macchine, è funzione della natura dell'installazione (nuova o esistente), del tipo di installazione delle macchine (all'interno o all'aperto) e dell'eventuale presenza di sistemi di estinzione dell'incendio (a causa del versamento di ulteriore liquido) conformemente al DM 7 gennaio 2005.

Limitatamente al caso di nuove installazioni ubicate all'interno di locali (esterni<sup>4</sup> o interni), la capienza del bacino di contenimento può essere scelta in accordo alla seguente casistica (vedi Tabella):

Tabella 2.1: Determinazione della capienza  $V_{tot}$  del bacino di contenimento per il liquido isolante combustibile nel caso di nuove installazioni poste all'interno di locali, in presenza di più macchine con volume complessivo di liquido isolante combustibile  $> 1 m^3$ , secondo il DM 15/7/14.



Sempre riguardo al caso di installazioni all'interno di locali ma con riferimento alle installazioni esistenti, il decreto stabilisce che è sufficiente che il sistema di contenimento sia dimensionato per contenere il liquido isolante della macchina elettrica di taglia maggiore (con riferimento al volume di liquido isolante).



4. Il DM fornisce la seguente definizione di locali esterni: area elettrica chiusa o cabina ubicate su spazio scoperto, anche in adiacenza ad altro fabbricato, purché strutturalmente separato e privo di pareti verticali comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dei fabbricati.

Da notare che, con riferimento alle cabine elettriche MT/BT, le macchine elettriche fisse che possono contenere volumi di liquido isolante superiore a 1 m<sup>3</sup> sono esclusivamente i trasformatori di potenza.

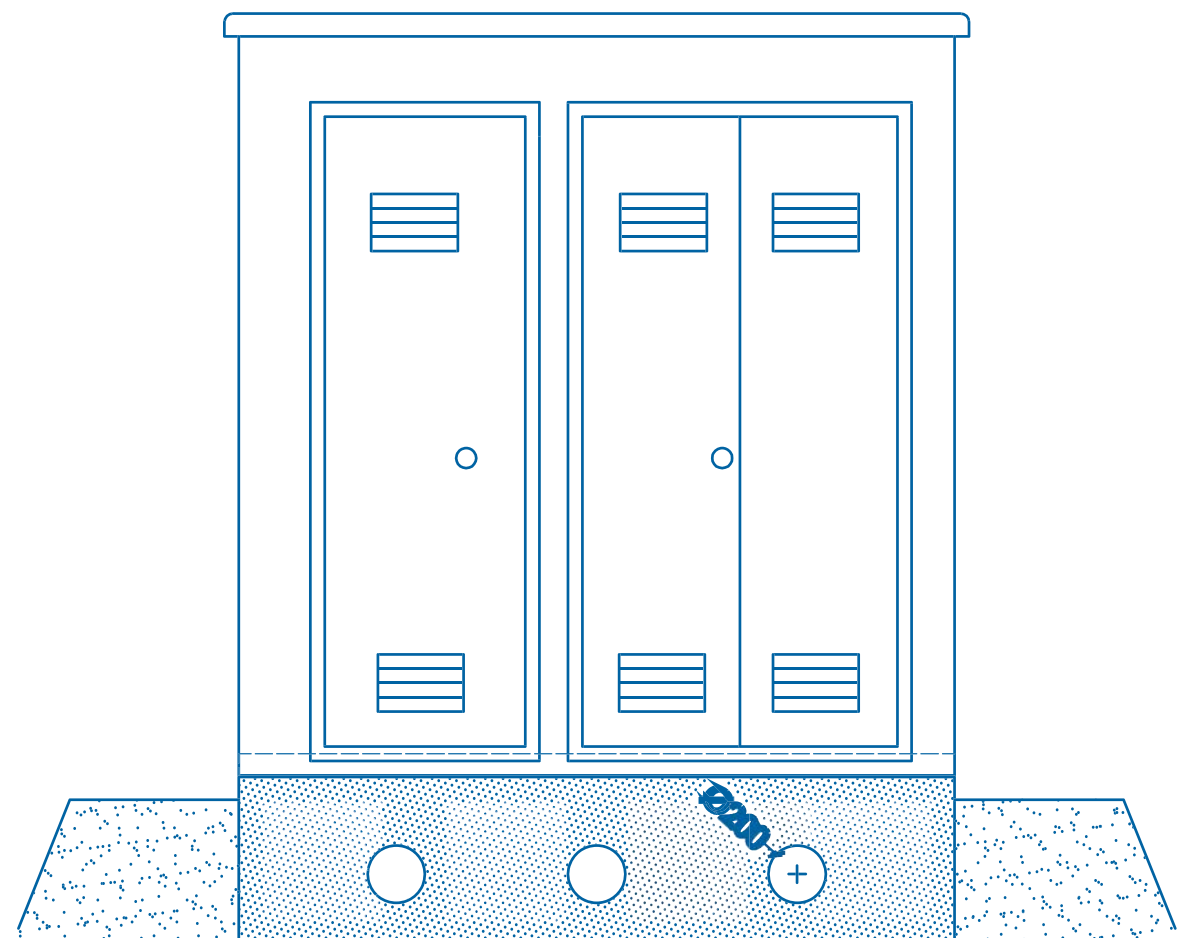
Il DM, all'interno del proprio ambito applicativo, fornisce i requisiti minimi che devono possedere gli accessi all'area degli impianti per consentire l'intervento dei mezzi di soccorso dei VV.FF. e indica quando è necessario predisporre i sistemi di estinzione, rilevazione o segnalazione di incendi e altre indicazioni utili

alla corretta progettazione e realizzazione del sito dell'impianto.

Limitatamente alle nuove installazioni in aree urbanizzate con quantitativi di liquido isolante combustibile superiori a 20 m<sup>3</sup>, è richiesto che i materiali della costruzione abbiano caratteristiche non inferiori a R/EI/REI 60 o R/EI/REI 90, in tutti gli altri casi (a patto che si tratti di locali fuori terra e mono-piano) è sufficiente realizzare la struttura del locale con materiali incombustibili (e.g. calcestruzzo, metallo, ecc.).

**Nota**

Relativamente ai fluidi alternativi utilizzabili come liquido isolante all'interno dei trasformatori (es. esteri), è stata emessa da un GdL formato da INAIL, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ed ISPRA, la Pubblicazione nr. 271 dal titolo "Isolanti nei trasformatori di Potenza: potenziali benefici nell'uso di fluidi innovativi" che introduce alcune considerazioni di tipo economico, ambientale, sociale e la valutazione della riduzione del rischio associato all'utilizzo di tali fluidi.



---

## CAPITOLO 2

# CABINA DIGITALE



In tutto il mondo si sta assistendo a rapidi cambiamenti nel modo con cui viene generata, distribuita e consumata l'energia elettrica: è la fase di "transizione energetica" descritta da tre fattori chiave:

- la Decarbonizzazione è un obiettivo fondamentale per rispettare gli Accordi della Conferenza di Parigi sul Clima;
- la Decentralizzazione della produzione avviene sempre di più sulle reti di distribuzione in media e bassa tensione, implicando la necessità di nuove regole per la sicurezza del sistema elettrico;
- la Digitalizzazione sta influenzando su ogni aspetto della società moderna, e in particolare, anche sul modo in cui gestiamo l'energia. La disponibilità di dispositivi e di soluzioni "intelligenti" consente di raggiungere l'efficienza e il controllo dei sistemi in accordo, per quanto riguarda l'Italia, con la Transizione 4.0.

In questo contesto, anche lo sviluppo delle fonti rinnovabili con produzione elettrica localizzata, influisce fortemente sull'aumento dell'elettificazione dei consumi, soprattutto per quanto riguarda i trasporti e i sistemi di riscaldamento.

Questo contesto energetico sta emergendo in Italia come evidenziato, sia dalla Strategia Energetica Nazionale che dalla proposta di Piano Nazionale Energia e Clima, sviluppati per contribuire agli obiettivi europei di energia e ambiente e mantenere la sicurezza energetica nazionale.

Il Piano Nazionale Energia e Clima prevede l'aumento al 32% della quota di fonti rinnovabili sul totale entro il 2030.

Particolare attenzione deve essere posta anche alla crescente sensibilità dei carichi elettrici alle interruzioni di servizio e, se in passato era sufficiente avere dispositivi tradizionali di media e bassa tensione per mantenere un



buon servizio, oggi questo non è più sufficiente. Nello specifico, la manutenzione va pensata e progettata affinché sia sempre efficace, rapida ed economica.

Le Cabine Elettriche di Trasformazione e Distribuzione hanno un ruolo rilevante per mantenere la continuità di servizio in un sistema elettrico sempre più sotto stress e a cui si chiedono prestazioni e servizio fino a poco tempo fa non presi in considerazione.

Per poter svolgere correttamente questo ruolo, è necessario concepire un'idea di cabina che sappia raccogliere i dati dalle apparecchiature ed inviare allarmi e suggerimenti per il miglioramento dell'efficienza e della vita delle apparecchiature stesse. Si devono sfruttare i vantaggi delle nuove tecnologie già sviluppate e presenti sul mercato.

Sono almeno cinque le funzionalità innovative a cui serve dare risposta ed essere capaci di metterle in pratica.

### 2.1 Continuità di servizio

Significa realizzare impianti di distribuzione elettrica moderni e flessibili che permettano alle aziende di ottimizzare i propri investimenti attraverso una pianificazione efficiente delle proprie attività e riducendo al massimo le interruzioni di servizio.

A questo scopo, deve essere possibile monitorare:

- i consumi
- la disponibilità al funzionamento dei componenti
- l'accesso ai locali da parte del personale o persone esterne
- le condizioni ambientali e di esercizio delle apparecchiature.

### 2.2 Ridurre i tempi di ripristino

Significa realizzare impianti di distribuzione elettrica che consentano di essere ripristinati velocemente, senza onerosi e complessi interventi specialistici. In altre parole, ciò significa:

- minimizzare le perdite economiche dovute all'indisponibilità del proprio impianto in caso di guasto;
- minimizzare il tempo in cui l'impianto sia esposto a condizioni di rischio;
- massimizzare la velocità e la semplicità nel ritornare nelle condizioni di esercizio normali.

### 2.3 Rispettare gli obblighi normativi

Significa realizzare impianti di distribuzione elettrica conformi alle normative vigenti in ambito di sicurezza e di efficienza energetica. Ciò significa anche e soprattutto:

- controllare le proprie manutenzioni,
- programmare e registrare gli interventi
- monitorare e registrare andamenti di consumo con dati storici e archivi di riferimento
- operare in condizioni di sicurezza.

### 2.4 Massimizzare la durata delle apparecchiature

Significa realizzare impianti di distribuzione elettrica adatti al servizio specifico per un lungo periodo di tempo. Ciò significa principalmente:

- ammortizzare gli investimenti aziendali su un lasso temporale più lungo;
- disporre di sistemi dotati di una durata di vita maggiore;
- migliorare i consumi energetici, le materie prime, la disponibilità di componentistica e ricambi necessari all'occorrenza.

## 2.5 Monitorare ed ottimizzare i consumi energetici

Significa realizzare impianti di distribuzione elettrica che consentano di controllare i consumi energetici. Ciò significa:

- ridurre i costi di produzione del singolo prodotto finito o servizio;
- confrontare trend ed andamenti di consumo con dati storici o di medie

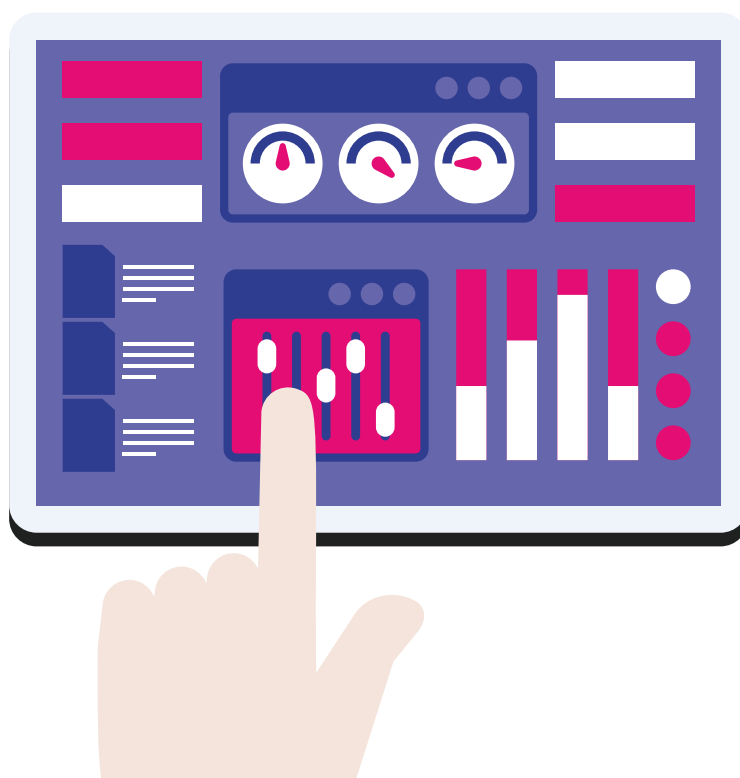
Oggi le tecnologie e le logiche riferite ai concetti di IoT e Smart Factory hanno determinato l'ingresso massivo delle reti di comunicazione/informazione su tutti i settori. In questo panorama di innovazione, anche le infrastrutture di distribuzione di energia elettrica non possono che adeguarsi a questa continua trasformazione e la digitalizzazione delle cabine elettriche MT/BT passerà attraverso la digitalizzazione dei componenti installati, con una naturale ricaduta positiva sulle procedure di controllo e manutenzione.

Ad esempio il quadro elettrico di bassa tensione in cabina può rappresentare il punto nevralgico

dell'intero impianto elettrico dell'utente e risulta quindi indispensabile che da comune Power Center, si trasformi in un "Power Center Intelligente" integrando dei dispositivi sempre on-line che permettano tanto il controllo quanto il monitoraggio da remoto.

Lo stesso concetto si applica ai quadri di media tensione, che oggi possono essere già muniti di dispositivi "gateway" che, dialogando anche con i relè, comunicano all'utente le informazioni relative allo stato dei componenti. Questo comporta l'implementazione dei sistemi di monitoraggio e diagnostica che sono fondamentali per i programmi di manutenzione predittiva o controllata.

Un buon metodo che consente di prevenire i disservizi è il monitoraggio dell'impianto elettrico, che oggi può avvenire con il nuovo sistema internet of things (IoT), cioè collegare ogni apparecchiatura alla rete internet tramite apposite cassette dotate di connettori chiamati UP, tale procedura si definisce manutenzione controllata o predittiva e la norma di riferimento è la CEI 56-50.



---

## CAPITOLO 3

# INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO DELLA CABINA

La compatibilità elettromagnetica è la capacità di un sistema, di un dispositivo, di un apparato elettrico o elettronico di funzionare in modo soddisfacente nel proprio ambiente elettromagnetico senza generare disturbi elettromagnetici che possano disturbare il funzionamento di altri sistemi o nuocere a esseri viventi.

Le problematiche inerenti alla compatibilità elettromagnetica sono poste sostanzialmente in termini di emissione elettromagnetica e di immunità elettromagnetica di sistemi elettrici ed elettronici. Entrambi i fenomeni, soprattutto se siamo in una zona con presenza di dispositivi ad alta emissione e altri a bassa immunità, possono portare a danni anche gravi che vanno da anomalie di funzionamento fino ad arrivare alla distruzione dei componenti a bassa immunità.

Per quanto riguarda le cabine MT/BT, essendo alimentate dalla rete elettrica alla frequenza di 50 Hz, ricadiamo nei campi di frequenza estremamente basse ELF (Extra Low Frequency) da 1 a 300 Hz per cui i fenomeni elettromagnetici possono essere trattati separatamente come interazione di campo elettrico e campo magnetico.

Per quanto riguarda gli effetti del campo elettrico e magnetico sull'essere umano, un organismo biologico sottoposto ad un campo elettromagnetico viene perturbato, ma non è dimostrato che la perturbazione si traduca in un effetto biologico e l'effetto biologico non costituisce necessariamente un danno. Sicuramente l'esposizione a campi elettrici e magnetici ELF (50 Hz) induce nell'organismo

alterazioni delle distribuzioni delle densità di corrente, ma dai dati sperimentali acquisiti risulta che i campi ELF non sono classificabili come un agente cancerogeno certo.

### 3.1 Riferimenti normativi

La legislazione riguardante la protezione dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici è piuttosto articolata e il punto di partenza più significativo è la Legge 22 febbraio 2001 n. 36 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici - che assicura la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici e magnetici, fissando anche un principio fondamentale: lo Stato decide, le regioni adeguano la propria legislazione.

Nel 2001 furono introdotti tre limiti: limite di esposizione, valore di attenzione e l'obiettivo di qualità che sono riportati più sotto, aggiornati, nella tabella Tabella 3.1: Valori limite di induzione, riferiti inizialmente, alla direttiva europea 2008/46/CE dell'aprile 2008 e, per l'Italia, al decreto legislativo del 3 Agosto 2009 N° 106.

Attualmente si deve fare riferimento alla Direttiva 2013/35/EU e al conseguente DL. 159 del 01/08/2016.

Quest'ultimo dispositivo di legge è in linea con i precedenti, per quanto riguarda i limiti di riferimento dei campi elettromagnetici e introduce nuovi concetti utili ai professionisti impegnati nell'applicazione delle soluzioni necessarie all'eliminazione dei rischi o alla loro riduzione al minimo.

Nel portale della Commissione europea, <https://ec.europa.eu/social/>, sono disponibili tre guide che, partendo dalle definizioni e attraverso esempi pratici, aiutano a decidere in quali casi è necessario adottare provvedimenti per la protezione dei lavoratori negli ambienti di lavoro; le tre guide sono: Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici volume 1, 2 e 3.

Sono definiti i valori di campo elettrico e magnetico entro i quali non serve alcuna valutazione, si passa a valori superiori per i quali serve una valutazione inerente i lavoratori a rischio, fino ai valori a partire dai quali sono necessarie misure di prevenzione.

Nel seguito di questo capitolo e nei successivi, quando si tornerà a parlare di EMF (campi elettromagnetici), saranno forniti elementi utili al calcolo, al controllo e alla riduzione dei campi elettromagnetici, senza entrare nei dettagli necessari ad assicurare la protezione dai rischi alla loro esposizione, per i quali si rimanda alle guide citate sopra.

Pensando nell'ottica del progettista e allo sviluppo di progetti di impianti di distribuzione possiamo fare riferimento ai limiti della seguente tabella già citata in questo capitolo:

**Tabella 3.1:** Valori limite di induzione

Induzione ( $\mu\text{T}$ ) a 50 Hz	Limite ICNIRP ( $\mu\text{T}$ )	Limite UE ( $\mu\text{T}$ )	Limite leggi italiane ( $\mu\text{T}$ )
Induzione ( $\mu\text{T}$ ) a 50 Hz	500 Soggetti professionalmente esposti	500 Per tutti i soggetti	100 Valore limite per tutti i soggetti
Induzione ( $\mu\text{T}$ ) a 50 Hz	100 Pubblico generico		10 Valore di attenzione per tutti i soggetti  Calcolato come media nelle 24 ore
Induzione ( $\mu\text{T}$ ) a 50 Hz			3 Obiettivo di qualità per tutti i soggetti

La valutazione del rispetto di questi limiti deve essere verificata attraverso opportune misure tenendo conto che in cabina MT/BT la sorgente più critica di emissione elettromagnetica è il trasformatore MT/BT e poi le linee di distribuzione in bassa tensione.

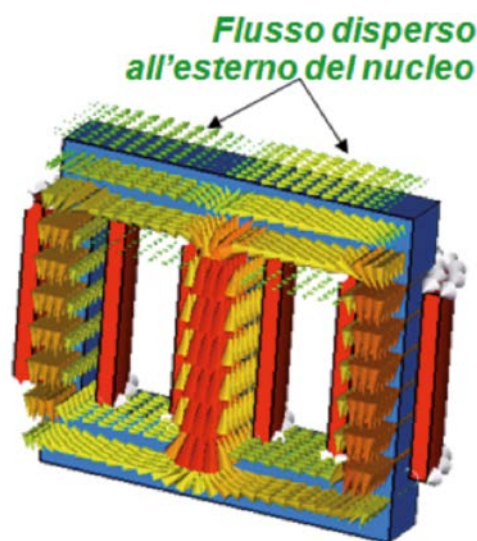
### 3.2 Campi elettromagnetici in cabina MT/BT e misura dell'induzione magnetica

Per la misura dell'induzione elettromagnetica e la valutazione dei campi elettromagnetici si rimanda alla norma CEI 211-6.

Per quanto riguarda la valutazione del campo magnetico in cabina, bisogna esaminare le sorgenti che contribuiscono maggiormente al fenomeno ed esse sono:

- trasformatori MT/BT
- vie cavi o condotti sbarre in bassa tensione

Per quanto riguarda i trasformatori MT/BT la maggior parte delle emissioni di campo magnetico attorno al trasformatore sono prodotte dalle correnti che percorrono gli avvolgimenti, esse generano flussi magnetici che si richiudono nel nucleo magnetico e all'esterno del nucleo magnetico, il cosiddetto flusso disperso. La massima emissione di campo magnetico intorno al trasformatore si ha per la massima corrente che può percorrere gli avvolgimenti ( $I_n$ ).



**Figura 3.1:** Flusso disperso all'esterno del nucleo

Il contributo del trasformatore al campo magnetico di cabina è dovuto al flusso disperso che genera un campo definito campo magnetico vagante.

Per ottemperare alle richieste di abbattimento del campo magnetico vagante, si possono costruire trasformatori MT/BT definiti a basse emissioni elettromagnetiche. Per ottenere un trasformatore a bassa emissione elettromagnetica si deve agire su:

1. sorgente emittente (usando materiali ad altissima permeabilità elettromagnetica)
2. schermatura (box di contenimento di adeguate caratteristiche schermanti)
3. accoppiamento tra i componenti (nucleo, avvolgimenti, box e uscite cavi o condotto sbarre).

I costruttori di trasformatori sono in grado di fornire, su richiesta, le mappature dell'andamento dell'induzione elettromagnetica all'esterno del trasformatore richiesto. La prova viene effettuata ponendo sonde di misura a distanza orizzontale di 1 metro dalle pareti del box, si parte prendendo a riferimento un piano orizzontale che taglia le pareti del box ad una certa quota  $h$  dal suolo e si ripete la precedente operazione per almeno altri 3 piani orizzontali.

Come si può notare (ESEMPIO trasformatore in prova: trasformatore a secco,  $P=1000$  kVA  $f=50$  Hz  $V_1/V_2=20/0,4$  kV/kV, materiale avvolgimenti=Al-Al, box, corto circuito a tensione ridotta  $V_1/V_2=1293/0$  V/V,  $I_1/I_2=28,9/1443,4$  A/A, collegamento in uscita in condotto sbarre) il valore di induzione elettromagnetica più elevato si ha nei punti di connessione con il condotto e pertanto il limite di  $3\mu T$  si allontana maggiormente dagli estremi del box schermante.

Il contributo maggiore al campo magnetico vagante essendo proporzionale alla corrente è dovuto ai cavi o condotti sbarre che effettuano il collegamento Trasformatore MT/BT e Power Center. Nel caso di collegamenti in cavo è opportuno valutare durante la posa il posizionamento reciproco delle fasi al fine

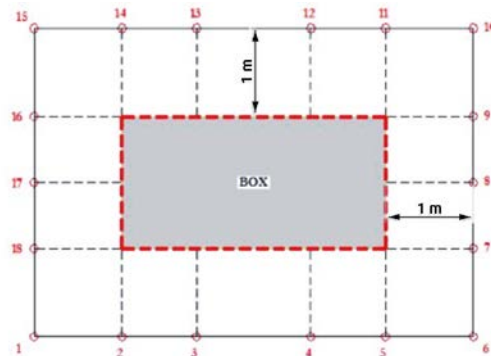


Figura 3.2: Griglia di misura

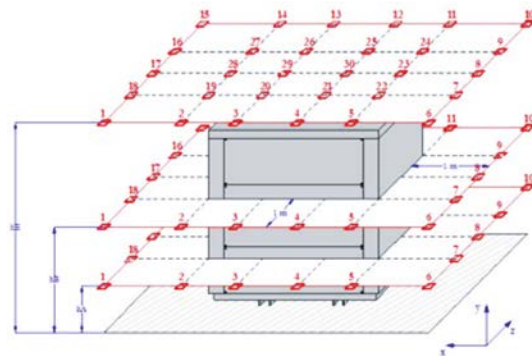


Figura 3.3: Piani di misura

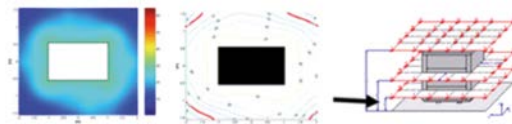


Figura 3.4: Andamento dell'induzione elettromagnetica in corrispondenza del fondo basso del box

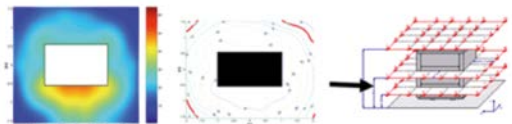


Figura 3.5: Andamento dell'induzione elettromagnetica in corrispondenza del centro del box

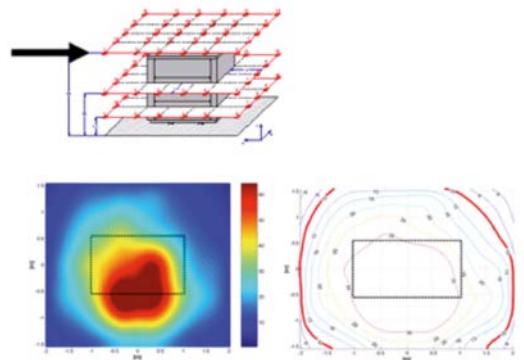
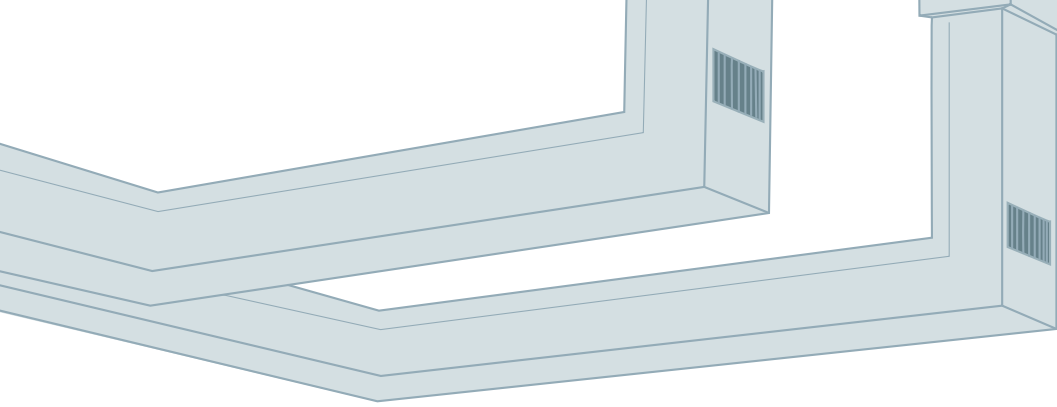


Figura 3.6: Andamento dell'induzione elettromagnetica in corrispondenza dell'attacco del condotto sbarre. il quadrato tratteggiato indica il box trasformatore



di evitare addensamenti di campo in direzioni specifiche. È possibile avvalersi delle formule riportate in figura per la valutazione del valore dell'induzione a una certa distanza P dal fascio di cavi.

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$

Figura 3.7: Formule per valutazione induzione

Dove:

B = induzione magnetica [mT]

I = corrente che percorre i conduttori [A]

S = distanza fra le fasi [m]

D = distanza dalla terna di conduttori del punto "P" dove si vuole calcolare il valore di induzione magnetica [m]

Per abbattere ulteriormente il campo magnetico generato dai cavi si consiglia di posizionare le terne all'interno di canalizzazioni metalliche chiuse.

L'uso del condotto sbarre per il collegamento trasformatore - power center consente, per sua natura e progettazione, di ridurre notevolmente l'emissione di campo magnetico rispetto ai cavi.

Da prove sperimentali, a pari corrente che percorre la linea, risulta che il valore di 3 μT di induzione è raggiunto ad una distanza di circa la metà dalla sorgente se si usa un condotto sbarre rispetto ad una linea in cavo.

### 3.3 Criteri di progettazione del locale cabina

Per progettare correttamente, dal punto di vista dell'emissione elettromagnetica, gli spazi da dedicare ai componenti di cabina trasformatore e condotti sbarre, è necessario conoscere sia la mappatura di emissione di questi che l'ubicazione della cabina, soprattutto se quest'ultima è posizionata all'interno di un edificio. In quest'ultimo caso è possibile che, oltre la parete divisoria della cabina, vi possa essere un'attività lavorativa che preveda presenza di persone per cui per la legge italiana impone il limite di 3 μT. Questo valore è tendenzialmente raggiungibile alla distanza di qualche metro per trasformatori fino a 2000 kVA di tipo normale e quindi un'attività posta oltre una parete divisoria sarebbe da ritenersi fuori norma. Questa situazione può facilmente rientrare prevedendo un trasformatore a basse perdite e dotato di box schermante: il valore di 3 μT si trova a circa poco più di 2 metri dal perimetro del box.

L'aspetto critico è rappresentato dal punto di connessione delle linee di bassa tensione in uscita dal trasformatore: per minimizzare le emissioni si dovrà curare la connessione diminuendo la distanza tra le fasi, per esempio porre attenzione alla disposizione dei cavi oppure valutare l'installazione di un condotto sbarre.

---

## CAPITOLO 4

# MANUTENZIONE DELLA CABINA

Le Delibere dell'ARERA (Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente), come raccomandazione e incentivazione per gli Utenti che godono dei requisiti semplificati, e il D.lgs 81/08, come obbligo giuridico del datore di lavoro, indirizzano sempre più i clienti all'esecuzione della manutenzione delle proprie cabine MT/BT ai sensi della norma CEI 78-17. La manutenzione comprende tutti quegli interventi necessari per mantenere le cabine in stato di sicurezza elettrica ed efficienza, tali da prevenire guasti presso l'impianto di utenza che potrebbero evolversi in criticità per la sicurezza degli operatori e influire negativamente sulla qualità tecnica del servizio elettrico.

In particolare gli utenti MT, per i quali è richiesta un'applicazione parziale della CEI 0-16 in termini di adeguamento alla Regola Tecnica, in presenza di un unico trasformatore MT/BT con potenza non superiore a 400kVA e nel pieno rispetto di tutte le condizioni minime imposte dal "Testo integrato della qualità dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica", possono dichiarare a mezzo Dichiarazione di Adeguatezza di godere dei requisiti semplificati a condizione però di effettuare regolare manutenzione ai sensi della norma CEI 78-17 e di registrare gli interventi sulle schede della stessa norma. In questo modo questi Utenti, attraverso una continua tenuta sotto controllo dell'efficienza dei propri impianti e la riduzione dei guasti, partecipano attivamente al miglioramento della qualità dell'energia, possono godere degli indennizzi automatici nel caso in cui subiscano dal Distributore (per ciò penalizzato) interruzioni superiori al limite consentito dall'ARERA e non sono più tenuti a

versare in bolletta il CTS (Corrispettivo Tariffario Specifico).

La Norma si applica a tutti gli impianti elettrici riguardanti le cabine elettriche MT/MT e MT/BT, siano essi dedicati alla produzione di energia elettrica sia di tipo esclusivamente passivo. Essa, inoltre, riguarda anche gli impianti di produzione di energia elettrica in Bassa Tensione facenti parte di utenze connesse alla rete di Media Tensione.

### 4.1 Tipologie di manutenzione

La Norma definisce le varie tipologie di manutenzione:

- preventiva, interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto o la loro destinazione d'uso (anche detta manutenzione ordinaria);
- correttiva, interventi, con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modifichino in modo sostanziale le sue prestazioni, siano destinati a riportare l'impianto stesso in condizioni ordinarie di esercizio, richiedano in genere l'impiego di strumenti o attrezzi particolari, di uso non corrente (anche detta manutenzione straordinaria, es. adeguamento).

Non rientrano negli interventi di manutenzione quelli attinenti alla costruzione di nuove parti, di trasformazioni ed ampliamenti di impianti di cabine MT/BT, nonché tutte le manovre di esercizio e messa in sicurezza necessarie per poter eseguire gli interventi suddetti;

- manutenzione predittiva (controllata): è un particolare tipo di manutenzione preventiva, eseguita sulla base di previsioni, derivate dall'analisi e dalla valutazione dei parametri significativi dei componenti che consentono di estrapolare mediante idonei modelli il tempo residuo prima del guasto di un componente. Si applica soprattutto agli impianti elettrici di una certa complessità, o quando si è di fronte a particolari esigenze di sicurezza e continuità di servizio. Richiede il monitoraggio continuo o periodico, attraverso sensori o misure di variabili fisiche quali corrente, tensione, resistenze, temperatura, vibrazioni, stati di componenti, ecc. (ad esempio: telemisura, riprese termografiche, monitoraggio numero di manovre).

#### 4.2 La figura del manutentore

La Norma definisce le competenze richieste ai manutentori (qualificati dal datore di lavoro in accordo alla Norma CEI 11-27 o autorizzati secondo quanto prescritto dal DM 04/02/2011 e dalla Norma CEI 11-15 per interventi di manutenzione sotto tensione MT), indicazioni sulla scelta dell'impresa di manutenzione (abilitata e in possesso dei requisiti previsti dal DM 37/08) e sulla natura contrattuale delle prestazioni da affidare in appalto.

Il manutentore è una persona fisica o giuridica che ha la responsabilità complessiva della manutenzione, in particolare degli aspetti di sicurezza, tecnici e gestionali/amministrativi. Il manutentore può eseguire o fare eseguire, dal proprio personale o da terzi, operazioni manutentive manuali e/o strumentali sugli impianti di cabine MT/MT e/o MT/BT. Il manutentore deve essere un PES (persona esperta in ambito elettrico) e possedere i requisiti per il Preposto ai Lavori (PL).

Nel caso di una società proprietaria degli impianti che affidi parzialmente o totalmente le attività di manutenzione ad altra impresa, al datore di lavoro/committente incombe la responsabilità di scelta relativa all'impresa appaltatrice e della verifica dell'idoneità tecnico

professionale del personale di quest'ultima come richiesto dall'art. 26 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i..

L'impresa manutentrice a seguito di contratto potrebbe anche essere identificata come Responsabile dell'impianto (RI: responsabile durante l'attività di manutenzione della sicurezza dell'impianto elettrico) per cui ha la responsabilità di redigere le schede di manutenzione. Essa deve compilare una lista delle apparecchiature e dei componenti presenti in ciascuna cabina, stabilirne approssimativamente lo stato di degrado, stabilirne quindi le periodicità per la manutenzione. Diversamente, se l'impresa manutentrice non si identifica con il RI, riceve le schede di manutenzione dal RI, ruolo svolto dalla Committenza.

#### 4.3 Come effettuare la manutenzione

Nel pianificare la manutenzione è consigliabile effettuare un controllo generale dell'impianto per valutarne lo stato di conservazione effettivo e verificare se sussistano anomalie tali da causare guasti gravi ed imminenti e se sussistano le condizioni di sicurezza fisica del personale addetto alla manutenzione (in caso di criticità per la sicurezza degli addetti, bisogna prevedere il fermo immediato dell'impianto; il fermo programmato invece nel caso di anomalie tecniche gravi). Una volta rimosse le criticità/anomalie classificate con priorità alta e predisposto il "fascicolo della manutenzione", si può procedere con la pianificazione della manutenzione preventiva a programma. Il fascicolo della manutenzione comprende gli schemi elettrici degli impianti oggetto della manutenzione, eventuale piano delle tarature, i manuali di uso e manutenzione rilasciati dai costruttori delle apparecchiature presenti in cabina e le schede di manutenzione redatte dal RI in accordo alla Norma CEI 78-17.

Prima di redigere le schede di manutenzione occorre individuare i Circuiti Funzionali Elettrici (CFE) specifici per l'impianto da sottoporre a manutenzione; occorre quindi rappresentare preventivamente su uno schema elettrico tutti



i componenti che riguardano un circuito avente una specifica e/o esclusiva funzione a un unico livello di tensione MT o BT; in questo modo si esegue la manutenzione senza trascurare alcun componente di ciascun CFE. Se un componente è presente su più circuiti funzionali deve essere compilata una scheda per ciascun circuito.

Per redigere le schede di manutenzione bisogna fare riferimento in primo luogo ai manuali dei costruttori e alle periodicità indicate dagli stessi.

In generale la frequenza degli interventi di manutenzione deve essere stabilita di volta in volta tenendo conto:

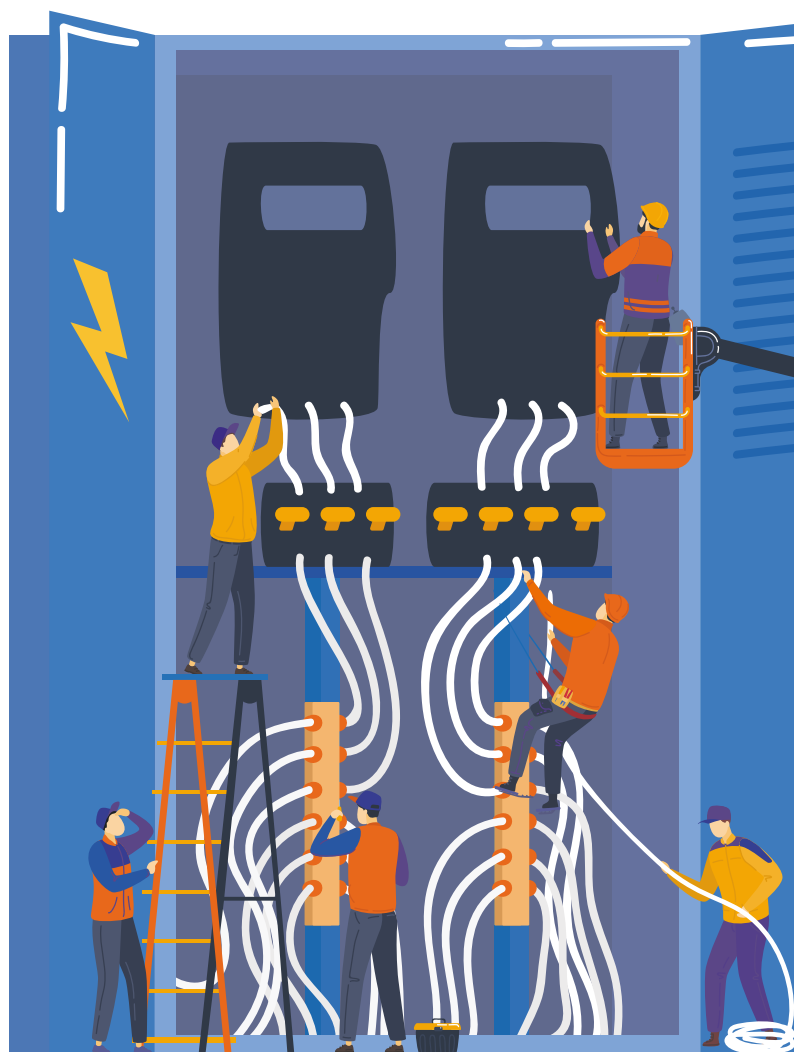
- delle modalità e gravosità del servizio e della vetustà dell'impianto e dei componenti;
- delle condizioni ambientali (es. penetrazione di acqua o corpi solidi, esposizione a temperature ambientali anormali molto alte o molto basse, esposizione ad irraggiamento solare diretto con presenza di raggi ultravioletti);
- dell'esposizione a inquinamento industriale elevata.

Le schede devono contenere solo gli elementi da mantenere realmente installati nell'impianto e, comunque, almeno i seguenti dati:

- identificativo della cabina MT/MT e/o MT/BT cui si riferisce la scheda;
- codifica o numero progressivo della scheda;
- denominazione del circuito funzionale e/o dell'elemento(i) da esaminare ai fini della manutenzione;
- verifiche/interventi: descrizione sintetica delle verifiche o degli interventi da eseguire sul(i) componente (i);
- periodicità massima: intervallo temporale massimo tra un intervento manutentivo e il successivo;
- provvedimento(i) assunto(i): interventi particolari che l'addetto alla manutenzione (o il manutentore) ha effettuato o non ha potuto effettuare per mancanza di attrezzature/materiali o per impossibilità tecniche;

- sigla dell'addetto alla manutenzione;
- data di esecuzione dell'intervento manutentivo;
- esito dell'intervento;
- firme dei manutentori;
- note, se necessario.

Il proprietario e/o il gestore dell'impianto elettrico è responsabile della conservazione delle schede per un periodo pari almeno a quello previsto dai provvedimenti legislativi, se esistenti, o almeno pari alla periodicità maggiore prevista tra tutte quelle indicate nel pacchetto di schede manutentive afferenti all'impianto di cabina MT/BT considerato.



**Tabella 4.1: Scheda tipica di manutenzione cabina**

Anno _____ Numero cabina MT/BT _____ N° PROGRESSIVO _____					
SCHEDA TR - L: Esame del Trasformatore in olio					
NB. Consultare le schede dei costruttori, se esistenti o reperibili - Gli interventi si eseguono a seguito di esame visivo e/o strumentale		Massima Periodicità	Data Esecuzione	Firma dell'addetto	Provvedimenti assunti o suggeriti
1	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo dati di targa e tipo di liquido isolante	5 anni			
2	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo rigidità dielettrica	5 anni			
3	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo presenza dispositivi contro la dispersione liquido	5 anni			
4	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo livello liquido isolante	1 anno			
5	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo stato dei sali essicatore aria	1 anno			
6	TR - L - Verifiche/Interventi: pulizia isolatori e controllo satao di conservazione	1 anno			
7	TR - L - Verifiche/Interventi: verifica intervento relè buchholz	1 anno			
8	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo indicatore temperatura, se presente	1 anno			
9	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo posizione aste spinterometriche	1 anno			
10	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo stato dei dispositivi meccanici per movimentazione TR	5 anni			
11	TR - L - Verifiche/Interventi: pulizia, controllo dei radiatori, controllo serraggio bulloneria	1 anno			
12	TR - L - Verifiche/Interventi: controllo serraggio delle connessioni	1 anno			
13					
14					
<b>Note</b>			Firma del Manutentore		

#### 4.4 Esempi di interventi di manutenzione

Controllo dei dati di targa:



Figura 4.1: Targa di un trasformatore

Controllo rigidità dielettrica olio: effettuare (attraverso la valvola di scarico posta sul fondo del cassone) prelievi periodici (circa un litro ogni 2-5 anni) di campioni d'olio da sottoporre ad analisi presso laboratorio per verificare la rigidità dielettrica dell'olio e rilevare tracce di umidità. Nei trasformatori di tipo ermetico il processo di ossidazione dell'olio è trascurabile.



Figura 4.2: Prelievo di campioni di olio dal trasformatore

Controllo presenza dispositivi contro la dispersione olio:



Figura 4.3: Vasca di raccolta olio

Controllo livello liquido isolante: verificare per i trasformatori con conservatore o con RIS il livello dell'olio e provvedere al reintegro, sino al livello stabilito. Perdite di olio possono essere indice di avvenute sovrappressioni interne.

Nel caso di conservatore, la segnalazione dell'indicatore di livello deve corrispondere approssimativamente alla temperatura ambiente. Alcuni costruttori consigliano di controllare il livello dell'olio ogni mese.

Verificare visivamente l'assenza di perdite di olio. Queste possono essere dovute al deterioramento delle guarnizioni o ad un loro errato posizionamento. Nelle macchine con conservatore è possibile aggiungere olio per rabbocco. Per effettuare il rabbocco nelle macchine di tipo ermetico bisogna essere autorizzati dal costruttore in seguito a formazione.



Figura 4.4: Verifica del livello dell'olio

Controllo stato dei Sali essiccatore aria: se esiste l'essiccatore d'aria, accertarsi che i fori per il passaggio dell'aria siano liberi e controllare che i sali igroscopici (silica gel) siano di colore arancione. Se sono di colore verde, significa che essi hanno già raccolto umidità e non assolvono più alla loro funzione di disidratanti dell'aria. Occorre togliere l'essiccatore e rigenerare i Sali mettendoli in forno a 110°-150°C finché

non siano ritornati di colore arancione. Alcuni costruttori consigliano di controllare i sali ogni tre mesi.



Figura 4.5: Rigenerazione Sali essiccatori

Pulizia isolatori e controllo stato di conservazione: controllare lo stato di conservazione degli isolatori (presenza di fessurazioni o rottura degli stessi), le condizioni di pulizia delle superfici nei casi in cui si renda necessario; procedere alla rimozione di incrostazioni facendo uso di solventi non tossici, unitamente all'azione abrasiva di apposite retine di lana d'acciaio; completare l'operazione passando sulle superfici degli isolatori stracci assorbenti.



Figura 4.6: Condizioni di pulizia degli isolatori

Verifica intervento relè Buchholz: verificare il funzionamento della protezione di Buchholz, in particolare dei galleggianti, dei circuiti ausiliari e l'apertura degli interruttori a monte e/o valle al raggiungimento dei prescritti livelli.

Pulire regolarmente la finestra di ispezione posta su un fianco del relè che permette di visualizzare se sono sviluppati gas all'interno del trasformatore. Se ve ne sono, bisogna osservare volume e colore; prelevarne un campione attraverso il rubinetto di sfiato ed analizzarlo.



Figura 4.7: Relè Buchholz

Controllo indicatore temperatura, se presente: Verificare il termometro per il controllo della temperatura del trasformatore. Rilevare dall'apposito indice trascinato le massime temperature raggiunte dal trasformatore. Verificare il funzionamento, allarme e sgancio, dell'eventuale relè termico (termometro con contatti elettrici che potrebbero ossidarsi). La massima temperatura dell'olio a 1000 m è 100°C, per gli avvolgimenti 105°C. Alcuni costruttori consigliano di controllare la massima temperatura raggiunta ogni mese.

Pulire regolarmente il quadrante e dopo anni di funzionamento controllare che all'interno del pozzetto non sia entrata acqua e sporcizia che potrebbero interferire con il corretto funzionamento del termometro.



Figura 4.8: Indicatore temperatura

Controllo posizione aste spinterometriche:



Classe tensione Voltage rating KV	Distanza Distance "S" mm
12	70
17,5	100
24	100
36	200

Figura 4.9: Aste spinterometriche

Controllo stato dei dispositivi meccanici per la movimentazione del trasformatore ogni 5 anni:



Figura 4.10: Dispositivi per movimentazione trasformatore

Pulizia, controllo radiatori: eventualmente liberarli da accumuli di sporcizia che impediscano il flusso di aria: è possibile pulire con uno spruzzo di acqua a bassa pressione; alcuni costruttori consigliano di pulire i radiatori ogni

tre mesi. Controllare lo stato di conservazione della verniciatura del cassone e dei radiatori. Controllo serraggio delle connessioni e della bulloneria: verificare in special modo quella delle valvole e quella del blocco ruote per evitare lo spostamento del trasformatore.



Figura 4.11: Stato di pulizia dei radiatori



Figura 4.12: Stato di serraggio delle connessioni

Verificare il livello di rumorosità: verificare il fissaggio di targhe e accessori e dei cavi di messa a terra; il rumore in condizioni di normale funzionamento dovrebbe presentare un livello costante anche al variare del carico, poiché dipende dalla sola magnetizzazione del nucleo ferromagnetico. Le vibrazioni, se presenti, possono ricondursi a cedimenti delle connessioni interne. In questi casi sollecitare possibili approfondimenti con rilievi strumentali per verificare l'eventuale presenza di c.c. fra le spire, allentamento pacco lamellare, ecc... Una frequenza di alimentazione anomala può portare la cassa e i radiatori in risonanza. Eventuali vibrazioni eccessive devono essere attenuate o eliminate con l'apposizione di tappeti in gomma sotto il trasformatore o manicotti in gomma smorzante (tipo giunti elastici).

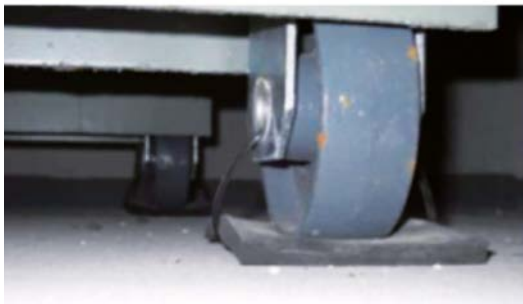


Figura 4.13: Posizionamento gomma anti-vibrazioni

#### 4.5 Esempio manutenzione predittiva

Eseguire per mezzo di termovision il controllo preventivo, verificando l'esistenza di punti caldi, specialmente quando il trasformatore è sfruttato oltre il 70% della potenza nominale. In alternativa si può ricorrere a sensori per il rilievo costante della temperatura dei punti critici (24h/7gg). La presenza di punti caldi in prossimità degli isolatori può significare un allentamento della connessione.

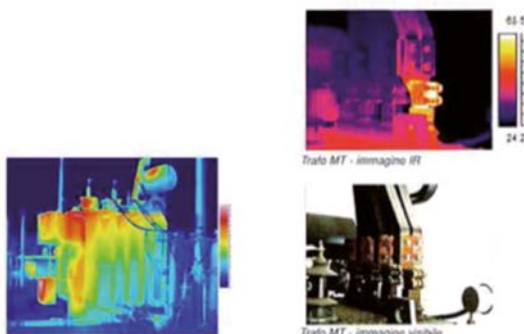


Figura 4.14: Termovision per controllo punti caldi

#### 4.6 Manutenzione straordinaria preventiva: riduzione dell'inquinamento magnetico

In ambito di interventi di manutenzione straordinaria è possibile inserire alcuni provvedimenti per ridurre o confinare campi magnetici inammissibili nel caso di cabine elettriche esistenti per le quali non sono rispettati i limiti di esposizione o i valori di attenzione in  $\mu T$  imposti dalla legislazione vigente.

Possibili soluzioni impiantistiche:

- **agire sulla disposizione delle apparecchiature:** allontanare nei limiti del

possibile le sorgenti che determinano valori di campo inammissibili (quadro BT e relativi collegamenti al trasformatore) dai muri della cabina confinanti con l'esterno ove si vuole ridurre il campo; in questa logica è opportuno posizionare i trasformatori in modo che i passanti MT siano rivolti verso la parete della cabina e i passanti BT siano invece rivolti verso il centro della cabina (questo ovviamente se i problemi sono oltre le pareti e non sopra il soffitto o sotto il pavimento).

- **agire sulla disposizione delle connessioni:** riguarda l'avvicinamento delle fasi dei collegamenti fra lato BT trasformatore e quadro BT, avvolgendo a elica i tre cavi unipolari o utilizzando cavi trifase;
- **scegliere tipologie di componenti più idonei:** è opportuno utilizzare unità modulari compatte e preferibilmente trasformatori in olio, invece che in resina, poiché la carpenteria metallica dei primi e il cassone in ferro del secondo rendono trascurabili i flussi dispersi nell'ambiente circostante, producendo un'efficace azione schermante;
- **schermare le sorgenti principali con materiali conduttori e/o ferromagnetici:** la soluzione con schermatura va utilizzata quando assolutamente necessaria, in quanto più costosa e con la necessità di un'accurata fase di studio. Le schermature sono realizzate in due modi distinti: utilizzando materiali ferromagnetici o conduttori. La schermatura può essere parziale, limitata cioè alle principali sorgenti di campo magnetico (cavi, quadri, trasformatore) o al limite ad alcune pareti, oppure totale, ovvero estesa all'intera cabina. La schermatura parziale consiste nell'avvolgere le principali sorgenti di campo con schermi ferromagnetici (se si vuole ridurre il campo nelle immediate vicinanze dello schermo), oppure con schermi conduttori (se si vogliono ottenere migliori risultati anche a distanze maggiori). L'accoppiamento dei due tipi di schermo, rappresenta la soluzione tecnica migliore per risolvere i casi più difficili; nel caso di fasci

di cavi, può essere effettuata con profilati sagomati a U di adeguato spessore. In questo caso lo schermo per essere efficace deve avere uno spessore di qualche millimetro; ciò conferisce per altro allo schermo buone proprietà meccaniche che lo rendono anche utilizzabile, se opportunamente sagomato, come struttura portante dei cavi da schermare; può interessare un'intera parte mettendo in opera lastre di materiale conduttore o ferromagnetico o di entrambi i tipi. In alcuni casi pratici può dare buoni risultati impiegare lamiere di acciaio commerciale di spessore  $3 \text{ mm} \div 5 \text{ mm}$ ;

- **allontanare la cabina da zone frequentate tenuto anche conto del fatto che il campo magnetico presente in corrispondenza di pareti esterne della cabina si riduce esponenzialmente con la distanza:** è sicuramente il provvedimento più economico e deve essere adottato in tutti quei casi in cui è possibile. È utile anche rendere inaccessibili, se possibile, le zone di terreno in cui l'induzione magnetica  $B$  assume valori superiori a quanto stabilito dalle norme (DPA Distanza di Prima Approssimazione e Fascia di Rispetto), tenendo conto del fatto che  $B$  decresce esponenzialmente con la distanza e quindi le parti da rendere inaccessibili sono limitate.

#### 4.7 Manutenzione ed efficientamento energetico

Una corretta manutenzione degli impianti, dei macchinari e delle infrastrutture garantisce un maggiore grado di efficienza energetica e ovviamente, anche per le cabine elettriche, gli interventi di manutenzione possono essere messi in atto a vantaggio di efficienza oltre che di sicurezza. Infatti, in generale, tutti i guasti che potrebbero influire negativamente sulla qualità del servizio elettrico possono anche causare consumi energetici eccessivi.

Ad esempio, grazie alle moderne tecnologie usate per l'analisi dei punti caldi, è possibile ridurre gli sprechi causati da perdite localizzate. A tale scopo si può procedere soprattutto attuando una manutenzione predittiva (in quanto si dovrebbe rimuovere la causa che genera il surriscaldamento prima che possa evolvere in un guasto effettivo).

Inoltre, una soluzione da considerare per ottimizzare il servizio di manutenzione predittiva è il monitoraggio da remoto. Grazie alle notifiche istantanee sullo stato del sistema, il monitoraggio delle condizioni da remoto consente di realizzare al meglio la diagnostica dei problemi e al tempo stesso migliora anche la gestione energetica grazie alla possibilità di individuare sprechi, ottimizzando i profili di carico e allocando correttamente i costi energetici.

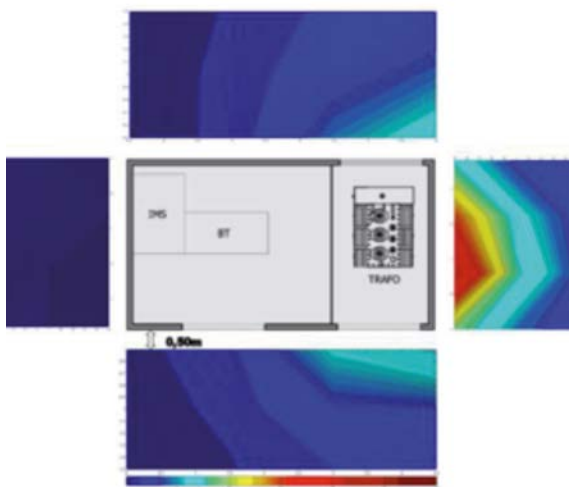


Figura 4.15: Esempio di distribuzione spaziale del vettore induzione magnetica  $B$  [ $\mu\text{T}$ ] attorno la cabina

---

## CAPITOLO 5

# QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE

Il termine quadri elettrici di media tensione racchiude una varietà di apparecchiature elettriche molto ampia che presentano dimensioni, prestazioni, operatività e continuità d'esercizio differenti a seconda del campo di applicazione.

Le caratteristiche nominali generalmente arrivano fino a tensioni di 36 kV (la norma di riferimento ha campo di applicazione fino a 52 kV), correnti nominali di 4000 A e correnti di guasto fino a 63 kA.

Una prima classificazione riguarda il settore di utilizzo: distribuzione primaria, secondaria, quadri da generatore, ecc. Queste famiglie sono costruttivamente molto diverse tra di loro sia per le diverse prestazioni richieste e sia per le caratteristiche del tipo di servizio che devono garantire.

Oggetto di questa guida sono i quadri di media tensione per distribuzione secondaria che nel seguito saranno chiamati QMT o quadri di media tensione. Le varie considerazioni sono riferite a questa famiglia e, con eccezioni, possono essere applicabili ad altre tipologie di quadri.

### 5.1 Definizioni

#### Apparecchiatura

Termine generale relativo ad apparecchi di manovra e a loro combinazioni con apparecchi di comando, di misura, di protezione e di regolazione ad essi associati, nonché a insiemi di tali dispositivi e apparecchi con i relativi collegamenti, accessori, involucri e strutture di supporto.

#### Apparecchiatura con involucro metallico

Assieme di apparecchiature, completo a eccezione dei collegamenti esterni, racchiuso in un involucro metallico esterno destinato a essere collegato a terra.

#### Unità funzionale

Parte di un'apparecchiatura con involucro metallico comprendente tutti i componenti dei circuiti principali e dei circuiti ausiliari che concorrono all'espletamento di una specifica funzione. Di seguito l'acronimo UF verrà utilizzato al posto della forma estesa Unità Funzionale.

Con la terza edizione della normativa di prodotto IEC 62271-200 vengono introdotte anche le seguenti definizioni:

- in servizio: condizione dove al minimo una parte del quadro è alimentata.
- condizioni operative normali: in condizioni di servizio con tutte le porte e coperture propriamente chiuse e in sicurezza.
- uso normale: utilizzo del quadro come definito dalle istruzioni del produttore, corrispondente alle condizioni e operazioni in servizio.

### 5.2 Caratteristiche dei QMT

Nella distribuzione secondaria le prestazioni elettriche più diffuse sono: fino a 36 kV (solitamente 24 kV) con correnti nominali di 630 A (raramente fino a 1250 A) e correnti di guasto generalmente da 16 kA, fino a 21 kA per reti esercite a 20 kV.

Possono essere utilizzati per la realizzazione della rete di distribuzione secondaria del



distributore di energia, per la funzione di DG secondo CEI 0-16 e per la rete di distribuzione dell'Utilizzatore.

Le caratteristiche principali dei QMT per distribuzione secondaria ad oggi presenti sul mercato sono di seguito elencate:

- QMT prefabbricati con involucro metallico e provati con prove di tipo secondo CEI EN 62271-200
- Isolati in aria - AIS (Air Insulated Switchgear) - oppure in gas - GIS (GAS Insulated Switchgear) - oppure misti con isolamento in aria ma con alcune apparecchiature isolate in gas
- A tenuta d'arco interno secondo CEI EN 62271-200, IAC AF per installazioni con accessibilità solo frontale, IAC AFL per installazioni con accessibilità frontale e laterale e IAC AFLR per installazioni in isola con accessibilità su tutti i lati del quadro
- Categoria di perdita della continuità di servizio definita come Loss of Service Continuity Category (LSC): LSC1, LSC2, LSC2A e LSC2B
- Classe delle segregazioni: partizione con materiale isolante (PI) oppure partizione metallica (PM)
- Basso carico all'incendio
- Dotati di interblocchi di sicurezza secondo CEI EN 62271-200, per evitare errori di manovra durante l'esercizio
- Attività di manutenzione in accordo a quanto prescritto dai costruttori
- Con interruttore di manovra sezionatore isolato in aria oppure in SF6
- Con interruttori in SF6 oppure in vuoto, di tipo asportabile, estraibile oppure fisso; a comando a molle con eventuale motorizzazione
- Ingresso dei cavi dal basso, più raramente dall'alto
- Dotati di protezioni relativamente

semplici ma con possibilità di elevata integrazione con i sistemi di misura e con i software gestionali in uso presso gli utilizzatori, sfruttando lo standard IEC 61850, che permette anche un elevato grado di interfacciamento/comunicazione dell'impianto

- Dimensioni compatte variabili a seconda delle UF che compongono il QMT. Valori tipici per UF sono di seguito riportati
  - Air Insulated Switchgear: Larghezze 350, 500 mm e 750 mm; profondità 1050 mm e 1400 mm, altezze 1600 mm e 2200 mm
  - Gas Insulated Switchgear: Larghezze 375 mm, 430 mm, 500 mm, 572 mm; profondità circa 800 mm, altezze 1150 mm e 2200 mm.

Alcune di queste caratteristiche saranno trattate con maggiori dettagli nei paragrafi successivi.

L'utilizzo di QMT conformi alla Norma IEC/EN 62271-200 permette di garantire il massimo livello di sicurezza per le persone, soddisfare completamente i requisiti di sicurezza previsti dalla legislazione italiana e garantire il massimo livello di integrità per le strutture. Si tratta di una norma di buon senso anche se non puntualmente prescritta da leggi e regolamenti, attraverso l'utilizzo di quadri a tenuta all'arco interno.

Maggiori dettagli legati alla scelta dei QMT, si possono trovare nella pubblicazione edita da ANIE "La Norma CEI EN 62271-200 sui quadri elettrici in media tensione". Essa contiene gli elementi utili a guidare il Progettista nell'individuazione del QMT più aderente alle necessità del progetto.

Si suggerisce anche la lettura del paragrafo 8 della Norma CEI EN 62271-200 che, anche se contenuto in una Norma di prodotto normalmente dedicata ai costruttori, in realtà fornisce ai progettisti i più utili criteri di scelta dei QMT.

### 5.3 Unità funzionali, schemi e principi progettuali

La distribuzione dell'energia in media tensione si può realizzare attraverso l'applicazione di diversi schemi elettrici. Tali schemi sono

concretizzabili con l'impiego di QMT composti a loro volta da un certo numero di UF. Di seguito sono riportate le unità base utilizzate negli impianti più semplici.

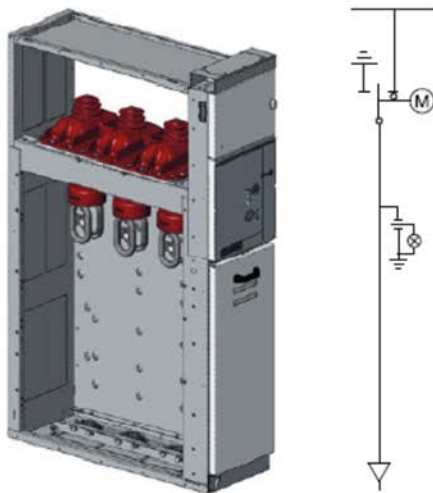


Figura 5.1: UF Interruttore di manovra-sezionatore

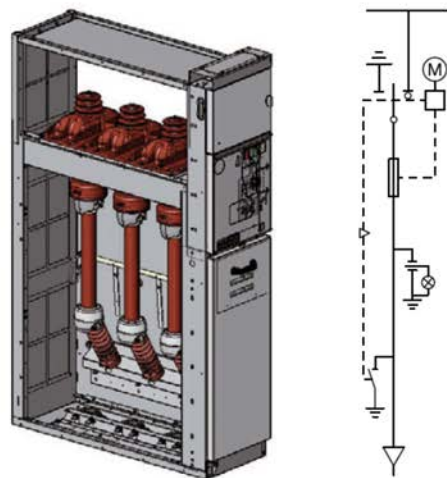


Figura 5.2: UF Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibile

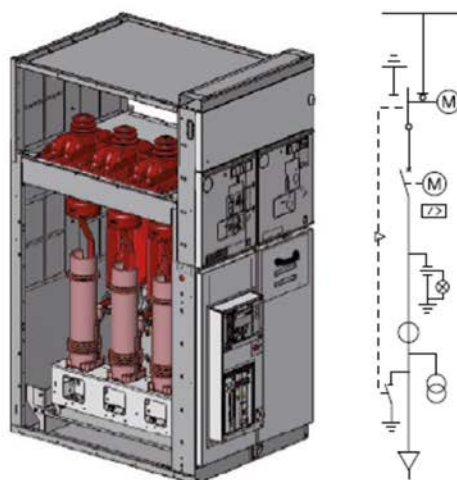


Figura 5.3: UF Interruttore con esecuzione fissa, removibile o estraibile ed equipaggiabile con TA e TV

Alcune di esse possono essere equipaggiate con dispositivi quali trasformatori di tensione, di corrente e sezionatori di terra integrati nel circuito principale. Qualora fosse necessario inserire nel circuito qualcuno di questi elementi, in alcuni casi si dovrà ricorrere all'introduzione di una UF aggiuntiva.

I circuiti ausiliari possono essere personalizzabili a seconda delle richieste del cliente finale.

I cataloghi dei vari costruttori riportano una vasta gamma di unità funzionali utilizzabili per la realizzazione dell'impianto dell'utilizzatore MT. Invece, per il collegamento con la rete del Distributore, la Norma CEI 0-16 fornisce tutti i requisiti necessari: prescrive schemi dettagliati per il sistema di protezione mentre lascia maggiore libertà al progettista di applicare lo schema di potenza a valle del DG che ritiene più opportuno, prescrivendo al minimo le due funzionalità più utili per la sicurezza d'esercizio e la protezione delle persone.

L'apparecchiatura di protezione definita come dispositivo generale (DG) dovrà avere, al minimo, le seguenti funzionalità:

- un interruttore MT in grado di aprire le correnti normali e quelle di guasto (corto circuito e guasto verso terra);
- un apparecchio (anche coincidente con il precedente) in grado di assicurare il sezionamento del circuito di potenza (stabilire la distanza di isolamento tra i contatti).

A queste prescrizioni, il progettista dovrà aggiungere quanto necessario alla corretta gestione dell'impianto perché la CEI 0-16 si occupa principalmente di escludere l'impianto dell'utente qualora causi perturbazioni sulla rete e non si occupa della protezione e gestione dell'impianto sottostante.

È importante chiarire che l'unico apparecchio di protezione ammesso dalle regole tecniche di connessione per realizzare la funzione di Dispositivo Generale sia l'interruttore di media tensione.

Il paragrafo 8 della CEI 0-16 intitolato

“Connessione alle reti MT”, riporta le prescrizioni e gli schemi da seguire per connettersi alla rete MT.

A tali schemi devono essere corredati con le apparecchiature funzionali mancanti. Per esempio, allo schema di Figura 5.4 “Schema di impianto di utenza per la connessione: caso generale”, si deve aggiungere un sezionatore di terra per permettere la messa a terra del cavo che collega il DG con il trasformatore (caso più semplice) come riportato in figura 5.5.

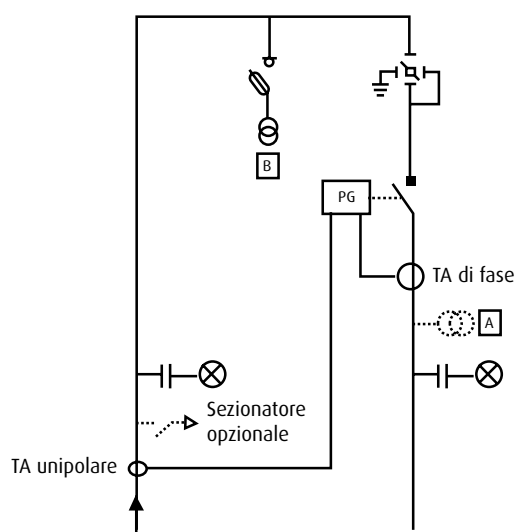


Figura 5.4: Schema di impianto di utenza per la connessione: caso generale

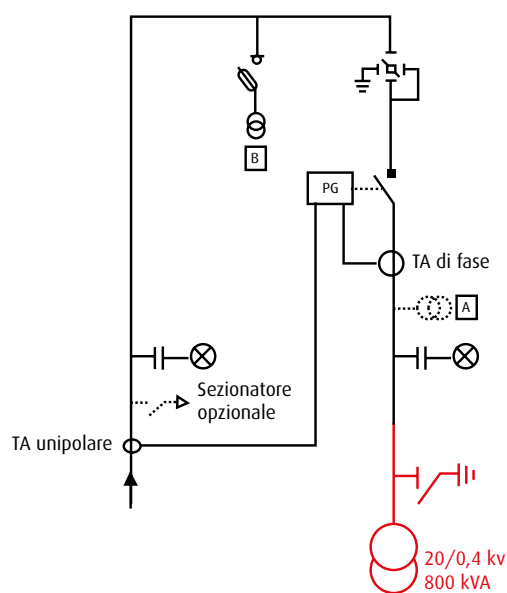


Figura 5.5: Schema connessione con sezionatore di terra

## 5.4 Apparecchi per la distribuzione secondaria utilizzati nei QMT

### Interruttori

Gli interruttori ad oggi maggiormente diffusi sono quelli con camera d'estinzione riempita in SF6 o in vuoto. Le due tecnologie, trattandosi di pura distribuzione di energia, sono equivalenti in termini di prestazioni e utilizzo sui carichi tipici.

La normativa di prodotto che regola queste apparecchiature è la CEI EN 62271-100. Tra le principali caratteristiche, oltre a tensione, corrente nominale e potere di interruzione, sono da considerare anche la durata meccanica, la durata elettrica e la probabilità di re-innesco durante interruzione di correnti capacitive.

Tabella 5.1: Classificazione degli interruttori

Caratteristica	Classe	Descrizione
Durata meccanica	M1	2.000 Manovre, durata normale
	M2	10.000 Manovre, manutenzione limitata
Durata elettrica	E1	Interruttore base che non ricade nella classe E2
	E2	Le parti d'interruzione del circuito principale non richiedono manutenzione
Probabilità di re-innesco durante le interruzioni di correnti capacitive	C1	Bassa, testata con prove di tipo
	C2	Molto bassa, testata con prove di tipo

La scelta della classe di durata meccanica ed elettrica è dettata dal tipo di servizio; in presenza di un numero di manovre rilevante sarà conveniente prescrivere un interruttore in classe M2-E2.

Le classi C1 o C2 sono invece da scegliere in funzione della tipologia dei parametri elettrici della rete ove l'interruttore è chiamato ad operare, sostanzialmente in relazione a manovra con correnti di linee e cavi a vuoto, ovvero manovra con correnti di batterie di condensatori. I Distributori di energia prescrivono interruttori in classe C2 perché è la classe che offre minore probabilità di re-innesco nel caso in cui l'interruttore è chiamato ad aprire lunghe linee di distribuzione senza carico e/o comandare l'inserzione di batterie di condensatori. Per questo negli impianti degli utilizzatori è possibile impiegare interruttori in classe C1.

### Sezionatore di linea e sezionatore di terra

Il sezionatore è un dispositivo in grado di assicurare nelle condizioni di aperto il sezionamento del circuito a valle. L'apertura e la chiusura del sezionatore devono avvenire "a vuoto", ovvero con correnti di intensità trascurabile: perciò il sezionatore viene solitamente impiegato per garantire la sicurezza in operazioni di manutenzione sul circuito.

Il sezionatore non è adatto all'apertura del circuito quando su di esso circola la corrente nominale e tantomeno correnti di sovraccarico e di corto circuito, ma deve essere in grado di portare (nella condizione "chiuso") la corrente nominale dichiarata dal costruttore. Il costruttore deve inoltre indicare la corrente che il sezionatore è in grado di sopportare in condizioni anormali di circuito (I<sub>cw</sub>: corrente ammissibile di breve durata): tale corrente ha la durata convenzionale di 1 s o 3 s ed entro tale tempo il circuito deve essere aperto mediante un interruttore automatico (che protegge il sezionatore dal cortocircuito e dal sovraccarico come qualsiasi altro componente elettrico).

Il sezionatore di terra invece garantisce la messa a terra di una parte del circuito principale dopo il

sezionamento in modo da operare su tale parte del circuito in condizioni di sicurezza. In genere sono associati ad ogni sezionatore di linea o ad altri apparecchi di manovra in esecuzione estraibile (es. interruttore).

La normativa di prodotto che regola queste apparecchiature è la CEI EN 62271-102. Tra le principali caratteristiche, oltre a tensione, corrente nominale e corrente ammissibile di breve durata, sono da considerare anche la durata meccanica e la durata elettrica per i sezionatori.

Tabella 5.2: Classificazione dei sezionatori

Caratteristica	Classe	Descrizione
Durata meccanica	M0	1.000 Manovre
	M1	2.000 Manovre
	M2	10.000 Manovre
Durata elettrica	E0	0 chiusure su corto

Tabella 5.3: Classificazione dei sezionatori di terra

Caratteristica	Classe	Descrizione
Durata meccanica	M0	1.000 Manovre
	M1	2.000 Manovre
Durata elettrica	E0	0 chiusure su corto
	E1	2 chiusure su corto
	E2	5 chiusure su corto

### Interruttore di manovra - sezionatore (IMS)

Il termine interruttore di manovra -sezionatore indica un dispositivo che, oltre alla funzione di sezionatore, svolge anche la funzione di aprire il circuito quando su di esso circola la corrente nominale. La normativa di prodotto che regola questa apparecchiatura è la CEI EN 62271-103. Tra le principali caratteristiche, oltre a tensione, corrente nominale e corrente ammissibile di breve durata sono da considerare anche la durata meccanica e la durata elettrica per gli IMS.

Tabella 5.4: Classificazione degli interruttori di manovra - sezionatori

Caratteristica	Classe	Descrizione
Durata meccanica	M1	1.000 Manovre
	M2	5.000 Manovre
Durata elettrica	E1	Durata base*
	E2	Durata media*
	E3	Durata alta*

\*maggiori dettagli sono forniti nella specifica di prodotto

### 5.5 Interblocchi, perdita della continuità di servizio, segregazioni e grado di protezione dei QMT

La manovra di tutte le apparecchiature deve essere eseguita nel rispetto delle logiche d'impianto. A tal fine la normativa di prodotto CEI EN 62271-200, prescrive che interblocchi e dispositivi di blocco devono essere utilizzati per prevenire manovre, accesso alle interfacce operative, inserimento ed estrazione di parti removibili. Qualora si voglia accedere ad uno scomparto tramite rimozione di porte o coperture, si possono avere vari casi a seconda che tali porte o coperture siano apribili o

removibili solo tramite utilizzo di attrezzi oppure apribili o removibili tramite interblocchi o una specifica procedura da seguire. L'accesso ad un compartimento dell'unità funzionale può avvenire anche nel caso in cui altri compartimenti o altre unità funzionali rimangano alimentate. In questo caso la normativa definisce varie classificazioni di perdita di continuità di servizio (LSC) a seconda di come è progettata l'unità funzionale: LSC1, LSC2, LSC2A, LSC2B. Per le varie definizioni si rimanda alla normativa di prodotto. La terza edizione della normativa IEC 62271-200 che sarà recepita anche a livello nazionale, fornisce una migliore descrizione mettendo anche a disposizione uno schema per meglio comprendere la classificazione.

Le partizioni tra i compartimenti delle varie UF possono essere metalliche (PM) oppure in materiale isolante (PI). Generalmente per i QMT viene anche prescritto un grado di protezione, definito come codice IP, contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi in accordo alla normativa IEC 60529. I gradi di protezione maggiormente diffusi sono IP3X per le parti esterne ed IP2X per le parti interne al quadro.

Per particolari applicazioni possono anche essere richiesti gradi di protezione contro la penetrazione di liquidi, i più diffusi sono IPX1 o IPX2. La protezione contro gli urti meccanici è definita invece dal grado di protezione IK. La normativa di prodotto stabilisce che per installazioni interne i QMT debbano avere protezione minima definita dal grado IK07 (2 J). Particolari applicazioni possono richiedere gradi di protezione superiori.

### 5.6 Accessibilità, tenuta all'arco interno e sfogo gas incandescenti dei QMT

Il QMT di distribuzione secondaria è sempre installato in cabine il cui accesso è riservato a personale classificato come esperto o avvertito oppure a persone comuni sotto la sorveglianza di persone esperte o avvertite. In questo caso si parla di accessibilità di tipo A. Qualora l'accesso nella zona circostante al QMT non sia limitato ma concesso anche a personale generico, si

parla di accessibilità di tipo B.

Nel caso remoto in cui si verifichi un guasto all'interno dello scomparto, definito come arco interno, la normativa CEI EN 62271-200 prescrive di adottare soluzioni tecniche opportune al fine di proteggere le persone che si trovano nelle circostanze del quadro. La normativa definisce nel dettaglio la modalità di test dell'involucro tale da garantire la protezione richiesta.

Prescrivere questa caratteristica, contribuisce a tutelare il Progettista che applica il principio di eliminazione del rischio previsto dal Testo Unico sulla Sicurezza (DLgs 81/2008 e successivi aggiornamenti). La protezione può essere assicurata sul fronte del quadro (F), sul lato (L) e sul retro (R) in particolare con le combinazioni F, FL, FLR. Il quadro quindi è classificato contro l'arco interno con la dicitura, ad esempio, IAC A-FLR che significa *internal arc classification* per accessibilità di tipo A sul fronte, lato e retro del quadro. Per includere nel progetto la richiesta di tenuta all'arco interno è sufficiente indicare una breve sigla, ad esempio: IAC A-FL 16 kA, 1 s. Significa che il quadro deve essere testato con prove di tipo secondo CEI EN 62271-200 (fino a 16 kA per un secondo) e il personale, classificato come esperto che accede in cabina, potrà avvicinarsi al fronte e al lato del QMT. Deve essere installato a ridosso della parete posteriore per impedire che il personale possa accedere al retro poiché non è stato certificato accessibile (se si aggiunge la lettera R allora il QMT può essere installato con possibilità di accesso anche al retro). Di seguito sono riportate delle immagini per dare una chiara visione sull'accessibilità ai lati del quadro.



Figura 5.6: IAC A-FL



Figura 5.7: IAC A-FLR

Un'altra importante informazione, da includere nel progetto, è come direzionare il flusso dei gas incandescenti prodotti da un arco interno tale da evitare che il flusso possa investire il personale malauguratamente presente in cabina.

Le soluzioni tecnicamente disponibili sono le seguenti:

- Per evitare la fuoriuscita di gas incandescenti e la creazione di sovrappressioni all'interno della cabina, è possibile richiedere lo scarico al di fuori del locale secondo una delle varie possibilità offerte dai costruttori. In questo caso occorre predisporre un opportuno condotto di scarico del gas, prestando attenzione all'accessibilità delle persone alla zona di fuoriuscita dello stesso e proteggendo l'estremità del condotto in modo da evitare l'ingresso di acqua, polvere, piccoli animali e corpi estranei.
- Particolare attenzione deve essere riservata alla lunghezza e al numero di curve del condotto in accordo a quanto prescritto dal costruttore.
- Un'altra soluzione prevede sfoghi verso il sottopavimento o cunicolo cavi, ponendo attenzione a ridurre la possibilità che i cavi vengano danneggiati dagli effetti dell'arco interno. Anche in questo caso si deve porre particolare attenzione alle prescrizioni fornite dal costruttore sulla dimensione minima del cavedio.
- Altre soluzioni prevedono lo scarico dei gas in cabina. In questo caso è importante chiedere al costruttore le condizioni necessarie ad assicurare la rispondenza dell'installazione alle prove di tipo effettuate sul QMT; tipicamente la cabina deve avere una altezza non inferiore a quella usata durante le prove di tipo.

- Esiste infine la possibilità di richiedere QMT con unità dotate di filtri per la tenuta all'arco. In questo caso i gas vengono convogliati all'interno del filtro che provvede a raffreddarli e ad abbassare la pressione prima che siano rilasciati all'interno del locale. Anche in questo caso è importante rispettare le condizioni di installazione fornite dal costruttore.

Esempi:

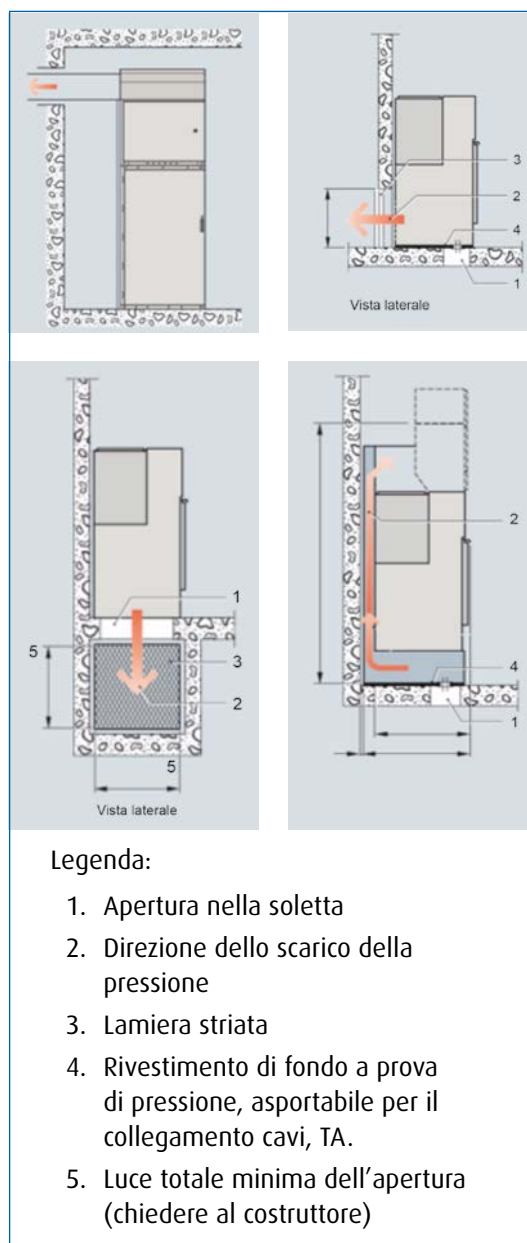


Figura 5.8: Sistema di canalizzazione della pressione verso l'esterno (1° immagine) o verso il retro (2° immagine) o verso il basso (3° immagine) o l'alto (4° immagine)

Un disegno esplicativo, inserito nel progetto, aiuterebbe l'interpretazione della specifica da parte dei fornitori e l'esecuzione dei lavori. La presenza della vista in pianta del QMT, inserito nella cabina, permetterebbe di indicare anche il posizionamento del quadro e la presenza delle idonee vie di fuga.

### 5.7 Posizionamento del QMT nel locale

Per il posizionamento del QMT nella cabina sono da tenere in considerazione le seguenti informazioni:

- Dimensioni del QMT.
- Distanza del QMT dalla parete.
- Minimi spazi liberi sui lati del QMT per il montaggio e per le operazioni di manutenzione.

Di seguito l'esempio di una soluzione di cabina:

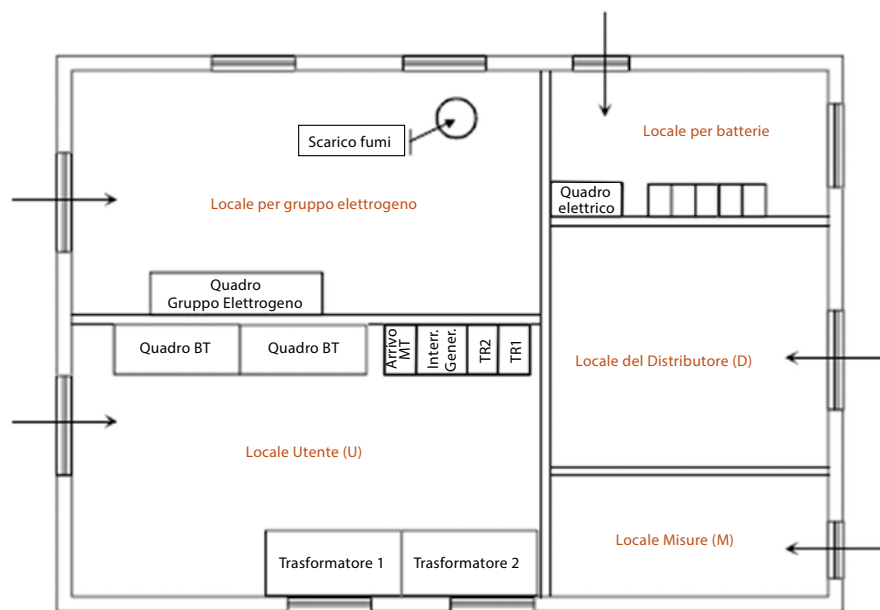


Figura 5.9: Esempio soluzione cabina (CEI 99-4 fig.A.3)

Prima di posizionare le apparecchiature all'interno di una cabina, bisogna verificare che siano rispettate le distanze corrette nelle aree di servizio, come corridoi, passaggi, accessi e vie di fuga.

A tal proposito la CEI 99-4 definisce che la larghezza di un corridoio di manovra all'interno

di una cabina deve essere sufficiente per eseguire qualsiasi manovra o operazione di manutenzione. La larghezza di questo corridoio deve essere pari ad almeno 800 mm.

In particolare, assicurarsi che le porte in posizione aperta o gli apparecchi di manovra meccanici che sporgono dall'apparecchiatura di manovra e di comando non riducano la larghezza del corridoio a meno di 500 mm.

I passaggi per l'installazione o la manutenzione posti dietro pareti solide (es. apparecchiature chiuse) non devono essere inferiori a 500 mm.

In sostanza, il personale dovrà sempre disporre di accessi chiari e sicuri. Anche in altezza, sotto i soffitti, coperture o involucri, con la sola eccezione dei cunicoli cavi, è richiesta un'altezza minima di 2000 mm.

Per quanto riguarda le vie di fuga, ai fini della Norma CEI EN 61936-1, le uscite devono essere previste in modo che la lunghezza della via di

fuga all'interno del locale non superi i 20 m per tensioni fino a 52 kV. La lunghezza consigliata per le vie di fuga, tuttavia, è non superiore ai 10 m. Oltre tale lunghezza è consigliabile che i passaggi siano accessibili da entrambi i lati.

### 5.8 Messa a terra del QMT

Per quanto riguarda la messa a terra del QMT e più in generale

della cabina MT/BT si fa riferimento alla norma CEI EN 50522 (Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.).

I costruttori di QMT rendono disponibile, ai fini della messa a terra dell'involucro metallico, uno o più punti di connessione, a cui collegare il relativo conduttore di protezione dedicato.

La posizione dei punti di connessione è



normalmente indicata sui documenti del costruttore. Si deve quindi prevedere un opportuno percorso al conduttore di protezione ai fini della sua connessione al morsetto di terra del QMT.

### 5.9 Campi elettromagnetici (EMF) emessi dai QMT

Se i QMT usati in distribuzione secondaria sono prefabbricati con involucro metallico, misure fatte nelle immediate vicinanze dell'involucro (fino a 36 kV) hanno mostrato valori di campo elettrico intorno ai 20 V/m, mentre il limite da rispettare è 5 kV; quindi per il campo elettrico non ci si deve preoccupare di fare calcoli particolari.

Già nella prima edizione della norma IEC 62271-200 si è data una chiara ed esaustiva giustificazione in merito ai vantaggi nell'utilizzo di quadri prefabbricati con involucro metallico. Una delle motivazioni fu appunto che l'involucro metallico fungendo da schermo mitiga l'intensità del campo elettrico generato dalle parti attive interne in alta tensione, all'esterno ed in prossimità del quadro stesso.

Si sa che a parità di corrente la distribuzione (forma/sagoma) del campo magnetico irradiato nello spazio circostante dipende dalla forma del circuito; ogni impianto avrà campi magnetici con distribuzione (forma) propria dipendente dal numero di UF, dalla loro forma costruttiva, dall'estensione del QMT.

Risulta impossibile fornire il modello del campo magnetico per ogni impianto; per questo motivo i costruttori forniscono lo spettro di emissione intorno al QMT, nel caso peggiore per famiglia di quadri, in modo che il progettista possa creare il modello del progetto sulla base del caso di maggior emissione possibile.

Le misure e i modelli disponibili mostrano chiaramente che intorno ai QMT, considerando le reali correnti di funzionamento dell'impianto, il campo magnetico a 1,5-2 metri sarà sicuramente inferiore a 3 microtesla e quindi l'influenza del QMT nel locale adiacente la cabina è quasi sempre trascurabile.

Esempio: caso peggiore di emissione di campo magnetico intorno a un QMT di distribuzione secondaria del tipo AIS (Air Insulated Switchgear).

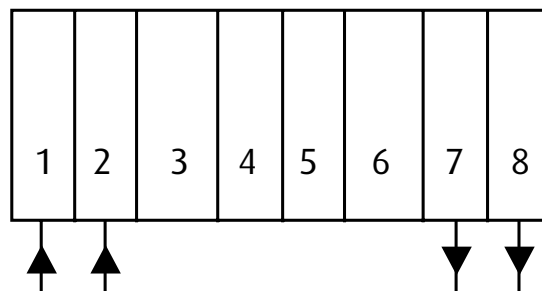


Figura 5.10: Configurazione del QMT

Il QMT è composto da otto scomparti, sulle sbarre fluiscono 1250 A, alimentato a sinistra, due interruttori chiusi a destra, le altre UF sono un congiunture (chiuso), due interruttori che non erogano corrente, una UF misure.

Misure effettuate:

- Campo elettrico a 20cm dal QMT: 20V/m
- Campo magnetico a 20cm dal QMT: sul retro 106 microtesla; sul fronte 65 microtesla; a destra 86 microtesla; a sinistra 39 microtesla.

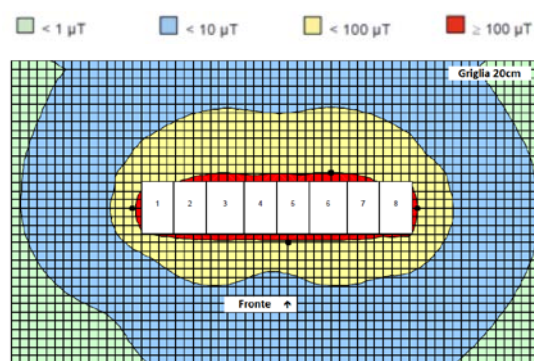


Figura 5.11: Rappresentazione grafica del campo magnetico (caso peggiore) intorno al QMT, visto dall'alto

Si ricava rapidamente che a 1,5-2 m dal QMT il valore di campo magnetico è inferiore a 10 microtesla, quando fluiscono 1250 A sulle sbarre. Se pensiamo che in realtà la maggior parte degli impianti di distribuzione secondaria

forniscono 100-200 A possiamo ipotizzare valori di campo magnetico inferiori a 1 microtesla già a 2 m dal QMT.

Poiché il locale da verificare potrebbe essere collocato anche sopra la cabina, è opportuno fornire la rappresentazione grafica del campo magnetico visto dal fronte del QMT e dal lato.

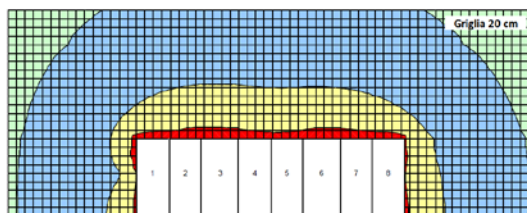


Figura 5.12: Rappresentazione grafica del campo magnetico (caso peggiore) intorno al QMT, visto dal fronte

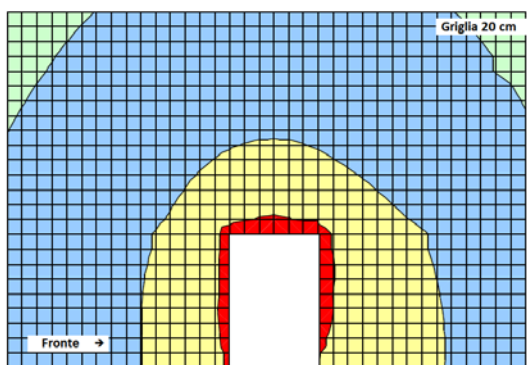


Figura 5.13: Rappresentazione grafica del campo magnetico (caso peggiore) intorno al QMT, visto dal lato (il fronte è a sinistra).

### 5.10 Raffreddamento della cabina

La cabina di trasformazione ha bisogno di un sistema di ventilazione naturale o forzata per smaltire il calore prodotto dalle perdite delle apparecchiature presenti.

Indicativamente servono 200 m<sup>3</sup>/h di aria fresca per kW di perdite, ipotizzando una differenza di temperatura tra aria in ingresso e in uscita di 15K. Il calore prodotto da un QMT è trascurabile rispetto a quello prodotto dagli altri elementi presenti in cabina, si pensi al trasformatore; se si vuole comunque tener conto del contributo del QMT i valori tipici sono riportati di seguito.

Tabella 5.5: Valori tipici di calore prodotto

Perdite in W indicative a:	200 A	300 A	400 A	630 A	800 A	1250 A
UF con interruttore	20	40	70	180	270	650
UF con sezionatore con fusibili (*)	70	-	-	-	-	-
UF con sezionatore	15	40	60	160	250	570
UF risalita	10	25	40	100	160	380
UF misura con 3 TA e 3 TV	30	65	115	280	460	700

(\*) escluso la perdita dei fusibili

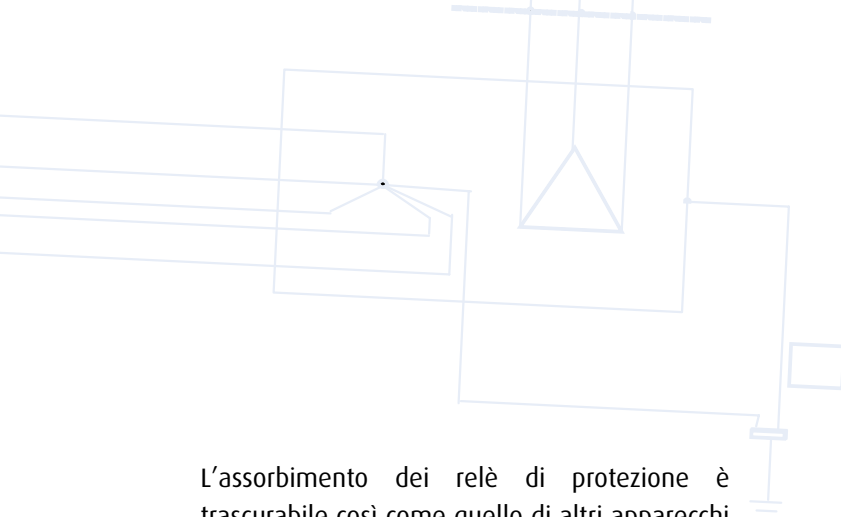
### 5.11 Autoconsumo dei QMT

In ogni cabina è necessario sostenere tutti gli ausiliari presenti anche in mancanza di tensione (ausiliaria) di rete, per questo bisogna prevedere e dimensionare un UPS.

Gli assorbimenti degli ausiliari dei QMT sono da reperire sulla documentazione del Costruttore. Si possono fornire dei dati indicativi per un primo dimensionamento (riferiti a 230V AC).

Tabella 5.6: Assorbimenti ausiliari QMT

Motore dell'interruttore	Fino a 650 VA
Bobina di chiusura interruttore	Da 140 a 200 VA
Bobina di apertura	Da 50 a 200 VA
Bobina di minima tensione	200 VA (5 VA continuativi)



L'assorbimento dei relè di protezione è trascurabile così come quello di altri apparecchi di misura e automazione. Nel dimensionamento dell'UPS è utile tener conto che i valori indicati si riferiscono allo spunto, che dura circa 100 ms per le bobine e circa 200 ms per i motori, dopo di che si assiste ad una drastica riduzione della potenza assorbita.

### 5.12 Qualifica sismica

L'Italia è uno Stato ad alta esposizione sismica e le forti vibrazioni provocate dal sisma possono riflettersi pesantemente sul comportamento del quadro elettrico, tant'è che la "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale" CEI 99-4, alla nota 1 afferma che la specifica tecnica CEI IEC TS 62271-210 (Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 210: Qualificazione sismica per apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico e con involucro isolante per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso), quando pubblicata, verrà recepita dal CEI indipendentemente dal recepimento CENELEC.

In passato il territorio nazionale era classificato in zone secondo caratteristiche di sismicità; a ciascuna zona era attribuito un valore di pericolosità di base, espresso in termini di accelerazione massima su suolo rigido (g).

L'attuale fonte di riferimento è il sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) <http://esse1.mi.ingv.it/>. Da tale sito è possibile ricavare i valori dell'accelerazione per varie probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondenti a diversi periodi di ritorno.

Tutto il territorio Nazionale è stato suddiviso mediante una griglia di calcolo (passo 0,05°, pari a circa 5,5 Km, in latitudine e longitudine) i cui punti vengono individuati da codici numerici (ID). Per ciascuno dei 16852 punti, ordinati da ovest ad est e da nord a sud, vengono

forniti i valori medi (50° percentile) e quelli corrispondenti al 16° e al 84° percentile.

Utilizzando la Mappa interattiva di pericolosità sismica è possibile accertare facilmente il valore di accelerazione corrispondente al territorio in cui è ubicata la cabina e chiedere al costruttore del QMT di fornire un prodotto adeguato, corrispondente a quanto definito dalla Specifica Tecnica CEI IEC TS 62271-210, in particolare per quanto riguarda livello di severità:

- **livello 1**, consigliato per picchi di accelerazioni del suolo/pavimento fino a 0,5 g;
- **livello 2**, raccomandato per le accelerazioni di picco al suolo/pavimento fino a 1,0 g.

Si tenga presente che i valori forniti dal sito richiedono un uso consapevole e pertanto il loro utilizzo viene effettuato sotto la responsabilità dell'utente.

### 5.13 Soluzioni digitali per QMT

Le sempre più crescenti innovazioni in tecnologie digitali e l'esponentiale diffusione di internet, aprono nuovi scenari sulla gestione della distribuzione secondaria con ripercussioni anche sui QMT. Se fino a ieri molte cabine dislocate sul territorio nazionale, oppure cabine di siti produttivi di attività terziarie, erano elementi comunicativi passivi o con scarsa capacità di scambiare informazioni, oggi grazie ai recenti sviluppi possono essere connesse ad una rete di telecomunicazioni con la possibilità di dialogare con costi relativamente contenuti.

Questo processo, meglio conosciuto come internet delle cose (IoT: internet of things), frutto della quarta rivoluzione industriale, sta trovando grande spazio in tutti i settori, compreso quello della distribuzione secondaria. La possibilità di dialogare con altri dispositivi o di fornire dati utili all'operatore su eventi che accadono nel tempo, permette di raggiungere una maggiore efficienza energetica e rendere intelligente la manutenzione delle apparecchiature.

Il concetto basilare può essere rappresentato con lo schema riportato nella figura di seguito.

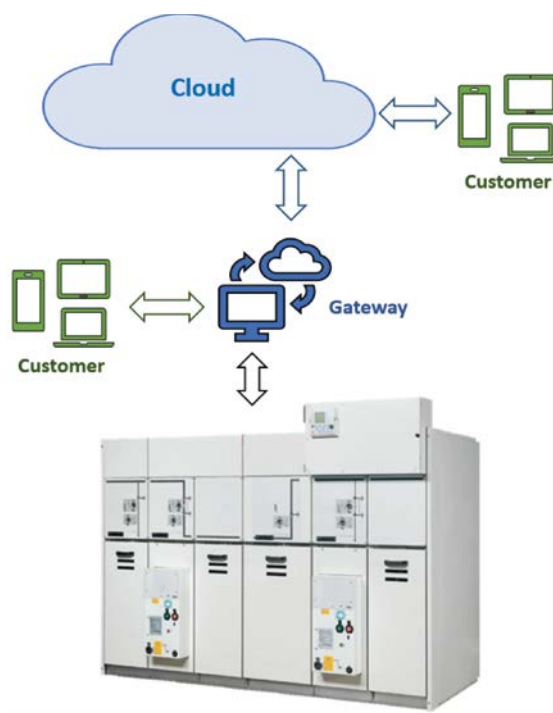


Figura 5.14: schema di comunicazione

Il QMT, tramite un dispositivo montato a bordo definito con il nome gateway, è in grado di comunicare e trasmettere le informazioni. Queste possono essere disponibili ai clienti connessi alla rete o direttamente con connessione wireless oppure di fronte al quadro tramite PC, tablet o smartphone, in ogni caso ovunque collegandosi al cloud sempre con gli stessi dispositivi.

Tramite cloud è possibile avere ulteriori livelli di monitoraggio tramite analytics dedicati o disporre di un supporto tramite tecnici specializzati che controllano l'impianto e analizzano/suggeriscono basandosi sui dati reali dell'impianto stesso.

Le apparecchiature elettriche contenute nel QMT quali interruttori, sezionatori o UF sono sempre più equipaggiate con dispositivi elettronici che le rendono intelligenti (smart) con la possibilità di raccogliere dati, fare alcune semplici elaborazioni e condividere il tutto con il gateway.

L'elettronica integrata si serve soprattutto di sensori, anch'essi integrati nelle parti che

compongono le apparecchiature, la cui funzione di rilevare "stati" risulta fondamentale per il monitoraggio.

L'elaborazione degli stati consente di diagnosticare l'apparecchiatura, cioè capire se determinati parametri rimangono entro limiti prestabiliti.

Le informazioni provenienti da attività di monitoraggio e diagnostica sono molto importanti per la manutenzione dei QMT, infatti a seconda di questi dati è possibile capire se le varie apparecchiature hanno bisogno di manutenzione o se necessitano di un intervento immediato poiché si stanno compromettendo alcuni parametri.

Manutenzione e diagnostica permettono anche di avere una maggiore efficienza dell'impianto andando a rilevare i flussi energetici nelle varie UF con la possibilità, ad esempio, di rilevare un consumo anomalo di un carico ed eventualmente spostarlo in fasce orarie più opportune. Segnalare la mancanza di tensione è fondamentale quando un'attività è momentaneamente chiusa in modo da non causare danni ad un sito produttivo o rilevare un consumo eccessivo può essere indicatore di una manutenzione necessaria.

Per la misura di grandezze elettriche (corrente e tensione) delle UF possono essere impiegati sia i tradizionali trasformatori di corrente (TA) e tensione (TV) sia sensori di corrente e tensione.



Figura 5.15: TV e TA (sopra), sensori di corrente e tensione (sotto)

Altre tipologie di sensori possono essere utilizzate per misurare altre grandezze. Nella valutazione dell'impiego si deve tenere in considerazione quali sono i reali benefici, in modo da avere un giusto compromesso tra complessità tecnica e costo. Tra le soluzioni ad oggi più richieste, si trovano il monitoraggio dello stato delle apparecchiature (aperto, chiuso, sezionato, terra), la misura della temperatura del circuito principale (attacchi cavi, sbarre e contatti di inserzione degli interruttori estraibili) e la pressione del gas per apparecchiature riempite con SF<sub>6</sub>.

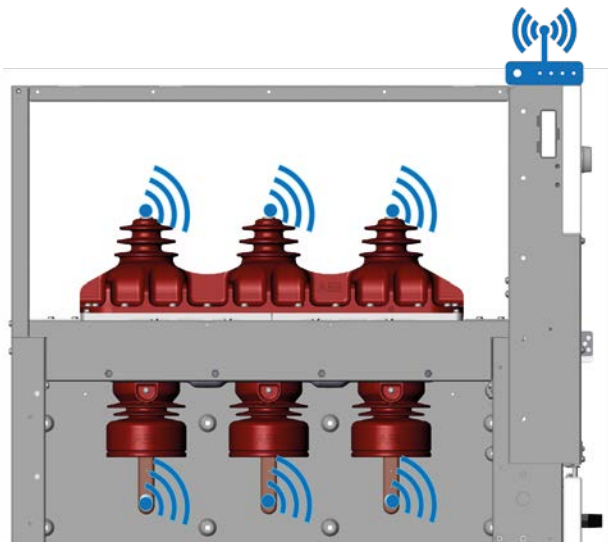
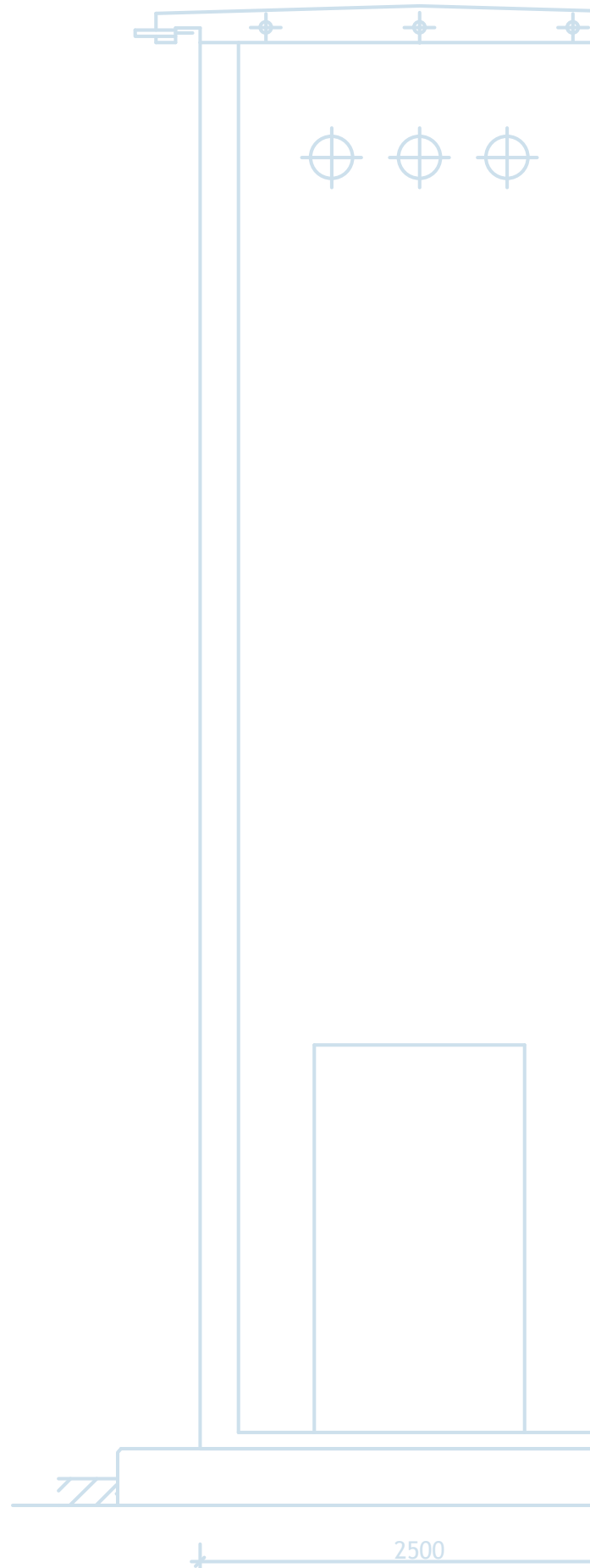


Figura 5.16: esempio posizione sensori di temperatura (vista laterale scomparto)

Altri sensori possono monitorare i parametri della cabina, ad esempio sensori ambientali (temperatura e umidità), allagamento o monitoraggio della porta di accesso alla struttura.

Il QMT può anche essere considerato come un concentratore di dati andando a raccogliere le proprie informazioni, quelle della cabina o di altre apparecchiature (trasformatori di potenza e quadri di bassa tensione) o addirittura raccogliere dati di altre fonti d'energia (acqua e gas), utilizzando i propri dispositivi di comunicazione per incanalare tutte le informazioni raccolte verso gateway e/o cloud.



---

## CAPITOLO 6

# TRASFORMATORI ELETTRICI

Il trasformatore è uno degli elementi dell'impianto di distribuzione che più incide sulla disponibilità dell'alimentazione elettrica dell'utilizzatore.

Rispetto al quadro di media tensione, preposto con le sue unità funzionali a realizzare l'allacciamento al distributore ed inoltre la protezione lato MT del trasformatore, o al quadro di bassa tensione Power Center, preposto alla protezione della distribuzione in bassa tensione, che sono altre parti d'impianto che hanno un ruolo importante sulla disponibilità della fornitura, il trasformatore è soprattutto una macchina elettrica con un suo rendimento.

Le perdite di energia, sia nel funzionamento a vuoto che a carico della macchina, rappresentano una voce di spesa, per l'utilizzatore, molto importante ma storicamente trascurata.

Nel 2010 RSE ha reso noto uno Studio sull'impiego di componenti di rete a basse perdite. In sintesi se si sostituissero 70.000 trasformatori in servizio dagli anni 80, nella rete del più grande Distributore italiano, con trasformatori a perdite più basse (AK-B0) il risparmio sarebbe di 36 milioni di Euro, equivalente allo spegnimento definitivo di un gruppo di generazione da 30MW. Le perdite dei trasformatori sono state oggetto di interesse anche da parte della Commissione Europea con Regolamento UE 548/2014 del 21/05/2014 e successiva integrazione riportata nel Regolamento UE 1783/2019 del 01/10/2019.

Il Regolamento fissa i requisiti (obbligatori) in materia di progettazione ecocompatibile per i trasformatori elettrici con una potenza minima di 1 kVA, utilizzati nelle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Esso indica

le perdite massime a carico e a vuoto che devono essere rispettate dalle varie tipologie di trasformatori (per il dettaglio delle nuove norme si rimanda alla lettura del documento ANIE "Vademecum ANIE Energia sul Regolamento UE N. 548/2014"). Il contenimento delle perdite porta contemporaneamente alla riduzione della rumorosità, aspetto che può essere valorizzato per l'inserimento del trasformatore più vicino al carico, con impatto ambientale ridotto rispetto al passato.

### 6.1 Classificazione dei trasformatori MT/BT

I trasformatori di potenza MT/BT si distinguono in:

- trasformatori in liquido isolante;
- trasformatori a secco: in aria; in resina.

#### 6.1.1 Trasformatori in liquido isolante

I trasformatori che utilizzano liquido sono dotati di un involucro metallico contenente appunto il liquido isolante, generalmente olio minerale.

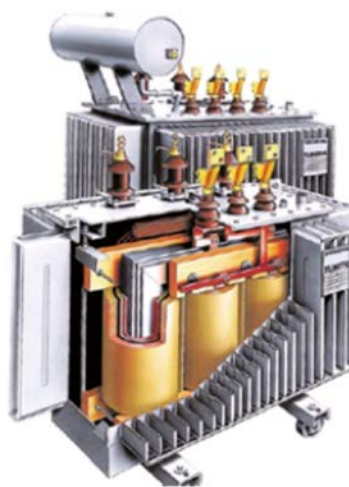


Figura 6.1: Trasformatore isolato in olio

Il liquido isolante fornisce l'isolamento tra gli avvolgimenti e verso le masse e rende efficace la dispersione del calore verso l'involucro. Il calore è poi smaltito verso l'ambiente esterno per irraggiamento e per convezione. Le variazioni del carico e/o della temperatura ambiente provocano l'aumento (o la diminuzione) del volume del liquido, occorre compensare queste variazioni collegando l'involucro ad un vaso d'espansione, denominato conservatore, costituito solitamente da un recipiente di forma cilindrica situato nella parte superiore del trasformatore.

Il conservatore è in comunicazione con l'ambiente per mezzo di un filtro, che ha la funzione di eliminare l'umidità dell'aria, infatti quando la temperatura diminuisce si ha come conseguenza la diminuzione del volume del liquido che richiama a sua volta aria umida nel conservatore ed è necessario quindi impedire l'ingresso di tale umidità. I cristalli di silicagel, contenuti nel filtro, preposti ad assorbire l'umidità devono essere periodicamente verificati ed eventualmente sostituiti.

Per questo sono nati trasformatori senza conservatore e con cassone sigillato. La necessaria capacità della struttura di assorbire le variazioni di volume del liquido è fornita da accorgimenti costruttivi dell'involucro e/o da un eventuale polmone di aria secca o di azoto.

### 6.1.2 Trasformatori a secco

Sono tutti quei trasformatori il cui circuito magnetico e gli avvolgimenti non sono immersi in un liquido isolante.

Lo smaltimento delle perdite può avvenire per circolazione naturale o forzata.

Nel raffreddamento naturale, il calore che si genera nel nucleo magnetico e negli avvolgimenti è asportato direttamente per irraggiamento e convezione attraverso l'aria ambiente.

Nel raffreddamento per circolazione forzata, la convezione è resa più efficace attraverso la creazione di una turbolenza d'aria intorno al

trasformatore. Si possono usare:

- appositi ventilatori installati direttamente sulla macchina;
- estrattori posti sopra il trasformatore;
- sistema di circolazione d'aria proprio della cabina di trasformazione.

I trasformatori a secco sono di due tipi:

- trasformatori in aria (con avvolgimenti non inglobati);
- trasformatori in resina (con avvolgimenti MT inglobati in isolante solido e avvolgimenti BT isolati in resina).

I trasformatori in resina vengono costruiti per potenze fino a 42 MVA con tensioni fino a 40,5 kV, e costituiscono una valida alternativa ai trasformatori isolati in liquido, specialmente per installazioni in cabine di edifici dove l'incendio rappresenta un rischio elevato e quindi da limitare e/o quando sono richiesti bassi costi di manutenzione.

#### 6.1.2.1 Trasformatori in aria

Nei trasformatori in aria, l'isolamento si realizza con una nastratura isolante e setti in materiale isolante oltre che rispettando adeguate distanze di isolamento in aria.

Questa forma costruttiva è sensibile all'umidità, all'inquinamento e alla presenza di sostanze chimicamente aggressive.

La tensione d'utilizzo è limitata a circa 20 kV. I materiali isolanti sono in classe H e possono funzionare a una sovratemperatura elevata, fino a 125 K. Prima della messa in servizio è bene sottoporli a riscaldamento per eliminare ogni traccia di umidità. Non possono quindi funzionare in servizio intermittente senza accorgimenti.

#### 6.1.2.2 Trasformatori in resina

I trasformatori a secco, con uno o più avvolgimenti inglobati, vengono denominati trasformatori in resina.



Figura 6.2: Trasformatore isolato in resina

I trasformatori in resina, rispetto ai trasformatori in olio minerale, riducono i rischi di incendio e di spargimento di sostanze inquinanti nell'ambiente.

Le bobine di media tensione sono colate in resina in autoclavi, nelle quali viene formato il vuoto per impedire inclusioni di bolle di gas negli isolanti. Gli avvolgimenti risultano inglobati in un involucro cilindrico, impermeabile, meccanicamente robusto e insensibile all'azione dei comuni agenti inquinanti.

Gli avvolgimenti di bassa tensione non sono incapsulati in resina, per evitare che le forti correnti circolanti sul secondario, producendo calore, possano danneggiare la colata isolante, troppo rigida rispetto alle dilatazioni dei conduttori. Gli avvolgimenti di media tensione sono realizzati in nastro di alluminio, che ha un coefficiente di dilatazione termica prossimo a quello della resina, per cui al variare della temperatura del trasformatore le tensioni meccaniche sono molto limitate. Gli avvolgimenti di bassa tensione sono realizzati con un conduttore costituito da un unico foglio di alluminio, alto quanto la bobina.

Questa tecnica costruttiva (nastri in MT e foglio in BT) diminuisce gli sforzi assiali provocati nel trasformatore dalle eventuali correnti di cortocircuito. Negli avvolgimenti di bassa tensione, l'isolamento è costituito da un foglio di materiale contenente resina epossidica, che un trattamento termico rende aderente all'alluminio. Le spire dell'avvolgimento

rimangono incollate l'una sull'altra e formano una struttura solida e resistente, ma al tempo stesso elastica. Le bobine di bassa tensione così costruite risultano insensibili alla condensa e all'inquinamento.

I trasformatori in resina sono isolati in classe F, con sovratemperatura massima di 100 K.

### 6.1.2.3 Classificazione dei trasformatori a secco

La norma di prodotto identifica con un codice alfanumerico le classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco dei trasformatori a secco.

La norma CEI EN 60067-11 (2019) prevede 5 classi ambientali (l'edizione precedente della norma è applicabile fino al 19 settembre 2021):

- classe E0: assenza di umidità e ambiente pulito e asciutto;
- classe E1: condensa occasionale (per esempio durante i periodi di fuori servizio) e modesto tasso d'inquinamento;
- Classe E2: Condensa frequente o leggero inquinamento o combinazione di entrambi;
- Classe E3: Condensa frequente o medio inquinamento o combinazione di entrambi;
- Classe E4: Condensa frequente o forte inquinamento o combinazione di entrambi

Con riferimento allo shock termico sono definite 6 classi climatiche per il funzionamento, il trasporto e il magazzino:

- Classe C1: trasformatore adatto per funzionamento a temperatura ambiente non inferiore a  $-5^{\circ}\text{C}$ , ma può essere esposto durante il trasporto e il magazzino a temperatura ambientale non inferiore a  $-25^{\circ}\text{C}$ ;
- Classe C2: trasformatore adatto per funzionamento, trasporto e magazzino a  $-25^{\circ}\text{C}$ .
- Classe C3: trasformatore adatto per funzionamento a  $-25^{\circ}\text{C}$  e adatto al trasporto e magazzino a  $-40^{\circ}\text{C}$
- Classe C4: trasformatore adatto per



funzionamento a  $-40^{\circ}\text{C}$  e adatto al trasporto e magazzinaggio a  $-50^{\circ}\text{C}$

- Classe C5: trasformatore adatto per funzionamento a  $-50^{\circ}\text{C}$  e adatto al trasporto e magazzinaggio a  $-60^{\circ}\text{C}$
- Classe Cxy: trasformatore adatto per funzionamento a  $-y^{\circ}\text{C}$  e adatto al trasporto e magazzinaggio a  $-x^{\circ}\text{C}$ . Le classi xy saranno definite in accordo con il costruttore.

In relazione al comportamento al fuoco, la norma prevede due classi (F) [in precedenza erano tre]:

- classe F0: senza particolari limitazioni nei confronti dell'infiammabilità;
- classe F1: caratteristiche di autoestinguenza e di bassa emissione di sostanze tossiche e fumi opachi.

Sul mercato sono ormai prevalenti i trasformatori di serie in esecuzione E2/C2/F1 che permettono il funzionamento del trasformatore in servizio intermittente.

I trasformatori in aria (a secco, con avvolgimenti non inglobati), con o senza involucro, sono normalmente progettati e costruiti per installazione all'interno in locali asciutti.

## 6.2 Identificazione in base al modo di raffreddamento

I trasformatori vengono identificati, in base al modo di raffreddamento, con una sigla composta da quattro lettere. La prima e la seconda lettera indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante in contatto con gli avvolgimenti; la terza e la quarta lettera indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante esterno all'involucro. In assenza dell'involucro esterno, come avviene nei trasformatori a secco, si utilizzano solo le prime due lettere.

### Esempi di identificazione:

**ONAN (o KNAN):** trasformatore in olio (o liquido isolante con punto di infiammabilità  $> 300^{\circ}\text{C}$ ) a circolazione naturale e circolazione d'aria naturale.

**ONAF (o KNAF):** trasformatore in olio (o liquido isolante con punto di infiammabilità  $> 300^{\circ}\text{C}$ ) a circolazione naturale e circolazione d'aria forzata.

**OFAF (o KFAF):** trasformatore in olio (o liquido isolante con punto di infiammabilità  $> 300^{\circ}\text{C}$ ) a circolazione forzata e circolazione d'aria forzata.

**ODAF (o KDAF):** trasformatore in olio (o liquido isolante con punto di infiammabilità  $> 300^{\circ}\text{C}$ ) a circolazione forzata e guidata e circolazione forzata d'aria.

**AN:** trasformatore a secco a circolazione d'aria naturale.

**AF:** trasformatore a secco a circolazione d'aria forzata.

**ONAN/ONAF:** trasformatore in olio a circolazione naturale e circolazione d'aria naturale o forzata (in alternativa).

**ONAN/OFAF:** trasformatori in olio a circolazione naturale o forzata (in alternativa) e circolazione d'aria naturale o forzata (in alternativa).

**AN/AF:** trasformatore a secco a circolazione d'aria naturale o forzata (in alternativa).

## 6.3 Tensione nominale e di cortocircuito

Nei trasformatori MT/BT la tensione nominale primaria deve corrispondere alla tensione nominale della rete di media tensione su cui il trasformatore va collegato.

Il trasformatore deve essere in grado di funzionare correttamente fino alla massima tensione ( $U_m$ ) del sistema.

### La tensione secondaria si differenzia in:

- tensione a vuoto, misurata ai morsetti del trasformatore in assenza di carico;
- tensione a carico, misurata ai morsetti del trasformatore quando eroga la corrente nominale.

Per tensione secondaria, senza altre indicazioni, si intende quella a vuoto.

Per la regolazione della tensione, i primari dei trasformatori a secco sono dotati di prese "ponticellabili", mentre nei trasformatori in liquido appositi commutatori sono in grado di modificare la tensione nominale.

La tensione di cortocircuito di un trasformatore ( $U_z$ ) è il valore della tensione da applicare al primario affinché circoli nel secondario (in cortocircuito) la corrente nominale  $I_r$  ed è espressa come percentuale della tensione nominale. I valori della tensione di cortocircuito possono essere concordati con il costruttore del trasformatore. Molto diffusi sono i valori 4% fino a 630 kVA, trasformatori in olio, e 6% per potenze superiori e in generale per la resina.

#### 6.4 La potenza erogabile dal trasformatore

La potenza erogabile dal trasformatore dipende dalle temperature di progetto e anche dalla temperatura ambiente.

Le varie forme costruttive si differenziano per le temperature massime di funzionamento dei materiali isolanti impiegati. Di tali temperature si deve tener debito conto per la corretta regolazione dei sistemi di protezione, basati sulla rilevazione della temperatura degli avvolgimenti.

Ogni costruttore indica nel libretto d'istruzione le temperature massime accettabili, in particolare le temperature di allarme e di intervento del dispositivo di protezione.

Le norme di prodotto fissano, a seconda della tipologia costruttiva, le sovratemperature ammissibili per i trasformatori di distribuzione:

- trasformatori in olio: temperatura ambientale massima 40°C; sovratemperatura dell'olio 60 K; sovratemperatura degli avvolgimenti 65 K;
- trasformatori in resina (classe F): temperatura ambientale massima 40 °C; sovratemperatura degli avvolgimenti 100 K.

A queste sovratemperature occorre aggiungere la sovratemperatura propria del punto di applicazione del sensore: per trasformatori

in resina e in aria si assume in genere una sovratemperatura di 15 K, per trasformatori in olio 13 K. Con i valori sopracitati è possibile ricavare le temperature a cui tarare il dispositivo di allarme e d'intervento dell'interruttore di protezione del trasformatore.

Ad esempio, in un trasformatore in resina:

- temperatura d'intervento = (temperatura ambientale massima) + (sovratemperatura massima) + (sovratemperatura del punto di applicazione del sensore) = 40+100+15 °C = 155 °C;
- temperatura d'allarme = temperatura di sgancio - sovratemperatura del sensore = (155-15)°C = 140°C.

#### 6.5 Tipo di servizio

I trasformatori in liquido sono costruiti in maniera da favorire i moti convettivi del fluido isolante all'interno del contenitore. La veloce circolazione del liquido fa sì che la macchina raggiunga la temperatura di regime in breve tempo (alla corrente nominale in pochi minuti). I trasformatori a secco usano l'aria come mezzo di raffreddamento ed impiegano più tempo (fino a 1,5 h) a raggiungere la temperatura di regime (alla corrente nominale).

In questo intervallo di tempo, i trasformatori a secco risultano più sovraccaricabili rispetto ai trasformatori in liquido, e quindi particolarmente adatti ad alimentare carichi con frequenti spunti di corrente.

L'impiego dei ventilatori assiali, a bordo dei trasformatori in resina, permette di sovraccaricare il trasformatore fino al 150% della potenza nominale.

Il servizio continuo con ventilatori assiali è da evitare perché le perdite a carico aumentano con il quadrato della corrente; perciò, con un sovraccarico del 150%, esse diventano 2,25 volte il valore nominale.

I ventilatori servono solo per fronteggiare processi particolari, che possano provocare aumenti inammissibili della temperatura degli avvolgimenti o per avere una riserva di potenza disponibile in casi di emergenza quali, ad

esempio, la temporanea messa fuori servizio di un altro trasformatore.

### 6.6 Perdite a vuoto ( $P_0$ ) e a carico ( $P_k$ )

Nei trasformatori isolati in liquido lo scambio termico tra conduttori e fluido refrigerante ha un'efficacia elevata. Si possono quindi dimensionare gli avvolgimenti per valori elevati di densità di corrente, con la conseguenza però di aumentare le perdite a carico.

Nei trasformatori a secco lo scambio termico è inferiore, in quanto il mezzo refrigerante è costituito dall'aria.

Gli avvolgimenti debbono essere perciò dimensionati per una densità di corrente inferiore, con minori perdite per effetto Joule.

Nei trasformatori isolati in liquido, le distanze d'isolamento fra gli avvolgimenti e il nucleo possono essere notevolmente ridotte, a causa dell'elevata rigidità dielettrica del fluido isolante.

Le bobine possono quindi essere avvicinate al nucleo con conseguente riduzione del traferro ed il nucleo magnetico può essere ridotto di dimensioni, ottenendo una diminuzione delle perdite a vuoto (perdite per isteresi e per correnti parassite). Nei trasformatori a secco, l'isolante è costituito dall'aria e presenta una rigidità dielettrica molto inferiore a quella del liquido.

È necessario quindi mantenere distanze di isolamento più elevate tra le bobine e il nucleo, con un aumento del traferro e conseguente incremento delle perdite a vuoto.

Un modo per contenere tali perdite è quello di diminuire il perimetro delle bobine degli avvolgimenti, favorendo il concatenamento del flusso magnetico. Gli avvolgimenti realizzati con nastri, anziché con fili, favoriscono il contenimento delle dimensioni delle bobine.

In sintesi, i trasformatori isolati in liquido hanno perdite a vuoto inferiori rispetto ai trasformatori a secco e perdite a carico superiori.

### 6.7 Rischio d'incendio

I trasformatori in liquido isolante sono prodotti principalmente in olio minerale.

L'infiammabilità dell'olio minerale introduce un maggior rischio in caso d'incendio, ciò riduce l'impiego di questa forma costruttiva, soprattutto da quando il legislatore ha limitato l'utilizzo del PCB (Policlorobifenile), che rendeva non infiammabile l'olio isolante. Esistono altri liquidi (es. esteri naturali o sintetici) per limitare il pericolo in caso d'incendio, che solo recentemente hanno trovato uno spazio con tendenza all'incremento, ma che necessitano ancora di alcuni adeguamenti formali dal punto di vista Legislativo.

I trasformatori a secco contribuiscono in misura molto minore all'incendio.

In particolare, quelli in classe di comportamento al fuoco F1 sono costruiti interamente con materiali ritardanti la fiamma e autoestinguenti; hanno quindi una infiammabilità ridotta ed una emissione minima di gas tossici e fumi opachi.

Nei trasformatori in olio sono richiesti provvedimenti per evitare la propagazione dell'incendio e lo spargimento dei liquidi isolanti, quali pozzetti di raccolta, griglie di spegnimento e barriere di separazione resistenti al fuoco.

La capacità del pozzetto deve essere tale da contenere tutto l'olio del trasformatore e del liquido del sistema antincendio e/o dell'acqua piovana per i trasformatori installati all'esterno. È inoltre, richiesta (vedere paragrafo dedicato) una segregazione, che può essere realizzata con modalità differenti a seconda che l'installazione sia all'esterno o all'interno.

Per i trasformatori a secco di classe F1 (trasformatori in resina) non è richiesto alcun provvedimento di separazione, infatti sono autoestinguenti.

### 6.8 Manutenzione ed eco-compatibilità

I trasformatori isolati in liquido devono essere periodicamente ispezionati e mantenuti, al fine di garantire che il sistema isolante utilizzato conservi inalterate le proprie caratteristiche dielettriche.

I trasformatori in aria, sono particolarmente sensibili alle condizioni climatiche dell'ambiente in cui sono installati (umidità, polverosità, presenza di sostanze aggressive), necessitano

di manutenzione periodica; è inoltre opportuno sottoporli ad un graduale riscaldamento prima della rimessa in servizio.

I trasformatori in resina devono essere solo ispezionati periodicamente per accertare l'assenza di accumulo di polvere e sporco. I trasformatori a secco (in aria e in resina) possono essere considerati la forma costruttiva più rispettosa dell'ambiente, il che si rivela particolarmente importante nel momento in cui occorre smaltire la macchina che ha esaurito il proprio ciclo di vita lavorativa.

I trasformatori in resina possono, in alcuni casi, essere riparati sul posto; ad esempio, in caso di cortocircuito su una fase si riesce a sostituire in loco la bobina interessata dal guasto. I trasformatori in liquido devono essere, invece, riparati presso l'azienda produttrice (in officina).

### 6.9 Affidabilità e disponibilità

Nel trasformatore, la parte che più è soggetta ad inquinamento è il sistema isolante; il dielettrico può essere costituito da un singolo materiale, o da una combinazione di materiali diversi.

Con le prove di accettazione si verifica la tenuta dielettrica del sistema di isolamento scelto, in seguito occorre impedire che si modifichino le sue caratteristiche a seguito di sollecitazioni anomale o influenza di fattori esterni. La rigidità dielettrica dei liquidi isolanti diminuisce notevolmente in presenza di piccole tracce di umidità.

Nei trasformatori in resina l'affidabilità dell'isolamento è strettamente legata alla corretta realizzazione della colata sotto vuoto, che deve risultare libera da inclusioni di aria, gas o corpi estranei. Poiché la resina ha una rigidità dielettrica di  $120 \div 160$  kV/cm contro i circa 30 kV/cm dell'aria, le particelle gassose, accidentalmente presenti nella resina, riducono la rigidità dielettrica e all'interno delle bolle d'aria (vacuoli) si può formare un arco. Tale fenomeno prende il nome di scarica parziale. Il materiale isolante perde così le proprie caratteristiche dielettriche, dando origine ad una scarica disruptiva. La costruzione degli avvolgimenti di media tensione in nastro,

anziché in filo, sollecita in misura minore l'isolante interposto tra le spire e riduce il fenomeno delle scariche parziali.

### 6.10 Rifasamento della corrente a vuoto

L'energia magnetizzante di un trasformatore MT/BT può essere compensata mediante una batteria di condensatori collegata permanentemente ai morsetti dell'avvolgimento di bassa tensione. La potenza della batteria va scelta in funzione della potenza magnetizzante del trasformatore funzionante a vuoto.

Per il calcolo della potenza reattiva  $Q_c$  assorbita dai condensatori, occorre fare riferimento al valore della corrente a vuoto  $I_0$  riportato sul rapporto di collaudo del trasformatore. La potenza reattiva  $Q_c$  (kVAR) dei condensatori è data da  $Q_c = (I_0\% / 100) \cdot S_n$ , dove  $I_0\%$  è la corrente a vuoto percentuale ed  $S_n$  la potenza nominale apparente della macchina.

Ad esempio se prendiamo in considerazione un trasformatore con potenza apparente  $S_n = 630$  kVA e  $I_0\% = 0,8\%$ , la potenza reattiva del banco di condensatori sarà pari a  $Q_c = (0,8 / 100) \cdot 630 = 5$  kVA.

### 6.11 Campo elettromagnetico, inquinamento ambientale (EMF)

Il campo elettrico dei trasformatori a secco e dei trasformatori in olio, così come la componente dovuta ai loro collegamenti, è nel complesso trascurabile, poiché gli involucri dei trasformatori in olio e le carpenterie di protezione dei trasformatori a secco funzionano come gabbie di Faraday.

I campi magnetici, invece, possono rappresentare fonti di inquinamento ambientale.

L'induzione magnetica relativa ad un trasformatore a secco, senza carpenteria di protezione, da 630 kVA con tensione di cortocircuito 6% è circa 5 microTesla a 3 m di distanza.

Per un trasformatore in olio minerale delle stesse caratteristiche e nelle stesse condizioni, l'induzione magnetica scende a 3 microTesla.

Il valore dell'induzione magnetica (B) decresce rapidamente al crescere della distanza dal

trasformatore.

Per distanze comprese tra 1 m e 10 m da un trasformatore in resina si può calcolare il valore di B con la formula:

$$B(a) = 5\mu T \frac{u_k}{6\%} \sqrt{\frac{S_n}{630kVA}} \left(\frac{3m}{a}\right)^x$$

La formula empirica riportata si basa su diverse misure effettuate in sala prove per validare il modello. Si riporta di seguito lo spettro di emissione di un trasformatore da 1000 kVA alimentato alla sua corrente nominale.

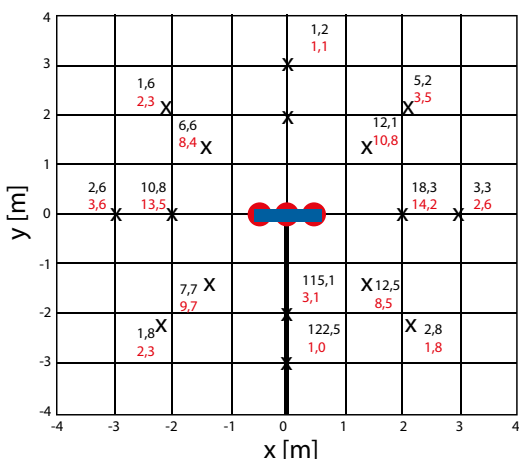


Figura 6.3: Spettro di emissione di un trasformatore

Il trasformatore è rappresentato visto dall'alto. Ha il secondario in corto circuito e viene alimentato a tensione ridotta in modo da far circolare nel secondario la corrente nominale. In rosso i valori del campo magnetico in microTesla con i morsetti del secondario in corto circuito.

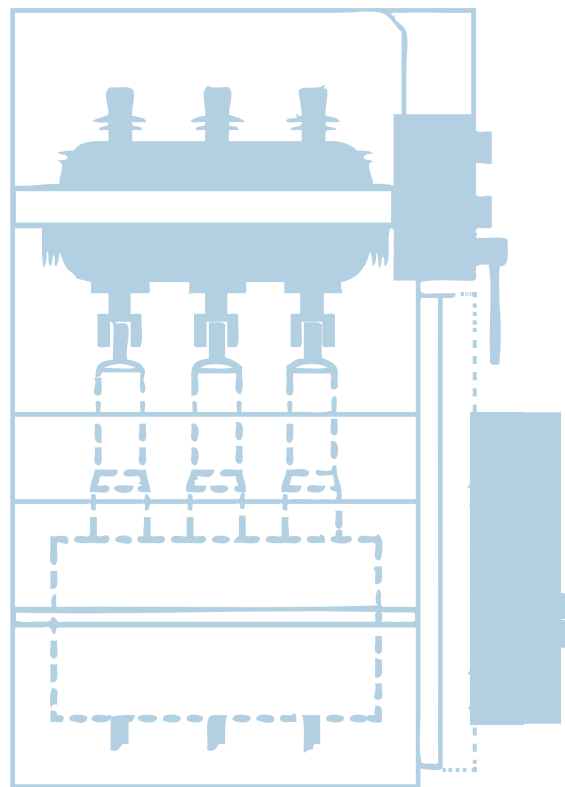
In nero i valori con il cortocircuito realizzato al termine di uno spezzone di 4 metri di cavo collegato al secondario. I valori in rosso sono propri del campo emesso dal solo trasformatore, i valori in nero tengono conto dell'effetto dei cavi che vanno verso il quadro di bassa tensione. Se nelle immediate vicinanze del trasformatore è prevista la presenza continuativa di persone,

uffici o officine, è bene posizionare il lato di bassa e il QBT dal lato della cabina non interessato alla vicinanza con le attività lavorative.

Dal lato opposto alla bassa tensione a tre metri dal trasformatore si misurano valori sotto la soglia dei 3 microTesla della legge quadro nr. 36 del 22/02/2011 sulla "protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", indicati come obiettivo di qualità, cioè il limite da non superare negli impianti di nuova progettazione.

Quindi il trasformatore di distribuzione non sarà mai responsabile del superamento dei limiti di legge nelle immediate vicinanze delle comuni cabine di trasformazione, basti pensare che l'esempio è relativo a un solo trasformatore mentre eroga 1400 A, quindi uno dei casi peggiori che si possono riscontrare in realtà.

È possibile limitare l'effetto del campo magnetico mediante: carpenterie di protezione del trasformatore; riduzione della tensione di cortocircuito; rivestimento del soffitto e delle pareti del locale cabina con pannelli di alluminio.

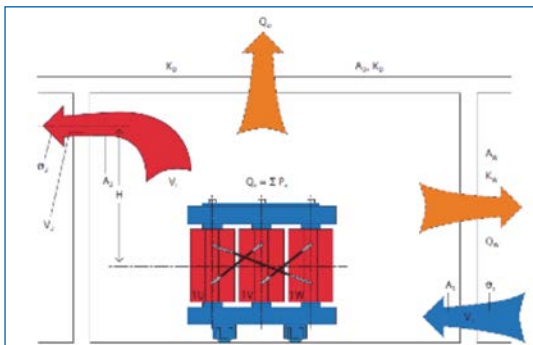


### 6.12 Ventilazione del locale trasformatori

La potenza nominale di un trasformatore è riferita alla temperatura ambiente: massima 40°C; media giornaliera 30°C; media annuale 20°C. Il rispetto di questi valori garantisce il corretto funzionamento del trasformatore per tutta la durata di vita prevista.

La circolazione d'aria necessaria alla ventilazione naturale si ottiene mediante aperture di aerazione, ricavate su due pareti contrapposte del locale.

Nell'esempio di calcolo della ventilazione naturale che segue, si trascura l'effetto di smaltimento del calore attraverso pareti e soffitto della cabina.



- $Q_v$ : perdite totali estratte dal locale
- $P_v$ : perdite del trasformatore (kW)
- $V$ : velocità dell'aria
- $A_{1,2}$ : superficie di entrata e uscita
- $A_{\Delta L}$ : riscaldamento dell'aria (k)  $\Delta\delta_L = \delta_1 = \delta_2$
- $H$ : distanza tra il trasformatore e l'uscita dell'aria
- $Q_w$ : perdite scambiate con l'esterno attraverso le pareti
- $Q_D$ : perdite scambiate con l'esterno attraverso il soffitto
- $K_{D,W}$ : cifra di trasmissione termica  $\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$   
D - soffitto, W - Parete
- $V_L$ : quantità d'aria

Figura 6.4: Esempio di calcolo della ventilazione naturale di un trasformatore

Il calore prodotto dalle perdite del trasformatore si calcola con la seguente formula:

$$P_v = P_0 + 1,1 \times PK_{120} \times (S_{AF}/S_{AN})^2 \text{ (kW)}$$

Dove:  $S_{AF}$  è la potenza apparente del trasformatore con raffreddamento forzato (kVA) e  $S_{AN}$  è la potenza apparente del trasformatore con raffreddamento naturale (kVA).

La quantità di calore asportabile per ventilazione naturale  $Q_{v1} = P_v$  si calcola con la seguente formula:

$$Q_{v1} = 0,1 A_{1,2} \sqrt{H \Delta\theta_L^3} \text{ (kW)}$$

Sia dato:  $P_v = 10\text{kW}$ ;  $\Delta\theta_L = 15\text{k}$ ;  $H = 5$  metri

Si ricercano: Superficie d'aria in entrata  $A_1$  ed in uscita  $A_2$  e quantità (volume  $m^3$ ) in entrata e uscita  $V_L$

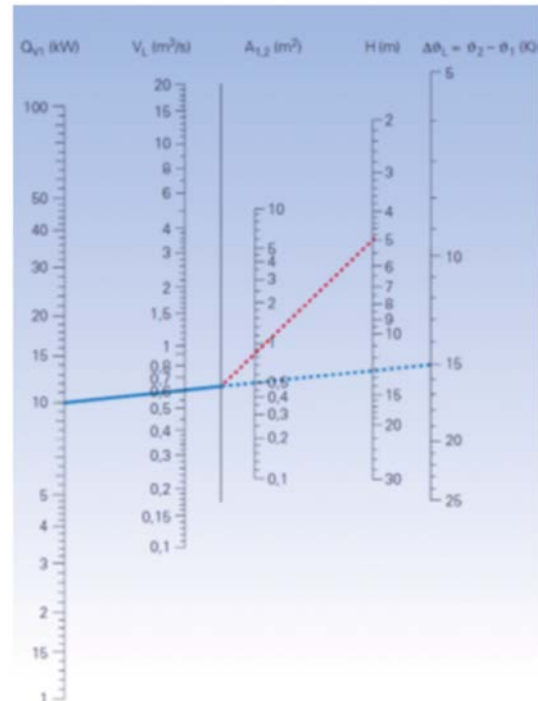


Figura 6.5: Grafico per valutazione ventilazione

Dal valore di  $Q_{v1} = 10 \text{ kW}$  tracciare una linea fino al valore di  $\Delta\vartheta_L = 15 \text{ K}$  (salto termico dato di progetto). La linea tracciata incrocia l'asse della quantità d'aria necessaria al raffreddamento nel punto corrispondente al valore di  $V_L = 0,58 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Significa che, ipotizzando un salto termico di  $15\text{K}$ , per ogni  $\text{kW}$ , sono necessari circa  $200\text{m}^3/\text{ora}$  per raffreddare il trasformatore.

Tracciare una nuova linea dal punto in cui la precedente incontra la linea centrale non graduata fino al valore di  $H = 5 \text{ m}$ .

Questa nuova linea interseca l'asse della superficie  $A_{1,2}$  nel punto corrispondente al valore di  $0,78\text{m}^2$  cioè la superficie libera d'entrata ed uscita dell'aria di raffreddamento.

La ventilazione forzata si applica quando il locale non comunica con l'esterno e bisogna costruire una condotta oppure quando le dimensioni delle aperture non sono sufficienti. L'analisi di questo caso non può trovare qui lo spazio necessario.

### 6.13 Rumore

La principale fonte di rumore di un trasformatore (ronzio) è dovuta al fenomeno chiamato strizione magnetica (magnetostrizione: deformazione di un materiale ferromagnetico a seguito dell'applicazione di un campo magnetico esterno) presente nei lamierini del nucleo magnetico. Nei trasformatori di distribuzione essi dipendono dall'induzione, non però dal carico. Per i carichi speciali, le armoniche di tensione, dovute ad esempio al funzionamento dei convertitori, ne aumentano il livello di rumore.

La potenza acustica  $L_{WA}$  è una misura della quantità di rumore prodotto da una fonte acustica. Essa caratterizza il rumore della fonte ed è, contrariamente al livello di pressione acustica LPA, indipendente dal luogo di misura o dall'acustica nell'ambiente; per questo motivo è opportuno riferirsi ai valori di  $L_{WA}$  per la stesura di specifiche e documenti di progetto e non al valore di pressione acustica LPA.

Nelle norme di prodotto dei trasformatori

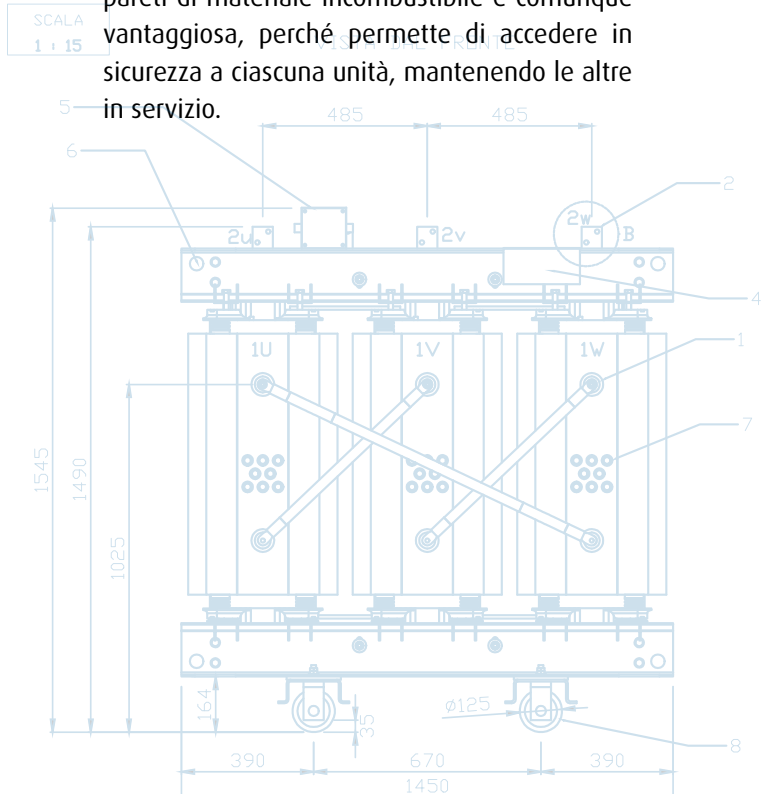
(esempio CEI EN 50541-1 per la resina) sono riportati i valori di  $L_{WA}$  per tutte le grandezze di trasformatori normalizzati.

### 6.14 Protezione contro i contatti diretti

Il trasformatore deve essere installato in modo da impedire contatti accidentali con i terminali e le superfici isolanti degli avvolgimenti. Le misure di protezione sono prescritte dalla norma CEI 99-2 che ha sostituito la CEI 11-1, con nuove definizioni. La protezione contro i contatti diretti consiste nell'impedire alle persone il contatto con le parti attive nude o di portarsi ad una distanza tale per cui possa avvenire una scarica, si possono adottare barriere di diverso tipo con un'altezza minima di  $1,8 \text{ metri}$ .

Verificate le condizioni per l'impedimento dei contatti accidentali, i trasformatori in resina possono essere installati, senza particolari accorgimenti, nello stesso locale con i quadri di media e bassa tensione.

Nel caso di più trasformatori in resina di classe F1 nello stesso locale, non sono prescritte particolari precauzioni contro gli incendi, né provvedimenti per la loro separazione. Una separazione tra i trasformatori, mediante pareti di materiale incombustibile è comunque vantaggiosa, perché permette di accedere in sicurezza a ciascuna unità, mantenendo le altre in servizio.



---

## CAPITOLO 7

# QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

I quadri di bassa tensione normalmente installati nelle cabine di trasformazione subito a valle dei trasformatori MT/BT (o dei generatori) sono conosciuti come “Power Center” (in italiano “quadri di potenza”), che però nell’accezione internazionale “Power assemblies” includono più diffusamente i quadri intesi per la distribuzione elettrica in bassa tensione, fino ad un livello secondario di distribuzione.

Il ruolo fondamentale e prioritario del power center è quello di distribuire la potenza elettrica garantendo la sicurezza delle persone e delle cose, ma, con l’evolversi delle esigenze di monitoraggio, misura e controllo sull’impianto, questa caratteristica non può rimanere separata dal contesto.

La funzione del quadro di bassa tensione e, nel nostro caso, del power center, cambia evolvendosi in un quadro per il controllo e per la gestione dell’energia a servizio dell’efficienza dell’impianto.

In questo senso, il quadro deve essere accessoriatato da una serie di strumenti di misura e da altri apparecchi di comando e controllo; con le moderne tecnologie sempre più i dispositivi di protezione integrano funzioni di misura dell’energia, comando e comunicazione a distanza, permettendo un controllo totale del sistema di distribuzione elettrica.

Un quadro siffatto diventa un componente attivo dell’impianto elettrico e adatto alla gestione dell’energia.

### 7.1 Norme di riferimento

La norma di riferimento è la CEI EN 61439-2: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza”, da leggersi congiuntamente alla Parte 1 contenente le regole generali e a cui si rimanda per le modalità di applicazione e per le prescrizioni costruttive e di prestazione comuni a tutti i tipi di quadro BT.

I “power center”, proprio a causa del loro campo d’applicazione e punto di installazione all’interno dell’impianto BT, presentano correnti d’impiego e valori di tenuta al corto circuito elevati, rappresentano il primo livello della distribuzione BT, e sono equipaggiati normalmente con interruttori, automatici e non, aperti e scatolati.

In generale, per un quadro di distribuzione principale per interno e generalmente posizionato in locali tecnici dedicati, si dovrebbe richiedere una forma di segregazione adeguata al livello di continuità di servizio che si vuole garantire (maggiore è il livello di continuità di servizio richiesto e più alta dovrà essere la forma di segregazione).

Per i power center si devono consentire manutenzione e interventi in sicurezza in una zona senza creare disservizio nelle altre, e quindi il quadro viene diviso in aree funzionali (celle) ed è equipaggiato con interruttori in esecuzione estraibile per velocizzare la sostituzione degli stessi.

La forma di segregazione 4 è in generale la caratteristica specifica per garantire queste



possibilità al power center, che costituisce l'elemento di base di tutto l'impianto al quale è richiesta una continuità di servizio estrema. Inoltre, per ottenere un maggiore livello di sicurezza in esercizio e durante la manutenzione la forma 4 è generalmente consigliata con la lettera aggiuntiva "B", la cui caratteristica

specificata è che "i terminali per conduttori esterni non sono nella stessa cella come unità funzionale associata ma sono in spazi o celle individuali, separati rinchiusi e protetti".

Si riporta di seguito la tabella 104 della Norma CEI EN 61439-2 che descrive i livelli di segregazione possibili.

Tabella 7.1: Forme di segregazione interna

Criteri principali	Criteri secondari	Forma
Nessuna segregazione interna		Forma 1
Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali	I terminali per conduttori esterni non sono separati dalle sbarre	Forma 2a
	I terminali per conduttori esterni sono separati dalle sbarre	Forma 2b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali</li> <li>Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro</li> <li>Segregazione dei terminali per conduttori esterni e dei conduttori esterni dalle unità funzionali ma non dai terminali delle altre unità funzionali</li> </ul>	I terminali per conduttori esterni non sono separati dalle sbarre	Forma 3a
	I terminali per conduttori esterni sono separati dalle sbarre	Forma 3b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali</li> <li>Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro</li> <li>Segregazione dei terminali per conduttori esterni associati ad un'unità funzionale dai terminali di qualsiasi altra unità funzionale e dalle sbarre</li> <li>Segregazione dei conduttori esterni dalle sbarre</li> <li>Segregazione dei conduttori esterni associati ad un'unità funzionale dalle altre unità funzionali e dai loro terminali</li> <li>I conduttori esterni non necessitano di essere separati tra loro</li> </ul>	I terminali per conduttori esterni sono nella stessa cella come unità funzionale associata	Forma 4a
	I terminali per conduttori esterni non sono nella stessa cella come unità funzionale associata ma sono in spazi o celle individuali, separati rinchiusi e protetti	Forma 4b

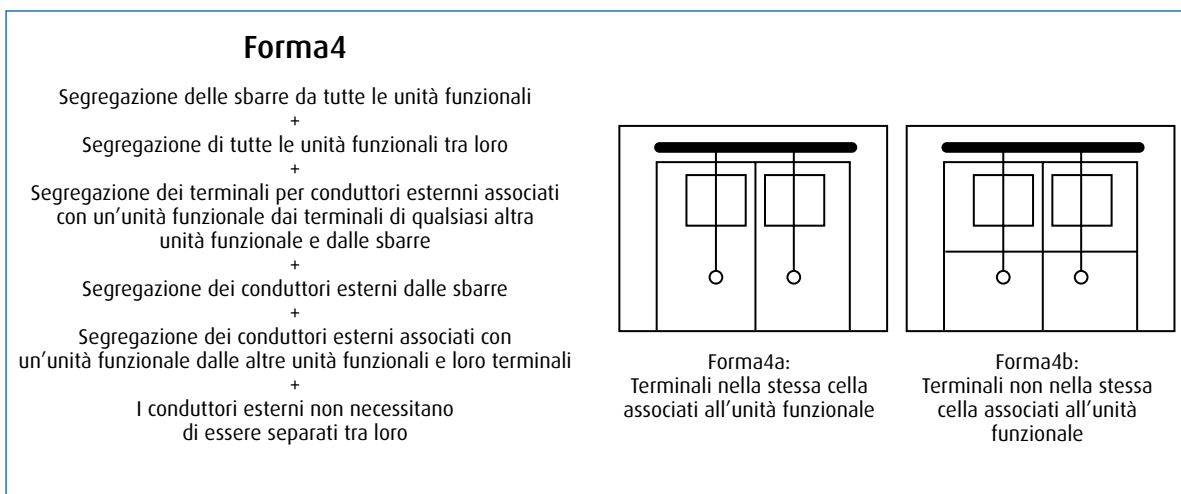


Figura 7.1: Forma di segregazione 4

Costruttivamente i power center comprendono una o più unità di ingresso; la corrente all'interno viene distribuita mediante idonei sistemi sbarre che posso essere anche più di uno, in funzione della presenza di congiuntori e arrivi linea da gruppi elettrogeni, ed un numero relativamente ridotto di unità di uscita.

Come già detto, caratteristiche peculiari di questi quadri sono gli elevati valori delle correnti nominali e di cortocircuito, e per poter garantire queste prestazioni i costruttori hanno sviluppato delle strutture metalliche rinforzate, atte a resistere alle elevate sollecitazioni elettromeccaniche. Questo tipo di struttura realizzata ad armadio "a pavimento" supporta, con diverse profondità, l'installazione di apparecchiature e di sistemi sbarre di grandi dimensioni.

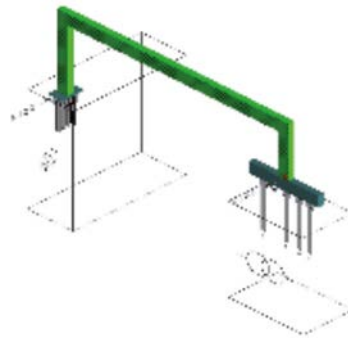
Il tipo costruttivo prevede scomparti divisi in più celle ad accesso selettivo, per permettere la manutenzione e l'intervento in condizioni di sicurezza in una sezione del quadro senza mandare fuori servizio le altre utenze.

## 7.2 Caratteristiche di specificazione per un quadro "Power Center"

La Tabella allegata mostra un esempio in cui sono indicate le caratteristiche in precedenza trattate relative ad un quadro Power Center posizionato in una cabina di trasformazione MT/BT, collegato al trasformatore attraverso un condotto sbarre prefabbricato (vedere Allegato BB della Norma CEI EN 61439-2).

La Figura illustra il collegamento di un quadro Power Center, posizionato in una cabina MT/BT, attraverso un condotto sbarre prefabbricato proveniente dal trasformatore.

L'Allegato BB della Norma CEI EN 61439-2 è un modello informativo da utilizzare in modo che l'utilizzatore identifichi le caratteristiche del quadro necessarie al costruttore del quadro per la realizzazione.



*Figura 7.2: Collegamento di un quadro Power Center attraverso un condotto sbarre prefabbricato*

Di seguito una tabella con le caratteristiche per identificare le informazioni necessarie al costruttore del quadro (Power Center) per la sua realizzazione.

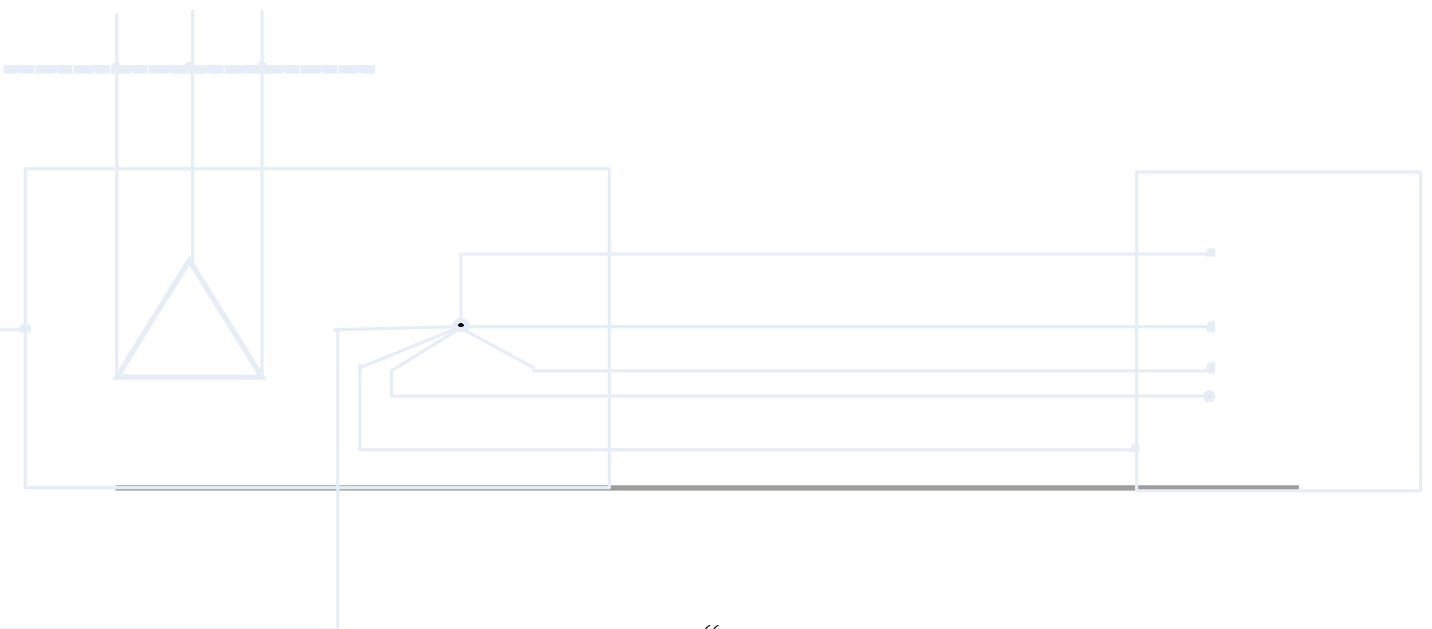


Tabella 7.2: Esempio di compilazione dell'allegato BB della Norma CEI EN 61439-2

Caratteristiche del quadro (vedi Allegato BB della CEI EN 61439-2)	Prescrizioni da riportare	Note
Protezione contro l'ingresso di corpi solidi e l'ingresso di liquidi	Interno: IP3X	IP30 poiché normalmente i quadri MT o i trasformatori non hanno IP superiori
Impatto meccanico esterno (IK) NOTA La Norma CEI EN non nomina in maniera specifica il grado IK	IK08	In cabina non esistono rischi agli urti importanti
Resistenza ai raggi UV (si applica solo ai quadri per esterno, se non diversamente specificato)	Non previsto	Il quadro è installato all'interno
Resistenza alla corrosione	Severità di prova A	Il quadro è installato all'interno
Temperatura dell'aria ambiente limite inferiore	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente limite superiore	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente massimo valore medio giornaliero	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente limite inferiore	Come previsto dalla norma	
Massima umidità relativa	Come previsto dalla norma	
Condizioni speciali di servizio: • vibrazioni; • condensa eccessiva; • inquinamento gravoso; • ambiente corrosivo; • campi elettrici e magnetici intensi; • funghi; • piccoli animali; • pericolo di esplosione; • vibrazioni e scosse intense; • inondazioni	Resistenza anticondensa Prevedere piastra pressa cavi sul fondo Non previste	Ambiente non particolarmente aggressivo ma con possibilità di piccoli animali / roditori dal cunicolo cavi inferiore
Dimensioni massime esterne e masse	(2400 x 600 x 2000) mm Massa 1850 Kg	Indicazioni necessarie per la realizzazione dei supporti di fissaggio / ferri di base
Tipo/i di conduttore/i esterno/i	Condotto sbarre	In questo caso il quadro dovrà essere predisposto per lo staffaggio ed il collegamento del condotto e garantire il grado di protezione richiesto
Verso del/i conduttore/i esterno/i	Dall'alto	
Materiale del conduttore esterno	Rame	
Dimensioni massime e masse dell'unità trasportata	800 x 600 x 2000 Massa 1000 Kg	
Metodi di trasporto (gru, muletto)	Gru	
Dettagli sull'imballaggio	Gabbia in legno	
Prescrizioni relative all'accessibilità in esercizio da parte di persone autorizzate per l'estensione	Utilizzo di celle per ogni unità o gruppo funzionale	Grado con richiesta di alta continuità di servizio e ampliamenti sotto tensione
Protezione contro i contatti diretti di parti interne pericolose in tensione durante la manutenzione o l'aggiornamento (ad esempio le unità funzionali, le sbarre principali, le sbarre di distribuzione)	Barriere ed involucri	In alternativa di tutte le parti attive
Forma di segregazione	Forma 4b	Consente l'aggiunta / sostituzione di unità funzionali anche con quadro sotto tensione

### 7.3 Tenuta all'arco interno per un quadro "Power Center"

La norma CEI EN 61439-2 non ritiene obbligatoria la verifica di tenuta all'arco interno dei quadri elettrici di bassa tensione, per poterne attestare la conformità.

In generale, in un quadro progettato e verificato seguendo le prescrizioni della norma di prodotto e realizzato a regola d'arte, mantenuto secondo il programma di manutenzione indicato dal costruttore, la possibilità che una perdita di isolamento al suo interno provochi un arco è altamente improbabile.

Tale possibilità è spesso legata a condizioni ambientali particolari e/o a operazioni post installazione, indipendenti dalla conformità iniziale assicurata dal costruttore del quadro alla consegna.

Nel caso remoto in cui ciò accada, l'arco interno può essere provocato da:

- errori commessi operando sul quadro, effettuando lavori di manutenzione o di modifica, per es. introducendo corpi estranei conduttivi, strumenti, attrezzi o altro e non rimuovendoli dopo l'uso
- penetrazione di piccoli animali attraverso aperture per il passaggio dei cavi, fori di ventilazione non protetti, ecc
- scelta o regolazione errata dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito
- carichi di valore superiore e/o condizioni ambientali più gravose (temperatura, sovratensioni, ...) rispetto a quanto previsto in fase di progetto, che portino ad un degrado prematuro dell'isolamento
- sostituzione non corretta di componenti.
- eliminazione o non corretto riposizionamento di segregazioni
- carenza di manutenzione, ecc

Queste cause sono spesso evitabili assicurandosi che le prestazioni del quadro siano adeguate a quanto richiesto dall'applicazione, eseguendo rigorosamente un programma di manutenzione ed efficienti procedure operative.

Nello specifico, per il Power Center all'interno della Cabina MT/BT, l'argomento è di particolare interesse soprattutto per la caratteristica di distribuzione principale a cui il quadro deve rispondere e cioè garantire, per quanto possibile, la continuità di servizio all'intero impianto ad esso sotteso.

Da questo punto di vista, la possibilità d'arco interno implica un fattore di rischio che deve essere accuratamente analizzato e, di conseguenza, se ne deve valutare l'impatto e, infine, escluderlo quando occorre.

I costruttori di Power Center hanno la possibilità di provare la tenuta all'arco interno dei propri prodotti, utilizzando la pubblicazione CEI IEC/TR 61641: "Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto a un guasto interno"

Questo Technical Report IEC (recepito dal CEI) fornisce indicazioni sui metodi di prova dei quadri in condizioni d'arco in aria dovuto a un guasto interno, al fine di valutarne la loro attitudine nel limitare i danni al loro interno ed il rischio di lesioni alle persone, nonché valutare la loro idoneità ad un ulteriore servizio.

In funzione delle valutazioni relative all'applicazione dell'impianto, alle esigenze di continuità di servizio e al rischio per la sicurezza di persone e cose all'interno dell'ambiente, può essere richiesta una classificazione diversa del quadro in base alla sua prestazione nei confronti della tenuta all'arco interno.

Ad esempio, per il Power Center si ha la possibilità di limitare il numero di persone che possono essere esposte ad un guasto con arco, posizionandolo in un'area ad accesso limitato (la Cabina MT/BT, per l'appunto). Nella pratica, se solamente il personale autorizzato ha accesso al QUADRO, allora il rischio di utilizzo non corretto e di errori di manipolazione viene ridotto.

In tal senso il TR 61641 fornisce nel suo Allegato A una tabella di sintesi qui riportata. All'interno del documento sono riportati i criteri classificazione e i relativi metodi di prova e di accettazione dei risultati attraverso cui il quadro può essere classificato.

Tabella 7.3: Tab A.1 – Opzioni per la classificazione

Elemento di classificazione	Classificazioni	Commenti
QUADRO provato secondo il presente Rapporto Tecnico	<b>CLASSE D'ARCO A:</b> protezione delle persone (Criteri da 1 a 5)	Quando esiste un accordo tra l'utilizzatore e il costruttore, si possono applicare meno criteri o differenti criteri.
	<b>CLASSE D'ARCO B:</b> protezione delle persone più arco limitato ad un'area definita nel QUADRO (Criteri da 1 a 6)	
	<b>CLASSE D'ARCO C:</b> protezione delle persone più arco limitato ad un'area definita nel QUADRO. Il funzionamento limitato dopo il guasto è possibile (Criteri da 1 a 7)	
	<b>CLASSE D'ARCO I:</b> QUADRO che fornisce la protezione mediante zone protette dall'innesco d'arco. (Criteri da 1 a 7)	
Accesso	Limitato (predefinito)	Solo le persone autorizzate hanno accesso al QUADRO.
	non limitato	Il QUADRO può essere posto in un luogo accessibile a chiunque, comprese le persone comuni.

#### 7.4 Altre caratteristiche e definizioni per il Power Center "intelligente"

Attraverso il Power Center "intelligente" e le sue apparecchiature, devono passare informazioni fondamentali per la gestione energetica dell'impianto, quali ad esempio:

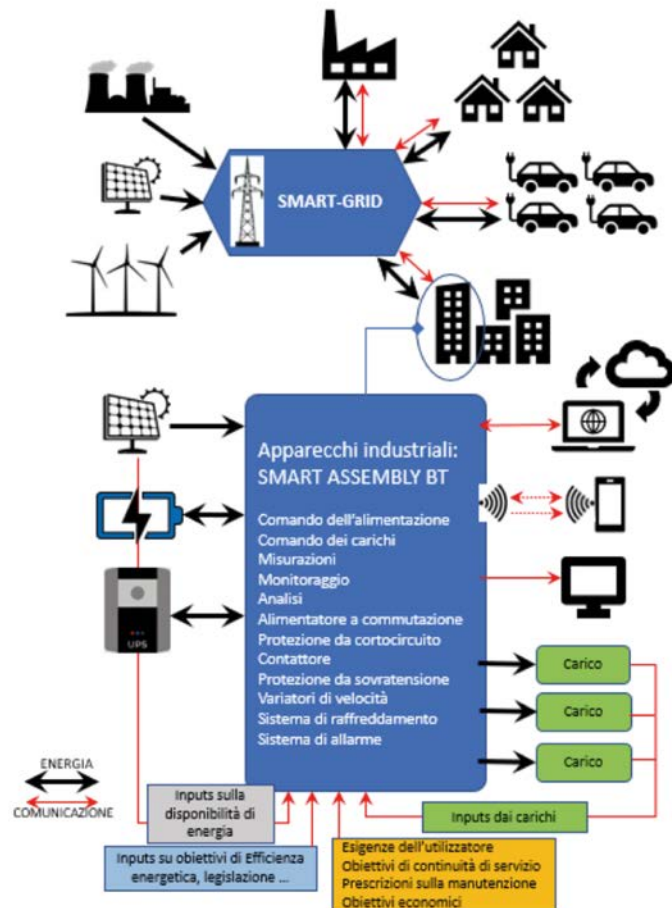
- le regolazioni dei dispositivi di protezione,
- il tipo di guasto che ha causato lo sgancio di un dispositivo,
- lo stato dell'installazione prima del fuori servizio,
- la gestione automatica di un distacco-riattacco carichi,

oltre a tutte le misure delle energie e delle potenze.

In questo contesto, l'utente deve poter avere,

attraverso soluzioni e tecnologia innovative, tutti gli elementi per:

- ottimizzare i consumi
- ripartire i costi per ogni attività, dipartimento, centri di costo
- ottimizzare e pianificare preventivamente la manutenzione
- analizzare i profili di carico
- prevenire costosi fuori servizio
- individuare gli sprechi
- migliorare l'affidabilità e la continuità di servizio dell'impianto
- intervenire in modo mirato a fronte di un problema grazie ad una precisa diagnostica degli eventi



### Definizione di “Quadro intelligente”:

Apparecchiatura assiemata a bassa tensione che integra le funzioni elettrotecniche tradizionali (in conformità alle prescrizioni della norma CEI EN 61439-2) e le funzioni di elaborazione dati o comunicazione digitale in un sistema collegato.

### Differenti tipi di “Quadro intelligente”

- Quadro intelligente “locale”
- Raccoglie i dati dai dispositivi installati all’interno del Quadro o installati all’esterno ma collegati al quadro
- Centralizza i dati
- Consente la visualizzazione e/o l’interpretazione dei dati localmente attraverso lo schermo di computer, smartphone o tablet
- I dati locali possono essere utilizzati per il normale funzionamento del quadro (Ad esempio: un misuratore d’energia con lo schermo)

- Quadro intelligente “connesso”
- Raccoglie i dati dai dispositivi installati all’interno del Quadro o installati all’esterno ma collegati al quadro
- Archivia i dati
- Invia e riceve i dati con continuità verso e dall’esterno del Quadro (utilizzando differenti tipi di comunicazione);
- Trasmette lo stato del dispositivo di protezione: aperto, chiuso, sganciato su guasto ...;
- Trasmette lo stato della misura: I, U, P, cos , temperatura...;
- Riceve l’informazione dallo stato della rete (tariffa oraria, ...);
- Riceve l’aggiornamento dei software e dei parametri di programmazione;
- Riceve gli ordini dall’esterno (smart grid);
- Il trattamento dei dati può avere un’azione sul dispositivo o sull’apparecchiatura e sul quadro.

---

## CAPITOLO 8

# COLLEGAMENTO IN CAVO E IN CONDOTTO SBARRE

La distribuzione dell'energia elettrica in cabina MT/BT in bassa tensione, cioè a valle del trasformatore, può essere fatta tramite cavi o condotti sbarre. Qui di seguito analizziamo i vantaggi e svantaggi di entrambe le soluzioni.

Innanzitutto si deve considerare che, indipendentemente dalla soluzione che si sceglierà, in cabina di trasformazione vi sono da trasmettere alti flussi di corrente e il valore della corrente di corto circuito trifase è in genere alta; progettualmente quindi bisogna scegliere il sistema di distribuzione che, compatibilmente con gli spazi ridotti, assolvà al meglio al compito.

### 8.1 Criteri di dimensionamento

La linea di distribuzione dal trasformatore al quadro generale di bassa tensione deve essere protetta, come previsto dalle norme, sia dal sovraccarico che dal corto circuito; generalmente, per questo tipo di connessione, la protezione dal sovraccarico è demandata all'interruttore generale di bassa tensione, mentre la protezione da corto circuito è demandata all'interruttore di media tensione che protegge anche il trasformatore.

L'obiettivo quindi è di predisporre una linea adatta a sopportare il sovraccarico previsto, introdurre una minima caduta di tensione al carico nominale e soprattutto a sopportare l'energia passante in condizioni di corto circuito.

### 8.2 Soluzione in cavo

Il Cavo presenta il vantaggio di essere flessibile, normalmente nelle cabine trova alloggio nei cavidotti a cunicolo che devono essere

predisposti fra il trasformatore e il Power Center di bassa tensione. È possibile anche posa aerea, ma in questo caso devono essere previste passerelle portacavi opportunamente vincolate a parete o a soffitto. Il problema principale dell'uso dei cavi è l'ingombro dei medesimi soprattutto quando è necessario predisporre vie in parallelo a causa dell'elevata corrente di linea che devono portare (per es. un trasformatore da 400 kVA Dyn11 20/0,4 kV  $v_{cc} \% = 4$  richiede, per una linea a valle di 10 metri, 2 cavi da 120 mm<sup>2</sup> di sezione in parallelo per fase. La stessa situazione ma con un trasformatore 2000 kVA  $v_{cc} \% = 6$  richiede 8 corde da 240 mm<sup>2</sup> in parallelo per fase).

### 8.3 Soluzione in condotto sbarre

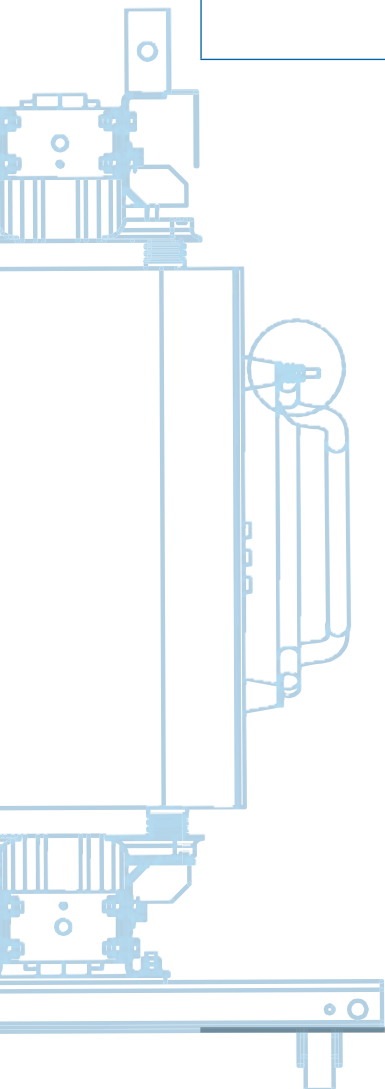
La soluzione in condotto sbarre risulta meno flessibile per via della rigidità meccanica del sistema ma può essere montato sia a pavimento che, più usualmente, a soffitto. In questo caso non sono necessari lavori di predisposizione dei cavedi e pertanto si possono disporre i componenti di cabina (quadri di media tensione, di bassa tensione e trasformatori MT/BT, UPS e Rifasatori) secondo le modalità consentite dagli spazi senza essere troppo vincolati alle geometrie dei cavedi. La soluzione in condotto sbarre, soprattutto per le elevate potenze, risulta più compatta e meno ingombrante in cabina. Il sistema condotto sbarre inoltre, per come viene previsto dai costruttori, offre una migliore garanzia di installazione in conformità alla regola dell'arte in termini di sovraccaricabilità, tenuta al corto circuito, campi elettromagnetici (EMF) e resistenza al fuoco.

## 8.4 Conclusioni

In conclusione la scelta fra l'installazione di vie cavi o condotto sbarre per l'alimentazione del Power Center può essere riassunta nella tabella seguente.

**Tabella 8.1:** Caratteristiche principali dell'installazione di cavi o di condotti sbarre

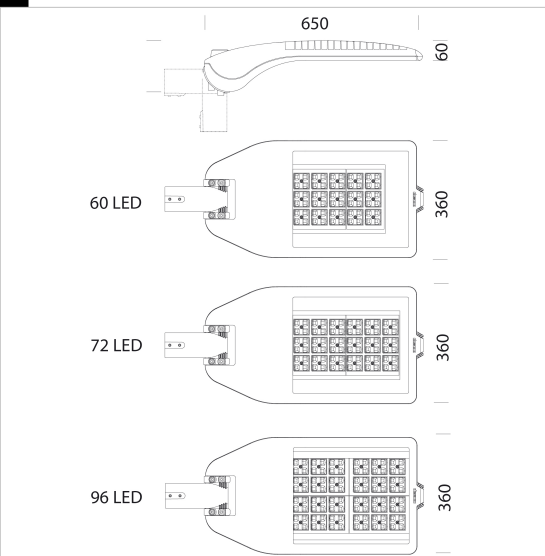
installazione	vantaggi	svantaggi
CAVO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Flessibilità</li><li>2. Reperibilità diretta</li><li>3. minori perdite in linea a carico</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. necessità di cavedi</li><li>2. predisposizione di vie in parallelo</li><li>3. resistenza al fuoco</li><li>4. emissioni elettromagnetiche più elevate</li></ol>
CONDOTTO SBARRE	<ol style="list-style-type: none"><li>1. resistenza al fuoco</li><li>2. resistenza al sovraccarico e corto circuito</li><li>3. basse emissioni elettromagnetiche</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. necessaria la progettazione meccanica del costruttore</li><li>2. maggiori perdite in linea a carico</li></ol>





# IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### 3374 Stelvio - high performance - grandi aree



Corpo e telaio: In alluminio pressofuso con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Attacco palo: In alluminio pressofuso è provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni. Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta: e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5°. Idoneo per pali di diametro 63-60mm. Diffusore: vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001). Verniciatura: il ciclo di verniciatura standard a polvere è composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV. Dotazione: Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico. Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore. Opera in due modalità: - modo differenziale: surge tra i conduttori di alimentazione, ovvero tra il conduttore di fase verso quello di neutro. - modo comune: surge tra i conduttori di alimentazione, L/N, verso la terra o il corpo dell'apparecchio se quest'ultimo è in classe II e se installato su palo metallico. A richiesta: protezione fino a 10KV. Equipaggiamento: Completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea. Sezionatore di serie in doppio isolamento che interrompe l'alimentazione elettrica all'apertura della copertura. Valvola anticondensa per il ricircolo dell'aria. A richiesta: Versione con protezione contro gli impulsi di tensione aumentata. Risparmio: la possibilità di scegliere la corrente di pilotaggio dei LED consente di disporre sempre della potenza adeguata ad una specifica condizione progettuale, semplificando anche l'approccio alle future problematiche di manutenzione ad aggiornamento. La scelta di una corrente più bassa aumenterà l'efficienza e quindi migliorerà il risparmio energetico, mentre una corrente maggiore di pilotaggio otterrà più luce e sarà possibile ridurre il numero degli apparecchi. Ottiche: Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Recuperatori di flusso in policarbonato V2.

Tecnologia LED di ultima generazione Ta-30+40°C vita utile 80%: 80.000h (L80B20). Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo di rischio esente  
 Fattore di potenza >0.9  
 NORMATIVA: Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529.  
 Superficie di esposizione al vento: L:229cm² F:470cm².

A richiesta:  
 -Verniciatura conforme alla norma UNI EN ISO 9227 Test di corrosione in atmosfera artificiale per ambienti aggressivi.

-Nema Socket, ordinabili con sottocodice 40 (tappo da ordinare a parte)  
 -Zhaga Socket, ordinabili con sottocodice 0054 (completa di tappo)  
 FUNZIONI INTEGRATE ADVANCED prog (CLD PROG): i prodotti della famiglia di serie sono forniti di driver programmabile.

Tutte queste funzioni sono già presenti sui prodotti della serie e devono solo essere abilitate su richiesta. L'uso di queste funzioni non richiede nessuna modifica all'impianto; il prodotto necessita solamente dell'alimentazione di rete e di nessun BUS di controllo o cavo pilota.

-Settaggio del flusso luminoso: Avviene tramite programmazione della corrente di pilotaggio da richiedere in sede in fase d'ordine/progetto.

-Mezzanotte virtuale ordinare con sottocodice -30: Sistema Stand alone con riduzione automatica del flusso su 4 step di luminosità (su richiesta modificabile fino ad un max. di 8 step).

-Broadcast Prog: Permette la riconfigurazione del profilo della Mezzanotte Virtuale inclusa la sua Attivazione/disattivazione di tutti gli apparecchi installati sulla medesima linea di alimentazione (funzione broadcast) tramite una sequenza di impulsi elettrici.

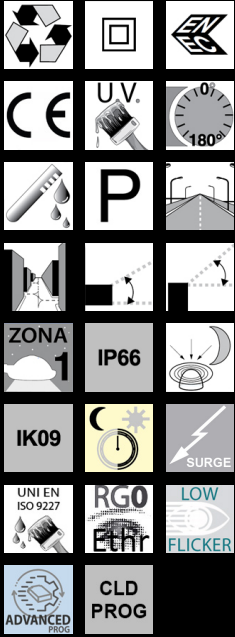
-Regolazione rete di alimentazione: Permette di variare il flusso luminoso regolando la tensione della rete di alimentazione tra 170 e 250 V AC.

-CLO (Costant Light Output) : Mantenimento del flusso luminoso costante durante tutta la vita utile dell'apparecchio.

-Alimentazione DC in EM: Nei sistemi d'alimentazione d'emergenza centralizzati il LED Driver rileva automaticamente quando l'alimentazione cambia da AC in DC e regola la luce ad un valore predefinito (DC level).

-Monitoring (default): Il driver è dotato di microprocessore che registra le condizioni di funzionamento dal momento in cui viene messo in servizio.

-Settaggio con APP: Tramite APP è possibile impostare le modalità di funzionamento con tecnologia NFC.



#### Download

DXF 2D  
 - 3370\_3374.dxf

3DS  
 - disano\_3374\_stelvio\_96led.3ds  
 - disano\_3374\_stelvio\_60led.3ds  
 - disano\_3374\_stelvio\_72led.3ds

3DM  
 - disano\_3374\_stelvio\_72led.3dm  
 - disano\_3374\_stelvio\_96led.3dm  
 - disano\_3374\_stelvio\_60led.3dm

Montaggi  
 - STELVIO-MINISTELVIO.pdf  
 - bi-power config.pdf

BIM  
 - 3374 Stelvio - high performance - large areas - 20200224.zip

Code	Gear	Kg	Lumen Output-K-CRI	WTot	Colour	Surge
340260-00	CLD	10,62	LED-16348lm-4000K-CRI70	127 W	ANTRACITE	6/10kV
340261-00	CLD	10,64	LED-19920lm-4000K-CRI70	156 W	ANTRACITE	6/10kV
340262-00	CLD	11,44	LED-26560lm-4000K-CRI70	205 W	ANTRACITE	6/10kV
340260-39	CLD	10,46	LED-15204lm-3000K-CRI70	127 W	ANTRACITE	6/10kV
340261-39	CLD	10,54	LED-18526lm-3000K-CRI70	152 W	ANTRACITE	6/10kV
340262-39	CLD	11,28	LED-24701lm-3000K-CRI70	205 W	ANTRACITE	6/10kV

#### Accessori



- 578 Staffa orientabile



- 504 - Braccio singolo



- 508 - Braccio doppio

The reported luminous flux is the flux emitted by the light source with a tolerance of ± 10% compared to the indicated value. The W tot column indicates the total wattage absorbed by the system without exceeding 10% of the indicated

# IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

## Impianto di video sorveglianza e antintrusione

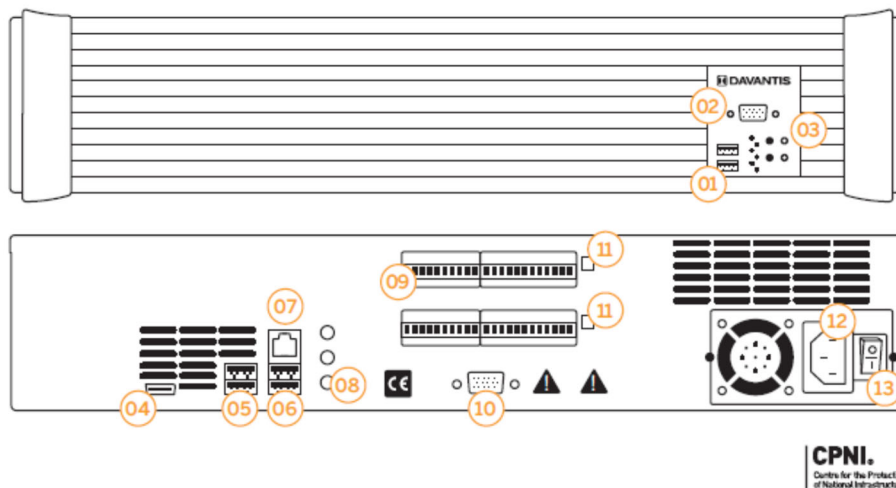
Per la protezione dell'impianto da effrazioni verranno utilizzate telecamere termiche posizionate sui pali di illuminazione poste a protezione dell'intero perimetro. Le termocamere saranno collegate ad un sistema di analisi video. In caso di effrazione sarà inviato un allarme agli organi di sorveglianza. Saranno utilizzate termocamere (night/day) aventi diverse distanze di rilevamento dipendenti dalla loro posizione. Si riportano di seguito le caratteristiche fondamentali.

### DFUSION

f (mm)	Pixel pitch (µm)	Sensor (px)	HFOV (o)	Blind distance (m/yd)	Distance (m/yd)
9	17	640 x 480	62°	3/3	65/71
10	17	640 x 480	57°	3/3	70/77
13	17	400 x 300	29°	8/9	100/109
13	17	640 x 480	45°	5/5	110/120
15	17	640 x 512	40°	6/7	125/137
19	17	400 x 300	20°	12/13	140/153
19	17	640 x 480	32°	8/9	145/159
25	17	400 x 300	15°	16/17	175/191
25	17	640 x 480	25°	10/11	180/197
25	17	640 x 512	25°	10/11	185/202
35	17	400 x 300	11°	23/25	235/257
35	17	640 x 480	18°	15/16	240/262

Figura 1 Caratteristiche delle termocamere di sorveglianza

Il sistema di analisi video avrà le seguenti caratteristiche:



01 - 2 USB 2.0 connections 02 - 1 VGA connection 03 - 1 On/Off switch 04 - 1 HDMI connection 05 - 2 USB 3.0 connections 06 - 2 USB 2.0 connections 07 - RJ45 network connector 10/100/1000 08 - 1 audio Jack 3.5 input/output port 09 - 8 inputs N/O or N/C 10 - 1 VGA connection 11 - 4/8/12/16 internal relay outputs N/C (optional) 12 - 1 slot for power cable 13 - 1 On/Off switch for power supply

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
Processor	INTEL
Memory (RAM)	4 / 8 GB
Hard drive	High performance SATA / SSD (Solid State Drive)
Power supply	350W. 100 - 240V AC / 60 - 50 Hz + 10%
Power consumption	Aprox. 130 W at full load
Power cord and plug	1,5 m cable with IEC connector
Environmental class	II (Indoor - General)
Storage temperature	-10°C to 60°C with a relative humidity of 10 to 90% without condensation
Working temperature	-10°C to +35°C at a relative humidity of 10 to 90% without condensation
Housing	Black rugged metal housing
Device dimensions	482 x 90 x 300 mm / 19 x 3,5 x 12 inch (A x A x P) (19" x 2U for rack-mount)
Package dimensions	560 x 170 x 590 mm / 22 x 6,7 x 23 inch (A x A x P)
Weight	6 Kg
Communication protocols	TCP/IP, SMTP
Input and output ports	Input: 900, 5500, 21000 (customizable) Output: 9034, 465 (customizable)
Data protection	Digital signature
GPU	NVIDIA
OPCIONAL	
Relay outputs	REL4I, REL8I internal relay outputs N/C. 5amps at 12V DC REL12I, REL16I internal relay outputs N/C. 5amps at 12V DC
Supervision kit	19" monitor (VGA), keyboard and mouse (USB)
Daview AMS	Alarm Management System for VMS, CMS and PSIM with ClickThru™ technology

Figura 2 Sistema di analisi video antintrusione