

Lavoro in media e alta tensione

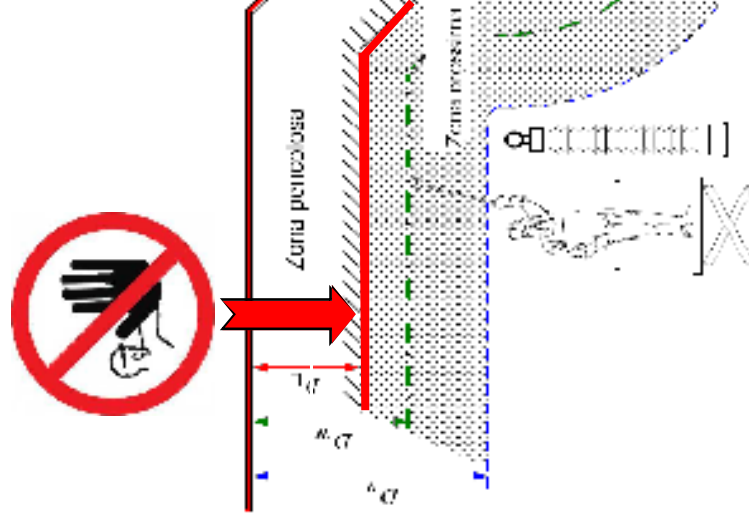
- In media e alta tensione il lavoro sotto tensione è vietato, salvo espressa autorizzazione ministeriale (DM 4/2/2011).



Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
DIREZIONE GENERALE DELLE RELAZIONI INDUSTRIALI
E DEI RAPPORTI DI LAVORO

DISCIPLINAZIONE

Ministero della Salute
DIRETTORATO ITALIA ESTERNA, RELAZIONI INDUSTRIALI
E ATTIVITÀ DI PREVENZIONE
DIREZIONE GENERALE DELLA PREVENZIONE



- Nessuna parte del corpo o attrezzo anche isolante deve entrare nella zona pericolosa.

Fonte per l'altro: Evoluzione Civile - Corso nazionale di Aggiornamento Specialistico - M. VITTORE

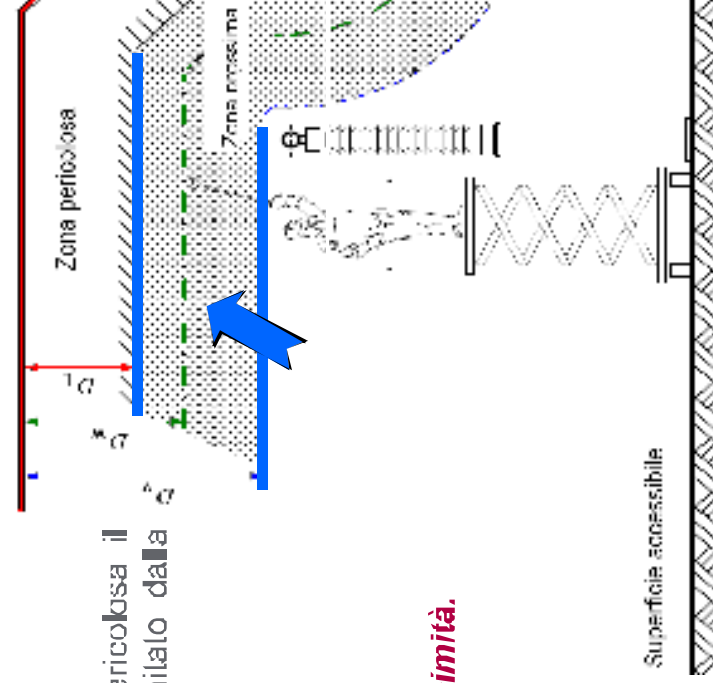
32

Definizione di zona prossima

- zona prossima
zona attorno alla zona pericolosa il cui confine esterno è limitato dalla distanza D_V

⇒ CEI 11-27:2014-01 Ed. IV

PES/PAV → Si applicano le procedure per lavori in prossimità.



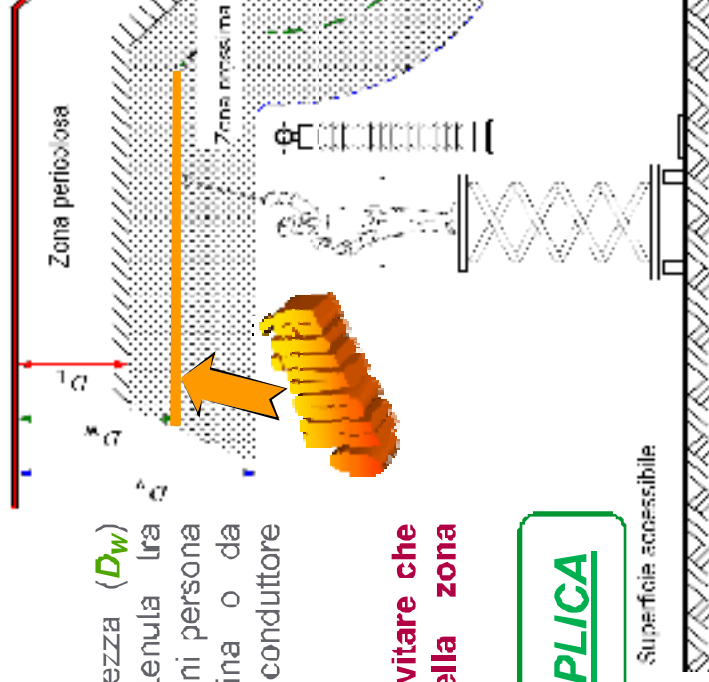
Fonte per l'altro: Evoluzione Civile - Corso nazionale di Aggiornamento Specialistico - M. VITTORE

33

Definizione di distanza di lavoro

> distanza di lavoro

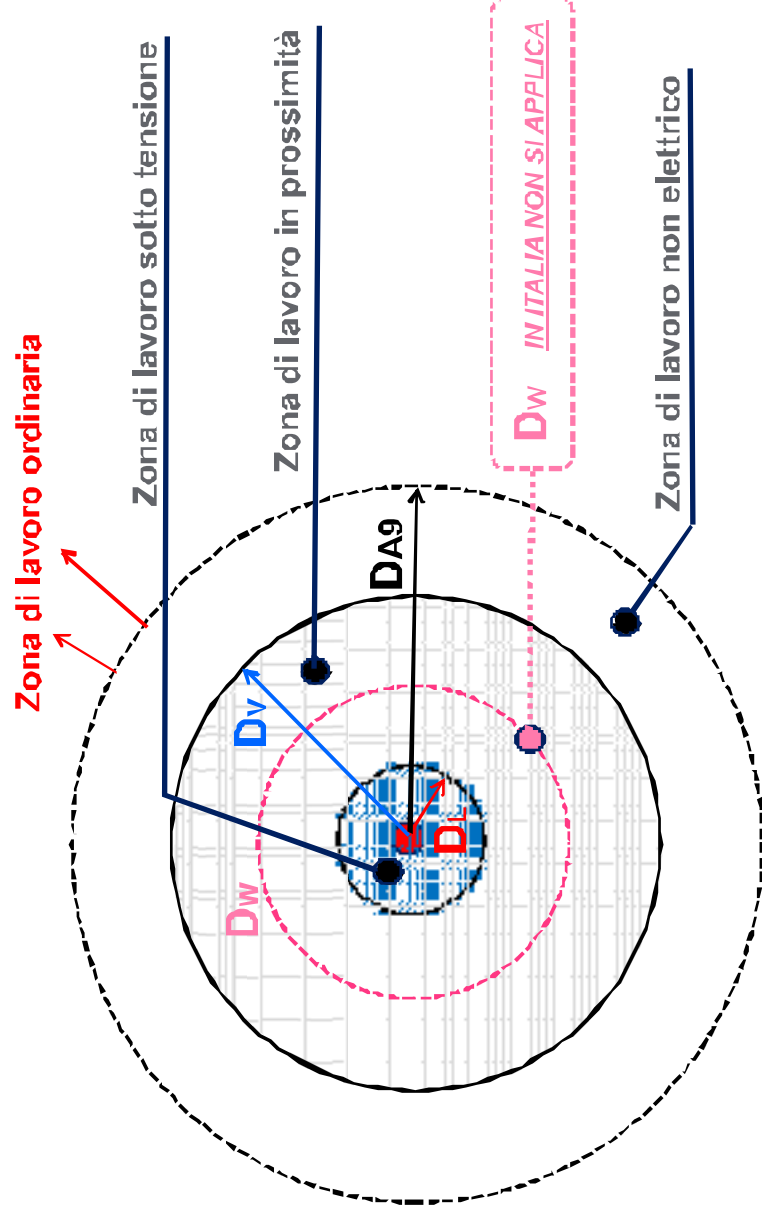
minima distanza di sicurezza (D_w) che deve essere mantenuta tra qualsiasi parte attiva e ogni persona che lavori in una cabina o da qualsiasi attrezzo conduttore direttamente maneggiato



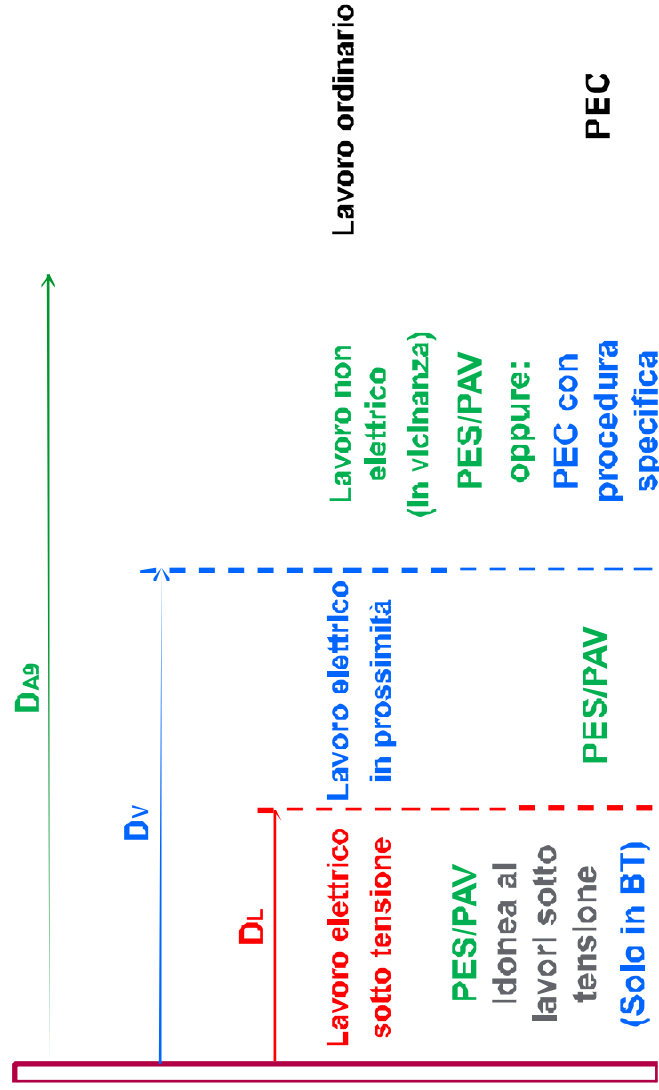
Ulteriore sicurezza per evitare che il lavoratore entri nella zona pericolosa

IN ITALIA NON SI APPLICA

Zone di lavoro (CEI 11-27:2014-01 Ed. IV)



Zone di lavoro (CEI 11-27:2014-01 Ed. IV)



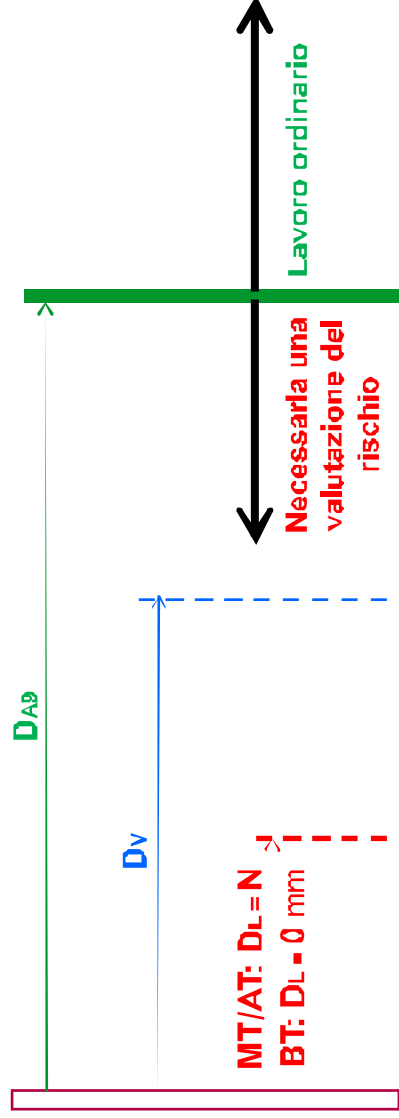
Fonte per l'altro: Federazione Confindustria - Cines non legati al Adhonor: Davides - M. VITTORE

M

Distanze di sicurezza DA9 (DLgs 81/08 All. IX)

$U_n \leq 1 \text{ kV}$	3 m
$1 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$	3,5 m
$30 \text{ kV} < U_n \leq 132 \text{ kV}$	5 m
$132 \text{ kV} < U_n$	7 m

L'art. 83 del DLgs 81/08 proibisce lavori non elettrici ad una distanza dalle parti attive inferiore a quella di sicurezza indicata in tabella.

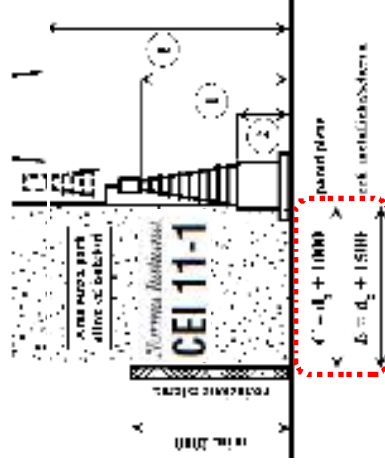


Fonte per l'altro: Federazione Confindustria - Cines non legati al Adhonor: Davides - M. VITTORE

M

Definizione di distanza di confine

- > **3.5.8** minima distanza di confine "minima distanza (C o E) ammissibile tra una recinzione perimetrale e parti attive o quelle parti che possono raggiungere tensioni pericolose";

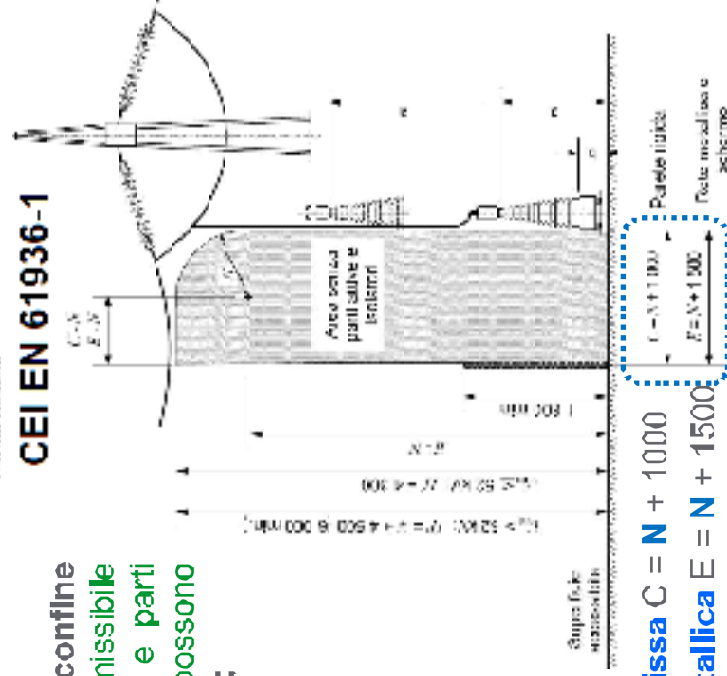


⇒ se **parete fissa** $C = N + 1000$

⇒ se **rete metallica** $E = N + 1500$

Norma Italiana

CEI EN 61936-1



Fonte per l'elenco CEI: CEI - Elenco norme tecniche di Attivazione - Servizio - M. VITTORE

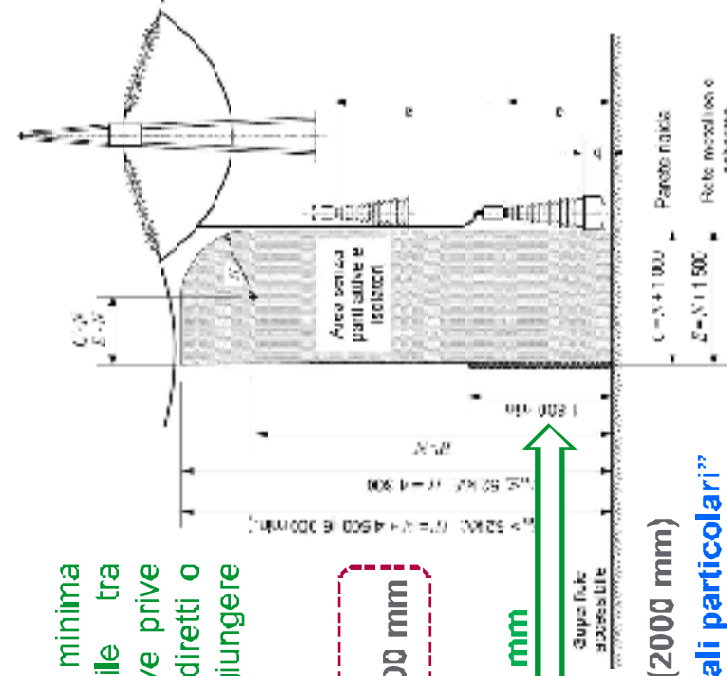
37

Definizione di altezza minima

- > **3.5.9** altezza minima "la minima distanza verticale ammissibile tra superfici accessibili e parti attive prive di protezione contro i contatti diretti o altre parti che possono raggiungere tensioni pericolose".

Norma Italiana
CEI 11-1 Prevedeva $H \geq 2000$ mm

Altezza minima in Italia 1800 mm



Altezza minima in Finlandia (2000 mm)

VEDERE "Condizioni nazionali particolari"

Fonte per l'elenco CEI: CEI - Elenco norme tecniche di Attivazione - Servizio - M. VITTORE

37

Capitolo 4 – Prescrizioni fondamentali

- ↳ 4.1. Generalità
- ↳ 4.1.1 *Prescrizioni generali - Per il progetto e costruzione degli impianti di potenza*, si devono considerare accordi aggiuntivi, tra costruttore/contraente/progettista e utente/appaltante/proprietario, che possono avere effetto su necessarie prescrizioni d'esercizio, che hanno come oggetto:
 - ⇒ Prescrizioni Classificazione della tensione
 - ⇒ Condizioni climatiche
 - ⇒ Caratteristica dei dispositivi e componenti dell'impianto
 - ⇒ Protezioni
 - ⇒ Manutenzione
 - ⇒ Provc e messa in servizio

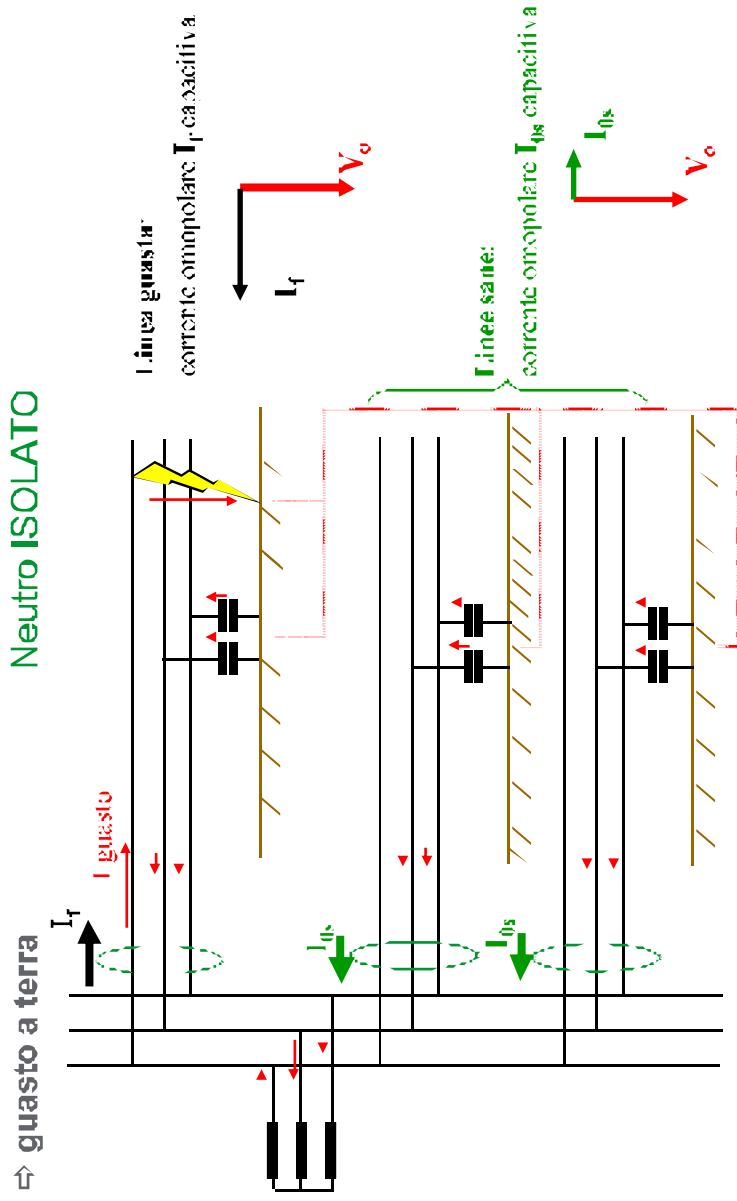
Qualità Impiantate

Capitolo 4 – Prescrizioni fondamentali

- Viene evidenziato che **il progetto deve tenere conto**:
- ⇒ dello **scopo** dell'impianto;
 - ⇒ delle prescrizioni per gli utenti quali la **qualità dell'alimentazione**;
 - ↳ **l'affidabilità**, la **disponibilità** e la capacità della rete elettrica di resistere agli effetti di **condizioni transitorie** come l'avviamento di grandi motori, brevi indisponibilità e rimessa in servizio di un impianto;
 - ↳ della **sicurezza** degli operatori e del pubblico;
 - ↳ dell'**influenza ambientale**
 - ⇒ della possibilità di **ampliamento** (se del caso) e della **manutenzione**

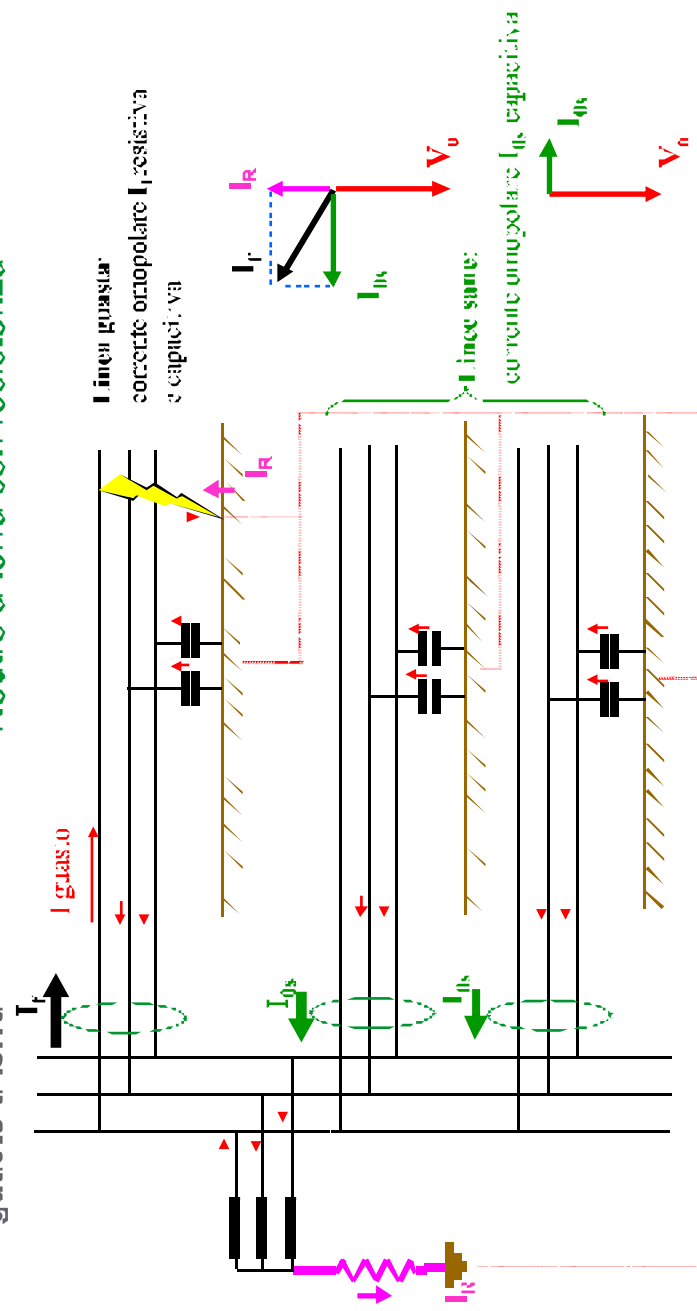
Non presente nella CEI 11-1 ↑↑

Neutro ISOLATO

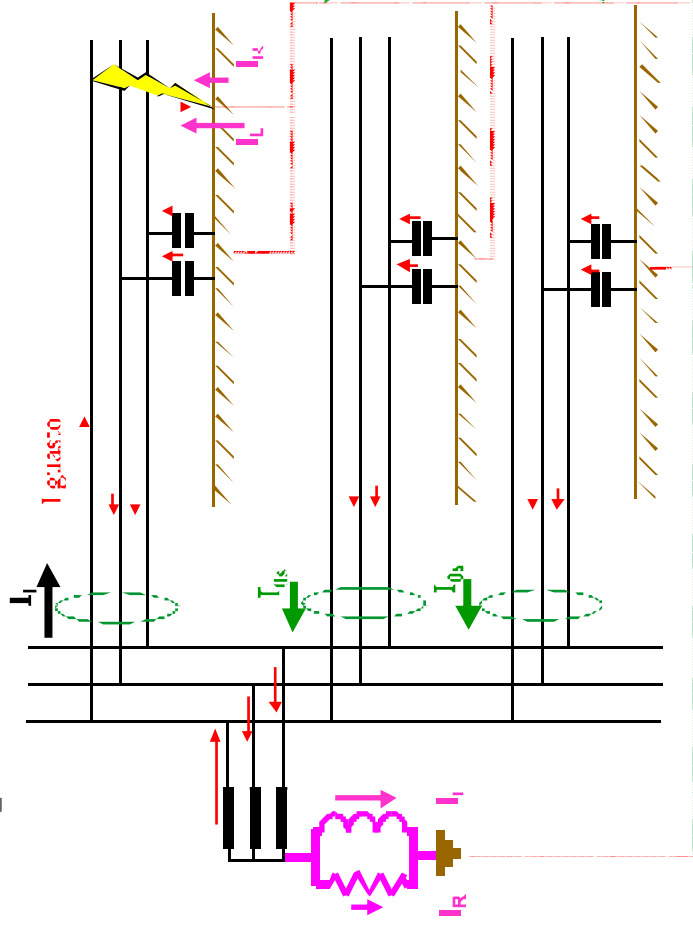


guasto a terra

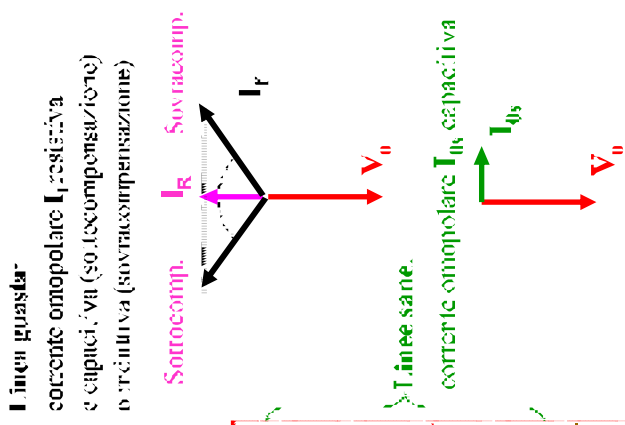
Neutro a terra con resistenza



↳ guasto a terra



Neutro a terra risonante



I linee guastate
corrente omopolare I_{0s} resistiva
e capacitiva (sovraccompensazione)
o induttiva (sottocompensazione)

Sottocomp. Sovraccomp.

I linee sane

corrente omopolare I_{0s} capacitiva

Capitolo 4 – Prescrizioni fondamentali

Corrente di cortocircuito

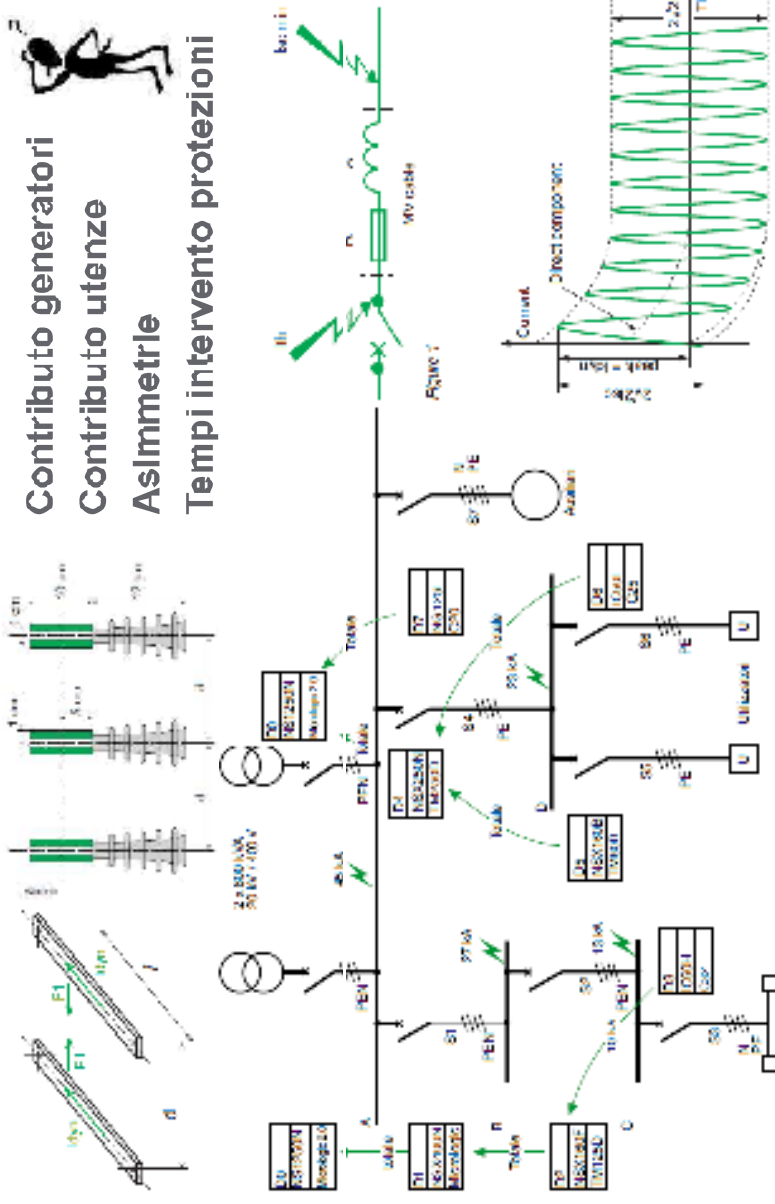
Per i calcoli si fa riferimento a:

↳ **CEI 60909**;

↳ Valore standard di durata 1s.

Si fa riferimento comunque al tempo di eliminazione del guasto da parte delle protezioni (Altri valori standardizzati sono 0,5s - 2s - 3s)

Corrente corto circuito



Contributo generatori
Contributo utenze
Asimmetrie
Tempi intervento protezioni

Source: per Teclon, © Evolution Control - Elibro, mod. per la dr. Adriano, Davide - M. VITTORE

Capitolo 4 – Prescrizioni fondamentali

Armoniche

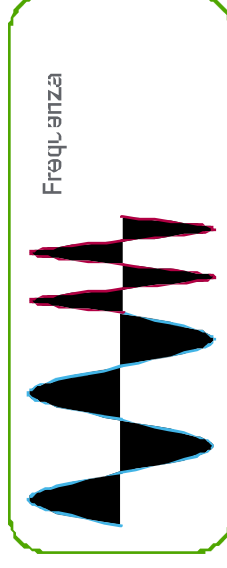
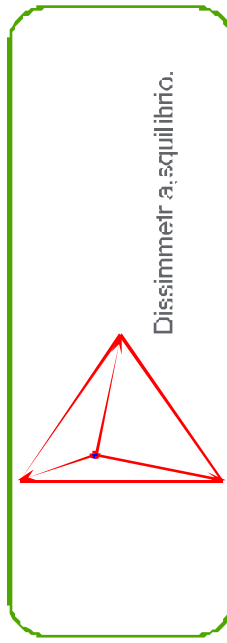
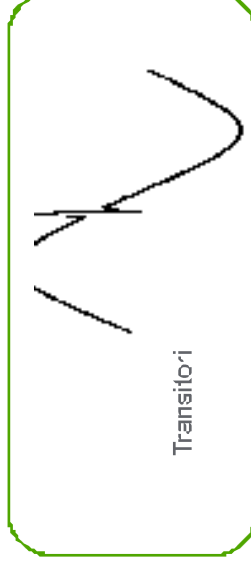
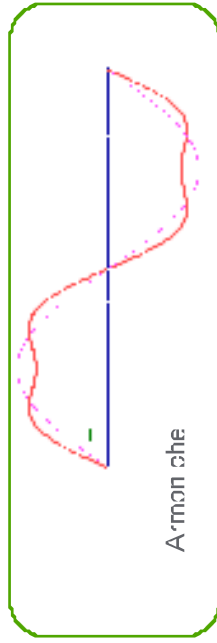
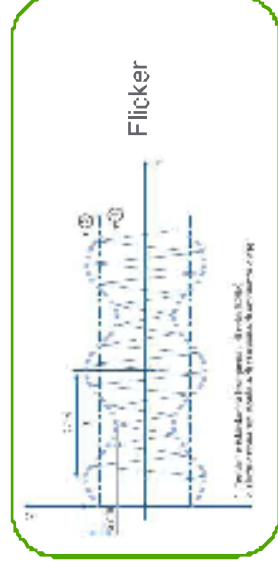
- ↳ Si dovrebbero considerare gli **effetti delle armoniche** di tensione e di corrente sugli impianti, ad es. industriali.
- ⇒ **Le analisi armoniche possono essere richieste** per determinare quali **misure correttive** adottare per adempiere alle prescrizioni locali e/o per assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema elettrico.

NOTA Per ulteriori informazioni consultare la **EN 50160**.

Non presente nella CEI 11-1

Source: per Teclon, © Evolution Control - Elibro, mod. per la dr. Adriano, Davide - M. VITTORE

• CEI EN 50160 PRINCIPALI FENOMENI CONSIDERATI DALLA NORMA



Fonte per l'elenco: Fondazione Censis - Elenco macchine di R. Advennes - Servizio - M. VITTORE

43

DISTURBO

ORIGINE

EFFETTI

Distorsione armonica

Carichi non lineari
Lampade a fluorescenza
Convertitori statici
Forni ad arco/Saldatrici

Malfunzionamento delle protezioni
Aumento dei percorsi nelle macchine cicliche
Aumento delle vibrazioni nelle macchine elettriche

Variazioni rapide di tensione

Forni ad arco/Saldatrici
Inserzione carichi

Flicker (per variazioni ripetitive)
Malfunzionamento di apparati elettronici

Buchi di tensione Interruzioni brevi

Manovre
Guasti

Funzionamento irregolare dei motori
Malfunzionamento di apparati elettronici
Intervento in debito dei relè

Tensioni transitorie

Fulminazioni
Manovre
Inserzione di condensatori

Distruzione isolamenti
Danneggiamento dei circuiti elettronici

Variazioni di frequenza

Distacchi di generatori
Commutazione carichi
Guasti

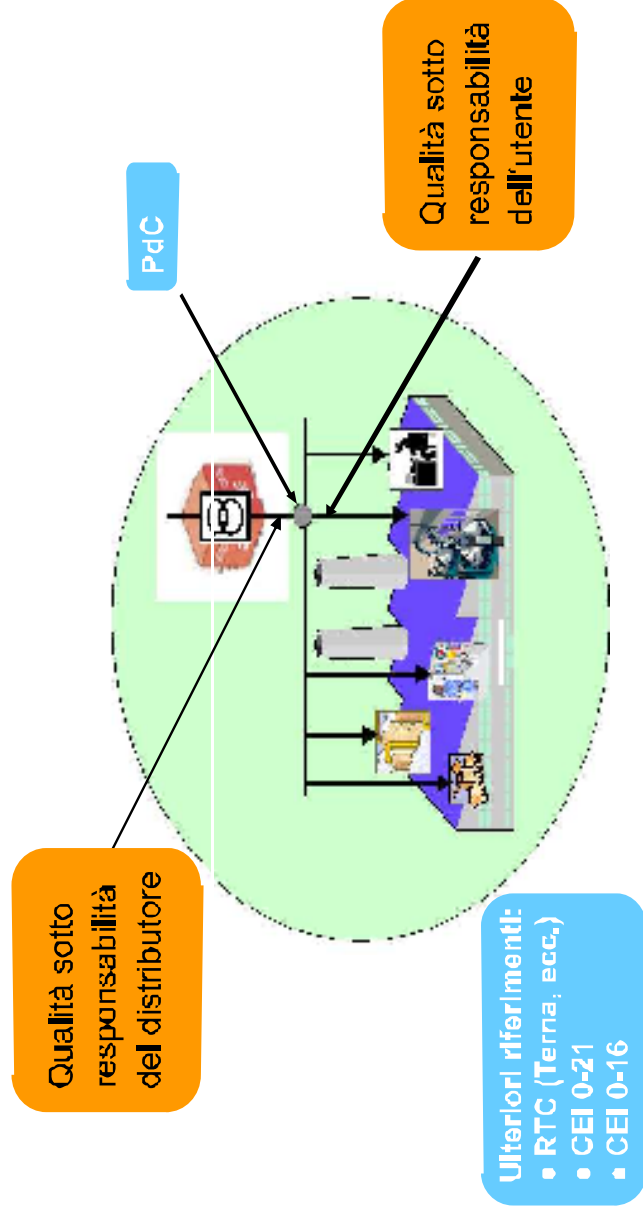
Variazioni di velocità nei motori
Malfunzionamento di apparati elettronici

Fonte per l'elenco: Fondazione Censis - Elenco macchine di R. Advennes - Servizio - M. VITTORE

45

Punto di connessione e responsabilità

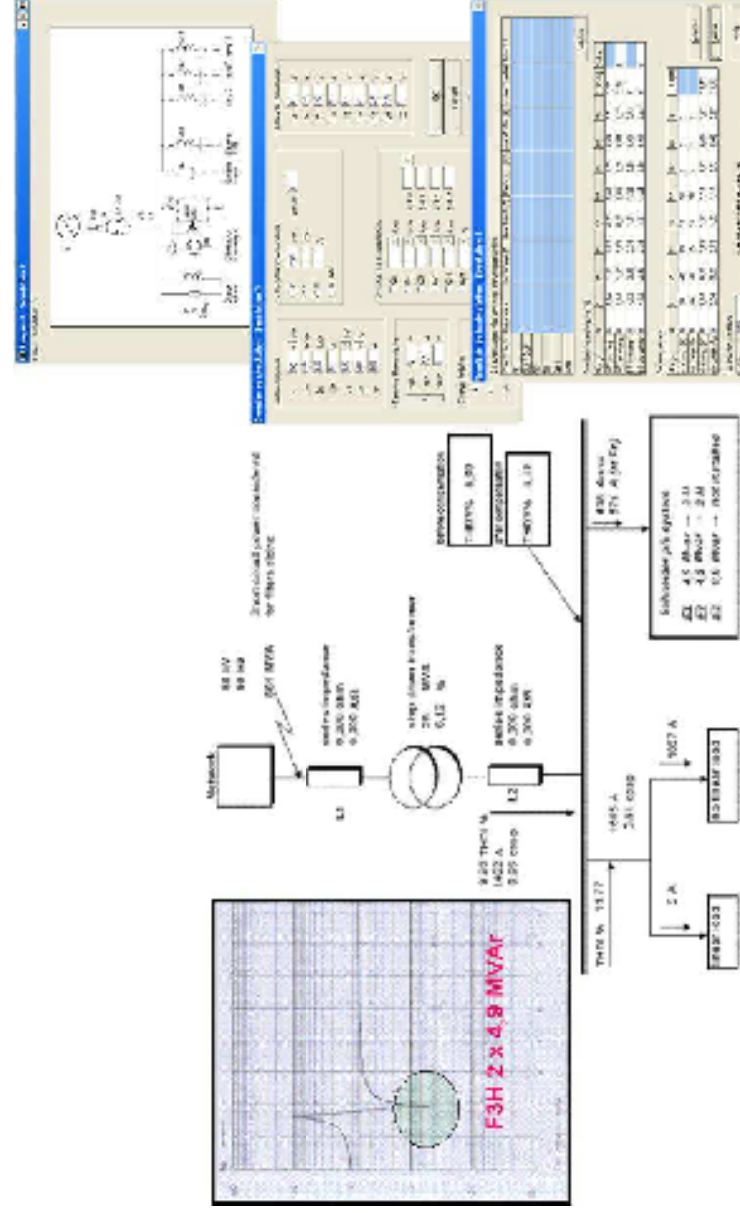
• IL CONFINE FISICO DELL'APPLICABILITA' DELLA NORMA



Fonte per Terna - Evoluzione Centri - Elenco nomi lista da N. Adversone - Servizio - M. VITTORE

32

Inserimento dei dati di ingresso in un software di calcolo o simulatore



Fonte per Terna - Evoluzione Centri - Elenco nomi lista da N. Adversone - Servizio - M. VITTORE

33

Limiti di distorsione armonica

Tabella 1 – Caratteristiche armoniche

PROBLEMA CONSIDERATO	CARICO SENSIBILE	CONSEGUENZE
Qualità di linea aerea AV < 30% U ₀ a15-30 = 100 ms	Apparati elettronici digitali di controllo di processo e trasmissioni ad alta velocità in genere	Annullo del segnale di processo / malfunzionamenti
Qualità di linea aerea AV > 30% U ₀ a15-30 = 100 ms	Accumulatori a velocità variabile (elettronica di potenza) In aggiunta ai carichi sopra descritti e in particolare di 70-80% di carico (motori)	Malfunzionamenti della produzione dell'energia di potenza Annullo o gravi guasti di carica e tensione

CEI 0-16

CEI 0-21

PROBLEMA CONSIDERATO	CAUSE	
	Armoniche	Interferenze
Armoniche	<ul style="list-style-type: none"> Collegamenti a basso livello di potenza Motori e macchine rotanti Trasformatori Cavi elettrici 	<ul style="list-style-type: none"> Malfunzionamenti sistemi di controllo e trasmissione dati Incremento delle perdite di reattivo, trasformatori e cavi e riscaldamento Rischi di sovraccarico
Fluttuazioni di tensione		<ul style="list-style-type: none"> Condensatori Relè di protezione Collegamenti a basso livello di potenza Motori e macchine rotanti Trasformatori Cavi elettrici
Fluttuazioni di tensione		<ul style="list-style-type: none"> Sovra riscaldamento e danneggiamento condensatori Interventi inopportuni nell'isola di protezione Malfunzionamento sistemi di controllo e trasmissione dati Incremento delle perdite di reattivo, trasformatori e cavi e conseguente sovra riscaldamento

Scema per l'armatura - Convention Centrale - CEE - nota IEC da R. Advennes - Devise - M. VITTOR

37

Limiti di distorsione armonica

Tabella 2 – Carichi di disturbo

Cariche	DISTURBI GENERATI					
	SQ	FT	VT	AR	FS	RE
Riproduzione a modulazione	(1)	(3)	(2)	(3)		
Forni domestici	(1)					
Motori industriali	(1)					
Carichi industriali						
Induzione						
HF						
UHF						
Fluorescenza						
Altri						
Saldatrici a resistenza ad arco				(3)		
Motori asincroni (es. per compressori) a velocità variabile						
Trasmissioni						
Convertitori di potenza						
Carichi a ciclo commutabili						
Induzione						
Lampade a scarica fluorescenti						
Radio						

Tabella 3 – Impianti di produzione di disturbo

IMPIANTI DI PRODUZIONE	SQ	FT	VT	AR	FS	RE
Impianti a ciclo commutabile (motori, generatori, alternatori)		*	*	*	*	*
Generatori a coppia di alimentazione		*	*	*	*	*
Generatori a coppia di alimentazione		*	*	*	*	*
Impianti a ciclo commutabile (generatori, alternatori)		*	*	*	*	*
Impianti a ciclo commutabile (generatori, alternatori)		*	*	*	*	*
Generatori a coppia di alimentazione		*	*	*	*	*
Generatori a coppia di alimentazione		*	*	*	*	*

CEI 0-16

CEI 0-21

Legenda

- SQ = dissimmetrie e squilibri
- FT = fluttuazioni di tensione (flicker)
- VT = variazioni di tensione
- AR = armoniche
- FS = frequenze spurie
- RE = radioemissione

Scema per l'armatura - Convention Centrale - CEE - nota IEC da R. Advennes - Devise - M. VITTOR

38

Limiti di distorsione armonica

CEI 0-21

Per la definizione di queste grandezze, il riferimento normativo è la Norma CEI EN 50160.

CEI 0-16

Per la definizione di queste grandezze, il riferimento normativo è la Norma CEI EN 50160. Per i criteri di valutazione, un attuale riferimento tecnico (pur non esaustivo di tutti i fenomeni sopra citati) è rappresentato dai rapporti tecnici IEC TR 61000-3-6 per le armoniche, IEC TR 61000-3-7⁽⁶⁾ per il flicker e variazioni rapide e IEC TR 61000-3-13 per gli squilibri.

Limiti di distorsione armonica

CEI 0-16

•9.1 Valutazione dei disturbi

•Art. 9.1 – Valutazione dei disturbi

✓ I disturbi generati dai carichi dell'impianto di Utente e immessi nella rete devono essere valutati dal Distributore con modalità stabilite dalle relative Norme CEI, CENELEC ed IEC. In generale i limiti di emissione del singolo impianto disturbante devono essere fissati tenendo conto del livello di pianificazione adottato, delle emissioni cogli altri Utenti già connessi alla medesima rete, dell'emissione trasferita dal resto della rete e delle emissioni future di eventuali nuovi impianti.

✓ Data l'aleatorietà e la non prevedibilità delle emissioni armoniche di impianti e/o apparati di Utente, inclusi i generatori statici (inverter), questi non devono comunque provocare disturbi che non consentano il regolare esercizio della rete del Distributore, irrficiando, ad es., la telesezione dei gruppi di misura elettronici, previsto dalle delibere vigenti (Del. AEEG 292/06), eventuali sistemi di telesecco ad altri telecomand/tolo segnali che utilizzino la banda di frequenza assegnata ad uso esclusivo dei Distributori, per la trasmissione dei segnali sulla rete BT (**3 kHz - 95 kHz**).

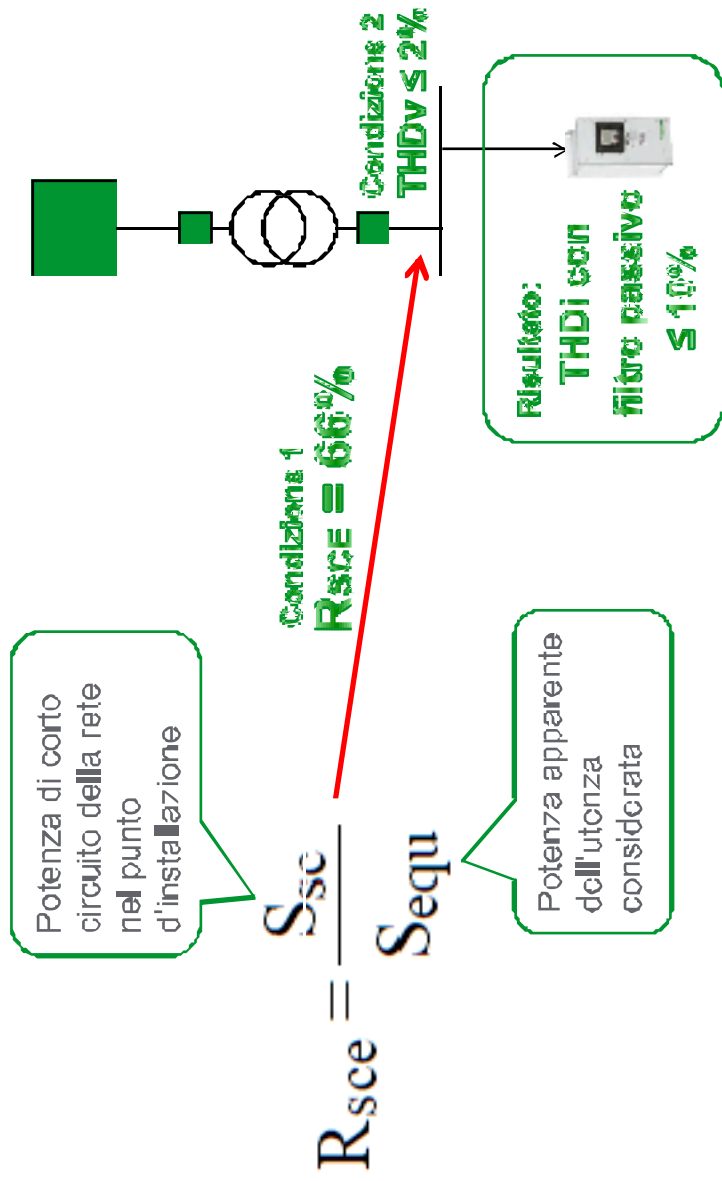
CEI 0-16 (Allacciamenti in MT)

➤ Le apparecchiature degli Utenti non devono, pertanto, Introdurre interferenze condotte nel suddetto intervallo di frequenza sulla rete BT.

**(3 kHz - 95 kHz) ←
ad uso esclusivo
dei Distributori**

➤ Qualora questo non si verifichi, l'Utente dovrà realizzare opportuni provvedimenti correttivi (filtri attivi) o sostituire le apparecchiature disturbanti, anche in carenza di una definita e consolidata norma IEC che copra il suddetto campo di frequenze.

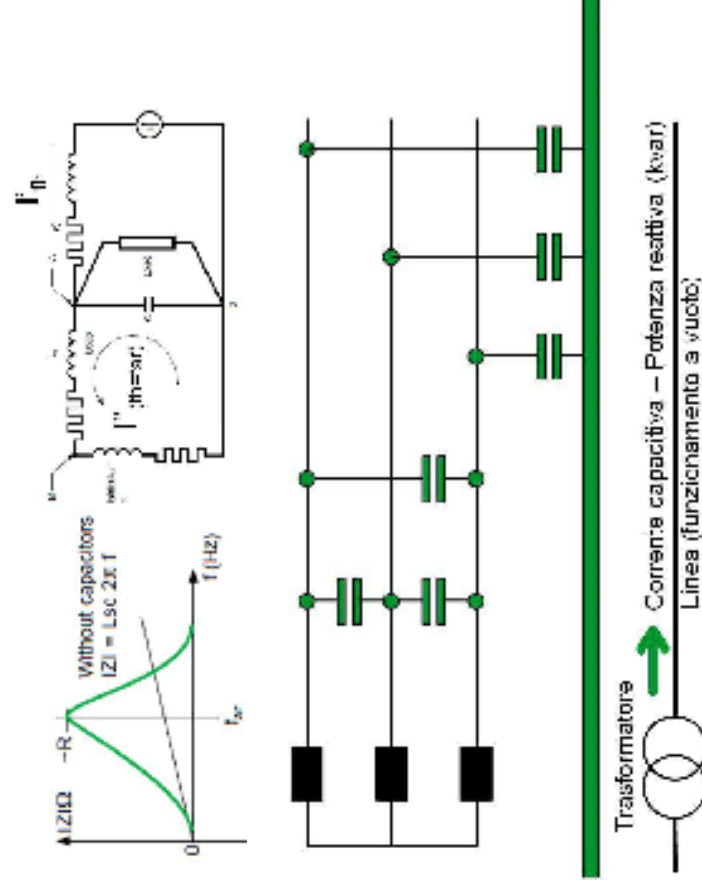
Rispetto delle regole di progettazione fornite dai costruttori



Scienze per l'Elettrotecnica - Elettrotecnica per il Cliente - Prof. Ing. Roberto De Luca - Università degli Studi di Salerno - M. VITTORE

33

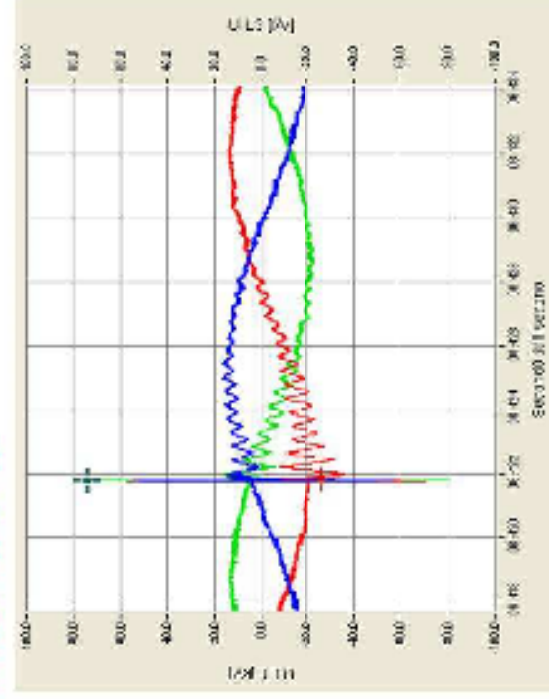
Evitare le risonanze dovute all'inserimento errato di condensatori o linee MT in cavo lunghe



Scienze per l'Elettrotecnica - Elettrotecnica per il Cliente - Prof. Ing. Roberto De Luca - Università degli Studi di Salerno - M. VITTORE

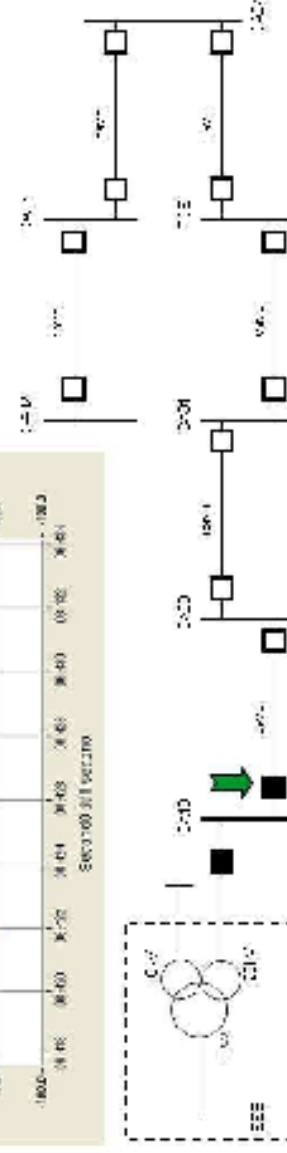
34

Sovracorrenti e sovratensioni di manovra



Chiusura interruttore 2 su linea in cavo (tratto di cavo da GA10 a GA09 in assenza di utenze; il cavo si comporta da condensatore; sovratensione di manovra della tensione di fase > 80 kV su rete $20/\sqrt{3}$ kV)

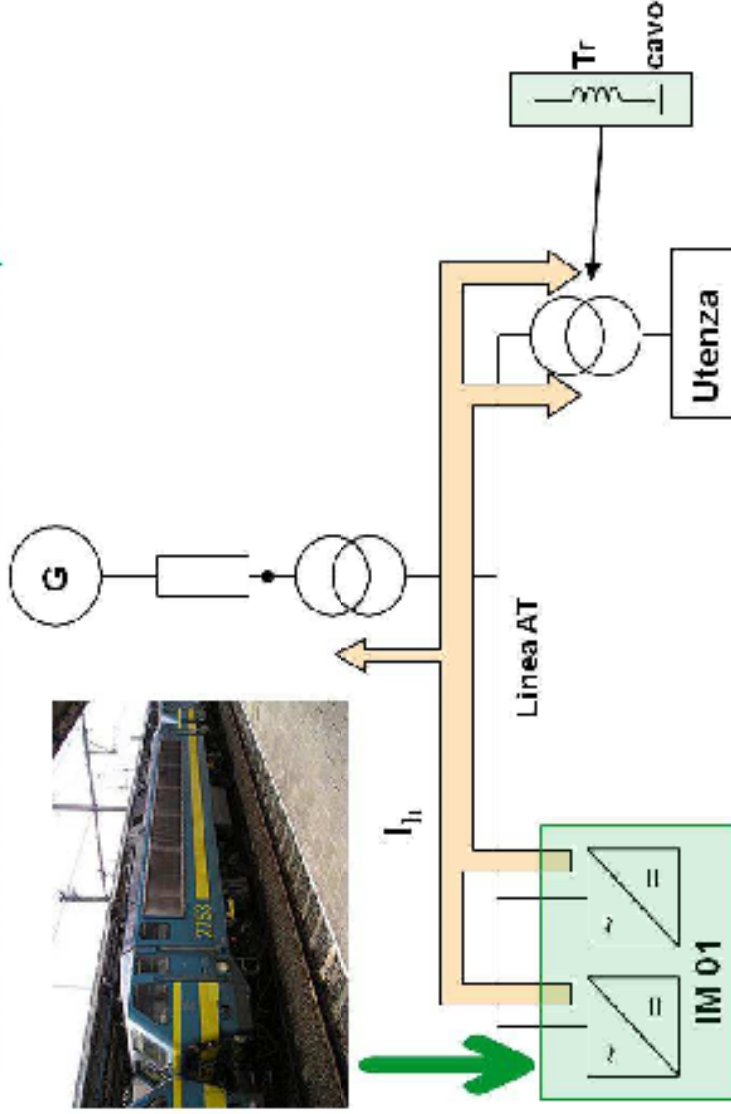
$$V_{tran} > 4 \times V_p$$



Fonte per l'altro: F. Venturi, G. Carli - Elettrotecnica - Ed. Hoepli - Padova - 1978 - M. V. T. C. R.

30

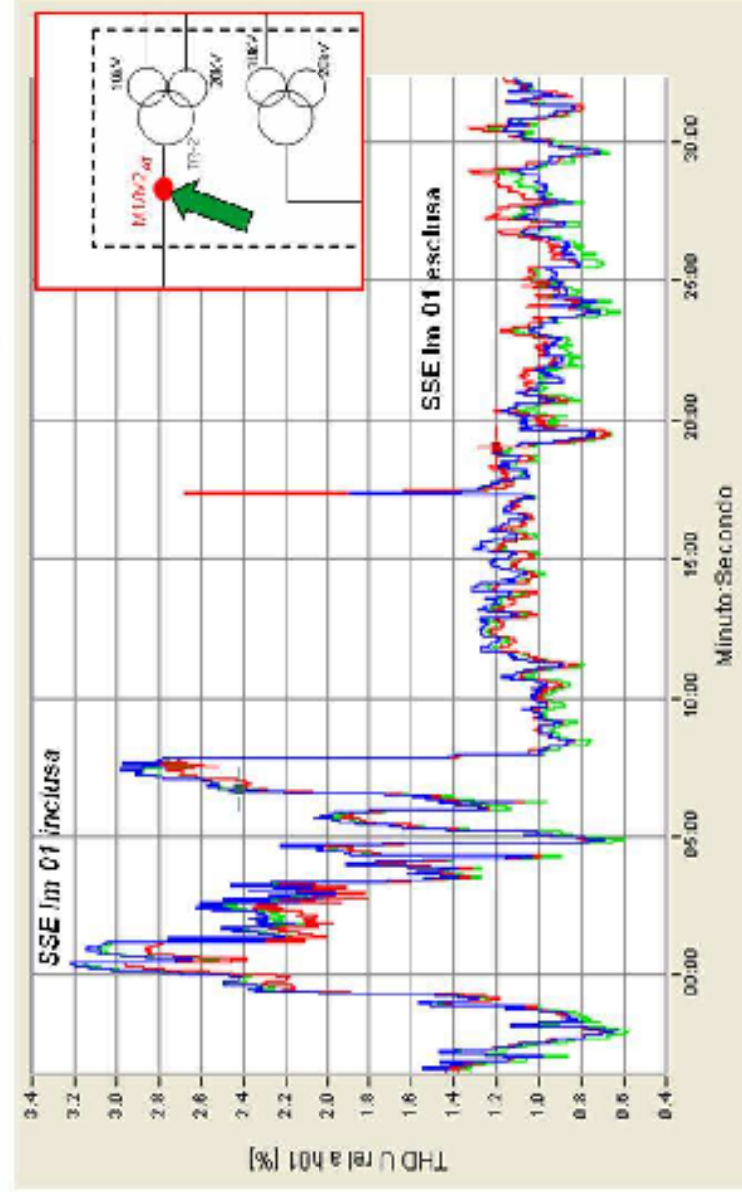
Caso particolare di armoniche di origine esterna che condiziona il funzionamento di un impianto.



Fonte per l'altro: F. Venturi, G. Carli - Elettrotecnica - Ed. Hoepli - Padova - 1978 - M. V. T. C. R.

31

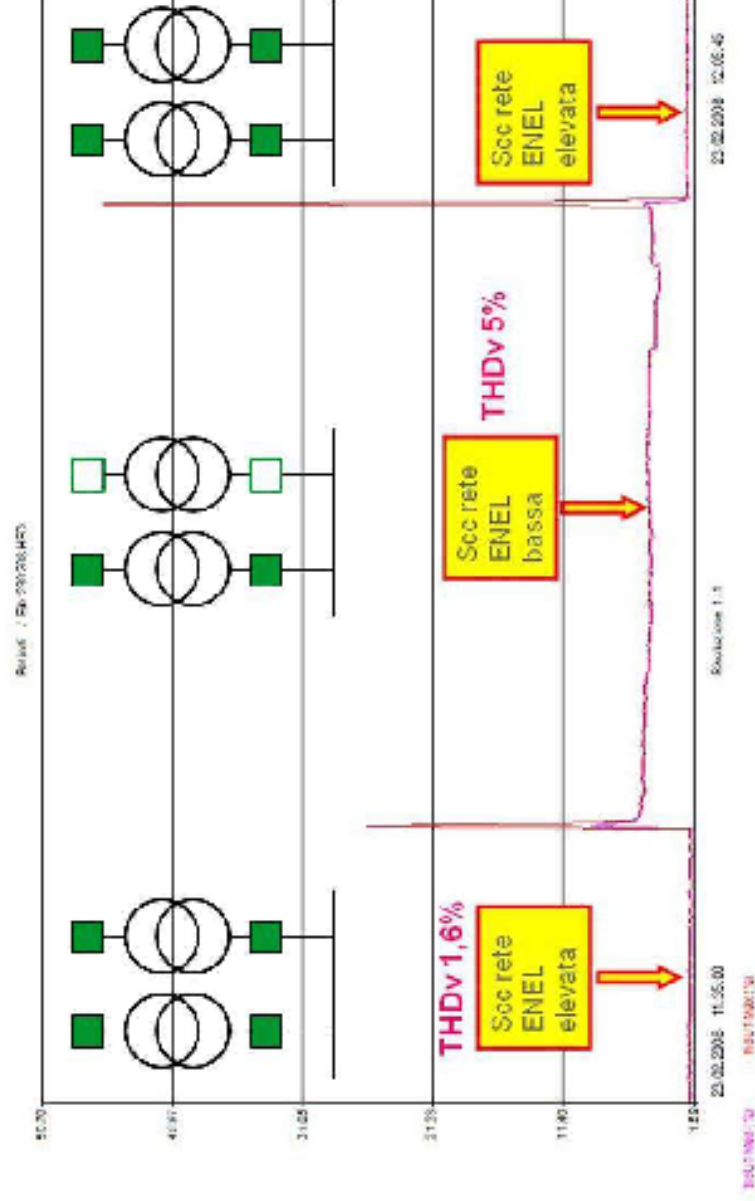
Caso particolare di armoniche di origine esterna che condiziona il funzionamento di un impianto.



Software: Tetrico - Evoluzione Central - Client: nna.laica.it - Advancing Services - M. VITTORE

37

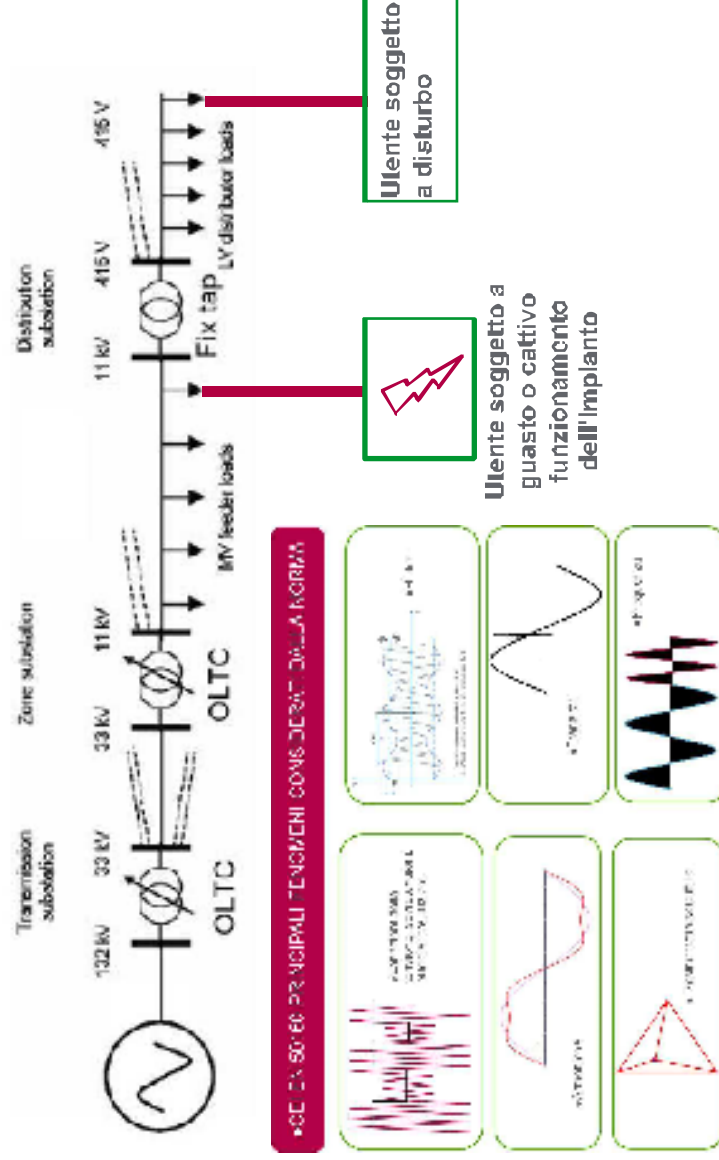
Influenza della Scc di rete sul THDv



Software: Tetrico - Evoluzione Central - Client: nna.laica.it - Advancing Services - M. VITTORE

38

Chi causa problemi di PQ?



Fonte per l'elenco: Evolution Control - Elenco delle leggi di riferimento - Sviluppo - M. VITTORE

74

Progetto:

- **Rispetto delle temperature di funzionamento dei componenti elettrici**
 - Funzionamento in condizioni normali
 - Funzionamento in condizioni di sovraccarico
 - Funzionamento in condizioni di corto circuito (asimmetrie e contributi utenze)
 - Funzionamento in condizioni di elevata distorsione armonica
 - Funzionamento in condizioni di elevata temperatura ambiente
 - Funzionamento in condizioni di bassa temperatura ambiente
- **Rispetto dei limiti di variazione della tensione di rete e frequenza**
- **Rispetto dei limiti di sovratensione transitoria** (manovre interruttori)
- **Rispetto dei limiti di THD stabilito dalle norme** (analisi armonica)
- **Rispetto dei limiti di Flicker stabilito dalle norme** (costruttore macchina)
- **Valutazione dei tempi di commutazione/trasferimento carichi** (stabilità)
- **Valutazione gradi IP/ik** (progettista) e rischio "arc flash" per DPI (costruttore)
- **Livello di sismicità, vibrazioni meccaniche, effetti elettrodinamici, Ecc..**

Fonte per l'elenco: Evolution Control - Elenco delle leggi di riferimento - Sviluppo - M. VITTORE

75