



## *Piattaforma polifunzionale Ponticelle*

### Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - L.R. 20 aprile 2018, n. 4 e s.m.i.

## PROGETTO DEFINITIVO Piattaforma polifunzionale Ponticelle

# ELABORATO 159

## Calcolo correnti di cortocircuito

<b>Approvato</b> HA	R. Boschi E. Zamagni		<b>Approvato</b> ER	G. Romano F. Lia		
<b>Controllato</b> HA	M. Facchini L. Pernetta		<b>Controllato</b> ER	E. Lagrotta G. Crimi		
<b>Redatto</b> Golder		F. De Giorgi C.Zaffaroni S. Salvotti				
<b>Cod. Doc.</b> HA	CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00		<b>Cod. Doc.</b> ER	160053-ENG-F-F5-2409		
<b>Rev.</b>	00	<b>Data</b>	17/09/2021	<b>Pagine</b>	1 di 10	

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>B</b>	<b>ANALISI DEL CIRCUITO .....</b>	<b>5</b>
<b>C</b>	<b>CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE ELETTRICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>D</b>	<b>CALCOLO CORRENTI DI CORTOCIRCUITO .....</b>	<b>9</b>

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	2 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## **INDICE DELLE TABELLE NEL TESTO**

Tabella 1 – Correnti massime di cortocircuito trasformatori 1600 kVA	9
Tabella 2 – Correnti massime di cortocircuito arrivo da GE 1000 kVA	9

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	3 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## A SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del documento è quello di stimare la corrente di cortocircuito massima per guasto sulle sbarre del power center della nuova "Piattaforma polifunzionale Ponticelle" da realizzare presso la Loc. Cà Ponticelle – Ravenna.

Lo schema di riferimento della rete è quello del documento CO 05 RA VA 01 D1 SL 162.00 "Schema elettrico unifilare generale".

Tutti i dati di ingresso del presente lavoro (caratteristiche delle apparecchiature, contributo motori, schema della rete, ecc...) sono quelli previsti allo stato attuale della progettazione ed andranno verificati in sede esecutiva.

Il principale riferimento normativo per l'esecuzione dei calcoli è la norma CEI 11-25 (EN 60909-0) ed. 2001-12 "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti" (la versione 2001-12 è applicabile fino al 10/06/2019; la nuova versione 2016-12 della norma non contiene comunque modifiche sostanziali per quanto riguarda le casistiche in oggetto). I calcoli sono stati eseguiti con software Neplan (versione 5.5.1).

**La presente ingegneria, sviluppata ai sensi dell'articolo 5 del Decreto Ministeriale n.37 del 22/01/2008 e sul progetto di base della Committente, costituisce il progetto "definitivo" di cui agli articoli 1.3.2 e 2.2 della guida CEI 0-2 ed è valido ai soli fini del rilascio del permesso per costruire o altro atto equivalente; per la costruzione andrà preventivamente predisposto il "progetto esecutivo" secondo CEI 0-2.**

La consistenza e l'ubicazione degli impianti oggetto della progettazione sono descritti negli elaborati facenti parte del progetto complessivo (contenente anche la documentazione HSE alla base della presente progettazione elettrica definitiva).

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	4 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## B ANALISI DEL CIRCUITO

Con riferimento allo schema in precedenza citato:

- la rete di stabilimento è alimentata in media tensione dal Distributore a 15 kV, che prescrive una tenuta al cortocircuito di 12,5 kA; tale valore è quindi stato considerato come il valore massimo sulla rete MT, già comprensivo anche del contributo dei motori dello stabilimento. Si è considerato un rapporto R/X della impedenza di rete pari a 0,1, come suggerito da CEI EN 60909-0 art. 3.2 (in mancanza di informazioni più precise). Si è inoltre considerato che il suddetto valore di 12,5 kA sia stato calcolato dal Distributore secondo la norma CEI EN 60909-0 (quindi utilizzando un fattore di tensione  $c = 1,1$ );
- non sono presenti motori MT;
- non sono presenti generatori BT funzionanti in parallelo con la rete;
- sono presenti trasformatori 15/0,4 kV;
- sono presenti numerosi motori BT (tensione nominale 0,4 kV);
- il sistema BT è in tutti i casi di tipo TN-S.

Sempre con riferimento allo schema unifilare citato, sono presenti dei congiuntori tra le sbarre dei trasformatori e tra questi e la sbarra del gruppo elettrogeno, ma l'impianto è previsto con:

- trasformatori non funzionanti in parallelo,
- gruppo elettrogeno non funzionante in parallelo con i trasformatori (né quindi con la rete pubblica di distribuzione)
- quindi con ciascuna sbarra alimentata da un solo trasformatore o dal gruppo elettrogeno.

La suddetta condizione sarà realizzata tramite interblocchi oppure (eventualmente) consentendo il "parallelo breve" (**solo tra i trasformatori**) per il cambio degli assetti, tramite opportune procedure e misure di protezione, in modo da poter trascurare la condizione di "parallelo breve" tra i TR.

Con riferimento alla norma CEI EN61936-1 (CEI 99-2) art. 7.1.1, il calcolo della corrente di cortocircuito è quindi riferito alla normale configurazione circuitale e non in caso di parallelo "breve"

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	5 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

dei trasformatori. Nel caso venga consentito il “parallelo breve” la Committente adotterà adeguate procedure e misure di protezione per evitare pericoli per il personale.

In proposito, si riporta di seguito un estratto da CEI EN61936-1 (CEI 99-2) art. 7.1.1:

*“Gli impianti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche dovute a correnti di cortocircuito in accordo con quanto previsto nell’art. 4.*

*La configurazione circuitale, tuttavia, può essere tale che le parti di impianto, normalmente esercite separatamente, in caso di manovra siano interconnesse per brevi periodi, anche quando, a seguito di tali collegamenti, la corrente di cortocircuito superi quella di progetto dell’impianto. In questi casi si devono adottare adeguate misure di protezione per evitare pericoli per il personale. A tale scopo, possono essere previste determinate procedure di esercizio.*

*NOTA 1 Ciò può essere inevitabile durante le operazioni di manovra quando, per esempio, le linee alimentate vengono trasferite da una sbarra all’altra.”*

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	6 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## C CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Nel seguito si riportano i dati principali delle apparecchiature elettriche componenti la rete 15/0,4 kV.

### Trasformatore T1.1 Cabina Ovest

- Potenza apparente nominale (S): 1600 kVA
- Tensione nominale del primario (UrTHV): 15 kV (con prese a vuoto  $\pm 2 \times 2,5$  %)
- Tensione nominale del secondario (UrTLV): 400 V
- Tensione di cortocircuito  $V_k$ : 6 %
- Regolamento UE 548/2014: AA0AK
- Perdite a vuoto (P0): 1980 W
- Perdite a carico (Pk): 13000 W
- Collegamenti e gruppo vettoriale: Dyn11

### Trasformatore T1.2 Cabina Ovest

- Potenza apparente nominale (S): 1600 kVA
- Tensione nominale del primario (UrTHV): 15 kV (con prese a vuoto  $\pm 2 \times 2,5$  %)
- Tensione nominale del secondario (UrTLV): 400 V
- Tensione di cortocircuito  $V_k$ : 6 %
- Regolamento UE 548/2014: AA0AK
- Perdite a vuoto (P0): 1980 W
- Perdite a carico (Pk): 13000 W
- Collegamenti e gruppo vettoriale: Dyn11

### Generatore GE (GE1)

- Potenza apparente nominale alternatore (S):  $\cong 1000$  kVA

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	7 di 10
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- Tensione nominale: 400 V
- Cos fi nominale: 0,8
- Reattanza subtransitoria  $x_d''$ :  $\geq 8\%$  (@1000 kVA)

### **Motori BT**

Ciascun TR alimenta svariati motori asincroni BT. Tali motori – con esclusione di quelli alimentati tramite azionamento a frequenza variabile senza recupero energetico – contribuiscono in maniera significativa alla corrente di cortocircuito.

Tenendo conto dei dati di progetto attualmente disponibili e di possibili sviluppi futuri degli impianti, per ciascun TR è stata considerata la possibilità di alimentare contemporaneamente motori BT (esclusi quelli alimentati tramite azionamento a frequenza variabile senza recupero energetico) con somma delle potenze apparenti nominali pari a quella del trasformatore, considerando quindi per ciascun TR la presenza dei seguenti motori equivalenti BT:

- Motore equivalente BT derivato da T1.1: 1600 kVA
- Motore equivalente BT derivato da T1.2: 1600 kVA
- Motore equivalente BT derivato da GE1: 800 kW / 1000 kVA

Come previsto da CEI EN 60909-0 art. 3.8.2, per ciascuno dei motori equivalenti BT di cui sopra (inclusi i relativi cavi di collegamento), sono stati considerati i seguenti dati:

- $I_{rM}$  (corrente nominale): pari alla somma delle correnti nominali di tutti i motori
- $ILR / I_{rM}$  (rapporto tra corrente a rotore bloccato e corrente nominale): 5
- $RM / XM$  (rapporto tra resistenza e reattanza): 0,42
- $PrM / p$  (rapporto tra potenza nominale e num. paia di poli): 0,05 MW

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	8 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## D CALCOLO CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Nel seguito si riportano i risultati dei calcoli delle correnti di cortocircuito massime sulle varie sbarre. I calcoli sono stati effettuati con software Neplan v. 5.5.1, considerando i dati di ingresso in precedenza riportati.

I coefficienti di tensione sono stati assunti pari ai valori suggeriti da EN 60909-0 e dal software utilizzato ( $c_{max}=1,1$ ).

Sono state trascurate le impedenze dei cavi 15 kV (in quanto effettivamente trascurabili) ed anche quelle dei collegamenti tra TR e sbarre BT e tra GE e sbarre BT (tutti comunque di notevole sezione e modesta lunghezza): tale assunzione porta ad una leggera sovrastima dei valori massimi (trascurabile comunque all'atto pratico).

Si evidenzia che (come era lecito attendersi, visto il basso rapporto R/X della rete MT e dei trasformatori), il valore di cresta della corrente di picco ( $i_p$ ) è quello che maggiormente influenza la scelta del valore "standard" (1)  $I_{cw}$  di tenuta al cortocircuito di quadri ed apparecchiature.

Nota(1): valore basato sui rapporti  $i_p/I''k$  standard previsti dalle norme di quadri ed interruttori BT.

RISULTATI SBARRE TRASFORMATORI T1.1 – T1.2 (1600 kVA) CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO (guasto trifase)	
Corrente di c.c. simmetrica iniziale $I''k$	~ 52 kA
Valore di cresta $i_p$	~ 115 kA
Corrente termica equivalente $I_{th}$ per tempo totale interruzione = 1 s	~ 47 kA
<b>Corrente di breve durata <math>I_{cw}</math> (1 s) per dimensionamento sbarre, quadri ed apparecchiature</b>	<b>60 kA</b>

Tabella 1 – Correnti massime di cortocircuito trasformatori 1600 kVA

Nella Tabella seguente sono riportate (a mero titolo informativo in quanto i quadri dovranno essere dimensionati per la corrente di cui alla tabella precedente) le massime correnti di cortocircuito in caso di sola alimentazione da GE (con contributo motore come più sopra indicato):

RISULTATI ARRIVO DA GE (alternatore da 1000 kVA) CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO (guasto trifase)	
Corrente di c.c. simmetrica iniziale $I''k$	~ 27 kA
Valore di cresta $i_p$	~ 59 kA
Corrente termica equivalente $I_{th}$ per tempo totale interruzione = 1 s	~ 10 kA
<b>Corrente di breve durata <math>I_{cw}</math> (1 s) per dimensionamento sbarre, quadri ed apparecchiature. N.B. Valore valido solo per le parti/circuiti che <u>non</u> possono essere commutate sotto rete/trasformatori. Per queste ultime va utilizzato il valore peggiore tra arrivo GE e sbarra trasformatore (quindi 60 kA).</b>	<b>31,5 kA</b>

Tabella 2 – Correnti massime di cortocircuito arrivo da GE 1000 kVA

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	9 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Per ciascuna sbarra è stato indicato anche il valore minimo  $I_{cw}$  della corrente di breve durata per cui vanno dimensionati i quadri e le apparecchiature; tale valore è stato arrotondato cautelativamente per eccesso al “kA” immediatamente superiore al valore calcolato.

Per quanto riguarda le correnti di cortocircuito massime in caso di guasto monofase (guasto a terra o guasto fase/neutro), si evidenzia che, in prossimità dei trasformatori, le suddette correnti sono molto elevate. Sono stati condotti calcoli anche per le correnti di guasto massime monofase - considerando prudenzialmente l'impedenza di sequenza omopolare dei TR pari a 0,9 volte quella di sequenza diretta – da cui sono emersi valori solo di poco inferiori a quelli delle correnti massime per guasto trifase. **All'atto pratico, le correnti massime per guasto monofase vanno quindi assunte pari a quelle per guasto trifase, dimensionando di conseguenza quadri, sbarre ed apparecchiature (inclusi conduttori di neutro e di terra) per i suddetti valori.**

CO 05 RA VA 01 D1 DT 159.00	Calcolo correnti di cortocircuito	00	17/09/2021	10 di 10
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	