

## CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzo:** ELETTROTECNICA E AUTOMAZIONE

**Tema di:** IMPIANTI ELETTRICI

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "SIRIO")**

Un complesso industriale deve essere ampliato con la costruzione di un nuovo capannone dove si svolgeranno lavorazioni meccaniche. Il capannone ha una superficie di  $250 \text{ m}^2$  ed è costituito da un ufficio, un reparto di lavorazione e i servizi igienici.

Nel reparto di lavorazione sono presenti 27 macchine, disposte su tre identiche file parallele da 9 macchine, tutte azionate da un motore asincrono trifase le cui potenze nominali sono rispettivamente 3 macchine di 4 kW, 3 macchine di 2,2 kW e 3 macchine di 1,5 kW.

Sapendo che un trasformatore di potenza nominale di 400 kVA, a servizio dell'intero complesso industriale, è idoneo per alimentare anche l'impianto elettrico del nuovo capannone e che la distanza tra il quadro elettrico BT di cabina  $QE_1$  e il quadro elettrico generale del capannone  $QE_2$  è di 30 m, il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie per meglio definire l'utenza, calcoli la potenza convenzionale del nuovo impianto e determini:

1. le caratteristiche dell'impianto di rifasamento;
2. le caratteristiche della condotta di collegamento tra il quadro elettrico BT di cabina  $QE_1$  e il quadro generale del nuovo capannone  $QE_2$ ;
3. le caratteristiche dell'interruttore automatico installato nel quadro elettrico BT di cabina  $QE_1$ , a monte della precedente condotta;
4. le caratteristiche dei sistemi da adottare per la protezione contro i contatti diretti e indiretti.

Inoltre il candidato disegni lo schema elettrico del quadro generale del nuovo capannone  $QE_2$  e indichi i criteri da seguire per la scelta delle apparecchiature installate.

Infine illustri, con opportuna relazione, i criteri di scelta delle apparecchiature di manovra e protezione e delle condutture elettriche previste tra il punto di prelievo e i morsetti MT del trasformatore.

## PREMESSA

Prima di passare ai calcoli viene realizzato un layout che evidenzia i carichi e tutte le parti interessate in modo da dare una facile lettura alle scelte effettuate.

(vedere tavola P1.IE1)

## SVOLGIMENTO

### Calcolo della potenza convenzionale del nuovo impianto:

Indicate rispettivamente  $P_{n1}$ ,  $P_{n2}$ ,  $P_{n3}$  le potenze dei motori da 4 kW, 2.2 kW, 1.5 kW le potenze convenzionali dei tre gruppi risultano:

$$P_{M1} = N_1 * K_{u1} * K_{C1} (P_{n1} / \eta_1) = 9 * 0.75 * 0.7 * (4 / 0.84) \text{ kW} = 22,5 \text{ kW}$$

$$P_{M2} = N_2 * K_{u2} * K_{C2} (P_{n2} / \eta_2) = 9 * 0.75 * 0.7 * (2.2 / 0.8) \text{ kW} = 13 \text{ kW}$$

$$P_{M3} = N_3 * K_{u3} * K_{C3} (P_{n3} / \eta_3) = 9 * 0.7 * 0.6 * (1.5 / 0.77) \text{ kW} = 7.4 \text{ kW}$$

$P_M$  = potenza totale motori

$$P_M = P_{M1} + P_{M2} + P_{M3} = 42.9 \text{ kW}$$

Si ipotizzano altri utilizzatori e rispettive potenze da alimentare dal quadro QE2 con coefficienti  $K=1$ :

✓ Illuminazione  $P_1 = 3 \text{ kW}$

✓ Uffici e servizi  $P_2 = 3 \text{ kW}$

✓ Prese generiche  $P_3 = 3 \text{ kW}$

✓ Condizionamento  $P_4 = 6 \text{ kW}$

✓ Riserva  $P_5 = 3.5 \text{ kW}$

$P_{\text{conv}}$  = potenza convenzionale nuovo impianto

$$P_{\text{conv}} = P_M + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \simeq 64 \text{ kW}$$

## 1. Caratteristiche impianto di rifasamento

Si ipotizza che il fattore di potenza del nuovo impianto sia  $\cos\varphi_0 = 0.85$  e di voler rifasare a  $\cos\varphi_r = 0.94$

$$Q_C = P_{\text{conv}} * (\text{tg}\varphi_0 - \text{tg}\varphi_r) = 16,6 \text{ kVar}$$

Si sceglie un rifasatore modulare nel quadro QE2 da 15 kVar con sei moduli da 2,5 kVar ognuno per un totale di sei combinazioni.

## 2. Dimensionamento linea di collegamento tra quadro QE1 e QE2

Si prevede di utilizzare cavi unipolari in unico tubo interrato in EPR (FG7OR-0,6/1 kV)

Si impone  $\Delta V\% < 4\% \implies \Delta V < 16V$

(per dimensionamento completo vedere schema allegato QE1\_2 pag.3)

## 3. Caratteristiche dell'Interruttore installato nel quadro QE1

(vedere schema allegato QE1\_2 pag.3)

## 4. Caratteristiche dei sistemi adottati per la protezione dai Contatti diretti e indiretti

### Protezione dai contatti indiretti:

Essendo il sistema di distribuzione di tipo TN-S la protezione viene realizzata coordinando i dispositivi d'interruzione dell'alimentazione presenti sulle varie linee (interruttori con sganciatore differenziale) e quindi perchè tale protezione sia efficace l'impedenza dell'anello di guasto dovrà rispettare la seguente disequazione:  $Z_s \leq U_0/I_a$  (dove  $U_0$  è la tensione nominale verso terra e  $I_a$  è la corrente d'intervento differenziale maggiore presente nell'impianto) e i tempi minimi di intervento. Per alcune parti dell'impianto la protezione può anche essere realizzata utilizzando componenti a doppio isolamento. La resistenza di terra di cabina dovrà rispettare la seguente relazione  $R_E \leq U_{TP}/I_{FC}$  con  $I_{FC}$  corrente di guasto a terra fornita dalla società elettrofornitrice e  $U_{TP}$  dipendente dal tempo di eliminazione del guasto fornito sempre dalla società elettrofornitrice

### Protezione dai contatti diretti:

La protezione da realizzare dovrà essere di tipo totale, cioè adeguata ad un ambiente con presenza di personale in ambito lavorativo non addestrato. Tale protezione verrà realizzata attraverso l'isolamento delle parti attive con isolanti di adeguato grado di isolamento e con l'utilizzo di involucri con grado di protezione minimo IP2X (oppure IPXXB) e, per le parti superficiali superiori degli involucri accessibili, con grado minimo IP4X (oppure IPXXD). I differenziali ad alta sensibilità costituiscono una protezione addizionale per i contatti diretti. Per i servizi sarà previsto un collegamento equipotenziale supplementare e l'utilizzo di differenziali ad alta sensibilità (30mA).

## 5. Schema elettrico del quadro generale del nuovo capannone QE2

(vedere schema allegato QE2 pag. 1/2/3)

### **Criteri di scelta delle apparecchiature di manovra e protezione presenti nei quadri:**

Per le apparecchiature di manovra la scelta sarà determinata dalla tensione nominale, dal numero di poli e dalla corrente nominale ( $I_n \geq I_b$ ).

Per gli interruttori magnetotermici si dovrà rispettare la seguente disequazione:  $I_b \leq I_n \leq I_z$  per la protezione dal sovraccarico e le seguenti disequazioni:  $I_{cn}$  (potere d'interruzione)  $\geq I_{cc}$  (nel punto d'installazione) e  $I^2t \leq (KS)^2$  per la protezione dal corto circuito.

La corrente d'intervento differenziale per i magnetotermici differenziali sarà di 30mA per tutte le utenze finali.

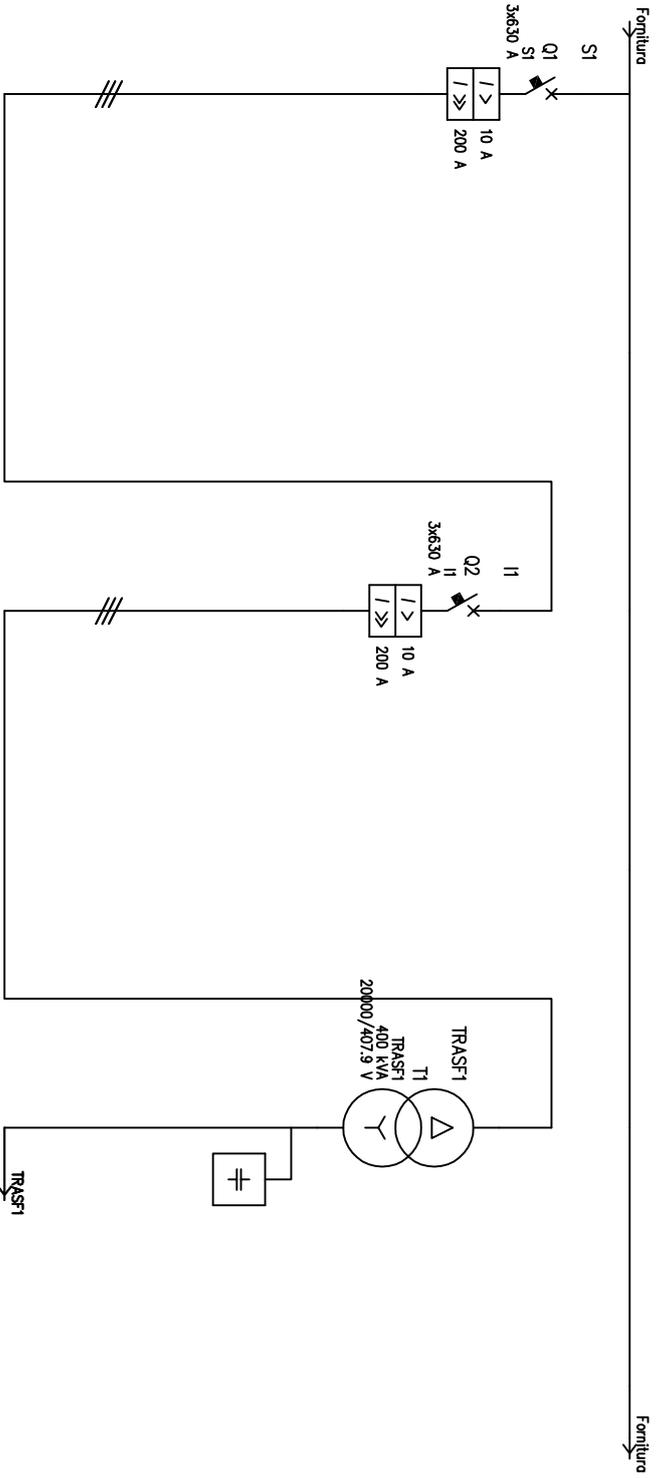
La scelta dei vari interruttori sarà realizzata anche tenendo conto della selettività di intervento che si vuole realizzare sia amperometrica sia cronometrica. Quindi per quanto possibile gli interruttori a monte avranno tempi d'intervento e correnti d'intervento maggiori di quelli a valle.

### **Criteri di scelta delle apparecchiature di manovra e protezione e delle condutture elettriche a monte del trafo in MT**

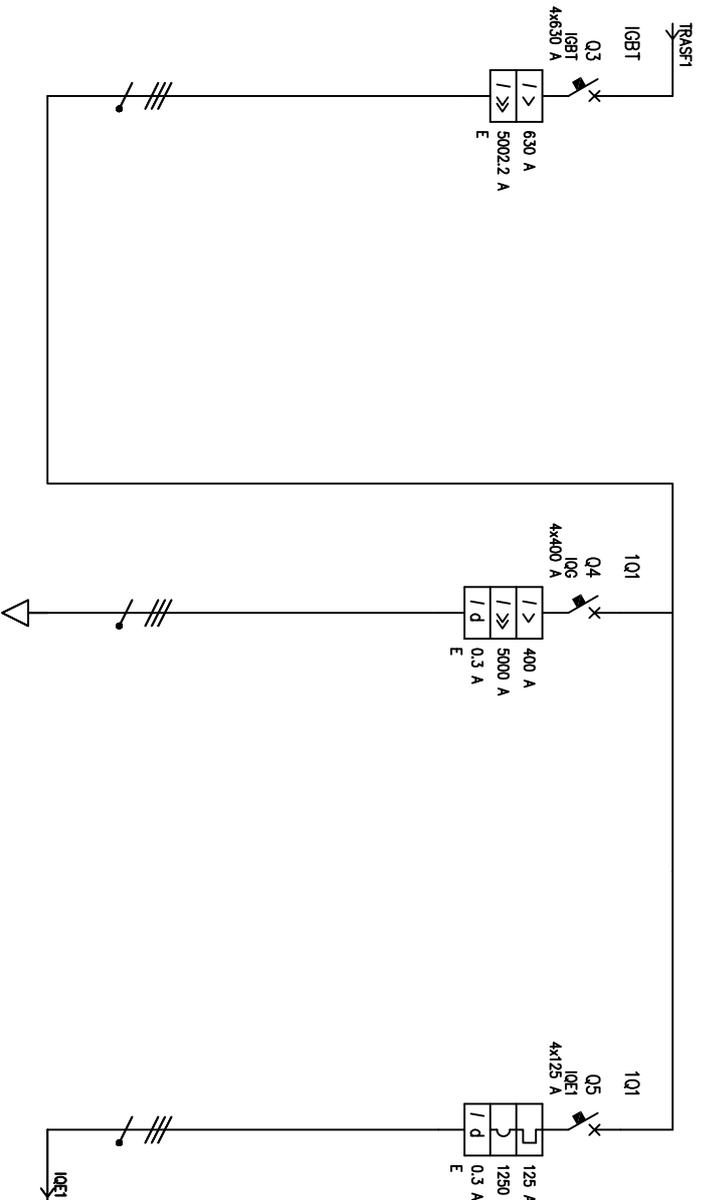
(vedere schema allegato QE1\_2 pag.2)

La scelta del sezionatore sarà determinata dalla tensione nominale ( $>V_n$ ), dalla corrente nominale ( $>I_{In}$ ) e della corrente di corto circuito di breve durata ( $>I_{CCMT}$ ). La scelta dell'interruttore sarà determinata dalla tensione nominale ( $>V_n$ ), dalla corrente nominale ( $>I_{In}$ ) e dal potere d'interruzione ( $>I_{CCMT}$ ). L'interruttore dovrà anche rispettare le regole di connessione tecniche imposte dal fornitore di energia riguardanti le soglie di intervento 50 (corto circuito), 51 (sovraccarico) e 51N (differenziale di terra). Per la sezione dei conduttori si potrà scegliere il 95 mm<sup>2</sup> (minimo consentito dalla norma) con lunghezza inferiore a 20m.



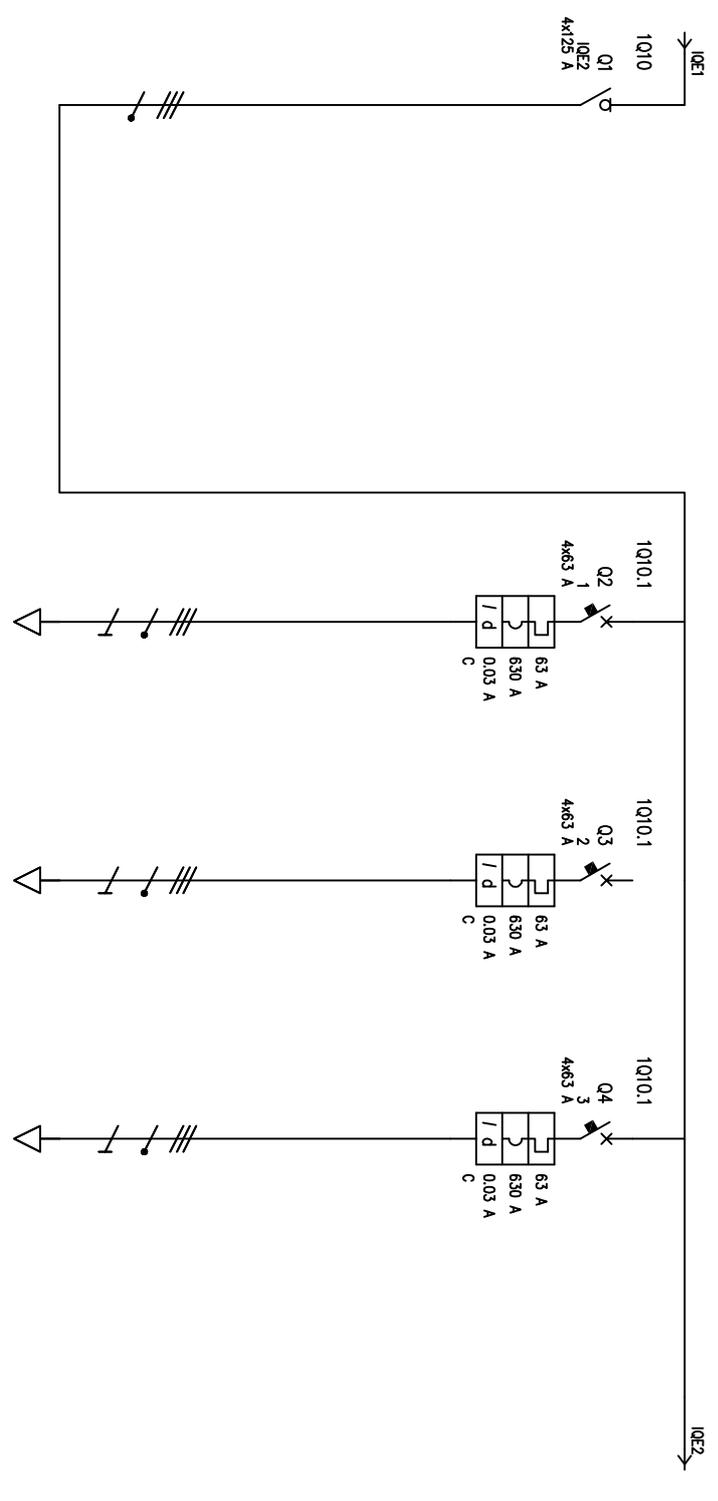


UTENZA	DENOMINAZIONE		SEZIONATORE MT		INTERRUTTORE MT		TRASFORMATORE	
	SIGLA	POTENZA TOT. kW	S1	I1	Media	Media	TRASF1	
	TPO	lb	346,4	346,4	Media	Media	400 kVA	
	POTENZA	kW	269,9	269,9	8,65	8,65	269,9	8,65
	COEF. CONTEMP.	COS φ	1	1	0,9	0,9	1	0,9
	COSTRUTTORE		MERLIN GERIN		MERLIN GERIN			
	TPO		SFT-24-16KA+VIP 37 P / CSd		SFT-24-16KA+VIP 37 P / CSd			
	N.POLL	In	3	3	630	630		
	Ih	A	10	10	10	10		
	I <sub>m</sub> (o curvo)	A Pdi	200	200	16	16		
	TPO							
	CALIBRO		A					
	TPO							
	In	A Pn						
	TPO							
	TARATURA	A						
	TPO CAVO	RG7HIR 18/30 kV						
	FORMAZIONE	3x(1x35)						
	LUNGHEZZA	m	1	1				
	Iz	A	170	170				
	C.d.T. d In	% C.d.T. d lb					2,37	1,93
	Zk	mΩ Zs	968,2	968,4			16,4	
	I <sub>k</sub> trifase/monof. kA	I <sub>k1</sub> fase/terra kA	13,1	13,1			14,8	
	NUMERAZIONE MORSETTIERA							
	DATA		123/06/2011		TEMA		QUADRO MT-8T	
	DISEG.				IMPIANTI ELETTRICI		QE1	
	VISTO				QE1_2		QE1_2.DWG	
	MODIFICA		DATA		SOST. IL.		SOST. DA.	
	FIRMA		APPR.		ORIGINE:		FOGLIO 2 DI 3	
	1		2		3		4	
	5		6		7		8	

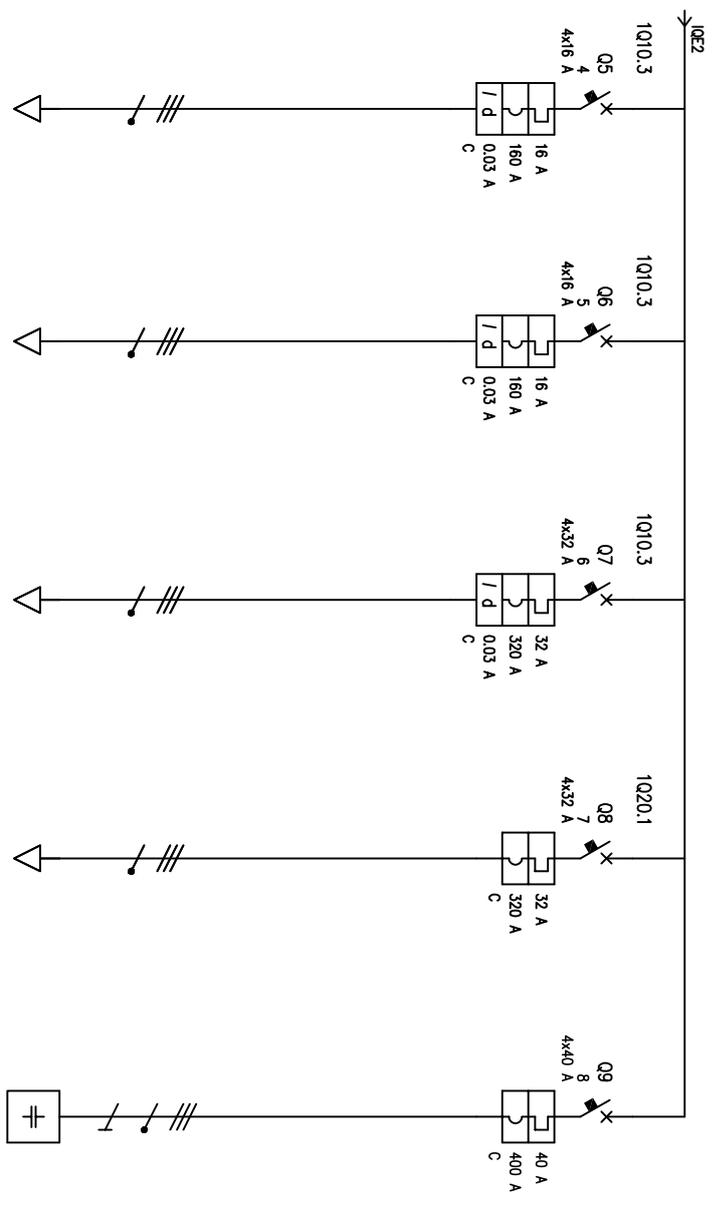


UTENZA	DENOMINAZIONE		INT. GENERALE BT		AL QUADRO OG		AL QUADRO GE2	
	SIGLA	POTENZA TOT. kW	TN-S	339.7	TN-S	277.1	TN-S	86.6
	TIPO	kW	103T		103		102E1	
	POTENZA	lb	263.8	418.6	200	320.8	63.8	98.2
	COEF. CONTEMP.	COS φ	1	0.909	1	0.9	1	0.937
	COSTRUTTORE		BITICINO SPA		BITICINO SPA		BITICINO SPA	
	N.POLI	In	4	630	4	400	4	125
	Ih	A	630	A	400	0.3	125	0.3
	Im (o curvo)	A Pdi	3150	36	2000	36	1250	16
	TIPO		MEGATIKER MA630E-Sel		MEGATIKER MA400E-Sel+MEGATIKER GL400		MEGATIKER MA125+MEGATIKER GE125	
	CALIBRO		A		A		A	
	TIPO		A		A		A	
	In	A Pn	kW		kW		kW	
	TARATURA		A		A		A	
	TIPO CAVO		FG7R 0,6/1 kV		FG7R 0,6/1 kV		FG7R 0,6/1 kV	
	FORMAZIONE		3x(2x240)+1x240		3x(1x240)+1x120		3x(1x50)+1x25	
	LUNGHEZZA		1		30		30	
	lz	A	737.6		461		168	
	C.d.T. q In	% C.d.T. q lb	0.424	0.011	1.07	0.517	1.2	0.61
	Zk	mΩ Zs	16.4	15.9	19.7	18.4	24.8	23.6
	Ik trifase/monof. kA	Ik1 fase/terro kA	14.8	15.2	12.3	13.2	9.8	10.3
	NUMERAZIONE MORSETTIERA							
	DATA	23/06/2011						
	DISEG.							
	VISTO							
	FIRMA							
	APPR.							
	SOST. IL.							
	SOST. DA.							
	ORIGINE:							
	TEMA	IMPIANTI ELETTRICI						
	QUADRO	MT-BT						
	QE1_2							
	QE1_2.DWG							
	FOGLIO	3 DI						
	SEGUE							





DENOMINAZIONE		INT. GENERALE QE2 QUADRO CAPANNONE IQE2		ALIMENTAZIONE LINEA 1 MACCHINE		ALIMENTAZIONE LINEA 2 MACCHINE		ALIMENTAZIONE LINEA 3 MACCHINE	
UTENZA	SIGLA	TIPO	POTENZA TOT. kW	TN-S	43.6	TN-S	43.6	TN-S	43.6
	POTENZA kW	lb	86.6	23	29.3	23	29.3	23	29.3
	COEF. CONTEMP.	COS φ	63.8	0.75	0.85	0.75	0.85	0.75	0.85
	COEFF. CONTEMP.		1						
	COSTRUTTORE		BITICINO SPA	BITICINO SPA		BITICINO SPA		BITICINO SPA	
	TIPO		BTIN SEZIONATORE	BTIN 60 0.03		BTIN 60 0.03		BTIN 60 0.03	
	N.POLL	In	4	4	63	4	63	4	63
	Ih	A	A	63	0.03	63	0.03	63	0.03
	I <sub>m</sub> (o curvo)	A	PdI	630	10	630	10	630	10
	TIPO		A						
	CALIBRO		A						
	TIPO								
	In	A	Pn						
	kW								
	TARATURA		A						
	TIPO CAVO		FG7R 0.6/1 kV	Condotto in sborra		Condotto in sborra		Condotto in sborra	
	FORMAZIONE		3x(2x35)+1x35	3L+N+PE		3L+N+PE		3L+N+PE	
	LUNGHEZZA		1	30		30		30	
	l <sub>z</sub>	A	220.8	160		160		160	
	C.d.T. q In	% C.d.T. q lb	1.22	0.014	1.39	0.081	1.39	0.081	1.39
	Zk	mΩ Zs	25	23.8	30.2	34.9	30.2	34.9	30.2
	I <sub>k</sub> trifase/monof. kA	I <sub>k1</sub> fase/terra kA	9.71	10.2	8.04	6.95	8.04	6.95	8.04
	NUMERAZIONE MORSETTERIA								
	DATA		23/06/2011						
	DISSEG.								
	VISTO								
	FIRMA								
	APPR.								
	SOST. IL.								
	SOST. DA.								
	ORIGINE:								
	TEMA		IMPIANTI ELETTRICI						
	CAPANNONE NEW								
	QUADRO QE2								
	QE2.DWG								
	FOGLIO		2 DI						
	SEGUE		3						



UTENZA	DENOMINAZIONE		AL QUADRO UFFICI		AL QUADRO SERVIZI		ALIMENTAZIONE LINEA PRESE CEE		AL SOTTOQUADRO CODZ CONDIZIONAMENTO		AL QUADRO DI RIFASAMENTO	
	SIGLA	TIPO	TN-S	Q0	TN-S	Q8	TN-S	PRESE CEE	TN-S	CONDIZIONAMENTO	TN-S	Q2
POTENZA	kW	lb	11.1	2.41	11.1	2.41	22.2	4.81	22.2	10.2	27.7	
COEF. CONTEMP.	COS φ	φ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.85	1	1	21.7	
INTERRUTTORE O SEZIONATORE			BITICINO SPA BTDN 60-C+DIFF		BITICINO SPA BTDN 60-C+DIFF		BITICINO SPA BTDN 60-C+DIFF		BITICINO SPA BTDN 60-C		BITICINO SPA BTDN 60-C	
N.POLL.	In	A	4	16	4	16	4	32	4	32	4	40
Ih	A	A	16	0.03	16	0.03	32	0.03	32	32	40	40
I <sub>m</sub> (o curvo)	A	PdI	160	10	160	10	320	10	320	10	400	10
FUSIBILE	TIPO	CALIBRO										
CONTATTATORE	TIPO	In										
RELE' TERMICO	TARATURA	A										
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO	FORMAZIONE	FG7R 0,6/1 kV 4k(1x6)		FG7R 0,6/1 kV 4k(1x6)		FG7R 0,6/1 kV 4k(1x6)		FG7R 0,6/1 kV 4k(1x4)		FG7R 0,6/1 kV 4k(1x6)+1G6	
LUNGHEZZA	m	A	30		30		30		30		1	
C.d.T. d In	% C.d.T. d lb	%	46		46		46		35		46	
Zk	mΩ Zs	mΩ	1.93		1.93		1.93		2.63		1.22	
I <sub>k</sub> trifase/monof. kA	I <sub>k1</sub> fase/terra kA	kA	108.6		108.6		108.6		152.9		27.1	
NUMERAZIONE MORSETTIERA			2.23		2.23		2.23		1.59		8.94	
MODIFICA	DATA	FIRMA	23/06/2011									
REV.			DISSEG.		IMPIANTI ELETTRICI		CAPANNONE NEW		QUADRO QE2		FOGLIO 3 DI 3	
			VISTO								SEGUE	
			APPR.		SOST. IL.		SOST. DA.		ORIGINE:		QE2.DWG	
			1		2		3		4		5	
			6		7		8					

