



irsap

ISTITUTO REGIONALE PER LO SVILUPPO DELLE
ATTIVITA' PRODUTTIVE
Ente Pubblico non Economico
L.R. 8/2012



REGIONE SICILIANA

*Agglomerato Industriale di Ravanusa- Area del Salso
(Provincia di Agrigento)*

OGGETTO: Lavori per la riqualificazione, messa in esercizio e miglioramento funzionale della rete viaria dell'Agglomerato Industriale di Ravanusa - Area del Salso.

PROGETTO ESECUTIVO AGGIORNATO AL 2017

(art. 23 comma 8 D.Lgs 50/16 - Progetto dell'ex Consorzio ASI di Agrigento)

*Calcolo elettrico dell'impianto di
illuminazione stradale*

Elaborato

Data progetto

E.11

27/06/2017

Scala

Aggiornamento

18/07/2017

VISTI E PARERI



Assistenti alla progettazione:
Geom. Andrea Casino Papia
P.I. Gaetano Castronovo

Rilievi e misure:
Adamo Giacomo
Consiglio Girolamo

RUP:
Ing. Salvatore Callari

I Progettisti:
Ing. Pietro Minacapilli
Arch. Luigi Traversa
Geom. Giacomo Distefano

VISTO: Il Responsabile Unico del Procedimento
(Ing. Salvatore Callari)

RELAZIONE PER LE SPECIFICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

• *Introduzione e criteri progettuali*

Per l'alimentazione degli apparecchi di un impianto di pubblica illuminazione è adottata, nella quasi totalità delle applicazioni esistenti, la soluzione a tensione impressa (o in derivazione) in bassa tensione. Impianti a tensione impressa in media tensione ovvero a corrente impressa vengono considerati come alternativi ai primi nel caso di grandi installazioni, non trattate nel presente studio. La distribuzione avviene con sistema TN-S, trifase con neutro 230/400 V 50 Hz, l'alimentazione monofase è economicamente conveniente in impianti di potenza modesta (fino a 6 kW). Trattasi, infatti, di un impianto alimentato da cabina di trasformazione di proprietà dell'utente il cui conduttore di neutro e quello di protezione sono separati.

Il dimensionamento elettrico delle linee di alimentazione deve soddisfare ai seguenti requisiti:

- garantire l'alimentazione dei centri luminosi con una caduta di tensione totale inferiore al 5%, secondo la Norma CEI 64-7 (dimensionamento in relazione alla caduta di tensione);
- garantire la protezione contro i cortocircuiti e contro i contatti indiretti in tutti i punti dell'impianto secondo la Norma CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c." (dimensionamento in relazione alle correnti di cortocircuito).

In riferimento ed ottemperanza alle norme elencate, i criteri seguiti nella progettazione sono:

- Protezione dai sovraccarichi, da effettuare utilizzando interruttori magnetotermici, la cui I_n soddisfa la:

$$I_b \leq I_n \leq I_z;$$

- Protezione dalle correnti di cortocircuito I_{cc} , presente se in ciascuna sezione dell'impianto saranno valide le seguenti relazioni:

$$I_{cc}^2 \times t \leq K^2 \times s^2$$

$$I_n \geq I_b$$

$$I_{cs} \geq I_{cc}$$

ove con I_{cs} si è inteso il potere di cortocircuito di servizio dell'interruttore che è pari a $I_{cn} \times K$, essendo I_{cn} il potere di cortocircuito estremo (dato fornito dal costruttore del dispositivo) e K un valore fissato dalla CEI 23-3 (IV edizione) dipendente da I_{cn} e che nel caso in esame assume il valore unitario;

I criteri di verifica sono quelli tradizionali degli impianti in bassa tensione con le precisazioni che seguono.

Le lampade a scarica, quelle maggiormente utilizzate negli impianti in esame, costituiscono carichi di tipo non lineare, soggetti quindi all'assorbimento di correnti armoniche; la caduta di tensione di 3° armonica non è trascurabile per cui è necessario nell'esecuzione dei calcoli di dimensionamento considerare come caduta di tensione limite un valore inferiore al 5% prescritto (solitamente al 3,4%).

Gli apparecchi d'illuminazione non sono soggetti a sovraccarico per cui non sarebbe necessario proteggere i circuiti che li alimentano contro questo evento. Tuttavia la Norma CEI 64-8 consiglia di proteggere ugualmente i circuiti per ottenere una maggiore sicurezza contro il cortocircuito a fine linea, che il dispositivo di protezione dal cortocircuito potrebbe non "riconoscere".

La protezione contro i contatti indiretti è ottenuta generalmente, con i criteri e le metodologie esposti nella normativa generale per gli impianti di bassa tensione, mediante i seguenti sistemi:

- interruzione automatica dell'alimentazione (messa a terra);
- utilizzo di componenti in classe d'isolamento II.

Per come detto sopra si adotta un sistema di distribuzione TN-S il cui schema è raffigurato nella figura seguente:

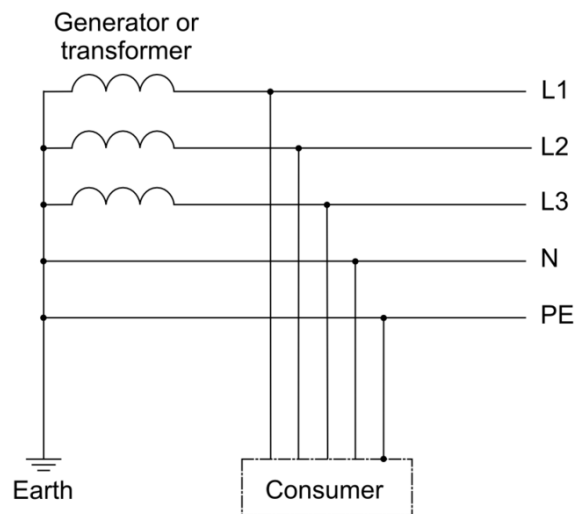


Figura 1

pertanto la via di richiusura della corrente non coinvolge il terreno ma è costituita essenzialmente dal conduttore di protezione (PE). Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti in un sistema TN tramite la disconnessione automatica del circuito in accordo alla norma CEI 64-8/4, è necessario rispettare la seguente relazione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0;$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il guasto e la sorgente (in ohm);

I_a è la corrente d'intervento entro 5 secondi per i circuiti di distribuzione e per i circuiti terminali con correnti superiori a 32A, se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale d'intervento.

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

• **Dimensionamento e verifica dei cavi**

Il criterio adottato per un corretto dimensionamento della sezione dei cavi consiste nel verificare che la massima corrente di impiego prevista per le linee I_B , sia minore o uguale alla portata I_Z del cavo nelle peggiori condizioni di impiego previste. Tale criterio è noto come *criterio termico*.

Si dovrà avere quindi:

$$I_B = \frac{n_i \cdot P_i}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad \text{per linee trifasi con carico lampade uniformemente ripartito tra le fasi}$$

Con:

P_i uguale alla potenza unitaria [W] della i-esima lampada impiegata;

n_i uguale al numero di lampade alimentate dalla linea;

V uguale alle tensioni concatenate [V] della linea;

$\cos \varphi$ uguale al fattore di potenza, generalmente posto uguale a 0,9 per lampade a scarica a vapori di sodio alta pressione.

Sezione conduttore mm ²	Diametro del conduttore mm	Spessore medio isolante mm	Spessore medio Guaina mm	Diametro esterno massimo mm	Peso indicativo del conduttore kg/km	Portata di corrente (A) in tubi interrati		Resistenza a temperatura di funzionamento 85° C Ω/km	Reattanza a 50 Hz Ω/km	Raggio minimo di curvatura mm
						$\rho=1$	$\rho=1,5$			
1,5	1,4	1	1,4	8,7	75	18	16	15,30	0,17	55
2,5	1,8	1	1,4	9,1	90	23	20	9,50	0,15	60
4	2,3	1	1,4	9,7	110	30	27	5,90	0,14	65
6	2,8	1	1,4	10,2	140	38	34	3,90	0,13	70
10	4	1	1,4	11,5	190	51	45	2,31	0,12	85
16	5,1	1	1,4	12,6	260	66	59	1,46	0,11	100
25	6,4	1,2	1,4	14,4	375	86	77	0,92	0,11	115
35	7,3	1,2	1,4	15,4	470	104	93	0,66	0,10	125
50	8,5	1,4	1,6	17,5	620	129	115	0,49	0,10	145
70	10,2	1,4	1,8	19,7	850	158	141	0,34	0,10	155

Tabella 1

• **Verifica della massima caduta di tensione**

Effettuata la scelta della sezione della linea con il criterio termico, si procede alla verifica della massima caduta di tensione dei singoli tronchi di linea in modo che la caduta di tensione totale nella linea, per come detto sia inferiore al 3,4%.

Lo scema di calcolo adottato è basato sull'ipotesi (verificata nella pratica) di considerare il carico delle lampade come uniformemente distribuito sulla linea e quindi di operare con il carico pari a quello di tutte le lampade installate nel tronco posto a metà della lunghezza dello stesso e con un carico di estremità pari a quello di tutte le altre lampade a valle del tronco.

La formula da applicare nel caso di tronchi di linea trifase è:

$$\Delta V_{jk} = \frac{1}{V \cos \varphi} (R_j \cos \varphi + X_j \sin \varphi) (P_j \frac{L}{2} + P_k L) \quad [V]$$

$$\Delta V_{jk} \% = (100 * \Delta V_{jk}) / V$$

dove:

P_j uguale alla potenza complessivamente assorbita da n+1 lampade uniformemente derivate lungo il tronco j-k;

P_k potenza complessiva assorbita da tutte le lampade presenti a valle del nodo k e da questo alimentati;

R_j, X_j Resistenza e Reattanza per km di cavo, ricavate dalla tabella 1, in funzione della sezione.

Anche in situazioni di non uniforme distribuzione delle lampade lungo il percorso è possibile individuare una suddivisione in tronchi privi di lampade ($P_j = 0$), detti tronchi di transito, ed in tronchi con ripartizione uniforme del carico sull'intera lunghezza.

In dipendenza della deformazione dell'onda di corrente, provocata dall'assorbimento di correnti non sinusoidali da parte delle lampade a scarica, il conduttore neutro è caratterizzato dalla presenza di una non trascurabile terza armonica che provoca un'ulteriore caduta di tensione.

E' consigliabile dunque fissare la caduta di tensione inferiore a quella prescritta dalle norme (consigliabile una caduta di tensione inferiore al 3,4%) ed utilizzare per il conduttore neutro sezioni uguali a quella dei conduttori in fase.

• **Descrizione dell'impianto**

I calcoli effettuati e la presente relazione tecnica riguardano esclusivamente il dimensionamento dei cavi, degli interruttori e delle apparecchiature elettriche relativi all'alimentazione dell'impianto di illuminazione.

L'impianto in esame è attualmente alimentato da due cabine di trasformazione MT/BT di proprietà del Consorzio che trasformano la tensione di alimentazione dal valore di 20 kV al valore di 400 V; la potenza dei suddetti trasformatori è pari a 400 kVA ciascuno.

A valle di ciascun trasformatore, all'interno della cabina, è presente un quadro di bassa tensione che è provvisto di strumenti di misura e controllo e che serve un quadro di alimentazione dei corpi illuminanti posto in posizione accessibile all'esterno della cabina di trasformazione.

Per la razionalizzare la distribuzione dell'energia elettrica ai corpi illuminanti dell'agglomerato industriale in studio, l'impianto è stato suddiviso in due circuiti principali:

- 1) circuito lato svincolo;
- 2) circuito lato area industriale.

Per quanto riguarda le scelte progettuali, l'impianto è stato concepito in modo da suddividere tutti corpi illuminanti raggruppandoli in settori indipendenti allo scopo di evitare che un guasto occasionale in un settore possa ripercuotersi su tutte le utenze, creando così sia un disservizio generalizzato sia notevoli problemi di individuazione del guasto stesso; pertanto per ogni quadro sono stati previsti cinque rami circuitali separati per l'alimentazione dei sopradetti settori.

All'interno dei suddetti quadri sono previsti, a monte degli interruttori generali, i relativi gruppi di misura della corrente e della tensione di alimentazione, oltre a tutte le apparecchiature di comando, sezionamento e protezione per il corretto funzionamento dell'impianto.

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati elaborati grafici (planimetria e schema unifilari dei quadri 1 e 2). Per quanto riguarda, invece, le linee di distribuzione esse saranno costituite da cavi unipolari di adeguata sezione (vedi calcolo rami circuitali) in alluminio isolati con elastomero sintetico etilepropileno sotto guaina in PVC del tipo FG7R 0,6/1,0 kV e contraddistinti dalla marcatura CE; i suddetti cavi saranno alloggiati all'interno di tubazioni protettivi circolari rigide in PVC interrate al di sotto della piattaforma stradale.

Infine per il dimensionamento delle condutture di distribuzione e delle relative apparecchiature elettriche, è stato necessario valutare il carico assorbito da ciascuna linea per poi valutarne la corrente di impiego che sta alla base del dimensionamento.

La distribuzione dei carichi sulle fasi è stata effettuata al fine di garantire la massima equilibratura degli stessi: per tale motivo i centri luminosi sono derivati ciclicamente sulle varie fasi. Per definire i carichi si è proceduto assumendo un carico concentrato per ciascun apparecchio di illuminazione il valore nominale di 250 W moltiplicato per un coefficiente che tiene conto di eventuali sovraccarichi di 1,20 (vedasi calcoli rami circuitali allegati).

• *Conclusioni*

Dopo quanto avanti detto e descritto, si ritiene a giudizio che l'impianto in oggetto così fatto è conforme alle leggi in atto vigenti che regolano in materia.

Agrigento, li

Il Tecnico

CALCOLI DEI RAMI CIRCUITALI

RAMO 1 - QUADRO 1

V=400 V

 COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₁ A	9,04	4,52	0	0	31	9.300	6	14,91	0,83	0,21%
TRATTO AB ₁	303,17	151,59	6	1.800	0	0	6	2,89	2,71	0,68%
TRATTO AC ₁	51,81	25,91	1	300	18	5.400	6	9,14	2,85	0,71%
TRATTO C ₁ D ₁	332,24	166,12	11	3.300	0	0	6	5,29	5,44	1,36%
TRATTO C ₁ E ₁	289,73	144,87	7	2.100	0	0	6	3,37	3,02	0,75%

CADUTA MAX DI TENSIONE= 2,28%

 PORTATA MIN RAMO I_z= 34 A

RAMO 2 - QUADRO 1

V=400 V

 COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₁ A	9,04	4,52	0	0	38	11.400	35	18,28	0,18	0,05%
TRATTO AA ₂	96,91	48,46	0	0	38	11.400	35	18,28	1,96	0,49%
TRATTO A ₂ B ₂	46,7	23,35	2	600	36	10.800	16	18,28	1,96	0,49%
TRATTO B ₂ C ₂	21,99	11	1	300	0	0	10	0,48	0,02	0,01%
TRATTO B ₂ D ₂	28,28	14,14	0	0	35	10.500	10	16,84	1,76	0,44%
TRATTO D ₂ E ₂	542,07	271,04	16	4.800	0	0	10	7,7	7,7	1,92%
TRATTO D ₂ F ₂	360,01	180,01	19	5.700	0	0	10	9,14	6,07	1,52%

CADUTA MAX DI TENSIONE= 3,39%

 PORTATA MIN RAMO I_z= 45 A

RAMO 3 - QUADRO 1

V=400 V

 COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₁ A ₃	33,08	16,54	0	0	35	10.500	35	16,84	0,62	0,15%
TRATTO A ₃ B ₃	153,93	76,97	6	1.800	29	8.700	16	16,84	5,58	1,40%
TRATTO B ₃ C ₃	50,1	25,05	0	0	16	4.800	10	7,7	1,42	0,36%
TRATTO C ₃ E ₃	383,96	191,98	16	4.800	0	0	10	7,7	5,45	1,36%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 3,27%

 PORTATA MIN RAMO I_z = 45 A

RAMO 4 - QUADRO 1

V=400 V

 COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₁ A ₃	33,08	16,54	0	0	27	8.100	16	12,99	1,01	0,25%
TRATTO A ₃ B ₄	134,05	67,03	5	1.500	22	6.600	16	12,99	3,72	0,93%
TRATTO B ₃ C ₄	211,12	105,56	7	2.100	0	0	6	3,37	2,2	0,55%
TRATTO B ₄ D ₄	553,17	276,59	15	4.500	0	0	10	7,22	7,36	1,84%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 3,02%

 PORTATA MIN RAMO I_z = 34 A

RAMO 5 - QUADRO 1

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₁ A ₃	33,08	16,54	0	0	39	11.700	50	18,76	0,53	0,13%
TRATTO A ₃ B ₃	153,93	76,97	0	0	39	11.700	50	18,76	2,45	0,61%
TRATTO B ₃ C ₃	50,1	25,05	1	300	38	11.400	50	18,76	0,79	0,20%
TRATTO C ₃ D ₅	57,89	28,95	1	300	37	11.100	50	18,28	0,89	0,22%
TRATTO D ₅ E ₅	35,11	17,56	1	300	0	0	10	0,48	0,03	0,01%
TRATTO D ₅ F ₅	273,56	136,78	6	1.800	30	9.000	35	17,32	4,81	1,20%
TRATTO F ₅ G ₅	649,54	324,77	17	5.100	0	0	25	8,18	4,05	1,01%
TRATTO F ₅ H ₅	169,6	84,8	5	1.500	8	2.400	10	6,25	3,16	0,79%
TRATTO H ₅ I ₅	72,7	36,35	2	600	0	0	10	0,96	0,13	0,03%
TRATTO H ₅ L ₅	216,82	108,41	6	1.800	0	0	10	2,89	1,15	0,29%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 3,38%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 45 A**RAMO 6 - QUADRO 2**

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₂ A	10,88	5,44	0	0	18	5.400	6	8,66	0,58	0,15%
TRATTO AA ₆	28,36	14,18	2	600	16	4.800	6	8,66	1,43	0,36%
TRATTO A ₆ B ₆	67,5	33,75	2	600	14	4.200	6	7,7	3,01	0,75%
TRATTO B ₆ C ₆	17,68	8,84	0	0	9	2.700	6	4,33	0,47	0,12%
TRATTO B ₆ D ₆	147,93	73,97	5	1.500	0	0	6	2,41	1,1	0,28%
TRATTO C ₆ E ₆	366,54	183,27	9	2.700	0	0	6	4,33	4,91	1,23%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 2,60%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 34 A**RAMO 7 - QUADRO 2**

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₂ A	10,88	5,44	0	0	18	5.400	10	8,66	0,35	0,09%
TRATTO AA ₆	28,36	14,18	0	0	18	5.400	10	8,66	0,91	0,23%
TRATTO A ₆ B ₇	323,2	161,6	9	2.700	9	2.700	10	8,66	7,74	1,94%
TRATTO B ₇ C ₇	137,17	68,59	4	1.200	0	0	6	1,92	0,82	0,20%
TRATTO B ₇ D ₇	159,39	79,7	5	1.500	0	0	6	2,41	1,19	0,30%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 2,55%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 34 A**RAMO 8 - QUADRO 2**

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₂ A	10,88	5,44	0	0	21	6.300	10	10,1	0,41	0,10%
TRATTO AB ₈	197,02	98,51	4	1.200	17	5.100	10	10,1	6,64	1,66%
TRATTO B ₈ C ₈	202,41	101,21	6	1.800	0	0	6	2,89	1,81	0,45%
TRATTO B ₈ D ₈	334,69	167,35	11	3.300	0	0	6	5,29	5,48	1,37%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 3,13%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 34 A

RAMO 9 - QUADRO 2

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₂ A	10,88	5,44	0	0	30	9.000	25	14,43	0,24	0,06%
TRATTO AB ₉	236,42	118,21	6	1.200	26	7.800	25	14,43	4,85	1,21%
TRATTO B ₉ C ₉	19,77	9,89	0	0	26	7.800	16	12,51	0,58	0,15%
TRATTO C ₉ D ₉	289,62	144,81	7	2.100	0	0	6	3,37	3,02	0,75%
TRATTO C ₉ E ₉	556,31	278,16	19	5.700	0	0	16	9,14	5,99	1,50%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 2,92%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 34 A**RAMO 10 - QUADRO 2**

V=400 V

COS ϕ =0,90

LINEA	L (m)	L/2 (m)	N° di lampade nel tratto di linea	P _J (Watt)	N° di lampade a valle del tratto di linea	P _K (Watt)	S (mm ²)	I (A)	ΔV (volt)	$\Delta V\%$
TRATTO Q ₂ A	10,88	5,44	0	0	19	5.700	16	9,14	0,23	0,06%
TRATTO AA ₆	28,36	14,18	0	0	19	5.700	16	9,14	0,61	0,15%
TRATTO A ₆ D ₆	215,43	107,72	0	0	19	5.700	10	9,14	7,27	1,82%
TRATTO D ₆ E ₁₀	208,4	104,2	6	1.800	0	0	10	2,89	1,11	0,28%
TRATTO D ₆ F ₁₀	446,41	223,21	13	3.900	0	0	10	6,25	5,15	1,29%

CADUTA MAX DI TENSIONE = 3,32%

PORTATA MIN RAMO I_Z = 34 A