

Relazione di dimensionamento preliminare cavo AT HV/MV Substation Bornasco (PV)

MIL05

Customer: MICROSOFT

Contract: 48PO-05081

Siemens Energy Doc. Code: 48PO-05081_E_3180_D5_0003_00

Microsoft Doc. Code:

Sub-Supplier Doc. Code:

Export Control Classification:

ECCN:	AL:
-------	-----

These items are controlled by the U.S. Government (when labeled with "ECCN" unequal "N") and authorized for export only to the country of ultimate destination for use by the ultimate consignee or end-user(s) herein identified. They may not be resold, transferred, or otherwise disposed of, to any other country or to any person other than the authorized ultimate consignee or end-user(s), either in their original form or after being incorporated into other items, without first obtaining approval from the U.S. Government or as otherwise authorized by U.S. law and regulations. Items labeled with "AL" unequal "N" are subject to European / national export authorization. Items without label / with label "AL:N" / "ECCN:N" or label "AL:9X9999" / "ECCN:9X9999" may require authorization from responsible authorities depending on the final end-use, or the destination.

Restricted © Siemens Energy, 2020

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

**stC Srl
engineering group**

Via V. Ciocca, 2 – 27010 San Genesio ed Uniti (PV)
tel. 0382.580.404 - fax 0382.580.942
e-mail: ufficio@gruppostc.it
www.gruppostc.it - cf/pi 02002830186

Sede legale:

Piazza Repubblica, 22 – 27026 Garlasco (PV)



On the safe side.



COMMITTENTE

**MICROSOFT 4825 ITALY srl
viale Pasubio 21
20154 MILANO**

PROGETTO

**ISTANZA AUTORIZZATIVA
LINEA ELETTRICA A.T. - LIN2
prevista in BORNASCO - CURA CARPIGNANO
(LOC. PRADO) -PV-**

DESCRIZIONE ELABORATO

DIMENSIONAMENTO CAVO

COMMESSA SP 518-2023	SOTTOCA TEGORIA PV	OPERATORE Per. Ind. Stefano Negri
---------------------------------------	-------------------------------------	--

GRADO INTERVENTO		TIPOLOGIA DOCUMENTO			SETTORE						
	PRELIMINARE	x	PROGETTO		AMPLIAMENTO		ELE		IOR		PSC
x	DEFINITIVO		STATO DI FATTO		MODIFICA		VVF		ACU		SIC
	ESECUTIVO		ADEGUAMENTO		ALTRO		TER		EDI	x	ALT

REVISIONI DOCUMENTO		
N°REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	10.07.2023	PRIMA EMISSIONE

REDATTO Per. Ind. Stefano Negri	VERIFICATO Per. Ind. Stefano Negri	APPROVATO Dr.Ing. Ileano Comizzoli
---	--	--

Index:

1	PREMESSA	3
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA.....	5
3	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL CAVO AT 132KV.....	5
4	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVO AT	17
4.1	Premessa.....	17
4.2	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	17
4.3	Composizione dell'elettrodotto in cavo.....	18
4.4	Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia.....	18
5	VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	28
5.1	Richiami normativi.....	28
5.2	Campi elettrici e magnetici.....	30
5.3	Valutazione del campo elettrico.....	30
5.4	Fasce di rispetto.....	30
5.5	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto.....	31
6	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	33
6.1	Leggi	33
6.2	Norme tecniche	34

1 **PREMESSA**

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnica di progetto della connessione elettrica in cavo interrato tra la “NUOVA SE 132 kV Campus Microsoft e la rete elettrica nazionale. Le connessioni saranno 2 totalmente indipendenti, il primo cavidotto interrato denominato “Linea 1” terminerà a ridosso del traliccio individuato con le coordinate 45.23729837691668, 9.224618676829396, in riferimento al palo Terna T.23-1730 P.085, nel comune di Sant’Alessio (PV), in località Cascina Guardabiate, nei pressi del centro di addestramento APT, mediante connessione rigida su traliccio esistente.



Il secondo cavidotto interrato denominato “Linea 2”, verrà posato e connesso alla esistente cabina primaria Enel Est sita in Strada Vimanone, frazione Prado, nel comune di Cura Carpignano (PV).

Le due linee una di riserva all’altra sempre in tensione, serviranno ad alimentare la sottostazione utente con una potenza complessiva di 66MVA, necessaria alla funzionalità del centro Microsoft di futura realizzazione.

Per la connessione della Campus alla Rete di Trasmissione Nazionale (“RTN”) la società ha presentato richiesta di connessione al gestore della rete di trasmissione nazionale (TERNA) e ha ottenuto da questi la soluzione di connessione (STMG) per tali impianti. Tale soluzione prevede che l’impianto” sia collegato in antenna provvisoriamente all’elettrodotto esistente e con il secondo alla esistente stazione a 132 kV della RTN situata nel territorio del comune di Cura Carpignano e denominata “ENEL CP Pavia EST”, previo adeguamento della stessa agli standard realizzativi Enel/Terna.

La società scrivente quindi ha predisposto il progetto per autorizzazione delle suddette opere di connessione. Nel seguito in particolare saranno indicate le caratteristiche tecniche dell'elettrodotto denominato "Linea 2" necessario all'alimentazione della Sottostazione Campus Microsoft in Bornasco e la connessione alla rete elettrica Nazionale.

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Come detto in premessa, le opere descritte nella presente relazione costituiscono le opere di rete indispensabili al funzionamento del nuovo Campus Microsoft in costruzione presso il comune di Bornasco.

3 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL CAVO AT 132KV

In accordo alla richiesta del cliente, il dimensionamento del cavo a 132kV verrà sviluppato in modo da poter garantire illimitatamente la funzionalità a piena potenza di trasmissione, garantire la possibilità di manutenzione di una delle due linee senza interferenze elettriche e/o meccaniche, garantire la sicurezza per gli operatori e per i comuni cittadini.

La richiesta di dimensionamento del cavo è in accordo al documento fornito dal cliente per una potenza sui due elettrodotti di 66MVA ciascuno.

PERMANENT UTILITY CONNECTION – TECHNICAL DETAILS		
1.00	Site & Location	Site 24, Milan 45°15'19.31" N 9°12'26.06" E
1.01	MW IT	48 MW IT
1.02	Total MVA, (Assume 1.3PUE and 0.95PF)	66 MVA
1.03	Permanent Power Required for (RDD) or (BALLARD) or (RDD & BALLARD)	66 MVA

1.09	Voltage (XX kV)	132 kV
1.10	Maximum available Utility MVA, including future potential Capacity (XX MVA)	66 MVA
1.11	Maximum potential future MW IT site capacity (XX MW)	48 MW IT
1.12	Utility Company Name	Terna

Il primo elettrodotto che verrà connesso in via provvisoria ad un elettrodotto Terna rete Italia esistente, verrà poi rinominato linea principale, quando Terna Rete Italia provvederà alla realizzazione della nuova sottostazione in zona Lardirago.

Il secondo elettrodotto verrà connesso alla cabina primaria di Enel in zona Pavia Est e verrà definito collegamento di back up.

Come detto i due collegamenti dovranno avere la capacità di trasporto di tutta la potenza necessaria senza limitazioni.

I due collegamenti verranno posati entro tubazione in PE diametro 200mm tale da permettere la posa in opera degli stessi in modalità agevole e cercando di garantire il minor numero di giorni di chiusura al traffico delle strade interessate.

Dall'analisi con Georadar del tracciato "linea 1", oltre che dalla verifica dei documenti è emerso che sul ciglio stradale sia destro che sinistro sono presenti sottoservizi che corrono parallelamente alla strada per gran parte della lunghezza del percorso del cavo che non permettono la posa e l'esercizio dei due elettrodotti paralleli.

Viste le interferenze esistenti dovute a tubazioni di acqua e distribuzione cittadina di metano, risulta non possibile, fermo restando le distanze minime dei due cavidotti, realizzare uno scavo sufficientemente largo da assicurare, la distanza minima operativa tra i due cavidotti e la demolizione completa della strada comunale e la salvaguardia dei sottoservizi di primaria necessità.

Il collegamento "Linea 2" dal Campus Microsoft verso la Cabina Primaria Enel di Pavia dove avverrà la connessione definitiva, sarà pertanto realizzato su tracciato che vedrà coinvolte le strade dei seguenti comuni:

- Bornasco
- Zeccone
- San Genesio ed Uniti
- Pavia
- Cura Carpignano

In accordo alle norme CEI 11-17 verranno posizionati a trifoglio i tre tubi atti a contenere i cavi di alta tensione alla profondità di 1,6 metri mediante uno scavo di larghezza pari ad 1 metro possibilmente al fianco del ciglio stradale dove la carreggiata stradale lo permette e nel centro della viabilità in tutte quelle strade secondarie tali da evitare i sottoservizi esistenti.

Questa soluzione ci permette di mantenere le distanze meccaniche ed operative dalle infrastrutture esistenti, evitare crolli in fase di scavo del ciglio stradale dovuta alla presenza di sottoservizi e avere la certezza che i mezzi di lavoro agricoli impiegati nelle zone possano scaricare il peso durante la percorrenza nelle fasce stradali non oggetto di intervento.

Pertanto, visti i sottoservizi, valutate le distanze minime tra gli elettrodotti, verificata l'ampiezza stradale, si è optato necessariamente per la realizzazione di due elettrodotti totalmente indipendenti.

Il tracciato prevede lo scavo in trincea per tutta la zona accessibile ai macchinari per la movimentazione terra, nei tratti in cui noi sia possibile operare verranno realizzate delle perforazioni controllate tali da permettere l'inserimento dei tubi in polietilene e di conseguenza il cavo AT.

La presenza di trivellazioni a profondità superiori a 1,6 metri, impone però una verifica ulteriore sulla portata dei cavi.

Al fine di oltrepassare i canali Colatore Roggione, Roggia Sartirana, Roggia Beccaria, Cavo Lorini, sarà necessario realizzare perforazioni avente lunghezza variabile, massimo 50 metri con una profondità valutata tra gli 8 e i 12 metri dal piano stradale. Le perforazioni risultano essere decisamente meno impattanti rispetto al caso più critico pari a 12 metri, considerato per la linea 1. Siamo comunque in attesa di ricevere le sezioni idrauliche della delle varie rogge sopra descritte per confermare la futura profondità di posa del cavidotto.

Dei requisiti sopra descritti, la portata del cavo risulta essere molto influenzata dalla poca capacità dissipativa del conduttore posto in tubo in profondità, pertanto nonostante la posa della linea 2 sarà inferiore ai 12 metri, in via conservativa riteniamo che i calcoli fatti a 12 metri siano assolutamente migliorativi alla profondità di 8 metri.

In accordo alla potenza di trasmissione richiesta di 66MVA, corrispondono a 132kV circa 290 A.

In considerazione anche della lunghezza della linea 2, di circa 12km con una corrente capacitiva di circa 3,6A/km per fase, (sezione 400mmq) essendo la stessa in quadratura sulla corrente di linea ed in assorbimento di reattivo capacitivo dell'utenza, l'incremento in termini di corrente risulta non superiore ai 300A.

Al fine di utilizzare la medesima tipologia di cavo per i due elettrodotti, per minimizzare costi, materiali e spare parts, essendo la linea 1 dal punto di vista del passaggio in profondità la più gravosa, abbiamo ritenuto che la verifica di portata effettuata alla profondità di 12 metri sia la condizione peggiore per la posa del cavo in oggetto. Per quanto riguarda la linea 2, la profondità di posa massima stimata sarà di circa 8 metri, pertanto, avendo effettuato la verifica e la valutazione in condizioni più gravose, si ritiene che una posa a profondità inferiore sia dal punto di vista della portata certamente migliorativa.

- Per tale valore di corrente, è stata fatta l'analisi nella seguente condizione operativa:
- Posa del conduttore in tubo alla profondità compresa tra gli 8-12 metri
- Posa dei conduttori a trifoglio

- Schema di collegamento schermi single point Bonding.
- Coefficiente scambio termico $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$

Pertanto, verificata la portata alla profondità di 12 metri con cavi intubati, eventuali passaggi a profondità inferiori risultano sicuramente verificate.

Nota tecnica:

i collegamenti degli schermi realizzabili in questa soluzione sono di tre tipi, single point bonding, both end bonding e cross bonding.

Dal punto di vista tecnico, la soluzione più gravosa è il both end bonding, che normalmente non si esegue, per la quale, abbiamo comunque provveduto a realizzare il calcolo.

Diversamente, il single point bonding ed il cross bonding possono essere equiparati nel momento in cui il collegamento risulta essere perfettamente diviso in tre lotti di cavo identici.

Nel caso specifico, in caso in cui i lotti non fossero identici potrebbe esserci una riduzione di portata direttamente proporzionale alla differenza di lunghezza dei tre tronchi di cavo in quanto verrebbero instaurate correnti di ricircolo sugli schermi comunque limitate tali da avere una riduzione di portata dell'ordine del 5-10%. In fase esecutiva, a valle del posizionamento delle tratte sarà sicuramente possibile verificarne matematicamente la variazione di portata che riteniamo essere limitata.

Data la lunghezza del cavidotto di linea 2, nonostante il percorso non presenti curve a stretto raggio, a gomito o interferenze critiche, valutate comunque la numerosa mole di sottoservizi si propende per la realizzazione di buche giunti con distanze comprese tra i 700 e gli 800 metri tali da permettere una ottimale gestione dei passaggi cavo, un più facile inserimento dei cavi nelle tubiere e di conseguenza uno schema di messa a terra degli schermi cavi che permetta di ottenere pezzature multiple di tre per consentire la migliore gestione dei collegamenti.

Verifica massima portata in single point bonding a temperatura di 85°C gradi sezione 400mmq



1. RATED CURRENTS IN STEADY-STATE

1.1. A2XSA(FL)2Y-GC-WTC 1x400RM/170 132 kV

1.1.1. Cable laid in trefoil formation, HDD at depth 12m in PE ducts Ø 200mm.

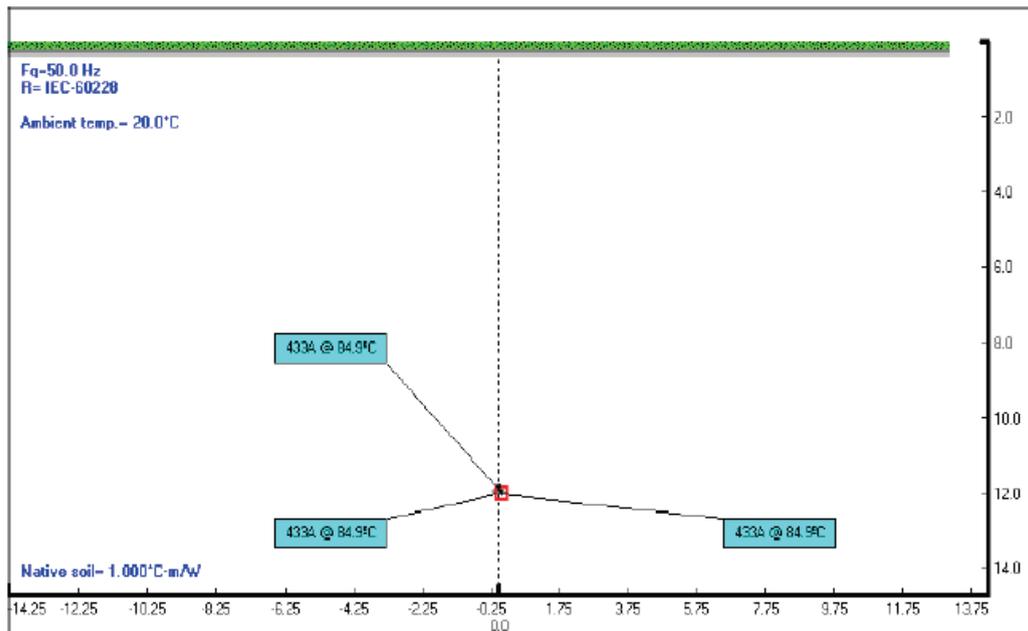


Fig. 1. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 12 m. Single point bonding. The ampacity is 433 A at 85°C.

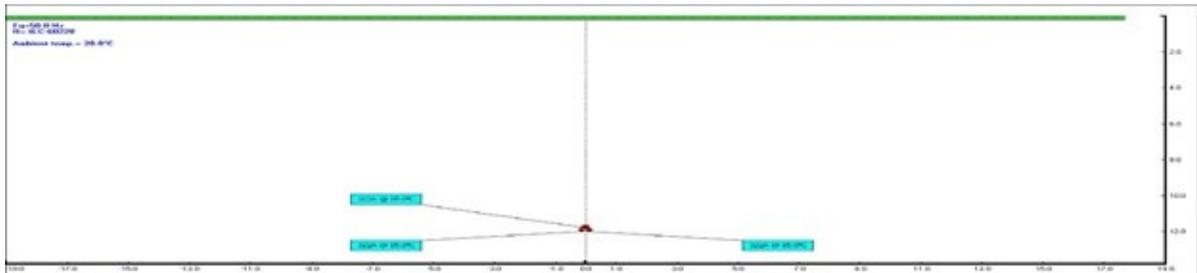
La condizione più gravosa è sicuramente la posa in profondità tale che alla temperatura di 85 gradi, come richiesto dalla specifica, ha dato come risultato la portata del conduttore a 433A mediante schermi collegati in single point-bonding o comunque assimilabili ad un collegamento in cross bonding con pezzature di identica lunghezza. La riduzione di portata risulterà minima in condizioni di pezzature identiche fino ad arrivare alla situazione qui sotto menzionata di schermi connessi da entrambe i lati both end bonding dove è possibile verificare

che alla temperatura di 85 gradi, come richiesto dalla specifica, ha dato come risultato la portata del conduttore a 322A.

Dal calcolo effettuato mediante SW CYMCAP è risultato che la portata utile della seziona individuata pari a 400mmq in alluminio, che risulterebbe ampiamente sufficiente nelle condizioni di posa a 1,6 metri di profondità, risulta invece al limite dell'accettabilità nella condizione effettiva di posa in a 12 metri di profondità con schermi connessi in both end bonding.

Le condizioni descritte risultano essere restrittive rispetto al progetto ma danno garanzia di sicurezza elettrica al dimensionamento del collegamento.

Come da allegato, è possibile verificare che la portata risulta essere di 322A in both end bonding con una temperatura operativa di 85° centigradi sezione 400mmq.



Ampacity and Temperatures							
Cable	Cable ID	I [A]	θ_c [°C]	θ_s [°C]	θ_a [°C]	θ_{surf} [°C]	θ_{duct} [°C]
Cable Index Number	Cable Equipment ID	Steady State Ampacity	Conductor temperature	Sheath/Shield temperature	Armour temperature	Cable surface temperature	Duct surface temperature
1	ARE	322,48	84,99	78,14	n/a	77,03	69,44
2	ARE	322,48	84,95	78,11	n/a	77,00	69,41
3	ARE	322,48	85,03	78,18	n/a	77,07	69,48

a

Verifica della portata in sigle point bonding alla corrente di linea in cavo intubato alla profondità di 12m sezione 400mmq circa 49°C di temperatura operativa

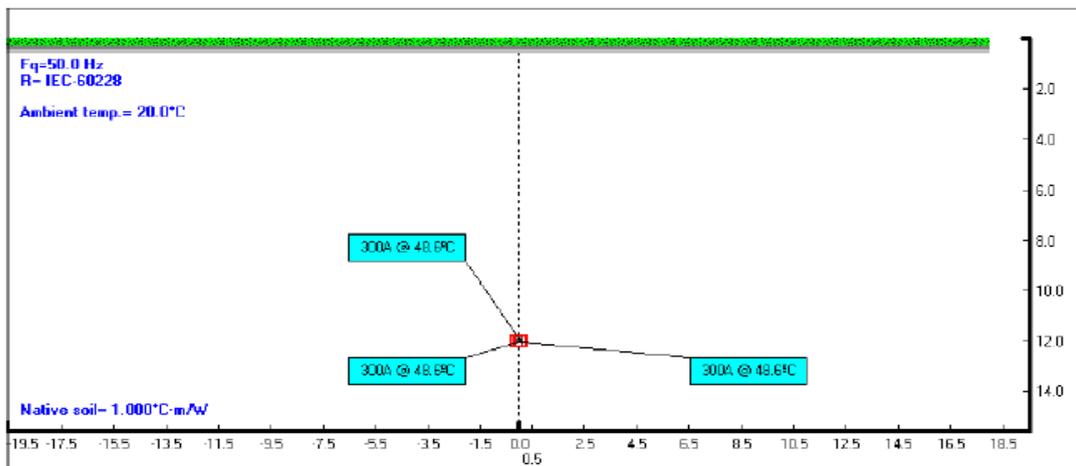


Fig. 3. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 12 m. Single point bonding.
The ampacity set value is 300 A.

Verifica della portata in sigle point bonding alla corrente di linea cavo intubato alla profondità di 1,6m sezione 400mmq circa 40° centigradi di temperatura operativa

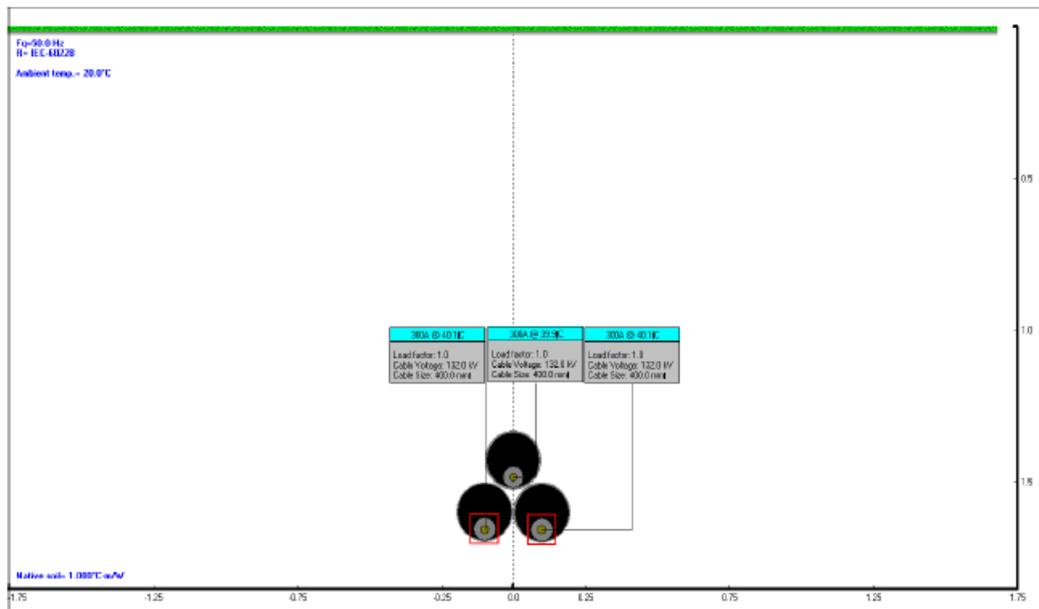


Fig. 7. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 1.6 m. Single point bonding.
The ampacity set value is 300 A.

Verifica massima portata in single point bonding a temperatura di 85° centigradi sezione 630mmq cavo intubato a 12 metri di profondità.



1.2. A2XSA(FL)2Y-GC-WTC 1x630RM/170 132 kV

1.2.1. Cable laid in trefoil formation, HDD at depth 12m in PE ducts Ø 200mm.

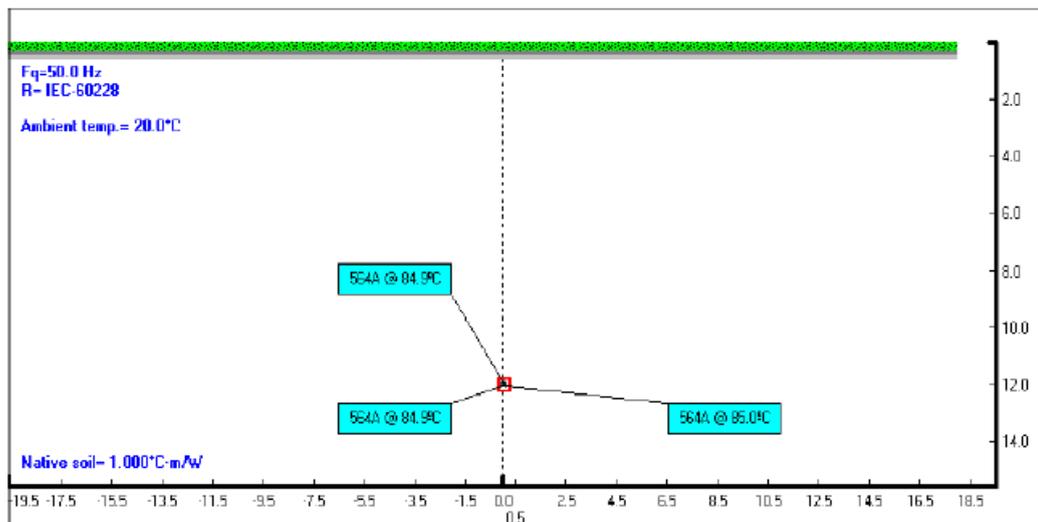


Fig. 9. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 12 m. Single point bonding.
The ampacity is 564 A at 85°C.

Verifica della portata in single point bonding alla corrente di linea cavo intubato alla profondità di 12m sezione 630mmq circa 37°Centigradi di temperatura operativa

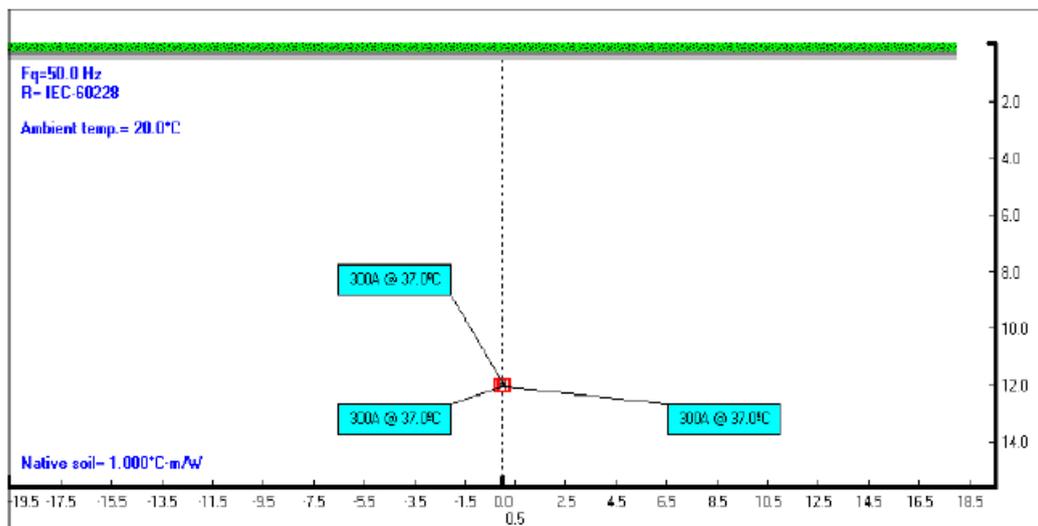


Fig. 11. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 12 m. Single point bonding.
The ampacity set value is 300 A.

Verifica della portata in single point bonding alla corrente di linea cavo intubato alla profondità di 1,6m sezione 630mmq circa 31°C di temperatura operativa

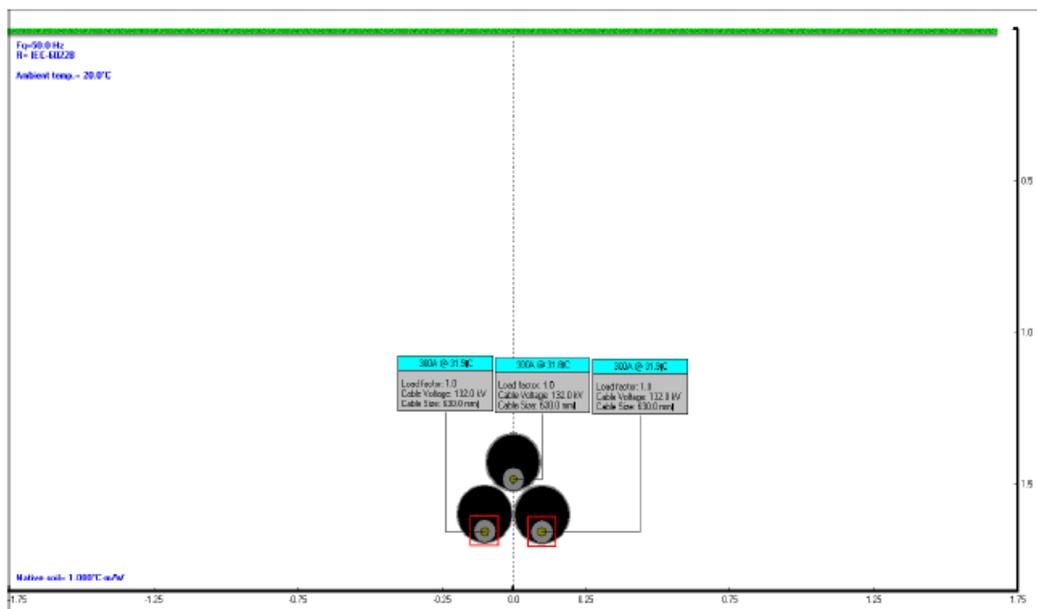


Fig. 15. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 1.6 m. Single point bonding.
The ampacity set value is 300 A.

Poiché il collegamento degli schermi potrebbe essere gestito in modalità mista, ovvero in single point bonding generalmente per le tratti corti o con giunti dispari, a terra in entrambi i lati per esigenze di connessioni corte, o in cross bonding per lunghi percorsi, in questa valutazione sul dimensionamento termico del cavo AT siamo propensi a valutare la situazione peggiore a favore della sicurezza elettrica del collegamento.

A fronte dei dati sopra allegati, vista la portata del conduttore e la corrente di linea dovuta al carico elettrico, in considerazione del carico continuativo dettato dai macchinari del Datacenter, il margine tecnico per poter validare la sezione da 400mmq in alluminio risulta

essere sufficiente a condizione che il collegamento degli schermi non sia a both end bonding, oppure in cross bonding sbilanciato, ovvero che la pezzatura dei cavi sia sempre di ugual misura diversamente, a causa dell'induzione elettromagnetica sugli schermi inizierebbe un ricircolo di corrente e di fatto una riduzione di portata fino a arrivare, per la sezione 400mmq al limite della corrente di linea.

Dal punto di vista tecnico, avere un cavo elettrico che a progetto risulta essere regimato alla temperatura di circa 85 gradi, non è sicuramente una situazione ideale sia la riduzione della vita utile del cavo e degli accessori, dal punto di vista delle perdite, sia dal punto di vista operativo data l'impossibilità di potersi avvicinare per l'alta temperatura.

La sezione che viene consigliata, in questa fase priva di dettagli esecutivi, a fronte di tutte le condizioni esposte risulta essere quella di un cavo di 630mmq in alluminio senza limiti di modalità di connessione degli schermi, una sezione da 400mmq con le limitazioni legate alla tipologia di collegamento schermi come sopra descritto.

In analogia con il cavidotto di Linea 1, al fine di ottimizzare tipologie di materiali, giunti, terminali AT e spare parts il consiglio che viene dato è di optare per una scelta comune della sezione di cavo sia per la linea 1 sia per la linea 2 in modo da poter avere pezzature di cavo ed eventuali scorte della medesima tipologia.

Altro fattore ambientale da tenere in considerazione, sarà la resistività termica del terreno che per questo tipo di studio è stato considerato pari a $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ e che ha permesso di rendere valori di temperature in linea con le attese, in caso in cui resistività fosse differente, sarà necessario, in fase esecutiva sentito il parere del cavista, verificare nuovamente le portate, a valle del tipo di cavo scelto oltre che alle modalità di messa a terra schermi ingegnerizzate.

Lo studio di fattibilità di progetto prevederà un numero di pezzature multiple di tre, in grado di garantire la possibilità del collegamento degli schermi attraverso configurazione cross-bonding.

In fase di progetto esecutivo, il cavista potrà ipotizzare l'utilizzo di tratte miste in cross bonding o addirittura in single point bonding, questa configurazione sarà meglio dettagliata e definita nel progetto esecutivo a valle del posizionamento delle buche giunti e di eventuali dettagli esecutivi.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE CAVO AT

4.1 Premessa

Le opere sono state progettate e saranno realizzate in conformità alle leggi vigenti e in alle normative di settore, quali: CEI, EN, IEC e ISO applicabili. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche delle opere da realizzarsi.

Ognuno dei tratti di elettrodotto interrati, sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di 400/630mmq in alluminio.

4.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate di seguito:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale	289 A
Potenza nominale	66 MVA
Sezione nominale del conduttore	400/630 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	100 mm

4.3 Composizione dell'elettrodotto in cavo

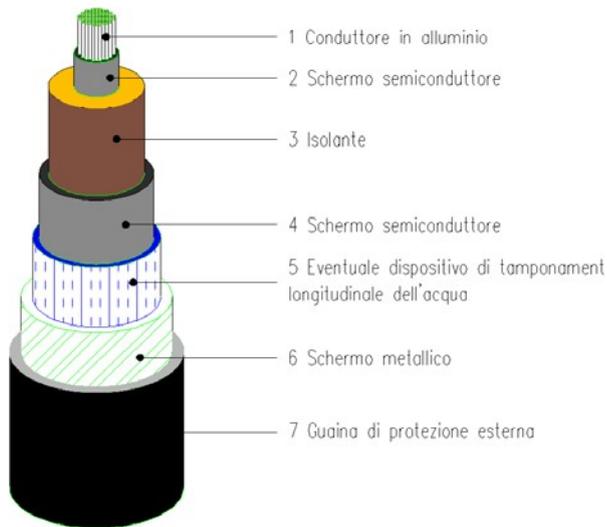
Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti diritti
- Giunti sezionati
- Terminali per esterno
- Casette di sezionamento
- Casette unipolari-tripolari di messa a terra

- Conduttura per la posa della fibra ottica di comunicazione tra le stazioni affacciate
- Posa di tubazione diam. 200mm in PE disponibile per l'inserimento di sensori per scariche parziali lungo il cavidotto, verifica di temperatura dei cavi, inserimento di corda di equipotenzialità in caso di necessità dei collegamenti.

4.4 Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia

Ciò che contraddistingue i cavi per posa interrata di ultima generazione è certamente la tipologia di isolamento, realizzata in XLPE (polietilene reticolato), che rende tali cavi particolarmente compatti, permette elevate capacità di trasporto ed infine non presenta problemi di carattere ambientale. Infatti, questa soluzione presenta il vantaggio di non richiedere alimentazione di fluido dielettrico, per cui non sono necessarie apparecchiature idrauliche ausiliarie per la sua funzionalità, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale. La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzato da un isolante a basse perdite dielettriche. La figura a seguire, mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.



Legenda	
1	Conduttore in rame o alluminio
2	Schermo sul conduttore
3	Isolante
4	Schermo semiconduttore
5	Barriera contro la penetrazione di acqua
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, avente sezione pari a 400-630 mm².

Si tenga comunque presente che i dati su riportati sono indicativi e che le caratteristiche dei cavi potranno essere soggette a sensibili variazioni in sede di progettazione esecutiva.

Al fine di comprendere la composizione del cavo AT si allega la specifica tecnica cavo AT da 400mmq dell'azienda TELE-FONIKA Kable S.A.



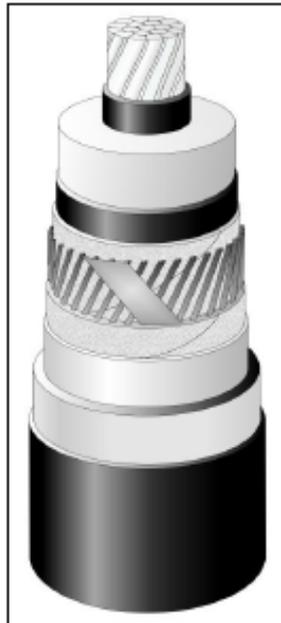
Page 1 of 2

TECHNICAL SPECIFICATION

A2XSA(FL)2Y-WTC-GC 1x400RM/170 76/132 (145)kV IEC 60840

CONSTRUCTION (*)

- Round, stranded and compacted watertight aluminum conductor. Class 2.
- Extruded semi-conducting conductor screen
- Insulation XLPE – dry cured
- Extruded semi-conducting insulation screen
- Semi-conducting swelling tapes
- Metallic screen:
aluminum wires screen and aluminum equalizing tapes
- Semi-conducting swelling tapes
- Longitudinal aluminum foil
- Sheath – black HDPE
- Graphite coating



The picture is informative only
– not in scale

APPLICATION

- Laying in ground (wet or dry locations)
- Laying in air
- Laying in ducts

Highest permissible conductor temperature

- Continuous operation 90°C
- Short circuit 250°C (duration max 5 s)

Laying is possible without any special measures at natural cable temperatures and ambient temperature not lower than -5°C, with Tele-Fonika supervising

MARKING

TF KABLE, product name, date of manufacture, standard, meter marking

DESCRIPTION	UNIT	DETAILS	
CONSTRUCTION DATA	U_o/U/U_m	76/132 (145)kV	
Conductor – IEC 60228		Aluminum	
<input type="checkbox"/> material	No	58	
<input type="checkbox"/> number of wires			
Nominal cross sectional area	mm ²	400	
Conductor diameter and tolerance	mm	22.9 ±0.2	
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on conductor	mm	0.8 / 1.2	
Nominal insulation thickness XLPE	mm	18.0	
Insulation thickness: minimum at a point	mm	16.2	
Diameter over insulation – nominal	mm	61.3 ±0.5	
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on insulation	mm	0.6 / 1.0	
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35	
Metallic screen	mm ²	170	
<input type="checkbox"/> Aluminum wires	No x mm	55 x 2.0	
<input type="checkbox"/> Aluminum equalizing tape	No x mm x mm	2 x 20 x 0.20	
Mean diameter over metallic screen	mm	68.2	
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35	
Thickness of aluminum foil	mm	0.15	
Nominal outer sheath thickness / min.	mm	3.4 / 2.79	
Approximate overall diameter completed cable (D _c)	mm	76.8	
Weight of complete cable (approx.)	kg/km	5200	
DELIVERY DATA			
Diameter of wooden drum	m	3.0	3.7
<input type="checkbox"/> type		300P	370P
Maximum length per drum	m	700	1300
Weight of heaviest reel, including cable	kg	5770	10700



ELECTRICAL DATA at 50Hz		
Maximum D.C. conductor resistance at 20°C	Ω/km	0.0778
Maximum A.C. conductor resistance at 90°C	Ω/km	0.1008
Maximum D.C. metallic screen resistance at 20°C	Ω/km	0.174
Maximum D.C. aluminum foil resistance at 20°C	Ω/km	0.789
Operating inductance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	mH/km	0.431
<input type="checkbox"/> flat formation (*)	mH/km	0.616
Induction reactance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	Ω/km	0.135
<input type="checkbox"/> flat formation (*)	Ω/km	0.193
Capacitance	μF/km	0.151 (+8%)
Capacitance reactance	kΩ/km	21.13
Impedance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	Ω/km	0.169
<input type="checkbox"/> flat formation (*)	Ω/km	0.218
Zero sequence reactance	Ω/km	0.082
Max. electric stress at conductor screen / (at insulation)	kV/mm	6.79 / 2.8
Dielectric losses (tg δ = 0.001) – per phase	W/m	0.273
Partial discharge test – at 1.5U ₀	pC	≤ 5
Charging current – per phase	A/km	3.6
Charging power	kVA/km	273
Earth fault current – per phase	A/km	10.79
MECHANICAL DATA		
Recommended min. bending radius for laying	m	1.92
Recommended permissible bending radius at final installation	m	1.53
Maximum permissible pulling force:	kN	12
SHORT CIRCUIT CURRENTS		
Maximum permissible thermal short-circuit (IEC 60949)		
<i>Current for</i>	<i>sec.</i>	<i>0.5</i>
Phase conductor 90 → 250°C	kA	53.9
Metallic screen 80 → 250°C (Al wires) / 150°C (Al foil)	kA	31.5
AMPACITY (*) – Bonding of the metallic screens		single point
in earth trefoil formation		<i>Required → 300A</i>
<input type="checkbox"/> HDD at depth 1.2m	A	433
<input type="checkbox"/> HDPE ducts Ø200mm, depth 1.6m	A	513
TESTS		
AC – test voltage – (2.5U ₀ ; 30min)	kV	190
Impulse voltage	kV	650
Partial discharge test	kV	114

Marking: TF-KABLE 5 A2XSA(FL)2Y-WTC-GC 1x400RM/170 76/132V IEC 60840 YEAR

(*) Current rating guideline (Calculated with CymCap 7.3 based on IEC Pub. 60287 and the following conditions)

- Ground temperature 20 °C
- Ground thermal resistivity 1.0 K · m/W
- Temperature of phase conductor 85 °C

Al fine di comprendere la composizione del cavo AT si allega la specifica tecnica cavo AT da 630mmq dell'azienda TELE-FONIKA Kable S.A.

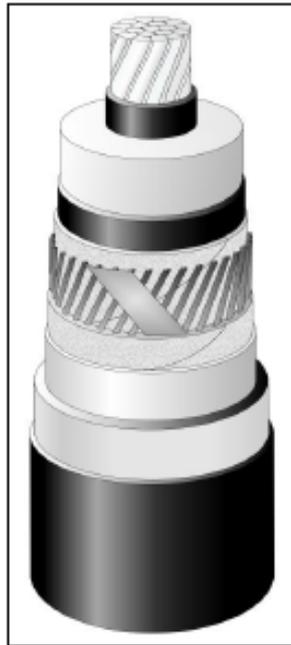


Page 1 of 2

TECHNICAL SPECIFICATION
A2XSA(FL)2Y-WTC-GC 1x630RM/170 76/132 (145)kV IEC 60840

CONSTRUCTION (*)

- Round, stranded and compacted watertight aluminum conductor. Class 2.
- Extruded semi-conducting conductor screen
- Insulation XLPE – dry cured
- Extruded semi-conducting insulation screen
- Semi-conducting swelling tapes
- Metallic screen:
 - aluminum wires screen and aluminum equalizing tapes
- Semi-conducting swelling tapes
- Longitudinal aluminum foil
- Sheath – black HDPE
- Graphite coating



The picture is informative only
– not in scale

APPLICATION

- Laying in ground (wet or dry locations)
- Laying in air
- Laying in ducts

Highest permissible conductor temperature

- Continuous operation 90°C
- Short circuit 250°C (duration max 5 s)

Laying is possible without any special measures at natural cable temperatures and ambient temperature not lower than -5°C, with Tele-Fonika supervising

MARKING

TF KABLE, product name, date of manufacture, standard, meter marking

DESCRIPTION	UNIT	DETAILS	
CONSTRUCTION DATA	U_0/U_m	76/132 (145)kV	
Conductor – IEC 60228		Aluminum	
<input type="checkbox"/> material		58	
<input type="checkbox"/> number of wires	No	630	
Nominal cross sectional area	mm ²	29.3 ^{-0.2 +0.5}	
Conductor diameter and tolerance	mm	0.8 / 1.2	
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on conductor	mm	16.0	
Nominal insulation thickness XLPE	mm	14.4	
Insulation thickness: minimum at a point	mm	63.7 ^{+0.5}	
Diameter over insulation – nominal	mm	0.6 / 1.0	
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on insulation	mm	2 x ~ 0.35	
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	170	
Metallic screen	mm ²	55 x 2.0	
<input type="checkbox"/> Aluminum wires	No x mm	2 x 20 x 0.20	
<input type="checkbox"/> Aluminum equalizing tape	No x mm x mm	70.6	
Mean diameter over metallic screen	mm	2 x ~ 0.35	
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	0.15	
Thickness of aluminum foil	mm	3.5 / 2.88	
Nominal outer sheath thickness / min.	mm	79.4	
Approximate overall diameter completed cable (D _c)	mm	5890	
Weight of complete cable (approx.)	kg/km		
DELIVERY DATA			
Diameter of wooden drum	m	3.0	3.7
<input type="checkbox"/> type		300P	370P
Maximum length per drum	m	700	1300
Weight of heaviest reel, including cable	kg	6250	11600

ELECTRICAL DATA at 50Hz		
Maximum D.C. conductor resistance at 20°C	Ω/km	0.0469
Maximum A.C. conductor resistance at 90°C	Ω/km	0.062
Maximum D.C. metallic screen resistance at 20°C	Ω/km	0.174
Maximum D.C. aluminum foil resistance at 20°C	Ω/km	0.773
Operating inductance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	mH/km	0.388
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	mH/km	0.573
Induction reactance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	Ω/km	0.122
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	Ω/km	0.18
Capacitance	μF/km	0.191 (+8%)
Capacitance reactance	kΩ/km	16.66
Impedance		
<input type="checkbox"/> trefoil formation	Ω/km	0.137
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	Ω/km	0.19
Zero sequence reactance	Ω/km	0.069
Max. electric stress at conductor screen / (at insulation)	kV/mm	6.87 / 3.42
Dielectric losses (tg δ = 0.001) – per phase	W/m	0.347
Partial discharge test – at 1.5U ₀	pC	≤ 5
Charging current – per phase	A/km	4.56
Charging power	kVA/km	347
Earth fault current – per phase	A/km	13.69
MECHANICAL DATA		
Recommended min. bending radius for laying	m	1.98
Recommended permissible bending radius at final installation	m	1.58
Maximum permissible pulling force:	kN	18.9
SHORT CIRCUIT CURRENTS		
Maximum permissible thermal short-circuit (IEC 60949)		
<i>Current for</i>	<i>sec.</i>	<i>0.5</i>
Phase conductor 90 → 250°C	kA	84.8
Metallic screen 80 → 250°C (Al wires) / 150°C (Al foil)	kA	31.5
AMPACITY ^(**) – Bonding of the metallic screens		single point
in earth trefoil formation		Required → 300A
<input type="checkbox"/> HDD at depth 12m	A	564
<input type="checkbox"/> HDPE ducts Ø200mm, depth 1.6m	A	673
TESTS		
AC – test voltage – (2.5U ₀ ; 30min)	kV	190
Impulse voltage	kV	650
Partial discharge test	kV	114

Marking: **TF-KABLE 5 A2XSA(FL)2Y-WTC-GC 1x630RM/170 76/132V IEC 60840 YEAR**

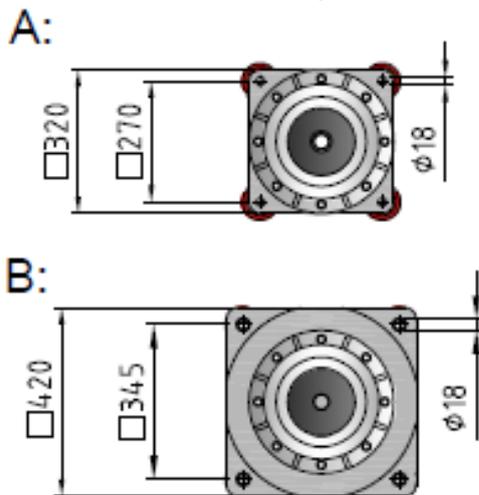
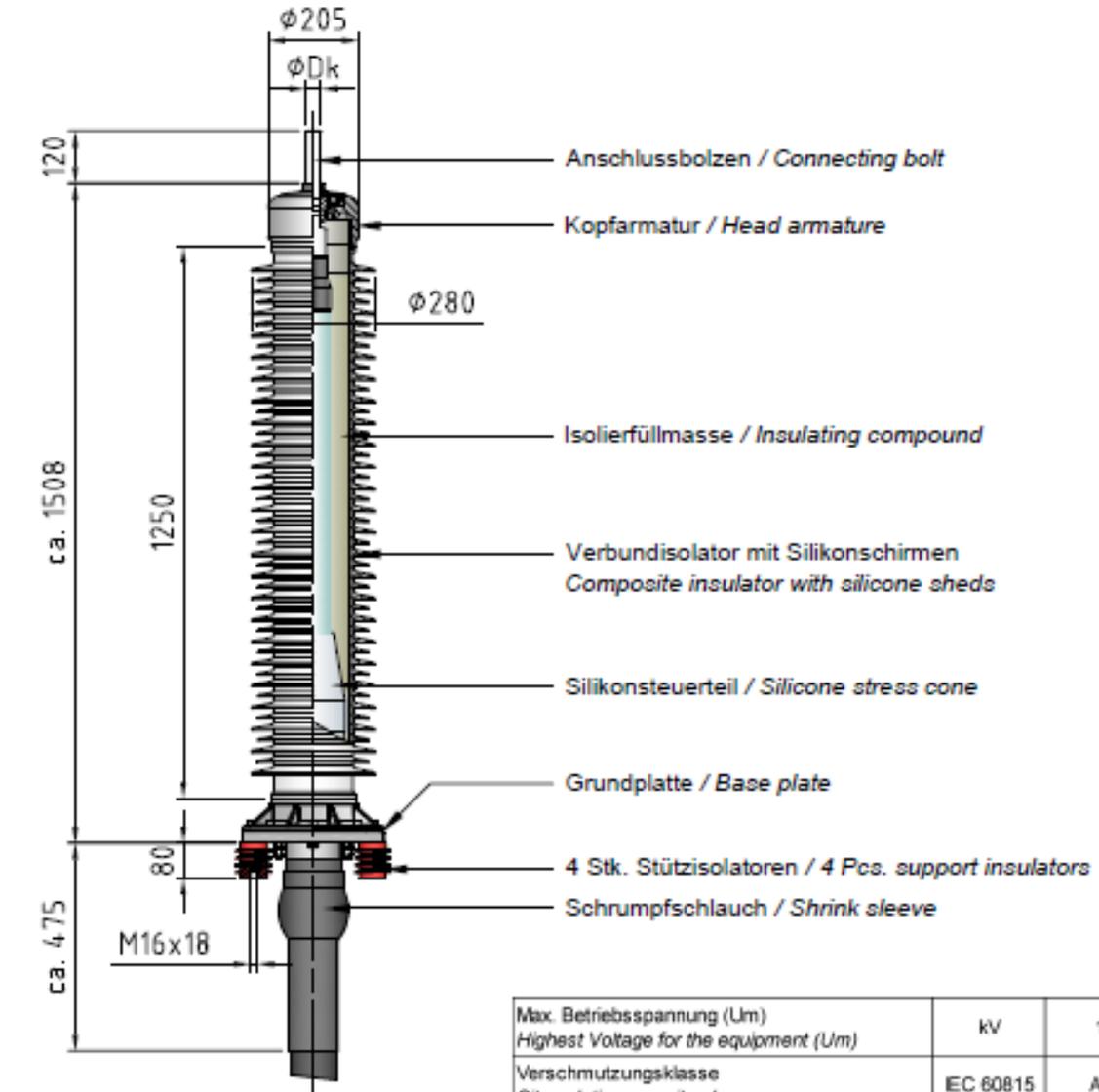
^(*) Current rating guideline (Calculated with CymCap 7.3 based on IEC Pub. 60287 and the following conditions)

- Ground temperature 20 °C
- Ground thermal resistivity 1.0 K · m/W
- Temperature of phase conductor 85 °C

Per tutte le tipologie di cavo presentate, sarà necessario verificare con l'ente elettrico i valori di tenuta al corto circuito ed i relativi tempi di estinzione del guasto, soprattutto monofase in condizioni di connessioni provvisorie dove l'intervento protettivo potrebbe essere demandato a funzioni più lente.

Nell'attuale configurazione è stato indicato un tempo di 0,5S e 31,5kA di tenuta al corto circuito per il dimensionamento degli schermi.

Specifica tecnica dei terminali AT utilizzabili per i collegamenti AT:



Max. Betriebsspannung (Um) Highest Voltage for the equipment (Um)	kV	145	
Verschmutzungsstufe Site pollution severity class	IEC 60815	A - E	
Einheitlicher spezifischer Kriechweg Unified specific creepage distance	mm/kV	56.3	
Spezifischer Kriechweg Specific creepage distance	mm/kV	33.0	
Min./Max. ϕ über Kabelisolierung geschalt Min./Max. ϕ over cable insulation prepared	mm	45 - 80	
Max. Kabelquerschnitt (ca.) Max. cable cross section (approx.)	mm ²	1200	
Gewicht mit Isolierfüllmasse Weight with insulating oil	kg	82	
Gewicht ohne Isolieröl Weight without insulating oil	kg	59	
Grundplatte Base plate	mm	A: 320x320 B: 420x420	
Kontaktbolzen ϕD_k Connecting bolt ϕD_k	(*)	240 - 300 mm ²	30, 35
		400 - 1200 mm ²	30, 35, 38, 50

(*) Andere Durchmesser nach Anfrage / Other diameters upon request

Produktinformation / General Product Data

Hersteller / Manufacturer: Brugg Kabel AG
Land / Country: Schweiz / Switzerland
Produkt Bezeichnung / Product Designation: FR 1,145-11
Norm / Standard: IEC 60840

Anwendung / Application Data

Bemessungsspannung / Rated Voltage: U= 110 - 138 kV
Leiter- Erde Spannung / Phase to ground voltage: U_g= 76 kV
Max. Betriebsspannung / Highest voltage for equipment: U_v= 145 kV
Anwendung / Application: Freiluft / Outdoor

Kabel / Cables

Kabelisolierung / Cable insulation type: Polymerkabel / Polymeric cables
Isoliermaterial / insulation types: Alle Typen / All types
Kabelschirme / Cables screen types: Bleimantel mit/ohne Schirmdrähte / Lead sheath w/w/o wires
Cu-Al Wellmantel / Cu-Al corrugated
Cu-Al - Schichtenmantel mit Schirmdrähte / Cu-Al - laminated sheaths with wires

Min./Max. Durchmesser über Aderisolierung geschält / Min./Max. Diameter over prepared insulation: 45 - 80 mm
Max. Kabeldurchmesser / Max. cable diameter: 115 mm

Typenprüfung nach IEC 60840 / Type Test Data according to IEC 60840

Teilentladungsprüfung / Partial discharge test <5pC (1.5 U₀): 114 kV
Lastwechselspannung / Heating cycle voltage test: 152 kV
Blitzstossspannungsprüfung / Lightning impulse voltage test (BIL): 650 kV

Produktion Stückprüfung am Silikonsteuerteil / Factory Routine Test on silicone stress cone

Wechselspannungsprüfung 30 min. / Power frequency voltage test 30 min. (2.5 U₀): 190 kV
Teilentladungsprüfung bei Umgebungstemperatur / Partial discharge test at ambient temperature (<5pC) (1.5 U₀): 114 kV

Betriebsbedingungen / Operation conditions Data

Max. Betriebsstrom / Max. current rating: Gleich wie Kabel / Same as cable
Max. Leiterkurzschlussstrom / Max. short circuit current conductor: 63 kA, 1 sec
Max. Schirmkurzschlussstrom / Max. short circuit current screen: 40 kA, 1 sec
Min./Max. Umgebungstemperatur / Min./Max. ambient temperature: -30°C / +60°C
Max. Neigung ohne Ausgleichgefäss / Max. installation inclination without expansion tank: 45°
Verschmutzungsstufe nach IEC 60815-3 / Site pollution severity (SPS) class acc. IEC 60815-3: A-E

Montagebedingungen / Installation condition's Data

Min./Max. Montage Temperatur / Min./Max. installation temperature: 0 / +45°C
Montagearbeit / installation work: Nur bei Brugg zertifiziertes Personal / Only by Brugg certified installers
Montageumgebung / installation Environment: Saubere und trockene Umgebung / Clean and dry Environment

Aufstellhöhe / Installation site altitude

≤ 1500 m

Bau- und Materialdaten / Construction and Material Data

Isolator Material Kern + Gehäuse / Insulator Material core + housing: GFK-Silikonkautschuk / Reinforced fibre glass-silicone rubber
Kopfarmatur, Isolatorflansch und Grundplatte / Head armature, bottom and base plate: Aluminium-Legierung / Aluminium Alloy
Min. Kriechweg / Min. creepage distance: 4790 mm
Schlaglänge / Flash over distance: 1295 mm
Isolatorlänge / Insulator length: 1480 mm
Isolator Biegekraft / Insulator cantilever bending load: 5 kN

Feldsteuerung / Stress Control

Methode / Methode: geometrisch / geometrical
Bauweise / Construction: Vorgeformt in einem Stück / Premoulded one piece
Material / Material: Silikonkautschuk / Silicone rubber
Herstellverfahren / Manufacturing process: Spritzgussformen / Injection moulding

Isolierfüllmasse / Insulation compound

Silikonöl / Silicon oil

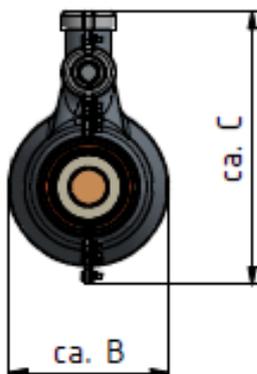
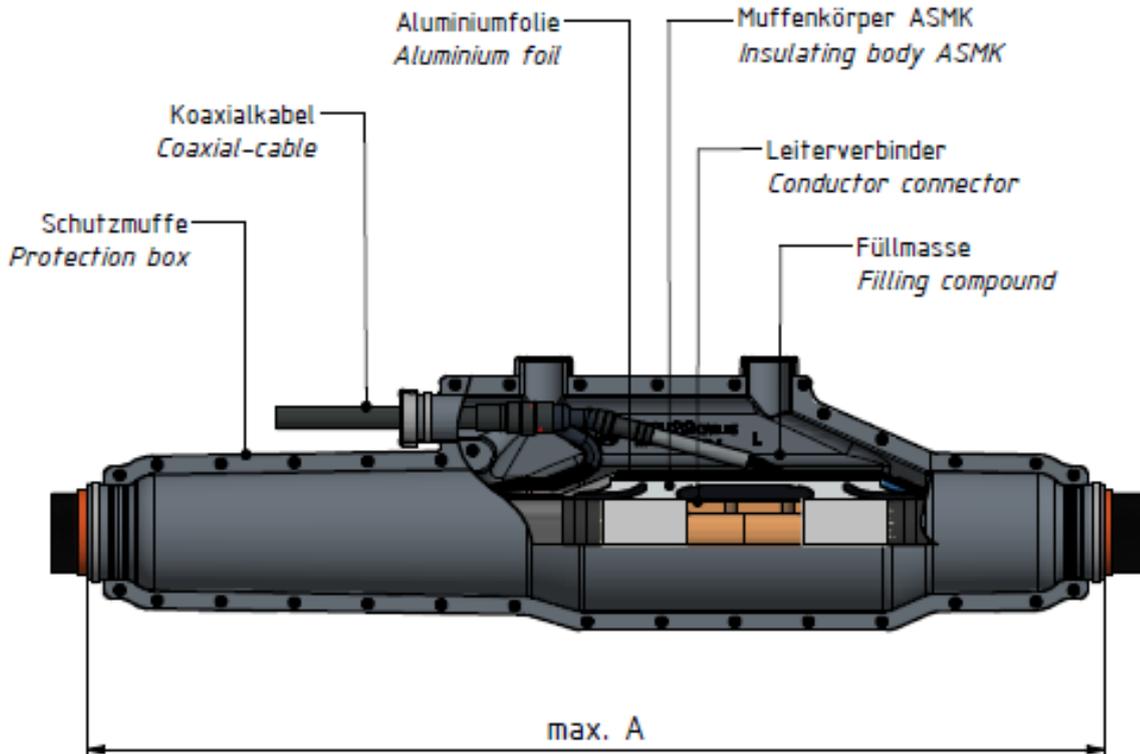
Anschlussbolzen / Connecting Bolt

Typ / Type: Gepresst oder geschraubt / Compression or bolted
Material / Material: Kupfer verzinkt / Copper tin plated

Verbinder Typ Connector Type	Kabel Typ Cable Type	Querschnitt Cross section	Durchmesser Anschlussbolzen Diameter of Connecting bolt
Press, Schraub 1-teilig compression, bolted 1-pc	RM	240 - 300 mm ²	30, 35
	RM	400 - 800 mm ²	30, 35, 38, 50
Press, Schraub 1-teilig compression, bolted 1-pc	RM	1000 mm ²	30, 35, 38, 50
Press, Schraub 2-teilig compression, bolted 2-pcs	SEG	1000-1200 mm ²	30, 35, 38, 50

(In other languages see Annex 1, other distances may result)

Tipologia di giunzioni utilizzabili per i collegamenti AT:



Max. Betriebsspannung (Um) Highest Voltage for the equipment (Um)	kV	145
Min./Max. ø über Kabelisolierung geschält Min./Max. ø over cable insulation prepared	mm	47-78
Max. Kabelquerschnitt (ca.) Max. cable cross section (approx.)	mm ²	1600
Gewicht Weight	kg	100
A	mm	1530
B	mm	228
C	mm	433

Produktinformation / General Product Data

Hersteller / Manufacturer	Brugg Kabel AG
Land / Country	Schweiz / Switzerland
Produkt Bezeichnung / Product Designation	MPPF 1.145-31
Muffentyp / Joint type	Cross-bonding Muffe / Cross-bonding joint
Norm / Standard	IEC 60840

Anwendung / Application Data

Bemessungsspannung / Rated Voltage	U _n = 110 - 138 kV
Leiter - Erde Spannung / Phase to ground voltage	U _g = 76 kV
Max. Betriebsspannung / Highest voltage for equipment	U _g = 145 kV
Verlegungsorte / Installation sites	Alle Verlegungsarten ohne dauerhafte Überflutung / All types of installations without permanent flooding

Kabel / Cables

Isoliermaterial / Insulation types	Alle Typen / All types
Kabelschirme / Cable screen types	Bleimantel mit/ohne Schirmdrähte / Lead sheath w/wo wires Cu/Al Wellmantel / Cu/Al corrugated Cu/Al - Schichtenmantel mit Drähte / Cu/Al - laminated sheath with wires Al Glattmantel / Al-smooth sheath
Min. Isolierwandstärke (*) / Min. insulation thickness (*)	10.5 mm

(*) Kleinere Isolierwandstärke nach Anfrage / smaller insulation thickness upon request

Min. / Max. Durchmesser über Adersolierung geschält / Min. / Max. Diameter over prepared insulation	67-78 mm
Max. Kabeldurchmesser / Max. cable diameter	120 mm

Typprüfung nach IEC 60840 / Type Test Data according to IEC 60840

Tellentladungsprüfung / Partial discharge test <SpC (1.5 U _g)	114 kV
Lastwechselspannung / Heating cycle voltage test	152 kV
Blitzstossspannungsprüfung / Lightning impulse voltage test (BIL)	650 kV

Prüfungen an Aussenschutz nach Annex G / Tests of outer protection according annex G

Dichtigkeitsprüfung / Water Immersion test	0.1 bar
Gleichspannungsprüfung / DC voltage test	25 kV, 1 min.
Blitzstossspannungsprüfung Schirm-Mantel gegen Erde bei installierten MantelÜberspannungableitern / Lightning impulse test screen-sheath to earth when sheath voltage limiters are installed	37,5 kV
Blitzstossspannungsprüfung zwischen Teilen bei installierten MantelÜberspannungableitern / Lightning impulse test between parts when sheath voltage limiters are installed	60 kV

Produktion Stückprüfung am Muffenkörper A3MK / Factory Routine Test on Insulating body A3MK

Wechselspannungsprüfung 30 min. / Power frequency voltage test 30 min. (2.5 U _g)	190 kV
Tellentladungsprüfung bei Umgebungstemperatur / Partial discharge test at ambient temperature(<SpC) (1.5 U _g)	114 kV

Betriebsbedingungen / Operation conditions Data

Max. Betriebsstrom / Max. current rating	Gleich wie Kabel / Same as cable
Max. Leiterkurzschlussstrom / Max. short circuit current conductor	63 kA, 1 sec
Max. Schirmkurzschlussstrom / Max. short circuit current screen	40 kA, 1 sec
Min. / Max. Umgebungstemperatur / Min./Max. ambient temperature	-30°C / +60°C

Montagebedingungen / Installation condition's Data

Min./Max. Montagetemperatur / Min./Max. installation temperature	0 / +45°C
Montagearbeit / Installation work	Nur bei Brugg Cables zertifiziertes Personal / Only by Brugg Cables certified Installers
Montageumgebung / Installation environment	Saubere und trockene Umgebung / Clean and dry environment

Bau- und Materialdaten / Construction and Material Data

Feldsteuerung / Stress Control	
Methode / Method	Geometrisch / Geometrical
Bauweise / Construction	Vorgeformt in einem Stück / Premoulded one piece
Material / Material	Silikonkautschuk / Silicone rubber
Herstellverfahren / Manufacturing process	Spritzgussformen / Injection moulding

Quenwasserschutz / Water barrier

Material / Material	Aluminiumfolie / Aluminium foil
---------------------	---------------------------------

Aussenschutz / Outer protection

Material / Material	HDPE Gehäuse / HDPE box
---------------------	-------------------------

Füllmasse / Filling Compound

Material / Material	PU-Glesschwarz / PU-Resin compound
---------------------	------------------------------------

Verbinder / Connector

Typ / Type	Gepresst oder geschraubt / Compression or bolted
Querschnitt / Cross section	

max. Querschnitt max. Cross section	Verbinder Typ Connector Type	Kabel Isolationsdicke min. Insulation Thickness min.
1600 mm ²	Compression	on request
1600 mm ²	bolted	10.5 mm

5 VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

5.1 Richiami normativi

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz. L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- *limite di esposizione* il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione*, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *obiettivo di qualità*, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.”, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l’induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell’arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell’intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l’illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione¹. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i

¹ Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: “L’esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all’interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell’inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall’altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all’art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell’energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del “preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee” che, secondo l’art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l’attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l’impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell’energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt’altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l’autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l’uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l’insediamento degli stessi”.

valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

5.2 Campi elettrici e magnetici

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza, come riportato nei grafici seguenti.

5.3 Valutazione del campo elettrico

Nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto. Non si riporta rappresentazione del calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché **il campo elettrico esterno al cavo è nullo.**

Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito ovunque, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

5.4 Fasce di rispetto

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto.

5.5 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

Correnti di calcolo

Ai sensi dell'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la *portata in corrente in servizio normale* relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata.

Nei casi in esame la portata in corrente del conduttore di riferimento alla potenza nominale richiesta è pari a 300 A per il livello di tensione a 132 kV.

Nel caso dei collegamenti in cavo interrato i grafici per le fasce di rispetto sono quelli riportati di seguito considerando tre conduttori posati a trifoglio alla massima potenza assorbibile dal Campus Microsoft

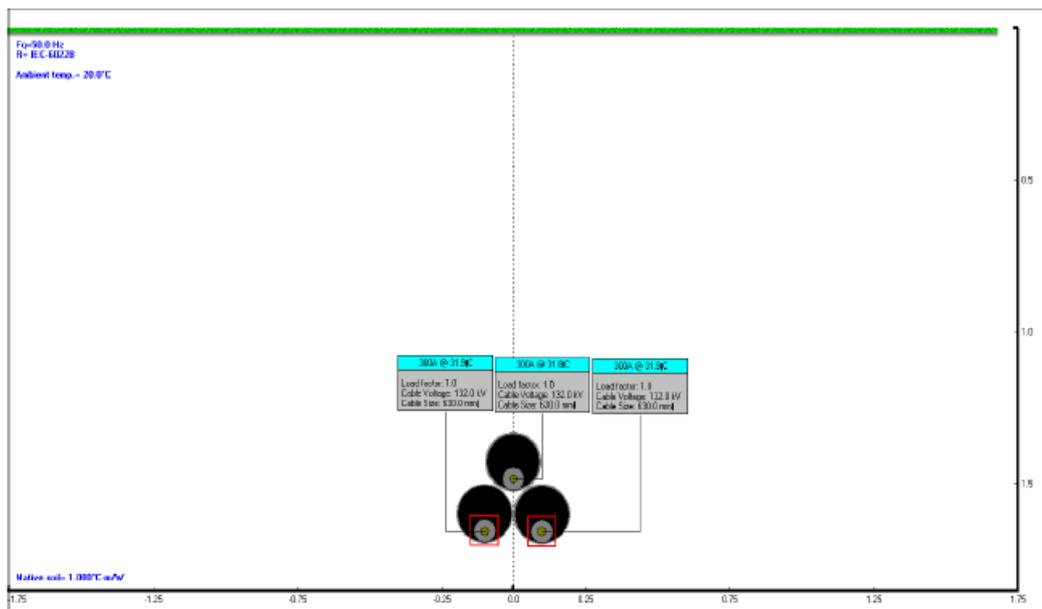


Fig. 15. One circuit in trefoil formation, HDD at depth 1.6 m. Single point bonding.
The ampacity set value is 300 A.

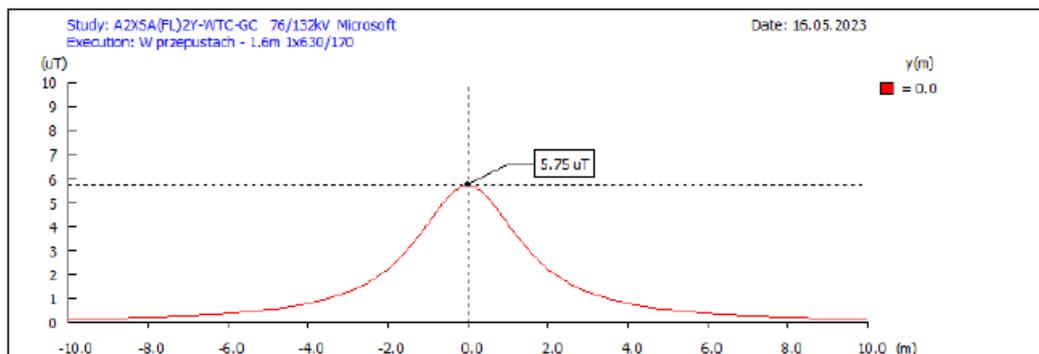


Fig. 16. Magnetic field distribution on ground for case showed in figure 15.

Nella condizione del cavo in oggetto, la fascia di rispetto al piano dei conduttori come da calcolo allegato risulta essere 2 metri per lato misurato dall'asse di simmetria del cavidotto.

Considerando che il cavidotto "Linea 2" sarà posato per quanto possibile nel mezzo strade definite a viabilità minori ovvero strade di campagna per evitare danni alle sponde laterali dei campi e sul ciglio delle strade ad alta percorrenza sempre con una profondità minima di 1,6 metri, si verifica che a livello di piano stradale l'induzione elettromagnetica risulta di 5,75 μT , pertanto non vi sono problemi di sorta sia perché non vi sono permanenze di personale al centro della strada, sia perché i valori calcolati sono entro i limiti cautelativi per una permanenza illimitata. Va ricordato che nel caso di attraversamenti profondi o in considerazione di passaggi in aree abitate è stata previsto l'utilizzo di TOC tale da poter sottopassare i servizi esistenti in modalità sicura senza creare disagi alla circolazione stradale. Per questa tecnica, la profondità di posa può scendere oltre i 1,6 metri sopra descritti, pertanto la posa a profondità superiori permette di avere sulla superficie stradale valori di induzione decisamente più bassi di quanto calcolato in questa relazione nella condizione di linea a pieno carico.

In via del tutto conservativa, possiamo affermare che la fascia di rispetto avrà l'estensione della strada comunale interessata dal tracciato del cavo. La soglia di attenzione di 10 μT , invece, risulta essere di sotto della quota stradale.

Come precedentemente detto, il cavidotto di linea 2 verrà posato per quanto possibile, in modo da evitare interferenze con condutture esistenti, pertanto sarà necessario portarsi in zona utile verso il centro carreggiata o comunque a debita distanza da manufatti e confini esistenti.

Questa condizione, di fatto è una miglioria per quanto riguarda l'induzione elettromagnetica in quanto non vi è mai presenza continuativa di personale sulla zona delineata dal cavidotto.

Inoltre, in zona con presenza di abitazioni, (zona Ca' della Terra, ingresso SP141, Via per Fossarmato) di conseguenza molteplici sottoservizi sarà necessario realizzare una trivellazione orizzontale che permetterà di scendere al disotto dei suddetti sottoservizi. Questa metodologia di posa ci permette di garantire ulteriormente la distanza e quindi la riduzione di induzione magnetica al piano del calpestio.

In fase di progetto esecutivo, a seguito di analisi del costruttore del cavo, della migliore tipologia di posa e di connessione degli schermi, sarà necessario eseguire una verifica aggiuntiva per le aree in vicinanza di abitazioni. A tal proposito, si potranno impiegare

sistemi per la riduzione elettromagnetica quali schermature posate direttamente a ridosso della terna di cavi AT tali da contrastare il campo magnetico generato dal passaggio di corrente.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle fasce di rispetto che rispecchino la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al suddetto Decreto, con conseguente rimodulazione delle aree interessate.

A valle del progetto esecutivo ed in caso di necessità verranno presi provvedimenti se necessari atti a ridurre i valori di induzione mediante l'utilizzo di canale schermanti laddove ve ne fosse la necessità, senza modifiche del tracciato di posa.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di rispetto, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie misure di salvaguardia, è riportata nella corografia allegata, dalla quale si può osservare che all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione non ricadono edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore.

6 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

6.1 **Leggi**

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;

- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni".

6.2 Norme tecniche

Si riportano le norme CEI applicabili:

- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza

edizione, 1997:12

- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- CEI 11-17, "Esecuzione delle linee elettriche in cavo", quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", prima ediz., 2000-07
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6).

Luogo e data

San Genesio ed Uniti,

10/07/2023

LO STUDIO:

**stC srl – engineering
group**



IL RESPONSABILE TECNICO:

Dr.Ing Ileano Comizzoli

