



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI TARANTO
COMUNE DI TARANTO



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE IN AREA SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO GALLEGGIANTE (OFFSHORE) DELLA POTENZA DI 100 MW CON ANNESSO IMPIANTO DI PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE DA 25 MW, IMPIANTO DI MITILCOLTURA E STRUTTURE RELATIVE AL TURISMO SOSTENIBILE

ELABORATO:

PR03

SCALA:

-

RELAZIONE CEM

PROPONENTE:



M FLOATING MAR PICCOLO SRL
 P.zza Fontana 6, Milano
 20122, MI
 P.I. : 13013890960

ELABORATO DA:



Via Caduti di Nassiriya, 55 - 70124 - Bari Tel. 080 3219948

Dott. Ing. Alessandro Antezza
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 10743



Visto:

il DIRETTORE TECNICO
 Dott. Ing. Orazio Tricarico
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4985



0	NOV 2023	C.C.	A.A.	O.T.	Elaborato Descrittivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RICHIAMI NORMATIVI.....	3
2.1	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO SUGLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO DEI CEM.....	4
3	VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA-VALORI LIMITE.....	7
4	DESCRIZIONE ANDAMENTO TIPICO DEI CEM.....	8
5	DIFFERENZE TRA CAMPI INDOTTI DA LINEE ELETTRICHE AEREE E CAMPI INDOTTI DA CAVI INTERRATI.....	11
6	FASCIA DO RISPETTO PER GLI OBIETTIVI DI QUALITA'.....	13
6.1	CAVI MT.....	13
6.2	CABINA DI RACCOLTA E CABINA DI TRASFORMAZIONE.....	16
7	SCHEDE TECNICHE COMPONENTI.....	21
8	CONCLUSIONI.....	33



1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione inquinamento elettromagnetico del progetto di un impianto fotovoltaico flottante della potenza di 100 MW, e relative opere di connessione. L'impianto fotovoltaico flottante in progetto sarà installato in prossimità del porto industriale di Taranto, avrà un'estensione di circa 90 ha, interamente a mare, e verrà connesso tramite cavidotto alla stazione elettrica esistente Terna "Taranto N.2" a 150 kV ubicata nel comune di Taranto.

Il layout generale d'impianto prevede una prima trasformazione (da 0,8 kV a 30 kV) nelle cabine BT/MT installate in prossimità dei pannelli, quindi un ulteriore innalzamento della tensione (da 30 kV a 150 kV) presso la stazione di conversione MT/AT di nuova realizzazione. Da tale stazione si sviluppa il cavidotto che raggiunge la stazione Terna "Taranto N.2" e quindi la stazione della RTN.

Di seguito si evince l'ubicazione dell'impianto fotovoltaico e le sue opere di connessione.



Figura 1: Vista dell'area di impianto e del tracciato di connessione alla stazione Terna 150/30 kV

Questa relazione approfondisce gli eventuali impatti elettromagnetici relativi all'esercizio dell'impianto fotovoltaico e i cavidotti di connessione in MT.

2 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.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea 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 CE di continuare ad adottare tali linee guida. Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

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;
- l'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 sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità 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 CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μ T, 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 μ T. 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. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.



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 Costituzione.

2.1 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO SUGLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO DEI CEM

Per inquinamento elettromagnetico da CEM, si intende quello prodotto da radiazioni non ionizzanti con frequenza inferiore a quella della luce infrarossa. L'inquinamento elettromagnetico a cui la popolazione risulta maggiormente esposta, può essere suddiviso in:

- **inquinamento elettromagnetico a radiofrequenze (RF) e microonde (MW)**, che è originato da impianti che operano nel settore delle telecomunicazioni (Radio, TV, Stazioni Radio Base per telefonia mobile), apparecchiature per applicazioni biomedicali, etc.
- **inquinamento elettromagnetico a frequenze estremamente basse (ELF)**, nel quale ricadono gli impianti per la produzione, la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti AAT, AT e MT, cabine elettriche di trasformazione, etc.) e gli impianti per usi industriali e civili.

Inoltre

- **limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- **valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- **obiettivo di qualità:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, da conseguire al fine di minimizzare le esposizioni.

Il quadro di norme che regolamentano la protezione ambientale da campi elettromagnetici risulta in continua evoluzione. Di seguito si riportano gli aspetti di maggior rilievo delle norme nazionali e regionali di settore.

LEGGI:



Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

- Legge 186/1968 “Regola dell’arte” negli impianti elettrici;
- D.M. 37/2008 Attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli 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 energie”;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", (GU n. 200 del 29-8-2003);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio";
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell’art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali";
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988,"Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successivi;
- Decreto Legislativo 21 dicembre 2003 n.°387 “Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili”;
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Norme CEI

- 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).

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) 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. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

Per il calcolo dei campi è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.05", in conformità alla norma CEI 211 - 4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. In particolare, il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo. I risultati delle simulazioni sono rappresentati nel proseguo del presente documento.

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- **I profili laterali** visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in μT o kV/m e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.

- **Le mappe verticali** rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

La linea elettrica in cavo interrato non produce campo elettrico per la presenza della guaina metallica collegata a terra e dallo schermo effettuato dal terreno e pertanto vengono illustrati gli andamenti del campo magnetico e solo per le sezioni dove si riscontrano le condizioni definite dalla normativa vigente.



3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA-VALORI LIMITE

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- All'art. 3 comma 1: nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- All'art. 3 comma 2: a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;
- Art. 4 comma 1: nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Lo stesso DPCM, all'art. 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità (**B= 3 μT**) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale *fascia di rispetto* lo spazio circostante l'elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5 kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μT .



4 DESCRIZIONE ANDAMENTO TIPICO DEI CEM

Le grandezze fisiche che caratterizzano un campo elettromagnetico ELF sono:

- il **campo elettrico E**, espresso in V/m;
- il **campo magnetico H**, espresso in A/m;
- l'**induzione magnetica B**, espressa in μT .

L'induzione magnetica (B) è direttamente proporzionale al campo magnetico (H) attraverso la costante di proporzionalità nota come permeabilità magnetica (μ) che è caratteristica del mezzo:

$$B = \mu H$$

l'intensità del campo elettrico generato da una linea elettrica dipende principalmente dalla tensione della linea stessa (cresce al crescere della tensione). Poiché, le tensioni nominali e di esercizio di ogni linea sono pressoché costanti nel tempo, ne risulta che il campo elettrico emesso è soggetto a variazioni temporali poco significative. Il campo elettrico è spesso notevolmente ridotto a causa dell'effetto schermante dovuto agli oggetti presenti quali alberi, edifici, pannelli, ecc. Il campo elettrico si riduce al crescere della distanza dal centro della linea, come si evince dalla Figura 2 sottostante



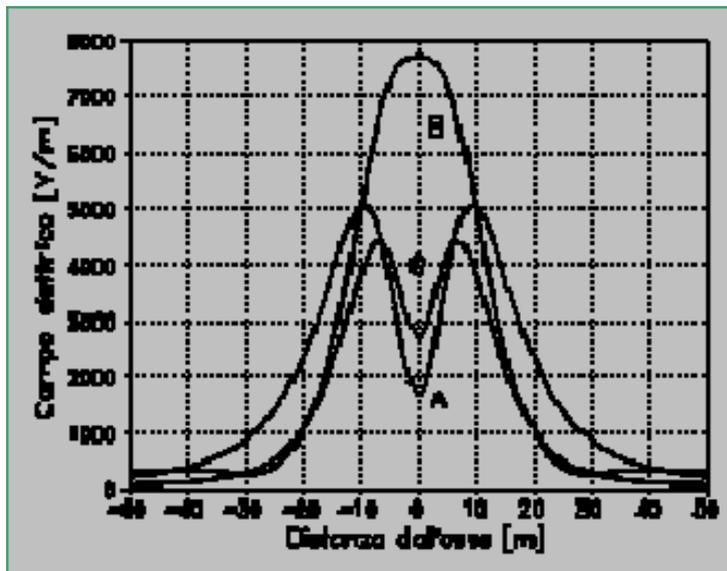


Figura 4.1: andamento del campo elettrico ad una altezza di 1 m dal suolo in funzione della distanza dall'asse delle seguenti linee:

- A- elettrodotto a 380 kV semplice terna;*
- B- elettrodotto a 380 kV doppia terna con fasi congruenti;*
- C- elettrodotto a 380 kV doppia terna con fasi invertite.*

Mentre l'intensità di campo magnetico generato da una linea elettrica dipende principalmente dall'entità delle correnti che circolano nei conduttori. Diversamente dalla tensione, l'intensità della corrente elettrica varia nell'arco della giornata a seconda della richiesta e della necessità degli utilizzatori, pertanto anche l'intensità del campo magnetico risulta variabile. Altra differenza rispetto al campo elettrico: oggetti ed edifici presenti nelle vicinanze della linea non hanno alcun effetto schermante al campo magnetico. Anche il campo magnetico si riduce al crescere della distanza dall'elettrodotto.

Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

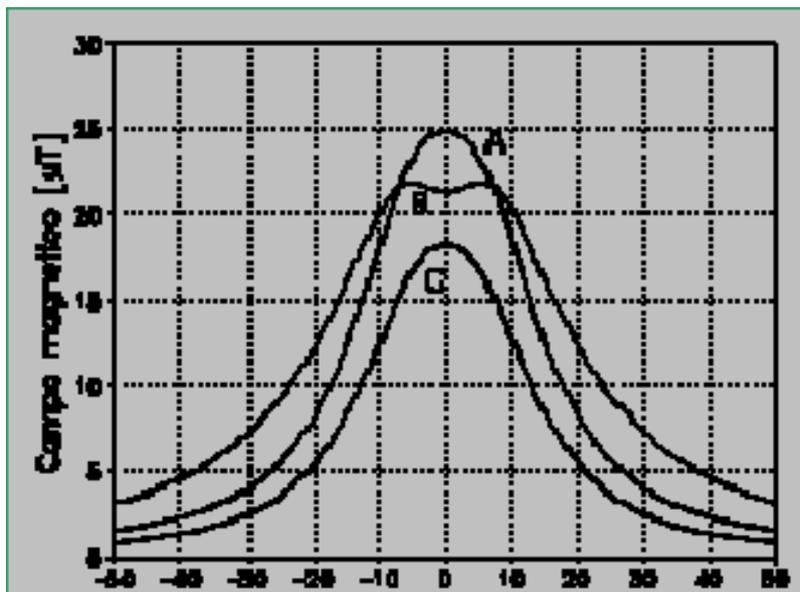


Figura 4.2: andamento dell'induzione magnetica ad una altezza di 1 m dal suolo in funzione della distanza dall'asse delle seguenti linee:

- A- elettrodotto a 380 kV semplice terna;*
- B- elettrodotto a 380 kV doppia terna con fasi congruenti;*
- C- elettrodotto a 380 kV doppia terna con fasi invertite.*

5 DIFFERENZE TRA CAMPI INDOTTI DA LINEE ELETTRICHE AEREE E CAMPI INDOTTI DA CAVI INTERRATI

Il **campo elettrico** risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina metallica schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. La riduzione così operata del campo elettrico consente agli individui di avvicinarsi maggiormente ai conduttori stessi, i quali, come già detto, sono di solito interrati a circa un metro di profondità.

Per le linee elettriche in AT e MT a 50 Hz, i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine metalliche e del terreno sovrastante i cavi interrati. Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- 1) distanza dalle sorgenti (conduttori);
- 2) intensità delle sorgenti (correnti di linea);
- 3) disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase);
- 4) presenza di sorgenti compensatrici;
- 5) suddivisione delle sorgenti (terne multiple).

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

Nel caso di elettrodotti aerei in media ed alta tensione, i valori di campo magnetico, pur al di sotto dei valori di legge imposti, sono notevolmente al di sopra della soglia di attenzione epidemiologica (SAE) che è di $0,2 \mu T$. Infatti, solo distanze superiori a circa 80 m dal conduttore permettono di rilevare un valore così basso del campo magnetico. È necessario notare inoltre che aumentare l'altezza dei conduttori da terra permette di ridurre il livello massimo generato di campo magnetico ma non la distanza dall'asse alla quale si raggiunge la SAE.

È possibile ridurre questi valori di campo interrando gli elettrodotti. Questi vengono posti a circa 1,5 metri di profondità e sono composti da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice (la quale funge da schermante per i disturbi esterni, i quali sono più acuti nel sottosuolo in quanto il terreno è molto più conduttore dell'aria) e un rivestimento protettivo. I cavi vengono posti a circa 25 cm l'uno dall'altro e possono assumere disposizione lineare (terna piana) o triangolare (trifoglio).



Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di miticoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

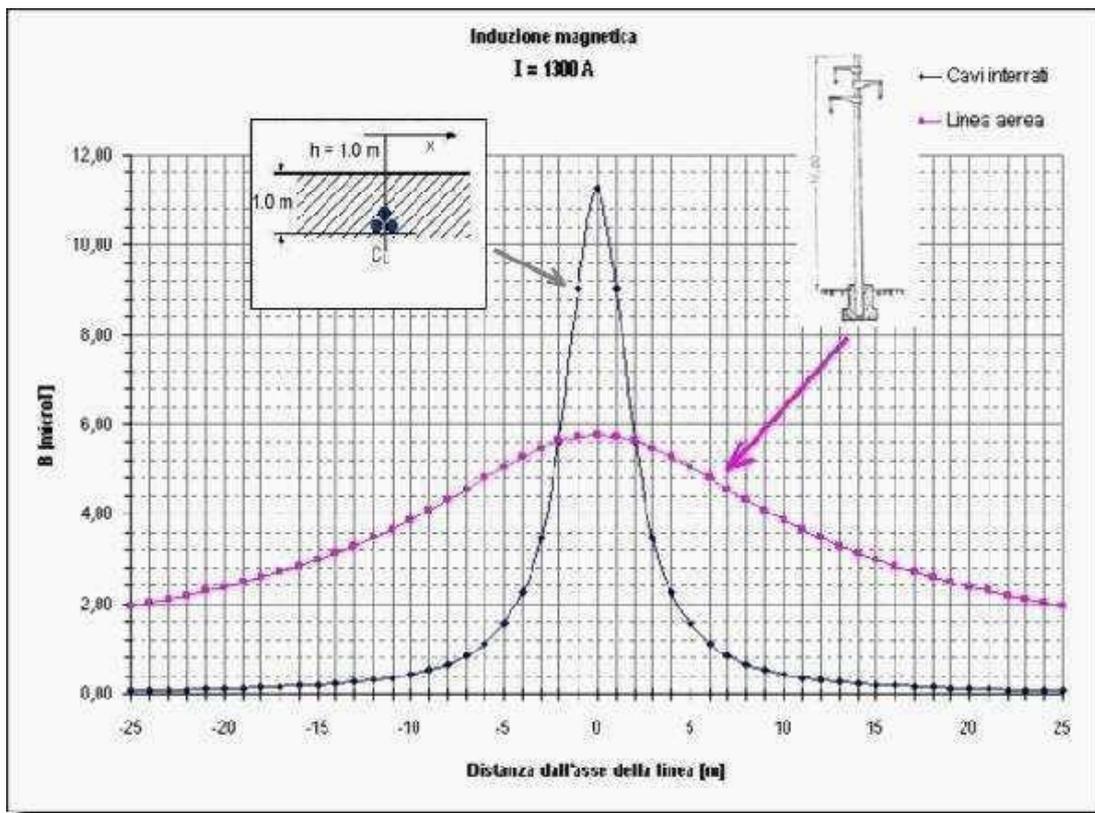


Figura 5.1: Attenuazione dell'induzione magnetica dovuta all'interramento dei cavi

I cavi interrati generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), però l'intensità di campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza (i circa 80 m sopra riportati diventano in questo caso circa 24 m). Tra i vantaggi quindi si annoverano i valori di intensità di campo magnetico che decrescono molto più rapidamente con la distanza, ma tra gli svantaggi rientrano i problemi di perdita di energia legati alla potenza reattiva (produzione, oltre ad una certa lunghezza del cavo, di una corrente capacitiva, dovuta all'interazione tra il cavo ed il terreno stesso, che si contrappone a quella di trasmissione).

Altri metodi con i quali ridurre i valori di intensità di campo elettrico e magnetico sono quelli di usare "linee compatte", dove i cavi vengono avvicinati tra di loro in quanto questi sono isolati con delle membrane isolanti. Queste portano ad una riduzione del campo magnetico.

Confrontando quindi il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si può notare che per i cavi interrati l'intensità massima del campo magnetico è più elevata, ma presenta

un'attenuazione più pronunciata. Tuttavia nella pratica in generale si può affermare che l'intensità a livello del suolo immediatamente al di sopra dei cavi di una linea interrata è inferiore a quella immediatamente al di sotto di una linea aerea ad alta tensione. Ciò è dovuto soprattutto ad una maggiore compensazione delle componenti vettoriali associate alle diverse fasi, per effetto della reciproca vicinanza dei cavi, che essendo isolati, possono essere accostati l'uno all'altro, come non può farsi per una linea aerea.

6 FASCIA DO RISPETTO PER GLI OBIETTIVI DI QUALITA'

L'impatto elettromagnetico indotto dall'impianto fotovoltaico oggetto di studio può essere determinato da

- 1) Linee MT in cavidotti interrati e marini;
- 2) Cabina di raccolta e cabine di trasformazione.

6.1 CAVI MT

Con riferimento ai cavi MT, secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$ (obiettivo di qualità).

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m]$$

Dove:

- I è la corrente che percorre il cavo espressa in Ampere;
- S è la distanza tra i centri delle sezioni dei conduttori che supporremo con buona approssimazione pari a 0,1 m (10 cm);
- R' è il raggio della fascia di rispetto;

Con il significato dei simboli di figura seguente:



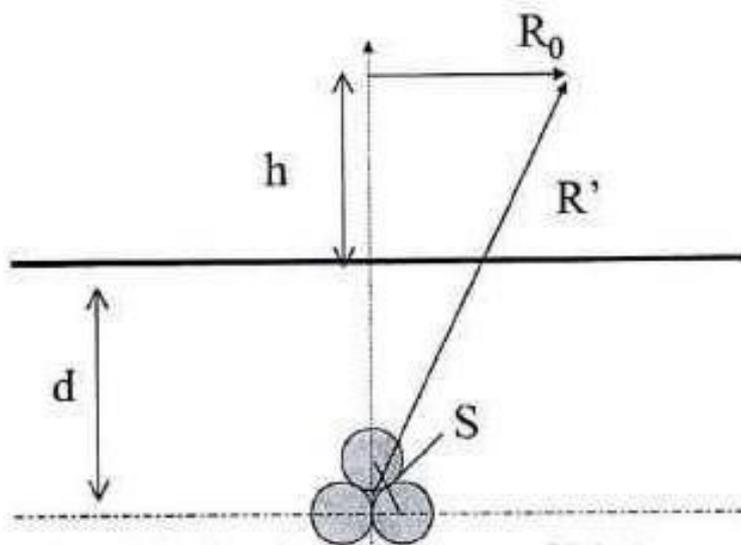


Figura 6.1: Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre i quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)

Calcolando la corrente massima che attraversa i conduttori MT con la formula:

$$I = \frac{P_n}{\sqrt{3}V_n \cos \varphi} = \frac{22,500 \cdot 10^6 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 455,80 \text{ A}$$

dove:

$P_n = 22,500 \cdot 10^6 \text{ W}$ (potenza max AC che interessa la singola terna di cavi MT dell'intero impianto)

$V_n = 30 \text{ kV}$

$\cos \phi = 0,95$

e ponendo $S = 0,10 \text{ m}$, si ottiene:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 455,80} = 1,931 \text{ m} \approx 2,0 \text{ m} \rightarrow 2,5 \text{ m}$$

che fornisce un valore della Dpa pari a 2,5 m per parte, rispetto all'asse della singola linea.

In pratica, quindi, ad una distanza di poco inferiore a due metri dal cavo il valore dell'induzione magnetica raggiunge il valore di qualità ($B=3 \mu\text{T}$). Le aree in cui avviene la posa dei cavi sono agricole, e la posa dei cavi avviene di solito al di sotto di strade di campo, aree dove ovviamente non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e/o la costruzione di edifici. Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotta dai cavi MT è praticamente nullo.



Per quanto riguarda l'area interna al campo, si fa presente che in essa non è prevista la presenza di persone, dal momento che l'accesso è interdetto al pubblico, trattandosi di aree private recintate. È consentito l'accesso nelle aree dell'impianto, nei pressi dei pannelli e delle cabine, solo a personale esperto ed addestrato, che comunque accede sporadicamente e per tempi limitati.

Di seguito sono riportate le sezioni tipo del cavidotto MT sia interno che esterno all'impianto con le caratteristiche geometriche dello scavo e i componenti utilizzati per lo stesso.

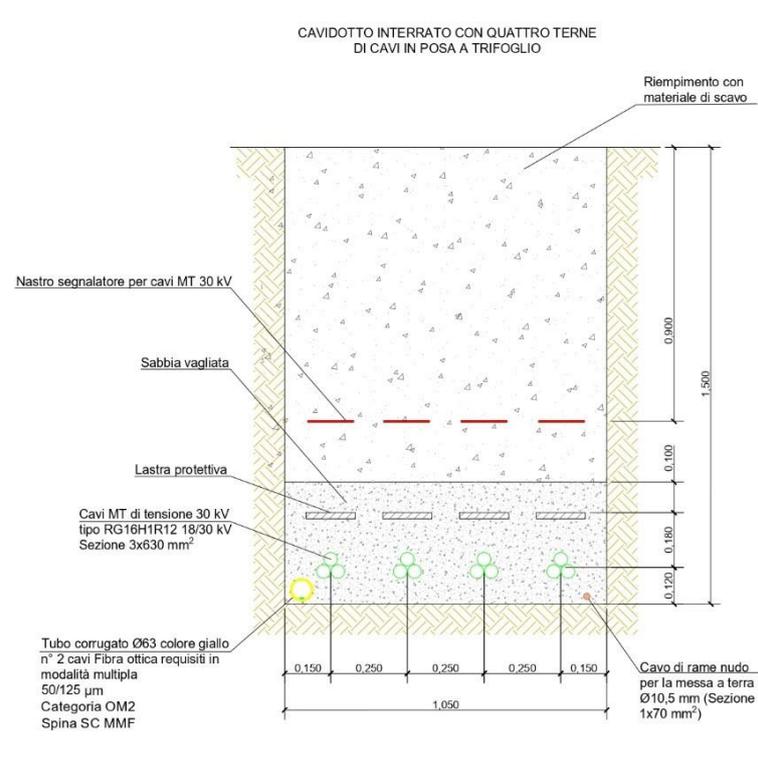


Figura 6.2: Dettaglio di sezione cavidotti MT terrestre

Si osserva quindi che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu T$) è di 2,5 m a sinistra e a destra di ciascuna linea interrata e pertanto, tenendo conto della presenza di tre linee interrate **la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 5,0m quindi +/-2,5 m centrata in asse linea dello scavo per il cavidotto MT, per il tratto di cavidotto terrestre avendo 4 linee la fascia di rispetto è di m quindi +/-3,0 m centrata in asse linea dello scavo (arrotondamento per eccesso della DPA).**

6.2 CABINA DI RACCOLTA E CABINA DI TRASFORMAZIONE

All'interno del parco sono state predisposte 26 cabine di trasformazione e 1 cabina di raccolta, destinate ad accogliere:

- quadri di parallelo AC;
- quadri MT per il sezionamento dei trasformatori;
- trasformatori MT/BT;
- componenti per i servizi ausiliari e sistemi di sicurezza.

Le cabine di trasformazione saranno suddivise in due vani destinati a:

- trasformatore MT/BT;
- quadro parallelo AC, scomparto MT protezione trasformatore e servizi ausiliari.

La cabina di raccolta sarà costituita da:

- locale utente con gli scomparti MT e le apparecchiature di protezione (Dispositivo Generale e Dispositivo di Interfaccia associati ai rispettivi sistemi di protezione), trasformatore MT/BT

e quadro generale dei servizi ausiliari;

- locale misure con il contatore dell'energia scambiata con la rete;
- locale di consegna allestito con gli scomparti MT previsti dal distributore.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di BT in uscita dal trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

I dati di ingresso per il calcolo della Dpa per le cabine di trasformazione sono pertanto: corrente nominale di bassa tensione del trasformatore e diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare la Dpa il proprietario/gestore della cabina deve:

- usare la curva riportata nel grafico seguente per calcolare il valore di Dpa / radice della corrente per la tipologia di cavi in uscita dal trasformatore nella cabina in esame;
- applicare al valore ricavato le operazioni sotto elencate:
 - a) moltiplicare per la radice della corrente;
 - b) arrotondare al mezzo metro superiore.

$$\text{Equazione della curva: } \frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,524}$$



Dpa = Distanza di prima approssimazione [m]; I = corrente nominale [A]; x = diametro dei cavi [m]

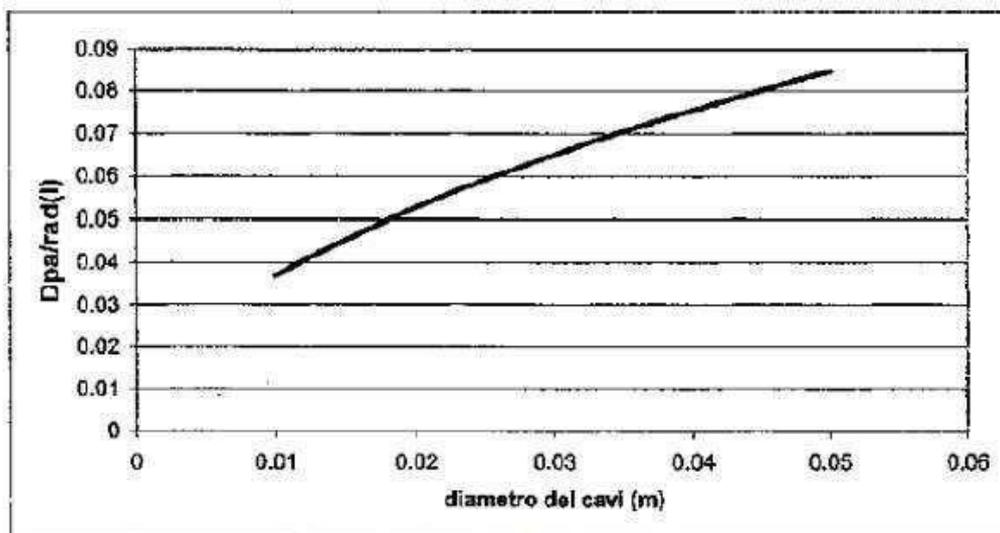


Figura 6.3: Rappresentazione dell'andamento del rapporto tra Dpa e radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi

Nella tabella successiva si riportano a titolo di esempio le distanze di prima approssimazione (Dpa) per fasce a 3 μ T calcolate in alcuni casi reali.

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
0.010	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
0.012	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.014	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.018	250	0.947	1.5
	400	1.199	1.5
	630	1.503	2
0.022	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
0.027	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5
0.035	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

Tabella 6.1: Dpa tipiche per trasformatori

Applicando la formula su esposta al nostro caso specifico, **la Dpa per ogni cabina di trasformazione MT/BT risulta:**

$$Dpa = 0,40942 \cdot 0,0619^{0,5241} \cdot \sqrt{455,80} = 2,034m \rightarrow 2,5m$$

Dove la corrente che attraverserà le sbarre MT di ciascuna cabina di trasformazione con valore massimo di circa 455,80 A, è stata calcolata come:

$$I = \frac{P_{AC,max}}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos \phi} = \frac{22,50 \cdot 10^6 VA}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 V \cdot 0,95} = 455,80 A$$



dove:

$P_{AC_TTTT} = 22,50 \cdot 10^6 \text{ VA}$ (potenza max AC in uscita dalla cabina di raccolta sulla singola terna di cavi)

$V_n = 30 \text{ kV}$

$\cos \phi = 0,95$

Di seguito si riporta la scheda tecnica relativa al valore del diametro esterno dei cavi **RG16H1R11** pari a 0,055 m corrispondente a una sezione pari a **630 mm²**.



RG16H1R12 da 1,8/3kV a 18/30 kV.
(UNIPOLARI EX RG7H1R) CPR Eca

Uo/U : 18/30 kV - U max : 36 kV(EX GRADO 47)



Model Product: 710-7L0-7M0-7O0-7P0-7Q0 - 20201023

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Diametro indicativo isolante	Diametro indicativo esterno	Peso indicativo del cavo	Raggio minimo curvatura
Conductor Number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Approx insulation diameter	Approx external production diameter	Approx cable weight	Minimum radius bending
(N°)	(mmq)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
Unipolare / Single core						
1x	35	7.0	28.0	33.8	1290	450
1x	50	8.1	27.1	35.9	1420	460
1x	70	9.9	28.9	36.1	1660	470
1x	95	11.5	30.5	37.8	1980	510
1x	120	12.9	31.9	39.1	2260	520
1x	150	14.2	33.2	40.7	2560	540
1x	185	15.9	35.0	42.6	2960	570
1x	240	18.3	37.4	45.3	3610	610
1x	300	20.7	39.8	47.8	4280	640
1x	400	23.5	42.6	51.2	5200	680
1x	500	26.5	45.6	55.0	6310	730
1x	630	31.2	50.3	61.9	7930	800

Tabella 6.2: Scheda tecnica per il diametro esterno dei cavi MT

A riprova di quanto affermato, si segnalano anche le "Linea guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.05.08"; nella scheda A16 (cabina primaria isolata in aria 132/150 kV– 15/20 kV) sono riportate le seguenti Dpa per quanto concerne il locale ospitante le apparecchiature di media tensione



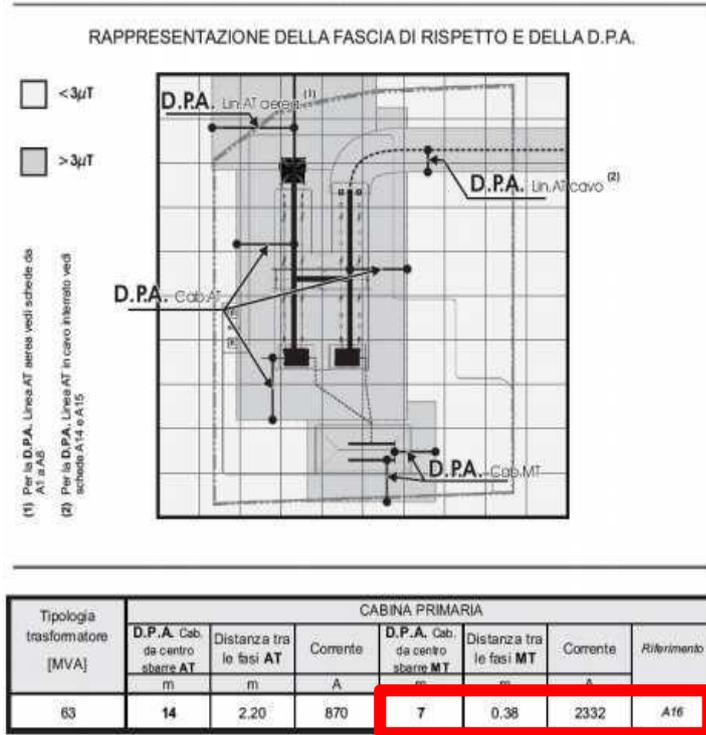


Figura 6.4: Rappresentazione della fascia di rispetto e della Dpa

La Dpa stimata è pari a 7 m dall'asse del sistema di sbarre MT; tuttavia tale valore è calcolato considerando una corrente che attraversa i cavi pari a 2.332 A, mentre nel caso del presente impianto, come già illustrato nel paragrafo precedente, la corrente che attraverserà le sbarre MT di ciascuna cabina di trasformazione avrà un valore massimo di circa 455,80 A.

Pertanto la Dpa sarà sicuramente inferiore a quella calcolata nella soprastante scheda presa come riferimento a conferma del risultato precedentemente calcolato, per il quale **la Dpa per ciascuna cabina di trasformazione e per la cabina di raccolta risulta pari a 2,5 m.**

7 SCHEDE TECNICHE COMPONENTI

L'intero sistema, comprensivo delle opere di rete necessarie per il collegamento alla RTN, è composto dai seguenti elementi

- Impianto fotovoltaico offshore
- Impianto di conversione CC/CA
- Impianto di supervisione e monitoraggio
- Impianto di sorveglianza
- Impianto di trasformazione MT/BT
- Elettrodotto MT di connessione
- Centrale elettrica MT/AT
- Elettrodotto AT di connessione alla nuova Stazione Elettrica della RTN

Per le opere di connessione in alta tensione si rimanda all'elaborato al progetto AT.

Il collegamento elettrico in media tensione dell'impianto fotovoltaico prevede la realizzazione delle seguenti opere:

1. collegamento di unità fotovoltaiche fino agli inverter di stringa;
2. collegamento dagli inverter di stringa alle cabine di trasformazione BT/MT;
3. Rete in cavo con posa marina a 30 kV dalle cabine di trasformatore alla cabina di raccolta interna all'impianto;
4. Rete di connessione a 30 kV dalla cabina di raccolta alla stazione di elevazione 150/30 kV esterna all'impianto.

Le unità fotovoltaiche saranno collegate a mezzo di cavi, in corrente continua opportunamente dimensionati, così come stabilito dalle norme CEI 82-25 e s.m.i. agli inverter di stringa. Inoltre, per limitare le sovratensioni indotte di origine atmosferica, il cablaggio di collegamento posti fra gli inverter e le cabine di trasformazione, verrà realizzato in modo che ciascuna inverter formi due anelli con i container ai quali risulta connesso, nei quali la corrente circoli in senso opposto.

In questo modo, si realizzeranno due spire nelle quali le sovratensioni indotte si compenseranno almeno parzialmente, riducendo quindi il valore della sovratensione risultante ai terminali della linea, e quindi anche limitazioni sulle emissioni elettromagnetiche. Di seguito si riporta la scheda tecnica dei moduli utilizzati e la sezione tipo del cavidotto BT.

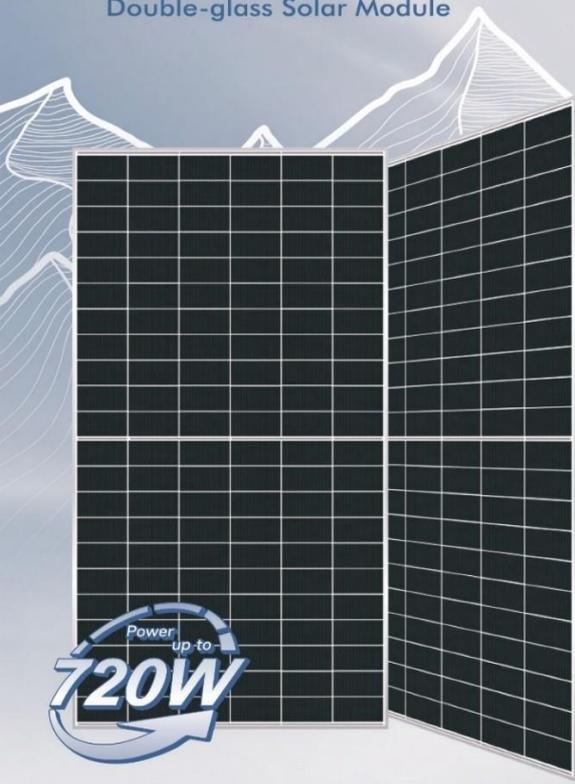


Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **M FLOATING MAR PICCOLO S.R.L.**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.



Himalaya G12 Series
700-720W
132-cell Bifacial HJT Half Cell
Double-glass Solar Module

Power up to **720W**

HUASUN | **HETERO JUNCTION TECHNOLOGY**

- HJT 2.0 Technology**
Combining gettering process and single-side μ -Si technology to ensure higher cell efficiency and higher module power.
- 0.26%/°C Pmax temperature coefficient**
More stable power generation performance and even better in hot climate.
- SMBB design with Half-Cut Technology**
Shorter current transmission distance, less resistive loss and higher cell efficiency.
- Up to 90% Bifaciality**
Natural symmetrical bifacial structure bringing more energy yield from the backside.
- Sealing with PIB based sealant**
Stronger water resistance, greater air impermeability to extend module lifespan.
- Higher reliability**
Industrial leading product and performance warranty, ensuring modules' consistent outstanding performance.
- Suitable for Utility project**
Lower BOS cost, lower LCOE.

WARRANTY

- Product Warranty **15** years
- Linear Power Warranty **30** years



The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Anhui Huasun reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the latest version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.



Elaborato: **Relazione Cem**

Rev. 0 – Novembre 2023

Pagina 22 di 33

Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Himalaya G12 Series 700-720W

132-cell Bifacial HJT Solar Half Cell Module

- BloombergNEF Tier 1 PV module manufacturer
- Reinsurance underwritten by Ariel Re

Engineering Drawings Unit: mm

Electrical Characteristics (STC*)

HS-210-B132	DS700	DS705	DS710	DS715	DS720
Maximum Power (Pmax)	700W	705W	710W	715W	720W
Module Efficiency (%)	22.53%	22.70%	22.86%	23.02%	23.18%
Optimum Operating Voltage (Vmp)	42.10V	42.25V	42.39V	42.54V	42.68V
Optimum Operating Current (Imp)	16.63A	16.69A	16.75A	16.81A	16.87A
Open Circuit Voltage (Voc)	50.13V	50.29V	50.44V	50.59V	50.74V
Short Circuit Current (Isc)	17.43A	17.49A	17.55A	17.61A	17.67A
Operating Module Temperature	-40 to +85 C				
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)				
Maximum Series Fuse	30A				
Power Tolerance	0~+5W				
Bifaciality	85% ± 5%				

*STC: Irradiance 1000 W/m², cell temperature 25 C, AM=1.5. Tolerance of Pmax is within +/- 3%.

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temp. (NOCT)	44 C ± 2 C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.26%/C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/C

Mechanical Characteristics

Cell Type	HJT Mono 210 × 105mm				
Cell Connection	132 (6 × 22)				
Module Dimension	2384 × 1303 × 35 mm				
Weight	38.7 kg				
Junction Box	IP68				
Output Cable	4mm², 300mm in length, length can be customized / UV resistant				
Connectors Type	MC4 original / MC4 compatible				
Frame	Anodised aluminum alloy				
Front Load	5400 Pa				
Rear Load	2400 Pa				
Glass Thickness	Double glass, 2.0mm				

Safety & Warranty

Safety Class	Class II
Product Warranty	15 yrs Workmanship
Performance Warranty	30 yrs Linear Warranty*

* Less than 1% attenuation in the 1st year, the annual attenuation from the 2nd year is no more than 0.375%, and the power is no less than 88% until the 30th year.

Shipping Configurations

Container Size	HC
Pallets Per Container	18
Modules Per Pallet (pcs)	31
Modules Per Container (pcs)	558

BSTC**

	770W	775W	780W	785W	790W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	42.10V	42.25V	42.39V	42.54V	42.68V
Optimum Operating Current (Imp)	18.29A	18.35A	18.41A	18.46A	18.51A
Open Circuit Voltage (Voc)	50.13V	50.29V	50.44V	50.59V	50.74V
Short Circuit Current (Isc)	19.17A	19.22A	19.28A	19.33A	19.39A

**BSTC: Front side irradiation 1000W/m², back side reflection irradiation 135W/m², AM=1.5, ambient temperature 25 C.

PERC Standard vs HUASUN HJT Module

Year	PERC Standard (%)	HUASUN HJT Module (%)
0	99%	99%
25	90%	90%
30	88%	88%

* Refer to HUASUN standard warranty for details

ANHUI HUASUN ENERGY CO., LTD.
 HS-210-B132DS-V202301 © Anhui Huasun Energy Co., Ltd. reserves all rights.

NO.99 Qingliu Road, Economic and Technological Development Zone, Xuancheng, Anhui, China
 Tel: 0086-563-3318095 www.huasunsolar.com
 sales@huasunsolar.com customerservice@huasunsolar.com

Figura 7.1: Scheda tecnica modulo Huasun Himalaya serie G12 – 720Wp



Cavidotto marino con cavi di produzione BT

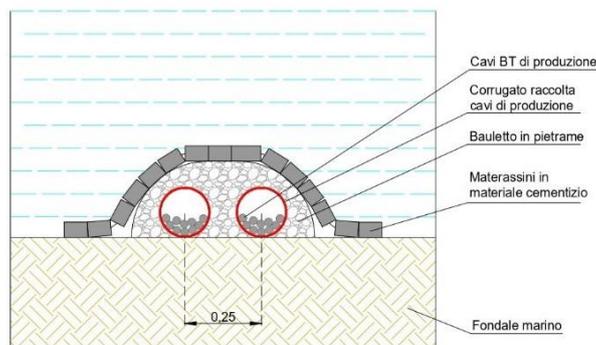


Figura 7.2: Sezioni tipo di posa marina per cavi BT

Inoltre, per la sezione dei cavi, la *corrente massima ammissibile*, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore è calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8. Le *portate dei cavi in regime permanente* relative alle condutture da installare sono verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, CEI-UNEL 35026, CEI-UNEL 35023-70, applicando ai valori individuati, dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente. A seguire una tabella con coefficienti tipo.

Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Fattori di correzione per circuiti realizzati per cavi installati a fascio o strato Correction factors for loom or layer installed cables (CEI - UNEL 35024/1 : 1997-06)												
Numero di circuiti o cavi multipolari Circuits number or single core cable number												
Disposizione (cavi a contatto) Disposition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Raggruppati a fascio, annegati Loom collected, drowned	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
Singolo strato su muro, pavimento o passerella non perforata Single layer on wall, floor or not pierced gangway	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	Nessuna ulteriore riduzione per più di 9 circuiti o cavi multipolari None decrease for more than 9 circuits or multicore cables		
Strato a soffitto Ceiling layer	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61			
Strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non) Pierced gangway layer (horizontal or vertical, pierced or not)	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72			
Strato su scala posacavi o graffiato ad un sostegno Layer on laying cables stairs	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78			

Fattori di correzione per pose ravvicinate in terra Correction factors for in ground brought closer lay					
Numero dei circuiti Circuits number	Distanza tra i cavi (a)* Cables distance				
	nulla - none	% Ø cavo - % Ø cable	0.125 m	0.25 m	0.5 m
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

Fattori di correzione per pose ravvicinate in terra Correction factors for in ground brought closer lay									
Numero dei cavi Cables number	Distanza tra i cavi (a)** Cables distance				Numero di circuiti unipolari (2 o 3 cavi) Single core circuits number	Distanza tra i cavi (a)** Cables distance			
	nulla - none	0.25	0.5	1.0		nulla - none	0.25	0.5	1.0
2	0.85	0.90	0.95	0.95	2	0.80	0.60	0.90	0.95
3	0.75	0.85	0.90	0.95	3	0.70	0.80	0.85	0.90
4	0.70	0.80	0.85	0.90	4	0.65	0.75	0.80	0.90
5	0.65	0.80	0.85	0.90	5	0.60	0.70	0.80	0.90
6	0.60	0.80	0.80	0.90	6	0.70	0.70	0.80	0.90

*Cavi multipolari
Multicore cables

*Cavi unipolari
Single-core cables

**Cavi multipolari
Multicore cables

***Cavi unipolari
Single-core cables

Tabella 7.1: Tab. 52D della Norma CEI 64-8

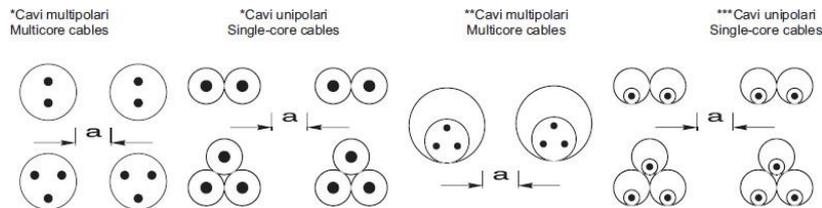


Figura 7.3: Sezioni tipo di posa interrata per cavi BT



Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Le unità fotovoltaiche saranno collegate agli inverter tramite due cavi in corrente continua del tipo FG16OR16–0,6/1 kV, bipolare (positivo e negativo) di sezione opportunamente dimensionata per contenere le cadute di tensione e corrente, secondo le modalità precedentemente descritte.



FG16R16 / FG16OR16 0,6/1 kV
CPR Cca-s3,d1,a3

Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in HEPR di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi. In accordo al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11
Flexible or rigid power control cable for fixed installations not propagating fire and width low corrosive gas emission. G16 quality HEPR insulated.CPR UE 305/11



Model Product P10-P11 - 20190405

(Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11)

(Accordingly to the standards BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2)CPR UE 305/11)

Norme di riferimento

Standards

CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016



Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G16 Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico Guaina in miscela termoplastica tipo R16	Class 5 flexible copper conductor. Elastomeric mixture insulation (G16 quality). Not fibrous and not hygroscopic filler Outer Sheath PVC R16 type.
---	---

<i>Tensione nominale U0</i>	600V(AC) 1800V(DC)	<i>Nominal voltage U0</i>
<i>Tensione nominale U</i>	1000V(AC) 1800V(DC)	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Tensione di prova</i>	4000 V	<i>Test voltage</i>
<i>Tensione massima Um</i>	1200V(AC) 1800V(DC)	<i>Maximun voltage Um</i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	90	<i>Maximun operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm²</i>	250	<i>Maximun short circuit temperature for sections up to 240mm²</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm²</i>	220	<i>Maximun short circuit temperature for sections over 240mm²</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-15°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	0°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

Condizioni di impiego piu comuni Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR .Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.Non indicato per sringhe di collegamento con pannelli fotovoltaici.Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti esterni anche bagnati AD7.Caratteristiche particolari buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Caratteristiche Particolari, buon comportamento alle basse temperature a resistente ai raggi UV.	Common features For electrical power system in constructions aind other civil engineering bulginings,in order to limit fire and smoke production and spread,in accordance with the CPR. Power and control use outdoor and indoor applications, even wet. Suitable for fixed installations at open air, in tube or canals, masonry, metals structures, overhead wire and for direct or indirect underground wiring.Not indicated for connection with photovoltaic panels.Power and control use outdoor applications, even wet AD7.Special features good resistance to industrial oils and greases. Good behavior at low temperatures. UV resistant.
---	--

Figura 7.4: Scheda tecnica del cavo utilizzato per il collegamento fra fra moduli e inverter.

L'impianto si avvale in questo caso di inverter di stringa del tipo SUN2000-330KTL-H1, inoltre gruppi di conversione adottati per tale tipologia di impianto sono composti dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento, protezione e controllo, di seguito si riportano la curva di rendimento, il diagramma circuitale e i dati tecnici dell'inverter utilizzato.

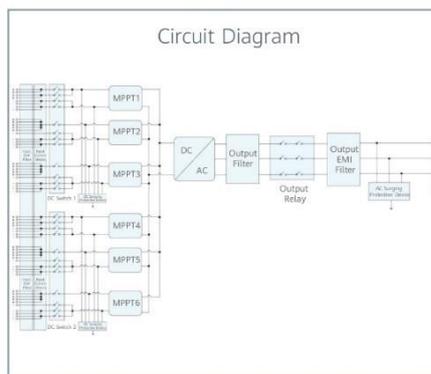
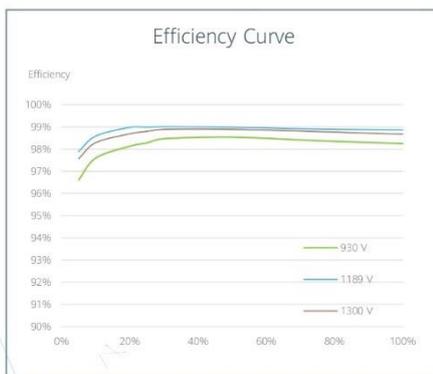


Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

SUN2000-330KTL-H1
Smart PV Controller
For APAC, LATAM & EUROPE



- Max. Efficiency $\geq 99.0\%$
- Smart Connector-level Detection (SCLD)
- Smart Self-cleaning Fan (SSCF)
- IP66 Protection
- MBUS Supported
- Smart String-level Disconnection (SSLD)
- Smart IV Curve Diagnosis Supported
- Surge Arresters for DC & AC



SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 7.5: Curva di rendimento e diagramma circuitale dell'inverter utilizzato per la conversione DC/AC.



Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

SUN2000-330KTL-H1
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 99.0%
European Efficiency	≥ 98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	THD _i < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH45MM4TMSPA / HH45FM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm ²)
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	

Figura 7.6: Scheda tecnica dell'inverter utilizzato per la conversione DC/AC.

Ciascuna cabina potrà gestire una potenza massima 4000 KVA poiché sarà dotata di due trasformatori in resina da 2000KVA ciascuno, di cui si riportano di seguito le tabelle tecniche dei parametri elettrici e meccanici.



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **M FLOATING MAR PICCOLO S.R.L.**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Green T.HE MT/BT IN RESINA

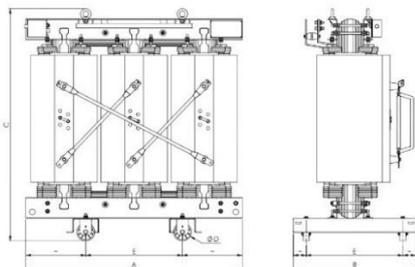
Rispondenza normativa: IEC 60076-11 e EN 50708
Potenza: 100–3150 kVA
Frequenza: 50 Hz
Regolazione, lato MT: $\pm 2 \times 2,5\%$
Gruppo vettoriale: Dyn11
Classe termica del sistema isolante: 155 °C (F) / 155 °C (F)
Sovratemperatura: 100 K / 100 K
Classe ambientale: E3-C2-F1

Tensioni Primarie: da 6 a 11 kV. Classe d'isolamento: 12 kV BIL 75 kV
Tensioni Secondarie a vuoto: da 400 a 433 V (classe d'isolamento $\leq 1,1$ kV)

Tensioni Primarie: da 12 a 15,75 kV. Classe d'isolamento: 17,5 kV BIL 95 kV
Tensioni Secondarie a vuoto: da 400 a 420 V (classe d'isolamento $\leq 1,1$ kV)

Tensioni Primarie: da 20 a 23 kV. Classe d'isolamento: 24 kV BIL 125 kV
Tensioni Secondarie a vuoto: da 400 a 420 V (classe d'isolamento $\leq 1,1$ kV)

Tensioni Primarie: da 25 a 35 kV. Classe d'isolamento: 36 kV BIL 170 kV
Tensioni Secondarie a vuoto: da 400 a 420 V (classe d'isolamento $\leq 1,1$ kV)



Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo. Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.

Possibilità di realizzare su richiesta prodotti con altre combinazioni di tensioni primarie e secondarie.



CLASSE DI ISOLAMENTO 36 kV

S _n [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [V]	U _k [%]	P ₀ [W]	P _k [W] a 120 °C	I ₀ [%]	LwA-Potenza Acustica [dB (A)]	Codice	Lunghezza (A) [mm]	Larghezza (B) [mm]	Altezza (C) [mm]	Massa [kg]	Interasse ruote (E) [mm]	Diametro ruote (D) [mm]	Tipo BOX*
100	33	400	6	289	1980	1,2	51	HB5AIAQBA	1650	850	1800	1800	670	125	AL
160	33	400	6	414	2860	1,2	54	HC5AIAQBA	1600	850	1750	1700	670	125	AL
250	33	400	6	538	3740	1,1	57	HE5AIAQBA	1600	850	1850	2000	670	125	AL
315	33	400	6	641	4264	1	58	HF5AIAQBA	1700	1000	1850	2300	670	125	AL
400	33	400	6	776	4950	1	60	HG5AIAQBA	1700	1000	1850	2300	670	125	AL
500	33	400	6	933	6193	0,8	60	HH5AIAQBA	1750	1000	1900	2500	670	125	AL
630	33	400	6	1138	7810	0,8	62	HI5AIAQBA	1700	1200	2000	2600	820	160	BL
800	33	400	6	1345	8800	0,7	64	HJ5AIAQBA	1750	1200	2150	3100	820	160	BL
1000	33	400	6	1604	9900	0,7	65	HK5AIAQBA	1850	1200	2250	3700	820	160	BL
1250	33	400	6	1863	12100	0,7	67	HL5AIAQBA	1950	1200	2300	4300	820	160	BL
1600	33	400	8	2277	14300	0,6	68	HM5AIDQBA	2050	1700	2400	4700	1070	200	CL
2000	33	400	8	2691	17600	0,5	70	HN5AIDQBA	2150	1700	2450	5400	1070	200	CL
2500	33	400	8	3208	20900	0,5	71	HO5AIDQBA	2350	1700	2550	6800	1300	200	DT
3150	33	400	8	3933	24200	0,4	71	HP5AIDQBA	2400	1700	2600	7700	1300	200	DT

Figura 7.7: Scheda tecnica trasformatore Green T.HE Power Station da 2000 KVA classe 36 kV

Le cabine di trasformazione saranno connesse alla cabina di raccolta dalla quale partirà la linea di connessione a 30 kV esterna all'impianto, fino alla stazione elettrica Terna "Taranto N.2".

Per il trasporto dell'energia elettrica prodotta fino alla stazione elettrica di trasformazione MT/AT 30/150 kV, in prossimità della stazione di smistamento di Terna, verrà realizzato un elettrodotto in Media Tensione a 30 kV - 50 Hz (bassa frequenza) del tipo RG16H1R12 18/30 KV, con Isolamento in HEPR di qualità G16, conforme agli standard HD 620 CEI 20-13pqa, IEC 60502pqa, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016.



Progetto per la realizzazione in area SIN di Taranto di un parco fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) della potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.



RG16H1R12 da 1,8/3kV a 18/30 kV.
(UNIPOLARI EX RG7H1R) CPR Eca

UNIPOLARI MEDIA TENSIONE
MEDIUM VOLTAGE



Model Product: 710-7L0-7M0-7G0-7P0-7Q0 - 20201023

Norme di riferimento

CEI 20-13, HD 620 IEC 60502pqa
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 (IEC 60332-1-2)

Standards



<p>Conduttore rigido di rame rosso ricotto. Classe 2. Semiconduttore interno elastomerico estruso Isolamento in HEPR di qualità G16 Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta Schermo costituito a fili di rame rosso Guaina in PVC qualità R12</p>	<p>Rigid class 2 red copper conductor. Inner semi-conducting layer Elastomeric mixture insulation (G16 quality). Outer semi-conducting layer special high module hepr for 1.8 / 3 kV only on request Red copper wire shield. Outer Sheath PVC R12 type.</p>
--	---

Tensione nominale U0	da 1,8kV a 18kV	Nominal voltage U0
Tensione nominale U	da 3kV a 30kV	Nominal voltage U
Temperatura massima di esercizio	+90°C	Maximum operating temperature
Temperatura massima di corto circuito	+250°C	Maximum short circuit temperature
Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)	-15°C	Min. operating temperature (without mechanical shocks)
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C	Minimum installation and use temperature

Condizioni di impiego piu comuni
Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta.

Condizioni di posa
Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):
12 D
Sforzo massimo di tiro:
60 N/mm

Imballo
Imballo e quantitativi minimi da definire in sede d'ordine

Colori anime
Unipolare: rosa
Tripolare: rosa

Colori guaina
Rosso

Note
Nei cavi con tensione nominale di isolamento Uo verso terra inferiore o uguale a 3,6 kV è ammessa l'omissione degli strati semiconduttori.

Common features
Suitable for the transport of energy between the substations and large users. For electrical power system in constructions and other civil engineering bulgnings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the CPR. For free hanging, pipe or channel. Laying underground also not protected.

Employment
Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):
12 D
Maximum pulling stress:
60 N/mm

Packaging
Packaging and minimal quantity to agree

Core colours
Single core: pink
Three cores: pink

Sheath colour
Red

Note
In cables with a rated voltage of Uo insulation to lower ground or equal to 3.6 kV is allowed the omission of the semiconductor layers.

MEDIA TENSIONE / MEDIUM VOLTAGE

Figura 7.8: Scheda tecnica cavo MT 30 kV.



Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche elettriche della rete MT.

Dalla suddetta tabella è possibile evincere la lunghezza del collegamento dall'impianto al quadro MT della stazione di trasformazione 30/150 kV, la capacità di trasporto in corrente (in funzione del tipo di posa e del coefficiente termico del terreno), la sezione del cavo prevista, nonché le perdite calcolate alla potenza massima erogata dal PFV.

TRATTA			Lungh. (m)	Ic (A)	Sez. (mmq)	N. linee in trincea	ΔP (KW)
Cabina di raccolta	SE 150/30	Elettrodotto	10.000	455,80	3x4x630	4	626,6

Tabella 7.2: Caratteristiche geometriche linea MT di collegamento impianto alla SE 150/30 kV



8 CONCLUSIONI

A garanzia di una giusta analisi delle previste influenze dirette dovute alle sorgenti immesse dalla attività di produzione di energia elettrica si segnala che sarà anche misurato il fondo elettromagnetico esistente nelle aree dove verrà realizzato l'impianto per valutare valori dovuti ad altre sorgenti già esistenti, e quindi, saranno svolte misure dell'induzione magnetica in alcuni punti, ed in particolar modo sui tracciati dei cavidotti e nelle aree ove ricadranno le cabine elettriche di trasformazione e consegna. Per tutte le cabine elettriche e i cavidotti previsti in progetto si può affermare che *le Dpa, nel caso esaminato in questa relazione abbiano un ordine di grandezza stimato in poche unità di metri, nel caso in esame sarà utilizzata una Dpa pari a 2,5m, quindi comprendente una ridotta area nell'intorno delle cabine stesse e ricadente dentro la superficie di pertinenza degli impianti.*

Tutto quanto sopra è in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: *per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.* Alla luce di quanto sopra descritto e fermo restando che nella zona d'interesse non sono ubicate aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere, si può asserire che sia l'impianto fotovoltaico che le opere di connessione di MT del progetto oggetto della presente relazione sono compatibili con la normativa vigente in materia di elettromagnetismo.

