



Aprile 2013

PROGETTO PRELIMINARE IMPIANTI FOTOVOLTAICI (LOTTO 1A) EX-MINIERA DI AMIANTO DI BALANGERO E CORIO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Destinatario:

R.S.A. S.r.l.

Società a capitale pubblico per il risanamento e lo sviluppo ambientale dell'ex miniera di amianto di

Balangero e Corio

Viale Copperi, 15

10070 - Balangero

RELAZIONE

Numero Relazione.

RSAFV_11508450009/882

6 - VOL.04_4



A world of
capabilities
delivered locally





Indice

1.0	PREMESSA	3
2.0	NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	3
3.0	TERMINOLOGIA	4
4.0	CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	5
5.0	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	5
6.0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8



1.0 PREMESSA

Il presente progetto ha come finalità l'individuazione della migliore soluzione tecnica per la realizzazione dei campi FV sui lotti relativi al "sito di bonifica di interesse nazionale della ex miniera di amianto di Balangero e Corio" nel Comune di Balangero (TO).

I piazzali ove si dovrà installare l'impianto fotovoltaico saranno messi in sicurezza secondo il progetto redatto da RSA, a conclusione del quale sarà realizzato il campo fotovoltaico.

2.0 NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

- Decreto legislativo n. 36 del 13 gennaio 2003, "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti";
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- Decreto Legislativo 163/2006 e s.m.i. "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE";
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 "Testo unico della sicurezza" e s.m.i.;
- Decreto Ministeriale del 27 settembre 2010 "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica -Abrogazione Dm 3 agosto 2005".
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (82 -12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;



- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici.

L'elenco normativo riportato non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, saranno comunque applicate.

3.0 TERMINOLOGIA

- Cella fotovoltaica: Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare
- Modulo fotovoltaico: Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e / o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice di alluminio anodizzato.
- Stringa: Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.
- Campo: Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto.
- Corrente di cortocircuito: Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.
- Tensione a vuoto: Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare
- Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa: Un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25°C. la radiazione solare è 1.000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).
- Potenza di picco: Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.
- Efficienza di conversione di un modulo: Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.
- Convertitore CC/CA (Inverter): Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico ed un trasformatore.
- Angolo di Azimut: Angolo dalla normale alla superficie e dal piano meridiano del luogo; è misurato positivamente da sud verso ovest.
- Angolo di Tilt: Angolo che la superficie forma con l'orizzonte; è misurato positivamente dal piano orizzontale verso l'alto.



4.0 CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

La realizzazione di un qualunque impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha principalmente lo scopo di immettere l'energia prodotta in rete contribuendo a bilanciare l'assorbimento dell'energia necessaria ai fabbisogni elettrici.

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- assenza di inquinamento acustico;
- possibilità di utilizzo per l'installazione di superfici marginali (tetti, solai, terreni ec...)

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali si è basata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico in oggetto sono riportate qui di seguito:

- rispetto delle leggi e delle normative vigenti;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici e impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete;
- specifiche esigenze della Committenza;
- soluzioni già approvate dalla Committenza nel caso della progettazione dei differenti campi FV del primo progetto, dal quale si è partiti per redarre il presente

5.0 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

E' previsto un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, con una superficie captante complessiva di circa 7.000m² e una potenza di picco pari a 996,8kWp.

Per la realizzazione di tale impianto si prevede l'impiego di moduli in silicio monocristallino da 280 Wp. La scelta della tecnologia monocristallina risale al primo progetto che richiedeva la massima producibilità possibile in relazione alle caratteristiche del sito e alla superficie a disposizione. Essendo caduta tale necessità è onere dell'Appaltatore l'adozione di pannelli diversi da quelli indicati in questo progetto, purchè di caratteristiche tecniche e prestazionali equivalenti o superiori.

Vista la tipologia di superficie, si è resa necessaria la scelta di strutture autoportanti che non necessitassero di essere fissate al terreno, essendo questo, per l'appunto, di tipo amiantifero; pertanto è stata adottata la soluzione che prevede l'impiego di traversini di tipo ferroviario, posati a loro volta su uno strato di stabilizzato integrativo di 20cm, per garantire il bloccaggio e la stabilizzazione delle strutture di



sostegno dei pannelli. Il dettaglio costruttivo di questo tipo di posa verrà approfondito in fase di progetto esecutivo.

Per quanto concerne la scelta di un sistema fisso si precisa che questa è stata dettata dalla volontà di limitare il più possibile l'attività manutentiva e la conseguente movimentazione di persone e mezzi all'interno del sito, su uno strato di copertura che non deve essere sottoposto a eccessivi carichi; tale attività sarebbe risultata sicuramente più marcata nel caso fosse stata adottata la soluzione di un sistema a inseguimento.

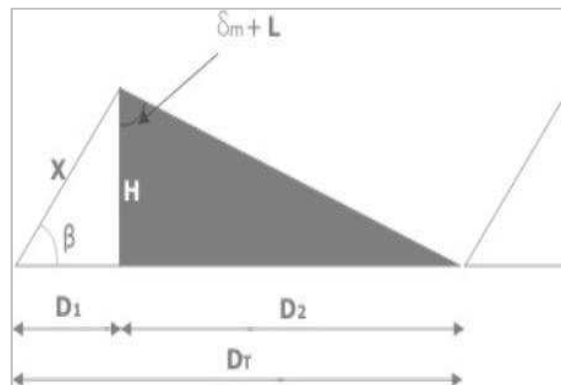
L'impianto sarà connesso alla rete di distribuzione elettrica tramite una nuova linea di media tensione su palo che collegherà la nuova cabina MT ENEL posta sulla provinciale alla cabina prevista per il campo fotovoltaico.

Il sistema fotovoltaico comprende circa 3560 moduli suddivisi in 3 sottocampi, costituiti da stringhe di moduli collegati in serie, 3 inverter per la connessione in parallelo alla rete elettrica dell'energia e un quadro di interfaccia. I quadri di campo sono previsti in prossimità delle stringhe, gli inverter e il quadro di interfaccia sono previsti nel locale adiacente la cabina BT/MT dell'impianto fotovoltaico per facilitare la manutenzione e gestione dell'impianto.

La scelta di questa architettura di sistema, preferita rispetto a quella che avrebbe previsto l'impiego di inverter di piccola taglia distribuiti, è stata compiuta per limitare al massimo le operazioni di manutenzione da compiere in sito, secondo lo stesso principio già evidenziato a proposito dell'impiego di un sistema fisso.

La distanza di posa tra le diverse file di pannelli è stata calcolata applicando il principio del cosiddetto "triangolo delle ombre", riportata di seguito per maggior chiarezza.

Dall'analisi delle caratteristiche delle componenti della radiazione solare si può notare che la porzione di cielo vista dalle file secondarie è in parte oscurata dalle file precedenti, questo comporta che il generatore fotovoltaico riceve solo una parte di radiazione diffusa e la radiazione riflessa è nulla. La componente diretta dovrà essere valutata mediante lo studio delle ombre sistematiche che consente un corretto posizionamento delle file parallele per evitare gli ombreggiamenti reciproci. Nella seguente figura è rappresentata l'ombra sistematica prodotta da una superficie di lunghezza X , inclinata rispetto al piano orizzontale di un angolo β . La distanza minima per il posizionamento delle file parallele con $\beta \neq 0^\circ$ si può ricavare dal triangolo delle ombre.



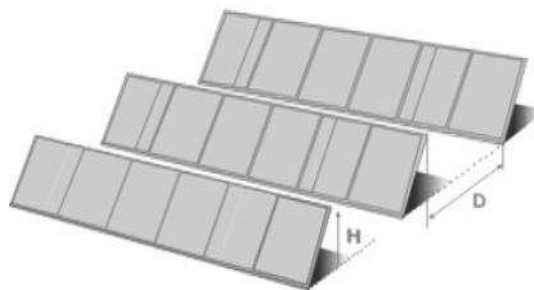
$$D_1 = X \cdot \cos \beta$$

$$H = X \cdot \sin \beta$$

$$D_2 = H \cdot \tan(\delta_m + L)$$

$$D_r = D_1 + D_2$$

Con $\delta_m = 23,45^\circ$ si indica la declinazione al solstizio invernale (21 dicembre), cioè il periodo in cui il sole si trova alla minima elevazione e L è la latitudine del sito. Per ottimizzare l'area occupata dal campo fotovoltaico e contenere le perdite dovute agli ombreggiamenti, bisogna individuare la distanza minima tra le file parallele a partire dalla considerazione che l'ombreggiamento sia nullo alle ore 12 del giorno del solstizio d'inverno.



I moduli saranno tutti a doppio isolamento ma andranno comunque collegati all'impianto di terra per motivi funzionali. Anche le strutture di sostegno andranno collegate all'impianto di terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

La cabina MT/BT è prevista vicino alla strada asfaltata, anche se in posizione non baricentrica rispetto all'estensione del campo fotovoltaico, in modo da ridurre al minimo la linea aerea di collegamento e permettere una più agevole manovrabilità delle apparecchiature (es. trasformatore) interne alla cabina, sia in fase di installazione che in fase di gestione, senza dimenticare l'eventualità di un intervento, rapido e sicuro, da parte dei mezzi di spegnimento in caso dovesse manifestarsi un incendio nella cabina stessa.

Il sistema di controllo e monitoraggio dell'impianto permette, per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati



con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza ecc...) di ciascun inverter, inoltre permette per mezzo di opportuni apparecchi di interfaccia di dialogare con il sistema di supervisione.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

L'energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici sarà immessa nella rete elettrica locale e l'impianto opererà in regime di cessione.

I misuratori di energia prodotta saranno due:

- un misuratore dell'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico, fornito e posato a cura della ditta appaltatrice, sarà posizionato all'interno del quadro di interfaccia.
- un contatore di energia di tipo elettronico con visualizzazione della quantità di energia ceduta e prelevata dalla rete elettrica esterna sarà posto a cura del Distributore di Energia Elettrica. Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.

Le linee di collegamento tra i vari inverter e il quadro di interfaccia verranno eseguite con cavo multipolare del tipo FG7OR.

I moduli fotovoltaici, montati su apposita struttura di sostegno dotata di specifico sistema di zavorra per contrastare l'effetto del vento, verranno collegati tra loro per mezzo di cavo "solare" tipo multicontact precablato, mentre i tratti di linea tra i quadri di campo e gli inverter verranno effettuati per mezzo di cavo "solare" non precablato.

La distribuzione avviene in canalina metallica, la quale viene ancorata ai basamenti dei pannelli (vedasi particolare grafico in tavola E101); le singole apparecchiature vengono raggiunte per mezzo di uno stacco in tubo in PVC; il grado di protezione degli impianti è almeno pari a IP55 garantito utilizzando raccordi, pressacavi e giunzioni di pari prestazioni.

A valle dei moduli fotovoltaici è prevista l'installazione di un canaletta di raccolta acque in cemento opportunamente fissata al terreno per evitare possibili movimenti e/o ribaltamenti. L'acqua raccolta dai pannelli sarà quindi opportunamente convogliata all'interno di serbatoi, installati a valle dei campi fotovoltaici, per permetteranno un deflusso graduale verso il torrente esistente in sito.

Dovrà essere prevista, come indicato negli elaborati, l'asfaltatura della viabilità principale.

6.0 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si prevede che l'impianto venga realizzato con 3.560 moduli da 280 Wp ciascuno, che verranno installati su strutture di sostegno di tipo fisso con inclinazione 30° ed esposizione sud.

Tabella 1: Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

Località

Balangero (TO)



RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Potenza di picco dell'impianto	996,8 kWp
Superficie moduli fotovoltaici	6.998 m²
Impianto connesso alla rete elettrica	SI
Tipologia moduli fotovoltaici	Silicio monocristallino
Inclinazione dei moduli fotovoltaici	30°
Esposizione	Sud

La producibilità dell'impianto è stata calcolata con il software Polysun Versione 5.5, distribuito da Vela Solaris AG (<http://www.velasolaris.com>) e sviluppato in collaborazione con Institute fur Solartechnik SPF (<http://www.solarenergy.ch>).

I risultati restituiti dal software, calcolati con riferimento ai dati di irradiazione solare annua forniti dal database di METEONORM (www.meteonorm.com), sono stati ritirati sulla base del valor medio di irradiazione solare annua ottenuto consultando le seguenti fonti, considerate fra i più attendibili:

- METEONORM
- PVGIS CLASSIC
- PVGIS SAF
- ATLANTE ENEA
- UNI 10349

Il dato di irradiazione solare annua sul piano dei pannelli fotovoltaici utilizzato per i calcoli è pari a 1580 kWh/m².

La valutazione della producibilità annua dell'impianto fotovoltaico ha inoltre tenuto in considerazione l'effetto dell'ombreggiamento delle montagne e di quello portato reciprocamente fra le file di pannelli (disposte parallelamente fra loro), che diminuiscono la produzione energetica annua dell'impianto per un fattore pari a circa il 6%.

La producibilità energetica annua dell'impianto risulta pari a **1.216.000 kWhe**, equivalente ad una produzione specifica di circa **1.220 kWhe/kWp**.



Pagina delle Firme della Relazione

GOLDER ASSOCIATES S.R.L.

Per.Ind. Antonino Tocco
PM - Coordinatore e Referente

Ing. Francesco Morgagni
PD - Supervisione e Progettista

VAT No.: 03674811009 Registro Imprese Torino
società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. Ex art. 2497 c.c.

v:\lavori\11508450009 - rsafv - rsa balangero\cte\rev-4\lav\relazioni\vol04_rt_rsafv_pre_4.docx

La Golder Associates si sforza di essere il più rispettato gruppo globale di società specializzate in servizi ambientali e di ingegneria geotecnica.

La Golder, di proprietà dei suoi dipendenti dalla sua costituzione nel 1960, ha creato una cultura di particolare orgoglio della propria autonomia, che ha portato stabilità a lungo termine dell'organizzazione. I professionisti della Golder cercano di acquisire una comprensione approfondita delle esigenze dei clienti e delle caratteristiche dell'ambiente in cui questi ultimi operano. La Golder continua ad espandere le sue capacità tecniche ed è in continua crescita con personale impiegato in uffici ubicati in Africa, Oceania, Europa, America del Nord e America del Sud.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 356 21 42 30 20
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates S.r.l.
Banfo43 Centre
Via Antonio Banfo 43
10155 Torino
Italia
T: +39 011 23 44 211

