

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. I. Barilli Ordine Ingegneri V.C.O. n° 122</p>  <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> CENTRO DIREZIONALE</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> Impianti</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> Impianti elettrici – Campo fotovoltaico</p> <p><i>Titolo del documento</i> Relazione tecnica impianto fotovoltaico</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> CD0420_F0 </div>
--	---

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	1	R	D	C	C	D	I	8	E	L	0	0	0	0	0	1	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. Re	G. Lupi	I. Barilli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	i
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	1
1 Premessa.....	1
2 Norme di riferimento	2
3 Principi di progettazione	4
4 Definizioni	4
5 Consistenza dell'impianto	6
6 Scelte progettuali	7
6.1 Introduzione.....	7
6.2 Divisione in sottocampi.....	7
6.3 Materiali.....	7
7 Dati di progetto	8
7.1 Produttività Energetica dell'impianto	8
7.2 Dimensionamento del sistema	10
7.3 Dimensione del generatore fotovoltaico	12
8 Configurazione dell'impianto.....	13
8.1 Impianto base.....	13
8.2 Moduli fotovoltaici.....	13
8.3 Inverter	16
8.4 Trasformatore MT/bt.....	17
8.5 Quadri Media Tensione	18
8.6 Quadro di parallelo in Bassa Tensione	19
8.7 Collegamenti elettrici.....	19
8.8 Strutture di sostegno moduli fotovoltaici.....	20
9 Opere civili	21
9.1 Cavidotti	21
9.2 Prefabbricati per cabine elettriche.....	22
10 SISTEMA DI MONITORAGGIO	23
11 Protezione contro i contatti diretti.....	24
12 Stati di funzionamento dell'impianto.....	25

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Relazione tecnica impianto fotovoltaico

1 Premessa

Con la costruzione del nuovo Ponte sullo Stretto di Messina è prevista la realizzazione di un complesso servizi da ubicarsi sulla sponda Calabria in prossimità del blocco di ancoraggio degli stralli.

Per garantire un approvvigionamento energetico da fonte rinnovabile, che assicuri l'autosufficienza del Centro Direzionale almeno per la sua climatizzazione, si vuole realizzare un campo fotovoltaico; il fabbisogno di energia elettrica del Centro e del suo parcheggio è attualmente quantificabile in circa 800 kW

A fronte di un carico di queste dimensioni e vista la resa delle tecnologie oggi disponibili, un'integrazione con l'edificio sarebbe risultata sfavorevole per 2 fattori:

- l'ingente quantità di pannelli necessari, che avrebbero impattato enormemente l'aspetto estetico dell'edificio;
- la necessità di svincolare l'integrità estetica dell'edificio da una tecnologia in così rapida evoluzione, quale il fotovoltaico (caratterizzata ciclo di innovazione di circa 1-2 anni).

Alla luce di queste considerazioni, si è preferito organizzare la struttura di produzione energia in un'area autonoma, parco solare fotovoltaico, configurabile progettualmente per minimizzare l'impatto ambientale e gestibile tecnologicamente in maniera autonoma, rimanendo al passo con le nuove tecnologie disponibili sul mercato futuro, senza andare di volta in volta a vincolare l'aspetto e l'integrità degli edifici del Centro Direzionale.

Il luogo per la "produzione di energia" diventa, quindi, un momento estetico autonomo, un luogo progettato per poter coesistere armoniosamente con il territorio e non più solo un fatto puramente tecnico.

Il progetto di sistemazione dell'area del blocco di ancoraggio prevede lo sfruttamento della zona circostante al blocco, pari a circa 6000 m², a parco fotovoltaico, per una potenza di punta di circa 500 kW; oltre a fornire una quantità di energia necessaria a rendere sostenibile il centro direzionale, la proposta desidera trasformare un elemento spesso puramente tecnologico in un oggetto territoriale e di trattamento del territorio.

Nella concezione qui scelta, il campo fotovoltaico, non accessibile per motivi di sicurezza, verrà però progettato come un evento in mezzo al parco naturale e visibile dal sentiero panoramico; una cintura vegetale isola la zona dei pannelli crea una distanza tra il visitatore e le schiere di pannelli,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

esaltandone la forma generale come fatto non come oggetti tecnici, ma come un'“astratta” distesa di lastre.

2 Norme di riferimento

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte; le loro caratteristiche e quelle dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti ed in particolare saranno conformi a:

- alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- alle prescrizioni delle Norme UNI, CEI ed UNEL;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.

Sono di particolare importanza per le apparecchiature in esame le seguenti normative specifiche:

- Norme CEI 0-16: Regole tecniche di connessione per utenti attivi e utenti passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norme CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norme CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norme CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norme CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norme CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- Norme CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- Norme CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- Norme CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- Norme CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- Norme CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Norme CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- Norme CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- Norme 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);
- Norme CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- Norme CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- Norme CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- Norme IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- Norme UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- Norme UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- Decreto 19 Febbraio 2007, per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici;
- Delibera AEEG n. 188/05, per le modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti;
- Delibera AEEG n. 40/06, per integrare la deliberazione n. 188/05;
- Delibera AEEG n. 88/07, Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- Delibera AEEG n. 89/07, Condizioni tecnico economiche per la connessione degli impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV;
- Delibera AEEG n. 90/07, Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 Febbraio 2007;
- Delibera AEEG n. 281/05 e s.m.i. Delibere AEEG n.28/06 e n.100/06, Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno l'obbligo di connessione di terzi;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- DK 5310, ed. I maggio 2006, Modalità e condizioni contrattuali per l'erogazione da parte di ENEL Distribuzione del servizio di connessione alla rete elettrica con tensione nominale superiore ad 1 kV;
- DK 5640, ed. I luglio 2008, Criteri di allacciamento di impianti attivi e passivi alla rete elettrica di media tensione di ENEL Distribuzione.

3 Principi di progettazione

I criteri di base che informeranno la progettazione degli impianti saranno i seguenti:

- sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti;
- semplicità ed economia di manutenzione;
- scelta di apparecchiature improntata a criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose;
- risparmio energetico;
- affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio;
- cura dei vincoli architettonici e di restauro conservativo, in modo da non interferire negativamente con il contesto ambientale.

Inoltre, in ossequio alle disposizioni del D.Lgs. 81/08 che all'art. 22 obbliga i progettisti degli impianti al rispetto dei principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche ed alla scelta di macchine nonché dispositivi di protezione rispondenti ai requisiti essenziali di sicurezza previsti nelle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, si terrà conto delle misure generali di tutela indicate all'art. 15, con particolare riferimento alle seguenti:

- eliminazione dei rischi in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo;
- sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso.

4 Definizioni

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,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico; il bordo esterno è protetto da una cornice in alluminio anodizzato.

Pannello fotovoltaico

Un gruppo di moduli fissati su un supporto metallico.

Stringa fotovoltaica

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 fotovoltaico

Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto, generalmente realizzate con profilati.

Corrente di cortocircuito di un modulo o di una stringa

Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Tensione a vuoto di un modulo o di una stringa

Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Caratteristica corrente - tensione di un modulo o di una stringa

Corrente erogata ad una particolare temperatura e radiazione, tracciata quale funzione della tensione di uscita.

Potenza massima di un modulo o di una stringa

Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente - tensione dove il prodotto corrente - tensione ha il valore massimo.

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).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Condizioni operative di funzionamento di un modulo o di una stringa

Un modulo lavora in "condizioni operative" quando la temperatura ambiente è di 20°C, la radiazione di 800 W/m² e la velocità del vento di 1 m/s.

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 trasformatore ed un ponte a semiconduttori, opportuni dispositivi di controllo, che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico.

5 Consistenza dell'impianto

Il campo fotovoltaico, destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, avrà potenza nominale pari a 500 kWp; i pannelli che lo costituiscono presenteranno orientamento a sud ed un'inclinazione ottimale rispetto all'orizzontale.

Le strutture di sostegno saranno realizzate con profili in metallo (alluminio o acciaio zincato), fissate su opportuni basamenti.

Saranno trattate nel prosieguo le condizioni d'installazione e le specifiche dei componenti del parco in oggetto:

- campo fotovoltaico;
- quadri di campo e di parallelo in c.c.;
- inverter;
- quadri di bassa tensione;
- trasformatore MT/bt;
- quadri di Media tensione;
- strutture di supporto moduli.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6 Scelte progettuali

6.1 Introduzione

Ai fini di un corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico e dell'ottimizzazione dei rendimenti, la fase progettuale gioca un ruolo fondamentale.

Scegliere in maniera corretta la struttura dell'impianto e le caratteristiche dei suoi componenti è determinante per ottimizzare la produzione di energia, limitando i fuori servizi, e aumentare, di conseguenza, la redditività dell'investimento.

Quindi i punti fondamentali sui quali focalizzare l'attenzione in questa fase di progetto sono:

- scelta dei componenti: apparecchiature idonee alle esigenze dell'impianto che si va a progettare;
- scelta della Struttura: ubicazione dell'impianto e opportuna suddivisione in sottocampi;
- dimensionamento impianto: scelta delle taglie ottimali delle apparecchiature da utilizzare in modo da ottimizzare il rapporto qualità/prezzo.

6.2 Divisione in sottocampi

Il campo sarà suddiviso in quattro sottocampi, da 125 kW, convogliati ai gruppi di conversione attraverso dei quadri di secondo parallelo che, a propria volta, raccoglieranno i quadri di campo, o di primo parallelo, dove le stringhe verranno collegate ed opportunamente protette attraverso fusibili e scaricatori di sovratensione.

6.3 Materiali

Fra le tre tipologie disponibili ad oggi sul mercato di pannelli in silicio (monocristallino, policristallino, amorfo), si è scelto il silicio policristallino, perché presenta migliori prestazioni a temperature superficiali medio - alte e, quindi, risulta essere particolarmente adatto ad installazioni nell'Italia del Sud.

Il silicio monocristallino, invece, presenta efficienze più alte a parità di superficie occupata, ma risente maggiormente delle alte temperature.

Il silicio amorfo, infine, non è ancora affidabile dal punto di vista della durata nel tempo e, quindi, per applicazioni di una certa importanza è ancora poco utilizzato.

Per l'inverter si è scelto di optare per un sistema che permetta di sfruttare al massimo le dimensioni del campo FV, modulando al meglio delle sue prestazioni; le principali caratteristiche

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

che sono ritenute necessarie al corretto funzionamento dell'inverter sono:

- a) tecnologia a IGBT autoregolato con modulazione in ampiezza d'impulso (PWM);
- b) semplice operatività, grazie al pannello integrato fronte quadro, in grado di visualizzare i principali dati dell'impianto e le segnalazioni di sistema;
- c) range tensione MPP da 515 a 750 Vcc;
- d) modo di funzionamento Master-Slave;
- e) comunicazione aperta verso l'esterno protocollo standard internazionale TCP/IP.

7 Dati di progetto

- Località: Villa San Giovanni (RC)
- Orientamento: Sud
- Superficie disponibile: 6.516 m²
- Ombre / Ostacoli: assenti (nelle zone interessate)
- Tipologia della superficie: prevalentemente pianeggiante
- Tipologia di installazione: a terra
- Tensione di consegna in rete: 20 kV

7.1 Produttività Energetica dell'impianto

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007, tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85 P_{nom} \cdot \frac{I}{I_{stc}}$$

$$P_{ca} > 0.9 P_{cc}$$

(quest'ultima condizione deve essere verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

Nelle precedenti relazioni si intende:

P_{cc} = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} = Potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I = Irraggiamento in W/m² misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{stc} = 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

P_{ca} = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

In particolare, saranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e, quindi, ottimizzare il rendimento delle stringhe; saranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate per ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

Va considerato, poi, un decremento nel tempo dell'efficienza dei moduli, dovuta al degrado dei componenti o all'insorgere di problemi di laminazione; sulla base di risultati sperimentali ottenuti da enti europei di ricerca (JRC di Ispra, LEEE-TiSo) si è valutata una perdita della producibilità massima del 10% al ventesimo anno di vita dell'impianto ed una perdita media del 5% nell'arco dei 25 anni di vita dell'impianto, con un'equivalente riduzione dell'energia prodotta.

I moduli saranno disposti secondo file parallele su delle strutture metalliche opportunamente dimensionate, con orientamento e inclinazione fissa, convenientemente ancorate al terreno e unite a idonei quadri di campo con il compito di protezione e sezionamento.

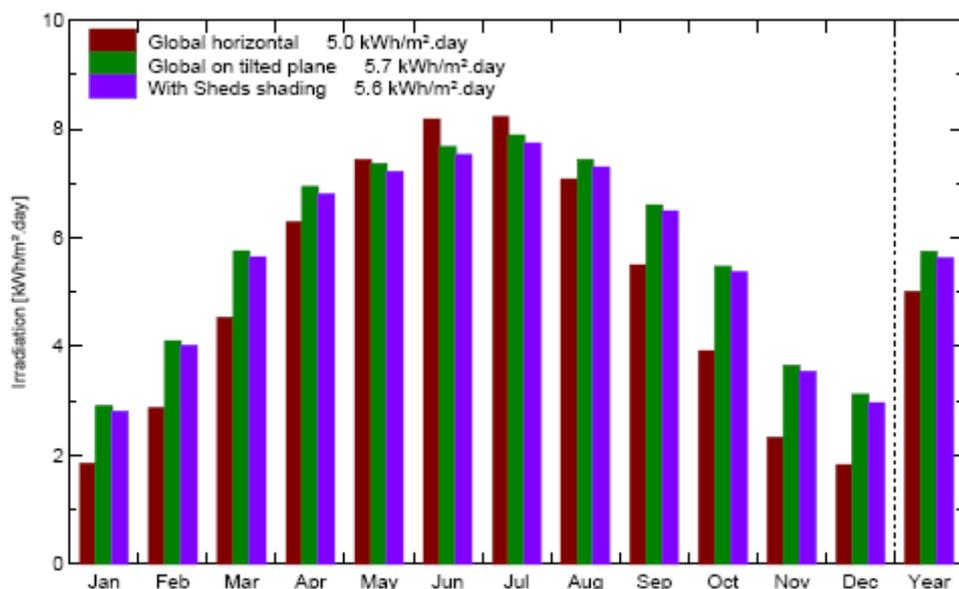
Infine, attraverso idonee linee, si congiungeranno alla cabina di conversione.

Ai fini di una corretta progettazione dell'impianto, sulla base del valore di radiazione solare al suolo sul piano orizzontale nel Comune in oggetto, desunto dal sito di ISPRA, il valore della radiazione solare sul piano dei moduli, nella loro inclinazione di progetto è stato calcolato con il metodo indicato nella norma UNI 8477/1.

L'inclinazione prescelta per l'installazione dei moduli è pari a circa 34° sull'orizzontale, mentre si ha un orientamento a Sud per cui, dall'elaborazione dei dati secondo le citate normative, si ottiene la sottostante tabella con i valori medi di insolazione mensili ed annuali nel sito preso in considerazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Gl. horiz.	Coll. Plane	Shed shading	System output	System output
	kWh/m ² .day	kWh/m ² .day	kWh/m ² .day	kWh/day	kWh
Jan.	1.85	2.91	2.80	1676	51961
Feb.	2.97	4.25	4.16	2487	69629
Mar.	4.54	5.75	5.65	3378	104704
Apr.	6.28	6.94	6.81	4073	122177
May	7.44	7.36	7.22	4318	133845
June	8.18	7.68	7.53	4504	135124
July	8.23	7.88	7.74	4631	143552
Aug.	7.08	7.43	7.30	4367	135371
Sep.	5.49	6.61	6.49	3881	116441
Oct.	3.91	5.47	5.37	3215	99672
Nov.	2.32	3.65	3.54	2120	63612
Dec.	1.82	3.11	2.97	1774	54986
Year	5.02	5.76	5.64	3373	1231074

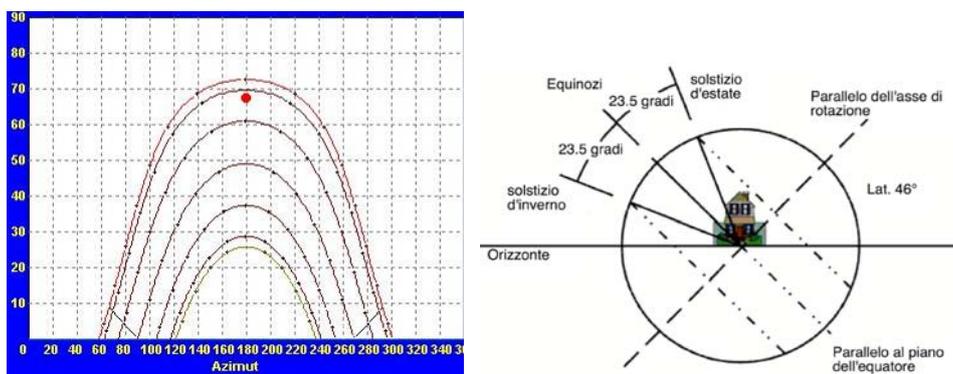


7.2 Dimensionamento del sistema

Le tavole di progetto riportano la planimetria, lo schema a blocchi e lo schema elettrico generale dell'impianto fotovoltaico, da cui si evidenziano le principali funzioni svolte dai vari sottosistemi e apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

I moduli sono disposti secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.



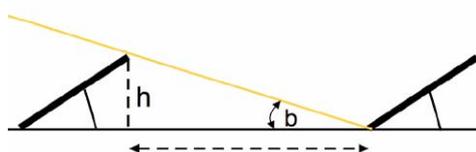
Come si può verificare facilmente tale angolo limite è dato da:

$$\alpha = 90^\circ - Lat - 23,5^\circ ;$$

per esempio, una località situata alla latitudine di 40,5° Nord, l'angolo limite è pari a 26°. Per motivi di prudenza e per aumentare il rendimento dell'impianto nelle ore del mattino e del tramonto, si è scelto un angolo limite inferiore pari a 20°; detta, quindi, h l'altezza dei moduli fotovoltaici rispetto al piano di appoggio, la distanza tra le file deve essere almeno pari a:

$$d = h / \text{tg} \alpha$$

Il tilt dei moduli fotovoltaici scelto è di 34°.



Le stringhe sono costituite da moduli connessi in serie, in modo da non superare la tensione massima sopportabile dall'inverter anche in condizioni di basse temperature.

In ciascun sottocampo, le stringhe sono collegate in parallelo su dei quadri di campo che, a loro volta, sono collegati in parallelo sul quadro di sottocampo presente all'interno del locale inverter.

I valori minimi e massimi della tensione di uscita del generatore fotovoltaico nelle condizioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

operative limite previste (-13,6 °C ÷ 32 °C) sono compatibili con il range di funzionamento dell'inverter, che assicura l'inseguimento della massima potenza; analogamente, la corrente massima di parallelo delle stringhe è inferiore alla corrente massima tollerata in ingresso dall'inverter.

Un'esigenza tecnica è rappresentata dalla ricerca del miglior accoppiamento possibile tra i livelli di tensione del generatore fotovoltaico con quelli del convertitore cc/ca, per il quale si registra un aumento dell'efficienza al diminuire del rapporto tra tensione d'ingresso e uscita; si osserva, innanzitutto, che quanto più alta è la tensione di lavoro, tanto minori risultano essere, a parità di potenza, le correnti in gioco nel circuito, determinando minori perdite elettriche.

7.3 Dimensione del generatore fotovoltaico

Nella seguente tabella sono riassunti i dati principali del generatore fotovoltaico ipotizzato.

Azimut dei pannelli	0	
Tilt o Inclinazione dei pannelli sull'orizzonte	34	

Dimensione dei pannelli				
Lunghezza	Lu		1650	mm
Larghezza	La		980	mm
Spessore	h		35	mm
Superficie	S	Lu x La =	1,617	m ²
Potenza nominale del pannello	Pp		230	W
Numero di pannelli	N		2178	
Potenza nominale del generatore	Pn	Pp x N =	500,94	kWp
Superficie del generatore	A	S x N =	3525	m ²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 Configurazione dell'impianto

8.1 Impianto base

L'impianto sarà composto da 2178 moduli divisi in 99 stringhe, ognuna composta a sua volta da 22 pannelli.

Al fine di ottimizzare i collegamenti elettrici tra il campo fotovoltaico e il sistema di inverter, verranno posizionati in prossimità dei pannelli due tipologie diverse di quadri:

- 1) quadri di parallelo stringhe;
- 2) quadri di campo;

I quadri di parallelo stringa sono utilizzati per raggruppare tra loro le stringhe di pannelli; saranno costituiti da fusibili su ogni arrivo e da un sezionatore in uscita del quadro.

I quadri di campo sono, invece, necessari a collegare in parallelo i vari quadri di stringa e consentire il collegamento del sistema agli ingressi dell'inverter.

La cabina elettrica sarà composta dagli inverter, dai trasformatori elevatori 0,4/20 kV, quadro di bassa tensione e quadro di media tensione, oltre agli ausiliari utili per le utenze accessorie alla cabina stessa ed alle apparecchiature per la sicurezza dell'impianto stesso.

La cabina, così composta, sarà collegata, tramite cavidotti interrati, in media tensione ad una cabina in prossimità del punto di consegna, dove saranno posizionate tutte le apparecchiature necessarie alla connessione alla rete elettrica nazionale.

8.2 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici previsti per tale impianto sono in silicio policristallino della potenza di 230 Wp aventi le seguenti caratteristiche:

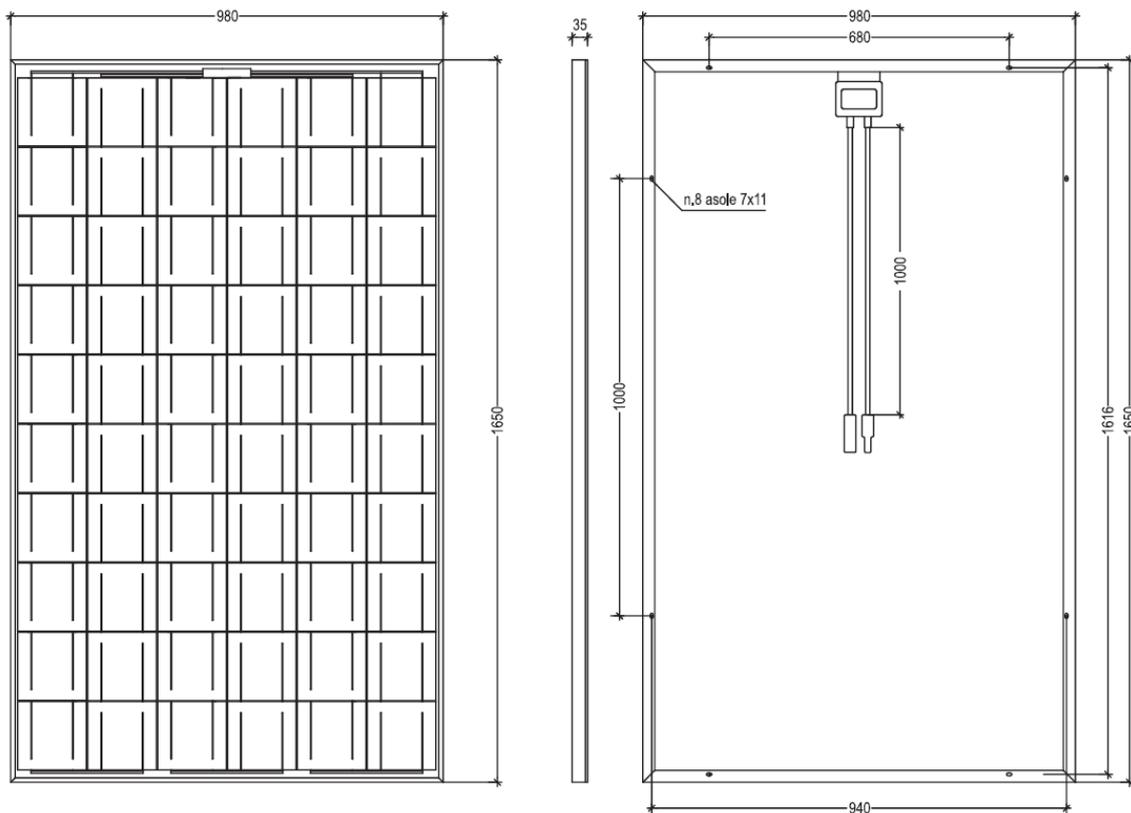
- modulo ad alta potenza di picco, composto da 60 celle solari multicristalline da 156x156 mm;
- telaio in alluminio anodizzato, in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione;
- presenza di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento e di danneggiamento (sicurezza contro l'effetto "hot spot");
- vetro temperato frontale e copertura posteriore, in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- certificato TÜV IEC 61215 (2005-04) – EN 61215;
- scatola di terminazione di dimensione 105x80x30 mm, cavi con connessione rapida;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- 5 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80% e 12 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90%.



modulo fotovoltaico ad alta efficienza
XG60P



	Wp	205	210	215	220	225	230	235
Potenza nominale (Pmp)	Wp	205	210	215	220	225	230	235
N° di celle	n.	60 connesse in serie						
Tolleranza rispetto alla Pmp nelle flash-list	%	+/- 1						
Corrente di corto circuito (Isc)	A	7,70	7,85	7,90	8,00	8,05	8,10	8,20
Tensione di circuito aperto (Voc)	V	36,50	36,60	36,65	36,70	37,00	37,10	37,15
Tensione al punto di max potenza (Vmp)	V	28,47	28,77	29,05	29,33	29,61	29,87	30,13
Corrente al punto di max potenza (Imp)	A	7,20	7,30	7,40	7,50	7,60	7,70	7,80
Tensione max di sistema	V	1000						
Imballo	1 Cartone	da 2 o da 30 moduli						
Dimensioni (esterno-esterno) pallet da 30 moduli	mm	1050 x 1700 x 1027						
Peso	Kg	19						
Coefficiente di temperatura della corrente di corto circuito α	%/°C	0,085						
Coefficiente di temperatura della tensione di circuito aperto β	%/°C	-0,33						
Coefficiente di temperatura della potenza massima δ	%/°C	-0,40						
Noct	°C	44,18						
Certificazione		IEC 61215, TÜV Safety Class II 1000 VDC						
Efficienza complessiva del modulo	%	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5

Nota: I valori pubblicati si riferiscono a condizioni di intensità dell'irraggiamento pari a 1000 W/mq, massa d'aria AM 1,5 e temperatura della cella a 25+/-2°C

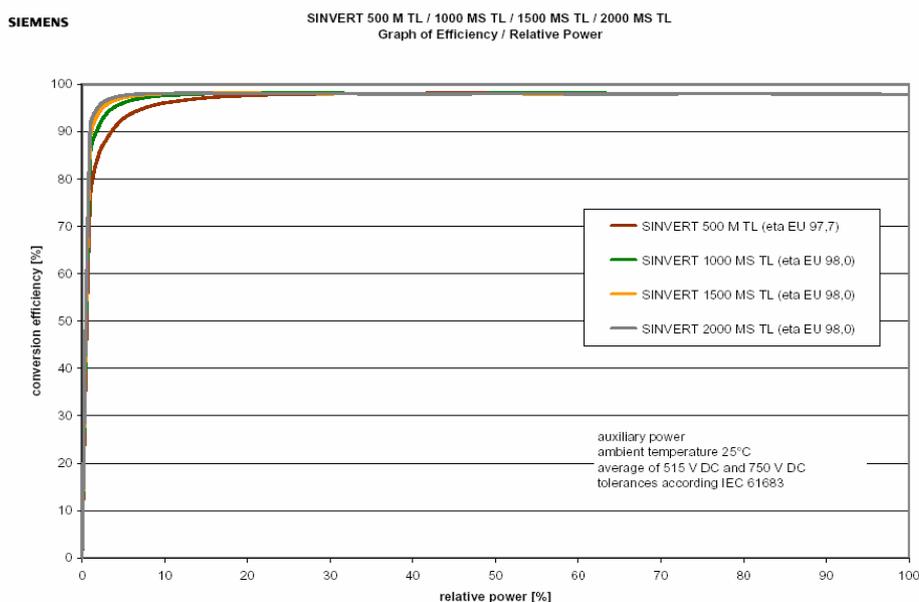
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8.3 Inverter

Il sistema di conversione (inverter) è caratterizzato da una potenza nominale che varia secondo la configurazione selezionata in base alla potenza del singolo sottocampo FV e può essere costituito da un minimo di 1 ad un massimo di 4 inverter di potenza adeguata, gestiti con il sistema Master/Slave.

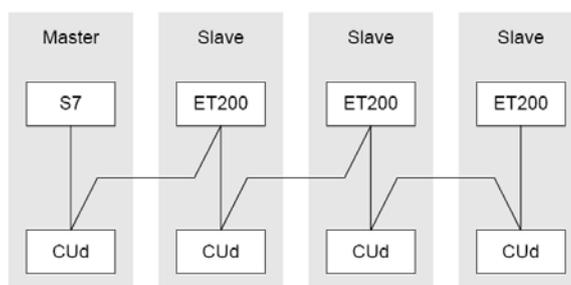


La curva di efficienza della macchina in oggetto è quella allegata nella figura sottostante:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verrà, inoltre, verificata la possibilità di adoperare un innovativo sistema elettronico di controllo per il parallelo delle stringhe in ingresso, in modo tale da dare sempre la massima resa al sistema permettendo la completa supervisione dell'impianto.

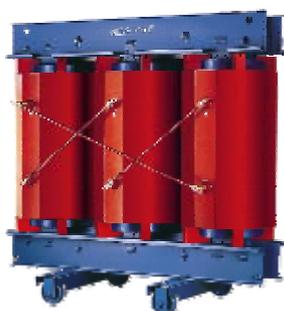


Un apposito software sarà in grado di monitorare lo stato dei singoli componenti e gestire il sistema di conseguenza; in condizioni di scarsa insolazione, ad esempio, o nei periodi alba o tramonto, il software farà funzionare un solo inverter alle condizioni nominali, alternando i 3 inverter affinché l'usura sia equamente ripartita su tutti.

8.4 Trasformatore MT/bt

In uscita dei convertitori, sono installati due trasformatore bt/MT da 315 kVA con rapporto di trasformazione 0,4/20 kV, che adatta la tensione di uscita del convertitore a quella della rete di connessione del sistema.

Il trasformatore sarà isolato in resina ed installato in apposito spazio protetto ed areato nella cabina elettrica che contiene anche il quadro di distribuzione in media tensione.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.5 Quadri Media Tensione

I quadri MT avranno corrente nominale fino a 630 A, corrente di cortocircuito fino a 16 kA x 1" e tensione nominale fino a 24 kV.

I materiali utilizzati, uniti all'attenta costruzione e disposizione di tutti i singoli particolari garantiranno, oltre ad un perfetto funzionamento, anche la sicurezza del personale, comprovata dalle prove effettuate su campioni di quadro da enti preposti a tali scopi, in pieno accordo con le normative vigenti. (CEI - IEC - VDE).

Le caratteristiche del quadro sono riassunte nella tabella seguente:

	Tensione nominale	(kV)	24
	Tensione di esercizio	(kV)	20
	Frequenza nominale	(Hz)	50
	Tensione di tenuta ad impulso	(kV)	125
	Tensione di tenuta a frequenza industriale x 1 min.	(kV)	50
	Corrente nominale delle sbarre omnibus	(A)	630
	Corrente nominale delle unità	(A)	630
	Corrente nominale ammissibile di breve durata	(kA)	20/3s
	Corrente limite dinamica	(kA)	50
	Isolamento		aria
	Isolamento dei dispositivi di interruzione		SF6
	Valore della pressione a 20°C:		1500 hPa
	Pressione di riempimento per l'isolamento		
	Classe sulle segregazioni		PM
	Categoria per la continuità del servizio LSC:		
-Pannelli senza fusibili MT		LSC 2B	
-Pannelli con fusibili MT		LSC 2A	
-Pannelli misura "ME1, ME2" e RISALITA "HF":			
sono ritenuti parte integrante del vano sbarre, in			
accordo alle IEC 62 271-200			
Grado di protezione:			
-pannello MT		IP30	
-cassonetto BT		IP30	
Condizioni operative in accordo alle IEC 60 694:		-5 °C / +55 °C	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.6 Quadro di parallelo in Bassa Tensione

Il quadro di parallelo in bassa tensione è costruito per operare in condizioni nominali di elevate prestazioni: forti correnti nominali ed alta tenuta al corto circuito; sarà sottoposto alle prove di tipo AS (TTA-TSK), secondo le norme IEC60439-1 e CEI EN60439-1.

Le caratteristiche tecniche del quadro saranno le seguenti:

- Tensione nominale di isolamento: 690 V
- Tensione nominale di servizio: 400 V
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale sbarre principali: 2500 A
- Corrente nominale derivazioni: 1250 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata (1 sec.): 65 kA
- Gradi di protezione (CEI/EN 60529): IP30 esterno / IP20 interno
- Forma di segregazione: 3



8.7 Collegamenti elettrici

Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati per mezzo di cavi a doppio isolamento (conduttore in rame, isolante e guaina in PVC), con grado d'isolamento adeguato.

Le stringhe di moduli saranno realizzate con cavi interposti fra le scatole di terminazione di ciascun modulo e staffati sulle strutture di sostegno; il collegamento fra moduli e fra stringa ed inverter sarà realizzato con cavo a doppio isolamento.

Il sistema di cablaggio dell'impianto comprenderà tutti i materiali accessori quali: canaline, tubi portacavi, cassette e scatole.

Tutti gli organi di manovra sono interni e garantiscono il distacco automatico con sezionamento in

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caso di mancanza rete ed il riallaccio automatico al ripristino della rete.

L'equipotenzialità dei componenti sarà garantita mediante giunzioni meccaniche e cavallotti di messa a terra; gli elementi saranno collegati alla rete di terra mediante corda di rame di opportuna sezione.



8.8 Strutture di sostegno moduli fotovoltaici

La struttura di sostegno prescelta sarà in grado di reggere il proprio peso, nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni, quali la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli, che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".

Da non sottovalutare, inoltre, nella scelta dei materiali l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura, che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Il calcolo delle strutture sarà eseguito seguendo le norme tecniche in vigore.

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono realizzate assemblando profili d'alluminio, materiale idoneo nelle zone in prossimità delle coste (dove l'ambiente salino favorisce l'erosione dell'acciaio).

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico, si ricorrerà ad un sistema di supporto modulare, realizzato in profilati di alluminio e di bulloneria inox, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati.

Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli, riducendo al

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

minimo i tempi di montaggio.

Tali strutture saranno ancorate al terreno mediante una rete di viti infisse nel terreno, oppure mediante travi di fondazione in calcestruzzo ($R_{ck} \geq 250 \text{ daN/cm}^2$), con una leggera armatura di ripartizione (FeB44k), gettate in opera; le dimensioni di tali strutture, la tipologia e la profondità di infissione saranno opportunamente scelti a livello di progettazione esecutiva.



Il corpo di sostegno sarà posto in opera sia come sostegno singolo, che articolato, a seconda del numero dei moduli da applicare. L'impianto del corpo si aggancia al profilo che funge da sostegno; in questo modo, la leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione. Attraverso il profilo ininterrotto vengono evitate ulteriori giunture suscettibili di corrosione. L'utilizzo di questo tipo di sostegni consente di disporre al meglio i moduli nei confronti dell'irraggiamento solare, scegliendo l'inclinazione e l'orientamento più opportuni per ogni specifica applicazione.

Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio; le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.

9 Opere civili

9.1 Cavidotti

Saranno eseguiti scavi a sezione obbligata di profondità indicata negli elaborati grafici, secondo il tipo di attraversamento e di larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera.

Si procederà quindi con:

- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata,
- posa dei cavi MT ad elica e del conduttore di terra,
- riempimento con sabbia di cava lavata,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- posizionamento di eventuali tegolini di tipo prefabbricato in C.A.V. di protezione e individuazione,
- posa cavo di controllo entro tritubo in PeAD (solo per i percorsi interni alla centrale),
- riempimento con sabbia di cava lavata,
- posa di uno o più nastri segnalatori,
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, preventivamente approvato dalla D.L., per gli attraversamenti di terreni agricoli; rinterro con conglomerato cementizio classe Rck 150 con inerti calcarei o di fiume nel caso di attraversamenti zone carrabili,
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate.

I cavi saranno direttamente interrati, tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC; le tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

9.2 Prefabbricati per cabine elettriche

Il manufatto per la cabina elettrica sarà costituito da struttura monolitica autoportante completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione del Costruttore; sarà conforme alle norme CEI ed alla legislazione in materia.

L'armatura interna del fabbricato dovrà essere totalmente collegata elettricamente, per creare una gabbia di Faraday a protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica ed a limitazione delle tensioni di passo e contatto.

L'elemento scatolare tipico, risulta formato da:

- n. 4 pareti verticali;
- n. 1 soletta di copertura smontabile;
- n.1 pavimento interno realizzato in ripresa di getto, solidale alle pareti stesse
- eventuali pannelli divisorii interni
- basamento di fondazione di tipo prefabbricato a vasca (o in alternativa realizzazione del basamento con cunicoli in calcestruzzo sul posto), che fuoriesce dal p.c. di circa 10 cm.

Le caratteristiche della cabina sono tali da garantire:

- grado di sismicità $S = 12$;
- grado di protezione IP = 33 (Norme CEI 70-1).

Le pareti esterne dovranno essere prive di giunzioni e trattate con rivestimento che garantisca il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico	<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

perfetto ancoraggio sul manufatto, l'impermeabilizzazione, l'inalterabilità del colore e la stabilità agli sbalzi di temperatura.

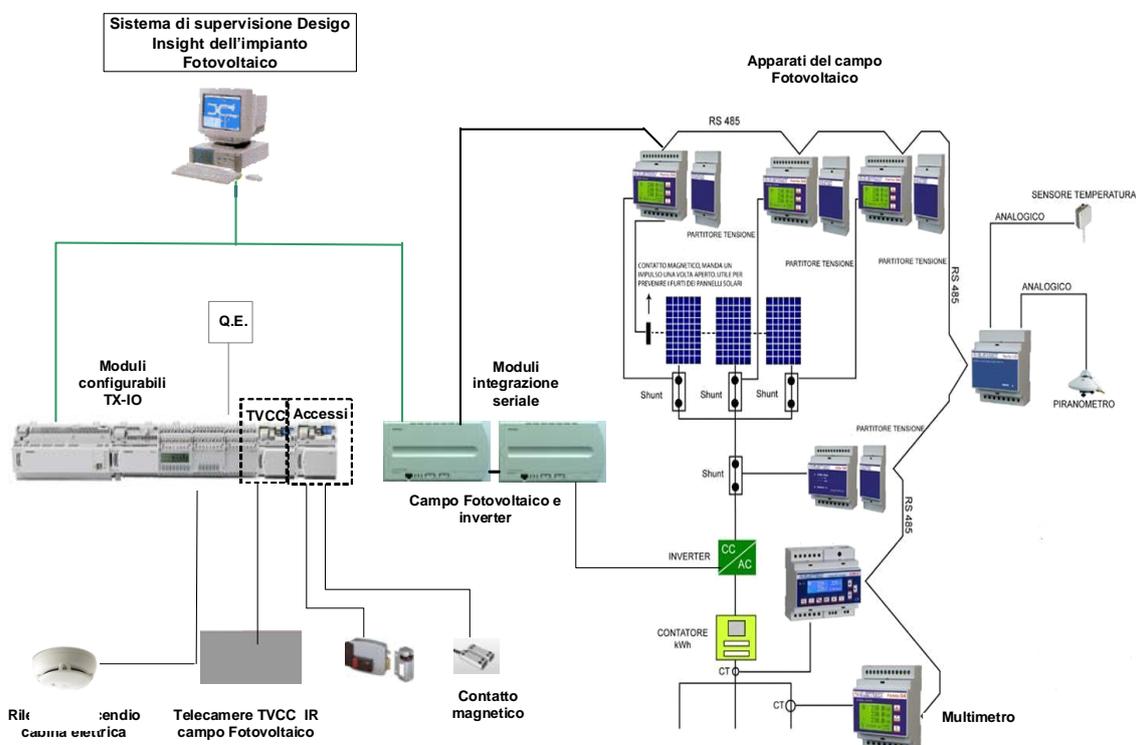
Gli ingressi dei cavi dovranno essere tamponati in modo da impedire l'ingresso dell'acqua e di animali; nei cunicoli, la sistemazione dei cavi entranti nei quadri deve garantire il raggio minimo di curvatura.

Le normali condizioni di funzionamento delle apparecchiature installate sono garantite da un sistema di ventilazione naturale ottenuto, con griglie di aerazione.

Le griglie del fabbricato dovranno essere secondo l'unificazione Enel e i disegni progettuali e dovranno essere provviste di rete antinsetto.

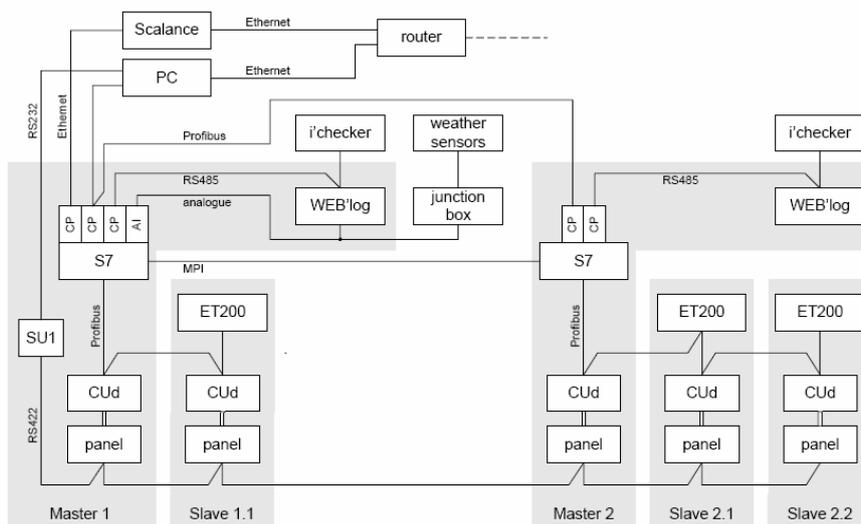
10 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio dell'impianto fotovoltaico si basa sui miniweb server presenti in ogni inverter e sulle apparecchiature di monitoraggio di campo; con tali strumenti è possibile monitorare da remoto l'intero sistema e visualizzare in ogni momento la funzionalità dello stesso.



L'intero campo fotovoltaico è strutturato come rappresentato nella seguente figura.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Il software di comando e supervisione contiene numerose funzioni di controllo, monitoraggio e diagnostica ed è disponibile per tutti i comuni sistemi operativi; tale software permette la visualizzazione, il monitoraggio, la messa in servizio e la manutenzione. Mediante un PC collegato direttamente, o tramite modem, il sistema fornisce una serie di funzioni che informano costantemente sullo stato dell'impianto fotovoltaico.

Un menu guidato consente l'accesso alle seguenti funzioni:

- schema elettrico del sistema
- pannello di comando
- oscilloscopio
- memoria eventi
- dati di processo
- archivio dati
- analisi.

11 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti indiretti, secondo le prescrizioni della norma CEI 11-20, va effettuata come prescritto dalla norma CEI 64.8.

Avendo la separazione galvanica tra l'impianto fotovoltaico e la rete di alimentazione dello stabilimento grazie al trasformatore, i due sistemi possono essere gestiti in maniera separata.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il campo fotovoltaico sarà gestito come un sistema IT.

Non è consigliabile gestirlo come sistema TT o TN in quanto non è possibile adottare lo schema di protezione contro i contatti indiretti per interruzione dell'alimentazione perché le correnti di guasto sono limitate e, quindi, non sufficienti a garantire l'intervento delle protezioni; si ricordi che i criteri di protezione dei sistemi TT e TN sono basati sul concetto di rendere più elevate possibili le correnti di guasto per far intervenire in tempi brevi le protezioni che interrompono il circuito.

Per la protezione contro i contatti indiretti la norma CEI 64-8 prevede l'utilizzo di un controllo dell'isolamento, che è integrato nelle protezioni previste dagli inverter.

Nel sistema saranno comunque utilizzati tutti componenti di classe II, in modo da non richiedere il collegamento a terra.

12 Stati di funzionamento dell'impianto

L'impianto di produzione di energia elettrica da fotovoltaico produrrà energia che sarà tutta immessa in rete attraverso il meccanismo della "cessione in rete".

Il collegamento con la rete ENEL avverrà con una nuova fornitura in MT a 20 kV; a valle del gruppo di conversione sarà installato un quadro in media tensione, realizzato secondo quanto descritto dalle prescrizioni ENEL per la connessione alla rete MT 20 kV.

I dispositivi di interfaccia (DI) saranno costituiti da un interruttore con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e sezionatori installati a monte e a valle dell'interruttore e coinciderà con il dispositivo del Generatore, in quanto non sono presenti carichi privilegiati.

Le protezioni di interfaccia saranno costituite da relè di frequenza e di tensione secondo quanto prescritto nella Norme CEI 0-16 e saranno scelte tra quelle riportate nell'elenco redatto da ENEL Distribuzione S.p.A. "Dispositivi di Protezione di Interfaccia per Produttori collegati alla rete MT di ENEL Distribuzione".

In caso di sovraccarico o corto-circuito sulla rete ENEL, o mancanza di alimentazione da parte ENEL stessa, si avrà l'intervento dei relè di frequenza; i relè di minima e massima tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di rinalzo. In caso di guasto monofase a terra sulla rete ENEL, interviene il relè di massima tensione omopolare.

Al fine di evitare scatti intempestivi, dovuti a dissimmetrie sulle tensioni di fase o a distorsioni ed abbassamenti delle tensioni secondarie di TV inseriti tra fase e terra, per saturazione degli stessi durante il transitorio susseguente all'eliminazione di guasti a terra in rete, le protezioni di frequenza avranno in ingresso una tensione concatenata derivata da un TV inserito fase-fase.

Anche i relè di massima e minima tensione devono avere in ingresso (e quindi controllare) le

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica impianto fotovoltaico		<i>Codice documento</i> CD0420_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tensioni concatenate.

Al fine di dotare il sistema protezioni - dispositivo di interfaccia di una sicurezza intrinseca, l'interruttore di interfaccia deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione e, quindi, per guasto interno o per mancanza di alimentazione ausiliaria, si deve avere l'apertura dello stesso interruttore.

La gestione della protezione d'interfaccia sarà la seguente:

Le protezioni devono assicurare le funzioni previste dalla Norma CEI 11-20 e devono avere caratteristiche non inferiori a quelle riportate nella CEI 0-16.

La taratura delle protezioni avviene sotto la responsabilità del Cliente Produttore sulla base del piano di taratura predisposto da ENEL.

I controlli occasionali e periodici delle protezioni saranno eseguiti sotto la responsabilità del Cliente Produttore.

Saranno, inoltre, adottati tutti quei provvedimenti tali da attenuare i disturbi di origine elettromagnetica che possono alterare il funzionamento delle protezioni; in particolare, i cavi di collegamento tra i TA e la protezione generale e quelli tra i TV e i pannelli delle protezioni generale e di interfaccia saranno schermati e lo schermo sarà messo a terra.

Le protezioni di massima / minima frequenza e di massima / minima tensione avranno in ingresso grandezze proporzionali ad una tensione concatenata MT e che sarà prelevata dal secondario di un TV collegato fra due fasi MT.

Il rapporto di trasformazione dei TV impiegati dovrà essere tale da fornire la tensione nominale all'ingresso delle rispettive protezioni, se alimentati dalla piena tensione primaria.

Le protezioni previste sul dispositivo d'interfaccia sono:

- Massima tensione 59 - 59N - 59T
- Minima tensione 27 – 27T
- Massima frequenza >81
- Minima frequenza <81

Oltre alle protezioni sopra descritte, viene previsto anche il rinalzo sul dispositivo generale. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0,5 s, che agirà a secondo dei casi concordati, sul dispositivo generale; il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia.