



COMUNE di AREZZO

Provincia di Arezzo

PROGETTO ESECUTIVO PER LA SOSTITUZIONE DEL PIANO DI COPERTURA IN ETERNIT E LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PRESSO LA SEDE AZIENDALE

COMMITTENTE



ATAM SPA
AZIENDA TERRITORIALE AREZZO MOBILITA'
Via Setteponti, 66
52100 Arezzo
Tel. 0575 984529 Fax. 0575 381012
P.IVA 00368260519 C.F. 92004460512
www.atamarezzo.it

UBICAZIONE

COMUNE DI AREZZO
VIA SETTEPONTI, 66

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO N.

A

DATA

Settembre 2009

AGG. TO

SCALA

F.S.

TECNICO

ING. LEONARDO DURANTI

ING. RICCARDO ROMANELLI

INDICE

1.	Area d'intervento.....	2
2.	Descrizione dell'intervento.....	2
3.	Stato attuale.....	2
4.	Stato di progetto copertura	3
5.	Caratteristiche illuminanti copertura	3
6.	Prestazioni energetiche copertura.....	4
7.	Carichi agenti sulla copertura	4
8.	Procedura per la rimozione del cemento amianto.....	5
9.	Elaborato tecnico della copertura	5
10.	Descrizione e funzionamento del sistema fotovoltaico.....	6
11.	Prestazioni e caratteristiche del sistema fotovoltaico.....	8
12.	Disposizioni riguardanti la sicurezza dei lavoratori (DL 81/2008).....	10
13.	Specifiche materiale elettrico e verifiche tecniche.....	10
13.1	Specifiche materiale elettrico.....	10
13.2	Verifiche tecniche	15

Allegato 1: Rilevo fotografico

1. Area d'intervento

L'intervento di progetto è localizzato presso l'edificio sede della società ATAM spa sito nel Comune di Arezzo, in via Setteponti n. 66 di proprietà della ATAM spa ed accatastato al **Foglio 87 Particella 6 sub 5 categoria D7**, come visibile dall'estratto catastale (**TAV 1**) allegato. L'area dal punto di vista urbanistico è classificata come P4 ovvero "Aree specializzate delle attrezzature tecnologiche".

2. Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste in una manutenzione straordinaria (art. 79, c.2 lett.b), ovvero nella sostituzione del manto di copertura di un capannone industriale, attualmente realizzato in cemento-amianto, e quindi della successiva ricopertura con pannelli sandwich grecati dello spessore di mm 50. Contestualmente a questo intervento saranno posti in opera, in alcune aree della coperture non soggette ad ombreggiamento, dei moduli fotovoltaici generatori di corrente elettrica connessi alla rete di distribuzione, complanari e integrati con la falda di copertura in accordo con il D.L. 115/2008 art. 11 comma 3.

L'impianto fotovoltaico sarà della potenza totale di 62,64 KWp e completamente integrato.

Tale impianto prevede la connessione alla rete di distribuzione nazionale al fine della cessione totale dell'energia prodotta. L'impianto fotovoltaico presenta caratteristiche di affidabilità, silenziosità, ridotta manutenzione ed evita emissioni di CO2 nell'atmosfera stimabile intorno a circa 33.220 kg all'anno.

L'edificio oggetto dell'intervento è costituito da più parti tra loro connesse. La superficie coperta risulta complessivamente pari a circa 2500 mq. La parte costituita da tetto piano (Foglio 87 Particella 6 sub 2 categoria a/10 adibita ad uffici e sede della ATAM) è l'unica non interessata dall'intervento. Le coperture principali sono 3:

- Copertura 1 "Archivio", posta a sud est con azimuthale -56°. Tale parte è composta da 4 falde alternate al di sotto delle quali è posto il magazzino. La superficie di questa copertura è di circa 300mq con dimensioni di 24.7x12.3m.
- Copertura 2 "Magazzino", posta a sud est con azimuthale -56°. Tale parte è composta da 2 falde alternate al di sotto delle quali è posta l'officina. La superficie di questa copertura è di circa 1180mq, con dimensioni di 49.2x12.3m.
- Copertura 3 "Carrozzeria", posta a sud ovest con azimuthale 36°. Tale parte è composta da 2 falde alternate al di sotto delle quali è posta attualmente una carrozzeria. La superficie di questa copertura è di circa 550mq, con dimensioni di 18x30.65m.

Un rilievo fotografico relativo alle coperture sopra riportate è riportato in Allegato 1.

3. Stato attuale

Attualmente la copertura dell'edificio è costituita da lastre ondulate di cemento-amianto da 6.5 mm per uno spessore di 57.5 mm (particolare in **TAV 2**) le quali sono appoggiate su travi in c.a.p. con sezione a doppio T tipo RDB Capav impiegata per sostegno di elementi di copertura a formazione di falde. Tra le travi e la copertura in cemento amianto sono posti dei pannelli alveolari in cemento armato precompresso della larghezza di 1.2m Tipo Neocem oltre ad uno strato di lana di vetro di circa 40mm.

L'illuminazione degli ambienti sottostanti è garantita (oltre alle finestre lungo i muri perimetrali) da lucernari di copertura in vetroresina.

4. Stato di progetto copertura

Il nuovo manto di copertura sarà realizzato con pannelli **ISOCOP-5 1000** o similari, (**TAV 3**), costituiti da una struttura a sandwich: due lastre in laminato di acciaio zincato Sendzimir preverniciato (esternamente la finitura sarà in **GRIGIO CHIARO**) in cui è interposta della resina poliuretanica espansa rigida (PUR) ad alto potere autoestinguente. Lo spessore del pannello è di 50mm + 40mm delle greche necessarie a rendere il pannello perfettamente calpestabile. Non sarà effettuata nessuna variazione delle pendenze o della forma delle falde, o delle linee di gronda.

Saranno appoggiate ai pannelli grecati delle strutture metalliche (guide) per il fissaggio dei moduli fotovoltaici, ove previsti. Nella parte non interessata dai pannelli fotovoltaici saranno posati delle lastre presso piegate (modello Lamiera Grecata LG40r o similari) in modo da ottenere complessivamente un piano posto alla stessa altezza di quest'ultimi e quindi una completa integrazione architettonica della falda. Nelle falde interessate dall'installazione di pannelli fotovoltaici non sarà posta in opera la lamiera grecata LG40r.

I lucernari in vetroresina sono sostituiti con lastre grecate traslucide **THERMOGRECA 1000-G7** o similari, in policarbonato alveolare satinato neutro (per evitare eventuali fastidi dovuti all'incidenza della radiazione diretta all'interno dei luoghi di lavoro) autoestinguente. Il pannello è realizzato in doppia camera a tripla parete termosaldata alle due estremità; lo spessore è di 10mm.

Le lastre in policarbonato saranno poste in opera esclusivamente lungo le falde di tetto non interessate dal posizionamento dei moduli fotovoltaici (**TAV 3**).

5. Caratteristiche illuminanti copertura

Malgrado la diversa collocazione dei lucernari e la loro riduzione complessiva la superficie illuminante per ciascuna copertura risulta verificata nei parametri di trasparenza e rapporto illuminante.

Inoltre i pannelli in policarbonato lasciano passare una quantità di luce molto maggiore rispetto agli attuali pannelli in vetroresina

In particolare il coefficiente di trasparenza per il policarbonato alveolare adottato è superiore al 70% mentre il rapporto illuminante delle varie coperture è dato dai seguenti valori;

	S1 archivio	S2 Magazzino	S3 Carrozzeria
Sup. calpestabile	296.430	1178.490	548.390
Sup. illuminante coperture	40.920	234.720	70.840
Sup. illuminante pareti verticali	2.430	37.103	19.845
Sup. illuminante totale	43.350	271.823	90.685
R ill.	0.146	0.231	0.165
R ill. riferimento	0.100	0.097	0.100

6. Prestazioni energetiche copertura

Sono state analizzate le prestazioni energetiche della copertura di progetto sia delle parti illuminanti che di quelle opache.

I pannelli Isogrecata 1000 della Isopan o similari sono stati dimensionati sulla base dei valori limite di trasmittanza termica U per le strutture di copertura richiesti, in riferimento della zona climatica e della data d'intervento (vedi DL 192/05 All. C).

copertura			
materiale	spessore d [mm]	conduttività lamda [W/mK]	Resistenza termica R [m ² K/W]=d/Lambda
Rsi resistenza termica sup interna			0.2
soletta cls	0.15	0.75	0.20
bitume	0.02	0.17	0.09
isogrecata 1000	0.05	0.02	2.78
Rse resistenza termica sup esterna			0.05
resistenza tot	3.32		
trasmittanza U=1/Rtot [W/m ² K]	0.30		

Come si può notare la trasmittanza risultante del pacchetto di copertura risulta inferiore rispetto a quella di riferimento ovvero 0.32 [W/m²K] e inoltre già in linea con i valori di riferimento in vigore dal 1 gennaio 2010 in poi.

Le caratteristiche energetiche del lucernario scelto sono di seguito riportate:

lucernario			
materiale	spessore d [mm]	conduttività lamda [W/mK]	Resistenza termica R [m ² K/W]=d/Lambda
Rsi resistenza termica sup interna			0.2
lucernario	0.010	0.029	0.345
Rse resistenza termica sup esterna			0.050
resistenza tot	0.595		
trasmittanza U=1/Rtot [W/m ² K]	1.681		

Come si può notare la trasmittanza risultante del lucernario, risulta inferiore rispetto a quella di riferimento ovvero 2.4 [W/m²K] e inoltre già in linea con i valori di riferimento in vigore dal 1 gennaio 2010 in poi.

7. Carichi agenti sulla copertura

I carichi assunti sono conformi a quelli previsti in base a norma per la verifica di sicurezza delle costruzioni. In particolare sono stati considerati i seguenti carichi permanenti ed accidentali:

Carichi permanenti:

manto di copertura in pannelli fotovoltaici 15 kg/mq

Carichi accidentali:

neve (zona 2, h=318m slm) 120 kg/mq

vento (zona 3, cl. rugosità C, Fascia 4, Cat. 3, Cd=0,8)

52kg/mq

La struttura isogrecata scelta con lamiere in acciaio di 6mm e con interasse massima di appoggio di 1.2m come nel caso in oggetto ha una capacità di resistenza al carico uniformemente distribuito superiore alla somma dei carichi permanente e accidentali ovvero 187 kg/mq. Infatti già con un interasse d'appoggio di 1.75m la struttura è capace di sopportare carichi massimi pari a 200 kg/mq.

Il peso proprio della struttura grecata è pari a 7.3 kg/mq.

Sostanzialmente la sostituzione dell'attuale manto di copertura non comporta delle modifiche sostanziali dal punto di vista dei carichi agenti sulla struttura sottostante.

8. Procedura per la rimozione del cemento amianto

La ditta che eseguirà i lavori dovrà previa l'inizio degli stessi (almeno 30 giorni), inoltrare ai sensi dell'art. 256 del DL 81/08 il "Piani di lavoro bonifica manufatti contenenti amianto. Piano di Sicurezza" alla ASL competente.

Successivamente all'approvazione del piano dovrà essere inoltrata comunicazione di inizio lavori alle autorità competenti.

9. Elaborato tecnico della copertura

Nella **TAV 4** è visibile il posizionamento dei dispositivi di protezione (linea vita) che la ditta installatrice installerà preliminarmente per lavorare sulla copertura in totale sicurezza, secondo quanto prescrive la L.R. 03.01.2005 n. 1, art. 82.

L'accesso alla copertura non essendo previsti allo stato attuale dei manufatti fissi esterni (scale) e non essendo possibile accedere tramite aperture interne all'edificio avverrà mediante strutture mobili quali Piattaforme aeree certificate per lo sbarco in quota o tramite appositi ponteggi.

I punti d'accesso sono individuati nella **TAV 4**.

La copertura allo stato attuale è provvista di parapetti perimetrali a norma.

Su tali parapetti sarà realizzata lungo tutto il perimetro un'alinea vita con punti di ancoraggio principale con interasse variabile da 10 a 15m.

Una volta ancorati alla fune perimetrale gli operatori potranno intervenire sulle falde di copertura in sicurezza per la manutenzione ordinaria della copertura e in modo particolare sui lucernari i quali sono gli unici a non avere caratteristiche di autoportanza.

Gli operatori per l'accesso dovranno essere provvisti del seguente materiale: elmetto con sottogola, guanti con protezione ai rischi meccanici, imbracatura e scarpe antinfortunistiche

I sistemi di ancoraggio su fune saranno del tipo EN353-2 con lunghezza minima della fune di 10m.

I punti di ancoraggio principale saranno del tipo VINSAFE C + SAFELINE LINEA FLESSIBILE EN 795 CLASSE C.

Il cavo d'acciaio sarà del tipo CAVETTO IN ACCIAIO AISI 316 (diametro 8 mm -7x7- 49 fili).

Il Kit assorbitore sarà del tipo "KIT ASSORBITORE/INDICATORE DI PRECARICO+TENDITORE" : (certificato secondo la UNI EN 795 cl.C.).

Saranno posti in opera dei cartelli di segnalazione dei sistemi anticaduta.

L'elaborato tecnico della copertura dovrà essere completato entro la fine dei lavori.

10. Descrizione e funzionamento del sistema fotovoltaico

L'edificio presenta coperture a falde con inclinazione del 6%.

Gli orientamenti delle falde sono 2:

- Falde sud est con azimutale -56° . Tale lato dell'edificio è composto da due coperture principali, la maggiore (magazzino) con due falde mentre la minore (archivio) con 4 falde alternate.
- Falda sud ovest con azimutale $+36^\circ$. Questo lato è quello che si affaccia sulla strada provinciale (carrozzeria) Setteponti ed è composto da due falde alternate.

Le temperature dell'ambiente esterno variano tra i $+38^\circ$ e i -10° , e si prestano pertanto all'utilizzo dei moduli normalmente presenti sul mercato.

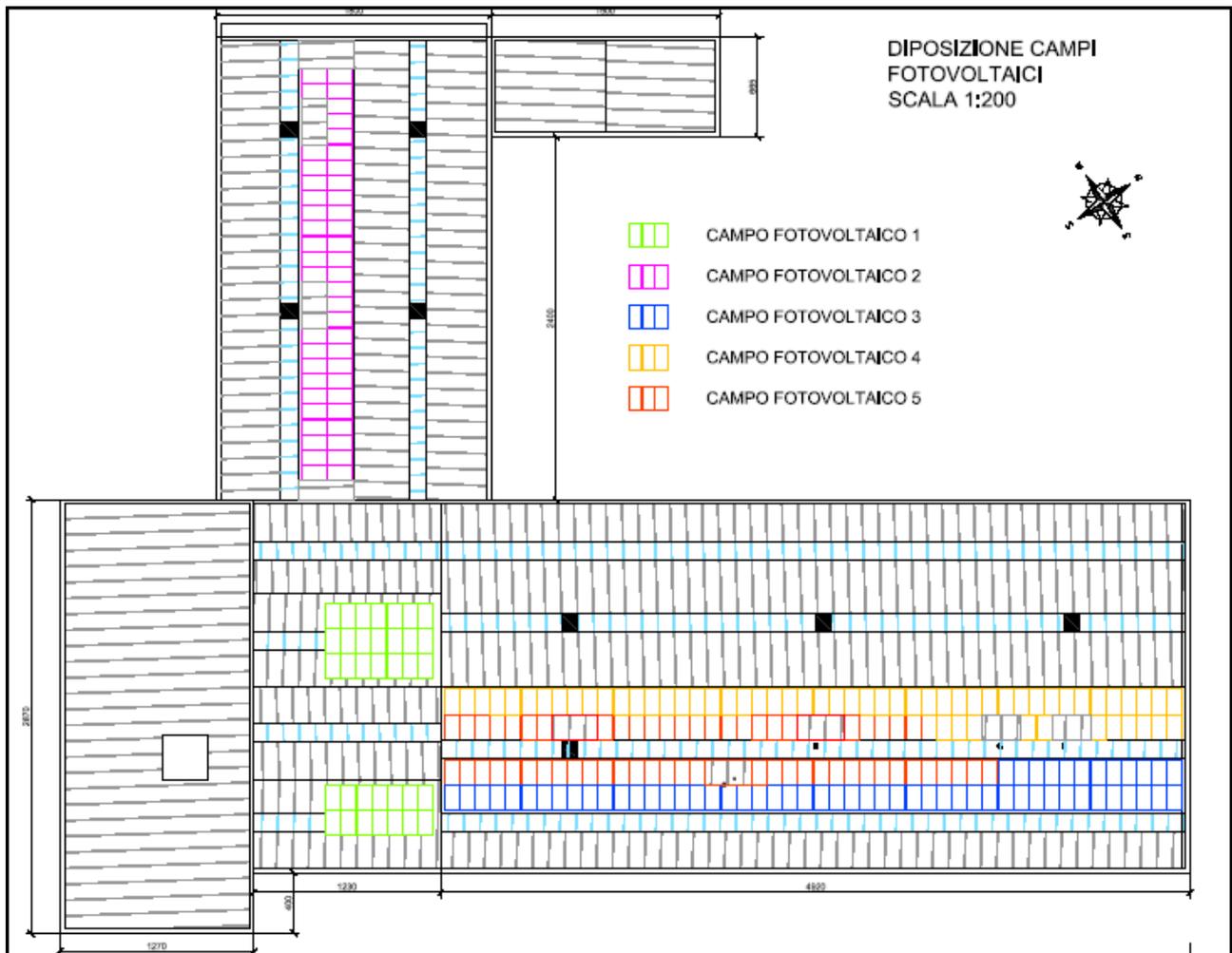
Sulla copertura del sito d'interesse sono presenti dei parapetti di dimensioni variabile i quali sono causa di ombreggiamento in parte delle superfici esposte a sud-est, sud-ovest, oltre a dei camini di aereazioni dei volumi sottostanti la copertura. In considerazione di tali problematiche è stato scelto il posizionamento dei moduli fotovoltaici in modo da minimizzare l'ombreggiamento degli stessi.

I moduli verranno collegati in serie tra loro e le stringhe in parallelo in modo da formare i seguenti campi fotovoltaici:

- Campo FV1 (Archivio): potenza totale 8.4 kWp realizzata 35 con moduli da 240w
 - o Canale 1 dell'inverter realizzato con 1 stringa con 17 moduli;
 - o Canale 2 dell'inverter realizzato con 1 stringa con 18 moduli;
- Campo FV2 (Carrozzeria): potenza totale 11.52 kWp realizzata 48 con moduli da 240w
 - o Canale 1 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 12 moduli;
 - o Canale 2 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 12 moduli;
- Campo FV3 (magazzino): potenza totale 14.40 kWp realizzata 60 con moduli da 240w
 - o Canale 1 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 15 moduli;
 - o Canale 2 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 15 moduli;
- Campo FV4 (magazzino): potenza totale 14.40 kWp realizzata 60 con moduli da 240w
 - o Canale 1 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 15 moduli;
 - o Canale 2 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 15 moduli;
- Campo FV5 (magazzino): potenza totale 13.92 kWp realizzata 58 con moduli da 240w
 - o Canale 1 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 15 moduli;
 - o Canale 2 dell'inverter realizzato con 2 stringe ciascuna con 14 moduli;

Le stringhe collegate in parallelo alimenteranno i canali dell'inverter; da qui un sistema di cavi porterà la corrente alternata prodotta al quadro in cui sono disposti i misuratori Enel.

Nella figura sottostante è riportato il posizionamento dei vari campi fotovoltaici.



Il progetto prevede l'installazione e l'utilizzo dei seguenti componenti:

- Generatore fotovoltaico: 261 moduli di pannelli fotovoltaici di tipo policristallino, Modello ALEO S-18 240 con 240 Wp o similari ciascuno, disposti su guide di ancoraggio apposite per realizzare una completa integrazione dell'impianto con la copertura. Tali moduli verranno collegati in serie in modo da formare 5 campi fotovoltaici, ciascuno con 2 canali di ingresso ai 5 inverter. Il parallelo delle stringhe avverrà direttamente all'interno degli inverter. Il collegamento tra i moduli verrà assicurato attraverso connessioni multi-contact che ne faciliteranno l'installazione.
- Materiale di fissaggio e supporto: pannelli disposti su strutture di supporto metallico ancorate direttamente al massetto di copertura e ad un'altezza tale da integrare l'impianto con il resto della copertura in lastre di laminato.
- Materiale di ripristino copertura: Materiale adeguato per il ripristino a regola d'arte della copertura.
- Quadro di protezione lato c.c. (quadro di campo e manovra): la scatola conterrà due fusibili (per ciascuna stringa) adeguatamente tarati ed uno scaricatore di sovratensione.
- Inverter di conversione c.c. – c.a.:

- Convertitore statico cc/ca, trifase, potenza nominale 10400W del tipo POWER ONE AURORA PVI 10.0 OUTD-IT, con inseguitore di massima potenza (MPPT) operante nel campo 300-750 V, con protezione e dispositivo (in combinazione con fusibile) di interfaccia di rete (conforme DK 5940 ed 2.2).
- Convertitore statico cc/ca, trifase, potenza nominale 13000W del tipo POWER ONE AURORA PVI 12.5 OUTD-IT, con inseguitore di massima potenza (MPPT) operante nel campo 360-750 V, con protezione e dispositivo (in combinazione con fusibile) di interfaccia di rete (conforme DK 5940 ed 2.2).
- Quadro di protezione lato c.a e sezionamento impianto fotovoltaico (dispositivo di interfaccia): quadro elettrico, installato a valle del misuratore di energia elettrica prodotta (fornito dal gestore locale); contenente un relè di protezione elettrica trifase, per il monitoraggio di massima e minima tensione, frequenza, sequenza fasi e mancanza fase, adatto alle applicazioni secondo ENEL DK5940 e riportato tra i dispositivi collegabili alla rete di bassa tensione di Enel Distribuzione (Ed. 36 del 13/08/2009).
- Dispositivo generale lato c.a.: interruttore manuale sezionatore costituito da interruttore magneto-termico disposto a monte del collegamento con la rete elettrica di distribuzione.
- Cablaggio e accessori: cavi c.c per connessioni tra moduli e generatore inverter; cavi c.a. per connessione tra inverter e punto di consegna; tubo di protezione isolante rigido in PVC per condutture; rete di terra.

Le varie componenti sopra elencate sono esposte dettagliatamente nell'allegata **TAVOLA 5**.

11. Prestazioni e caratteristiche del sistema fotovoltaico

Di seguito verrà riportato il calcolo della stima della condizione radiativa sulla superficie piana del tetto, sulla quale verranno disposti i moduli fotovoltaici esposti ad sud-est, sud-ovest. La disposizione dell'impianto è riportata nella **TAVOLA 3**.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati disponibili relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano dei orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Arezzo avente latitudine 43°28'49" °; longitudine 11°51'52" e altitudine di 247 m.s.l.m.m. (**TAVOLA 1**), i valori giornalieri medi mensili sulle per le due orientazioni dell'impianto, della irradiazione solare sul piano dei moduli stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano dei moduli[kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.54	2.21	3.39	4.77	5.57	6.31	6.54	5.97	4.46	2.93	1.72	1.25

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano dei moduli sono pari a:

Irradiazione solare annua sul
piano orizzontale [kWh/m²]

Annua
1420

Attraverso le caratteristiche tecniche e dei rendimenti medi attesi delle componenti utilizzate per l'intero impianto vengono ricavati i rendimenti totali del sistema e valutata la produzione annua di energia.

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut); da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

- Totale perdite [%] = $[1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$ per i seguenti valori:
- a = Perdite per riflessione.
- b = Perdite per ombreggiamento.
- c = Perdite per mismatching.
- d = Perdite per effetto della temperatura.
- e = Perdite nei circuiti in continua.
- f = Perdite negli inverter.
- g = Perdite nei circuiti in alternata.

Sulla base dell'espressione sopra riportata la producibilità dell'impianto attesa come di seguito riportato, risulta di 1070 [kWh/kWp] per un totale annuo di circa 67025 kWh.

I valori di produzione giornalieri medi mensili per ogni kWp di potenza installata attesi per le condizioni di progetto e sulla base del rendimento dei componenti sono di seguito riportati:

Produzione giornaliera media mensile sul piano dei moduli [kWh/kWp]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.22	1.76	2.68	3.68	4.16	4.63	4.74	4.33	3.34	2.24	1.34	0.97

Quindi, i valori della produzione attesa annua per kWp di potenza installata sono pari a:

Stima di produzione di energia
annua [kWh/kWp]

Annua
1070

12. Disposizioni riguardanti la sicurezza dei lavoratori (DL 81/2008)

Per tale progetto, alla luce degli ultimi sviluppi legislativi in materia di sicurezza, pur essendo presente un'unica ditta installatrice, è necessario il Piano di Sicurezza e Coordinamento e la nomina di un Coordinatore per la Sicurezza, come previsto dall'articolo n. 90 del D. Lgs. 81/2008.

Si descrivono di seguito le fasi lavorative, con indicazione delle lavorazioni e durata delle stesse.

La durata complessiva dei lavori è di **30 giorni** lavorativi.

Le Fasi sotto indicate si svolgeranno tutte successivamente tra loro, senza sovrapposizioni.

Fase 1: installazione di cantiere, **durata 2 giorno**.

Fase 2: rimozione attuale copertura, **durata 10 giorno**.

Fase 3: installazione e fissaggio nuova copertura e pannelli fotovoltaici, **durata 14 giorni**:

Fase 4: realizzazione collegamenti e quadri elettrici, **durata 3 giorni**: collegamento cavi pannelli, installazione inverter e quadri elettrici, collegamenti elettrici.

Fase 5: smobilito cantiere, **durata 1 giorno**.

Il POS (Piano Operativo Sicurezza) dovrà descrivere le modalità e le procedure per eseguire le lavorazioni sopra elencate in piena sicurezza, nel rispetto delle vigenti norme (D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).

13. Specifiche materiale elettrico e verifiche tecniche

13.1 Specifiche materiale elettrico

Pannelli fotovoltaici:

Modello: ALEO S-18 240 o similari

Modulo fotovoltaico monocristallino.

Certificazioni: IEC 61215

Caratteristiche elettriche:

In Condizioni standard ($T=25^{\circ}$, $AM = 1,5$; $I=1000W/m^2$)

Potenza nominale: 240 Wp

Tensione MPP U_{mpp} : 29.5 V

Tensione a vuoto U_{oc} : 37.0 V

Corrente MPP I_{mpp} : 8.13 A

Corrente di corto circuito: 8.65 A

NOCT: 45 °C

TK I_{sc} : 0.04 %/K

TK U_{oc} : -0.34 %/K

TK P_{mpp} : -0.46 %/K

Geometria:

Lunghezza [mm]: 1660

Larghezza [mm]: 990

Spessore [mm]: 50

Peso [kg]: 21

Cavi collegamento 4 mmq nero con connettori a spina

Caratteristiche delle celle:

Numero: 60

Tecnologia: Policristallina

Inverter

Modello: POWER-ONE - AURORA PVI-10.0-OUTD-IT

Dati ingresso (lato DC)

Potenza nominale: 10.4 kWp

Potenza massima consigliata: 11.4 kWp

Intervallo di tensione di funzionamento: $0,7 \times V_{start} - 850$ (580 nominale)

Intervallo di tensione per operaz. MPPT a piena potenza (carico simm.): 300 - 750

Intervallo di tensione per operaz. MPPT a piena potenza (carico asim.): 360 – 750 (@ 6,5 kW)/
216-750 (@ 3,9 kW)

Tensione di ingresso massima (Vdc): 900 V

Tensione di attivazione: 360 V nominale

Numero di canali MPPT indipendenti: 2

Potenza massima per ciascun MPPT: 6,5 kW

Numero di ingressi DC: 6 (3 per ciascun MPPT)

Corrente massima per ogni MPPT (Adc): 18 A (22 A cortocircuito)

Dati uscita (lato AC)

Potenza nominale AC: 10.0 kW

Potenza massima AC: 11.0 kW

Connessione alla rete AC: Trifase 400Vac/50Hz (con o senza neutro più PE)

Tensione di uscita nominale: 3x400V

Fattore di potenza: 1

Frequenza: 50 Hz

Corrente di uscita massima: 16,6A per fase (19A corto circuito)

Dati elettrici

Grado di efficienza max: 97.7 %

Grado di efficienza europeo: 97,13%

Consumo in stand By: 10 W

Dati meccanici

Dimensioni (LxHxP): 650x620x200 mm

Peso: 38 Kg

Classe di protezione: IP65

Emissione rumori: <50 dB(A)

Modello: POWER-ONE - AURORA PVI-12.5-OUTD-IT

Dati ingresso (lato DC)

Potenza nominale: 13.0 kWp

Potenza massima consigliata: 14.3 kWp

Intervallo di tensione di funzionamento: 0,7xVstart-850 (580 nominale)

Intervallo di tensione per operaz. MPPT a piena potenza (carico simm.): 360 - 750

Intervallo di tensione per operaz. MPPT a piena potenza (carico asim.): 445 – 750 (@ 8,0 kW)/
278-750 (@ 5,0 kW)

Tensione di ingresso massima (Vdc): 900 V

Tensione di attivazione: 360 V nominale

Numero di canali MPPT indipendenti: 2

Potenza massima per ciascun MPPT: 8,0 kW

Numero di ingressi DC: 6 (3 per ciascun MPPT)

Corrente massima per ogni MPPT (Adc): 18 A (22 A cortocircuito)

Dati uscita (lato AC)

Potenza nominale AC: 12.5 kW

Potenza massima AC: 13.8 kW

Connessione alla rete AC: Trifase 400Vac/50Hz (con o senza neutro più PE)

Tensione di uscita nominale: 3x400V

Fattore di potenza: 1

Frequenza: 50 Hz

Corrente di uscita massima: 20,0A per fase (22A corto circuito)

Dati elettrici

Grado di efficienza max: 97.7 %

Grado di efficienza europeo: 97,25%

Consumo in stand By: 10 W

Dati meccanici

Dimensioni (LxHxP): 650x620x200 mm

Peso: 38 Kg

Classe di protezione: IP65

Emissione rumori: <50 dB(A)

Caratteristiche Quadro lato CC.

Gradi di protezione: IP 65

Fusibili: 10 A

Diodo di blocco: 12A 1000V

Interruttore di manovra-sezionatore

Numero poli: 2

Vn: 800 V

I: 32 A

Categoria di utilizzazione: DC-21A

Tipo: bticino BT DIN

Scaricatori di sovratensione: corrente di scarica 50 kA, tensione di riferimento 1000 V.

Cablaggio e accessori

Cavi lato CC:

Collegamento tra stringa e MPPT inverter:

FG7OR 0,6/1kV – 2x6mm²

Cavi lato CA:

Collegamento tra inverter e punto di misura

Cavo concentrico

FG7OH2R 0,6/kV: 3 x 10 mm² +1 x10mm²

FG7OH2R 0,6/kV: 3 x 170 mm² +1x35mm²

Caratteristiche degli organi di manovra principali e loro protezioni

Dispositivo interruttore generale

marca: bticino

modello: BT DIN100

tipo: interruttore magnetotermico + differenziale

numero poli: 4

In:125A

Idn:0,3A

Potere di interruzione: 10kA

Dispositivo interruttore

marca: bticino

modello: BT DIN60

tipo: interruttore magnetotermico-differenziale

numero poli: 4

In:20A

Idn:0,3A

Potere di interruzione: 6kA

Protezione di INTERFACCIA;

Dispositivo d'interfaccia marca Thytronic modello DMA400

Alimentazione ausiliaria

Tensione nominale: 380V

Frequenza: 45-66Hz

Fattore di distorsione massimo: 15%

Taratura relè di protezione associato

- 27: minima tensione $>0,7U_m$

Tempo di intervento: 0,15s

-59: massima tensione $<1,2 U_m$

Tempo di intervento: 0,09s

-81: minima frequenza 49,7 Hz

Tempo di intervento: 0,08s

massima frequenza 50,3 Hz

Tempo di intervento: 0,08s

Trasformatore d'isolamento:

Trasformatore trifase isolamento per fotovoltaico al altissimo rendimento modello LEF FTV650P400 o simili.

- Altissima efficienza
- Impregnazione totale in vernice termoindurente essiccata in forno
- Connessioni primario e secondario su capocorda o barra di alluminio
- Equipaggiamento di vite per il collegamento a terra
- Grado di protezione IP00
- Classe termica F
- Classe elettrica di protezione I
- Frequenza 50-60 Hz
- Temperatura ambiente max 40°C

Passo 1 - Input Dati Generali		Risultati - Parametri Dimensionamento Campo PV	
Lingua: italiano		Range Pannelli (Eccezioni): 21-141 (25-41)	
Marca: aleo		Num.Min.Pannelli in Serie/Stringa: 12	
Pannelli: S_18240		Num.Max.Pannelli in Serie/Stringa: 20	
Inverter: PV-10.0-OUTD (N/A for US)		Num.Max.Stringhe in Parallel/MPPT: 2	
Tipo Montaggio: Montaggio a tetto		Num.Max.Pannelli/MPPT: 28	
Min. I emp. Ambiente: -10 C	ΔT= Tcell,max-Tamb,max: +35°C	Num.Max.Pannelli/Inverter: 48	
Max.Temp. Ambiente: 40 C	I cell,min: -10°C	Max.Sovraccarico Inverter Richiesto (STC): 11595	
	Tcell,max: 75°C	Num.Max.Stringhe in Parallel. (MPPT in Parallel.): 2	
Coeff. Derating Pannelli: 0.375		Risultati - Dati Inverter	
		Modello: PV-10.0-OUTD (N/A for US)	Modello: aleo - S_18240
		Pot. Max AC Inverter: 11000	Potenza STC (W): 240
		Pot. Nom. AC Inverter: 10000	Max. Iensione di Sistema (V): 1000
		Potenza @ 40 C: 10000	Voc (V): 37
		Max. Tensione Voc: 850	Vmp (V): 29.5
		Max.Tensione MPPT: 750	Isc (A): 8.65
		Min.Tensione MPPT: 200	Imp (A): 8.13
		Tensione Attivazione: 360	Toolsc (mA/C): 3.4600
		MPPT Correnti Nominali (A/MPPT): 18	TooVoc (V/C): -0.1258
		Numero di canali MPPT: 2	TooVmp (V/C): -0.0554
		MPPT Potenza Nominali (W/MPPT): 8500	
		Rendimento inverter: 0.973	
Passo 2 - Input Dati Configurazione Sistema		Risultati - Configurazione Sistema	
Configuraz.Canali MPPT: indipendenti		Pot. Totale FV STC (W): 8400	
MPPT1: Moduli in Serie: 17	Configurazione Stringhe: Inverter Trifase: Vin,nom= 580Vdc	Pot. Totale Ingresso DC (W): 8190	ok
Stringhe in Parallelo: 1	Configurazione ottimale delle stringhe!	Stima potenza uscita inverter: 7969	ok
MPPT2: Moduli in Serie: 18		Numero Totale Pannelli: 35	ok
Stringhe in Parallelo: 1		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Nom. AC I: 84.00%	
		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Max AC In: 76.36%	
		Totale Pannelli MPPT1: 17	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 4080	ok
		Totale Pannelli MPPT2: 18	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 4320	ok
Risultati - Tensioni e Correnti			
	MPPT1	MPPT2	
VocMax (V) < 850V @ -10 C	704 ok	745 ok	Nota: la tensione di attivazione può essere regolata nei range indicati di
VocMax (V) < Max. Tensione di Sistema (V) @ -10 C	704 ok	745 ok	
VocMin (V) > Tensione Attivazione @ 40 C	522 ok	553 ok	
VmpTyp (V) @ 25 C Ambiente	469 ok	436 ok	
VmpMax (V) @ -10 C	534 ok	566 ok	
VmpMin (V) > 200 V @ 40 C	454 ok	481 ok	
Max.Corrente MPPT (A)	8.30 ok	8.30 ok	
Potenza MPPT STC (W)	4080 ok	4320 ok	Inverter Trifase: 250 - 500Vdc

Verifica dimensionamento inverter Campo FV 1.

Passo 1 - Input Dati Generali		Risultati - Parametri Dimensionamento Campo PV	
Lingua: italiano		Range Pannelli (Eccezioni): 21-141 (25-41)	
Marca: aleo		Num.Min.Pannelli in Serie/Stringa: 12	
Pannelli: S_18240		Num.Max.Pannelli in Serie/Stringa: 20	
Inverter: PV-10.0-OUTD (N/A for US)		Num.Max.Stringhe in Parallel/MPPT: 2	
Tipo Montaggio: Montaggio a tetto		Num.Max.Pannelli/MPPT: 28	
Min. I emp. Ambiente: -10 C	ΔT= Tcell,max-Tamb,max: +35°C	Num.Max.Pannelli/Inverter: 48	
Max.Temp. Ambiente: 40 C	I cell,min: -10°C	Max.Sovraccarico Inverter Richiesto (STC): 11595	
	Tcell,max: 75°C	Num.Max.Stringhe in Parallel. (MPPT in Parallel.): 2	
Coeff. Derating Pannelli: 0.375		Risultati - Dati Inverter	
		Modello: PV-10.0-OUTD (N/A for US)	Modello: aleo - S_18240
		Pot. Max AC Inverter: 11000	Potenza STC (W): 240
		Pot. Nom. AC Inverter: 10000	Max. Iensione di Sistema (V): 1000
		Potenza @ 40 C: 10000	Voc (V): 37
		Max. Tensione Voc: 850	Vmp (V): 29.5
		Max.Tensione MPPT: 750	Isc (A): 8.65
		Min.Tensione MPPT: 200	Imp (A): 8.13
		Tensione Attivazione: 360	Toolsc (mA/C): 3.4600
		MPPT Correnti Nominali (A/MPPT): 18	TooVoc (V/C): -0.1258
		Numero di canali MPPT: 2	TooVmp (V/C): -0.0554
		MPPT Potenza Nominali (W/MPPT): 8500	
		Rendimento inverter: 0.973	
Passo 2 - Input Dati Configurazione Sistema		Risultati - Configurazione Sistema	
Configuraz.Canali MPPT: indipendenti		Pot. Totale FV STC (W): 11520	
MPPT1: Moduli in Serie: 12	Configurazione Stringhe: Inverter Trifase: Vin,nom= 580Vdc	Pot. Totale Ingresso DC (W): 11232	ok
Stringhe in Parallelo: 2		Stima potenza uscita inverter: 10929	ok
MPPT2: Moduli in Serie: 12		Numero Totale Pannelli: 48	ok
Stringhe in Parallelo: 2		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Nom. AC I: 115.20%	
		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Max AC In: 104.73%	
		Totale Pannelli MPPT1: 24	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 5760	ok
		Totale Pannelli MPPT2: 24	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 5760	ok
Risultati - Tensioni e Correnti			
	MPPT1	MPPT2	
VocMax (V) < 850V @ -10 C	497 ok	497 ok	Nota: la tensione di attivazione può essere regolata nei range indicati di
VocMax (V) < Max. Tensione di Sistema (V) @ -10 C	497 ok	497 ok	
VocMin (V) > Tensione Attivazione @ 40 C	369 ok	369 ok	
VmpTyp (V) @ 25 C Ambiente	331 ok	331 ok	
VmpMax (V) @ -10 C	377 ok	377 ok	
VmpMin (V) > 200 V @ 40 C	321 ok	321 ok	
Max.Corrente MPPT (A)	16.61 ok	16.61 ok	
Potenza MPPT STC (W)	5760 ok	5760 ok	Inverter Trifase: 250 - 500Vdc

Verifica dimensionamento inverter Campo FV 2.

Passo 1 - Input Dati Generali		Risultati - Parametri Dimensionamento Campo PV	
Lingua: <input type="text" value="italiano"/>		Range Pannelli (Ecoezioni): 21-176 (25-41)	
Marca: <input type="text" value="aleo"/>		Num.Min.Pannelli in Serie/Stringa: 12	
Pannelli: <input type="text" value="S_18 240"/>		Num.Max.Pannelli in Serie/Stringa: 20	
Inverter: <input type="text" value="PV+12.5-OUTD (N/A for US)"/>		Num.Max.Stringhe in Parall./MPPT: 2	
Tipo Montaggio: <input type="text" value="Montaggio a tetto"/>		Num.Max.Pannelli/MPPT: 34	
Min. I emp. Ambiente: <input type="text" value="-10 C"/>	$\Delta T = T_{cell,max} - Tamb,max$	Num.Max.Pannelli/Inverter: 61	
Max. Temp. Ambiente: <input type="text" value="40 C"/>	$+35^{\circ}C$	Max.Sovraccarico Inverter Richiesto (STC): 14547	
Coeff. Derating Pannelli: <input type="text" value="0.975"/>	$-10^{\circ}C$	Num.Max.Stringhe in Parall. (MPPT in Parall.): 2	
	$75^{\circ}C$	Risultati - Dati Inverter	
		Modello: PV+12.5-OUTD (N/A for US)	Modello: aleo - S_18 240
		Pot. Max AC Inverter: 13800	Potenza STC (W): 240
		Pot. Nom. AC Inverter: 12000	Max. Iensione di Sistema (V): 1000
		Potenza @ 40 C: 12500	Voc (V): 37
		Max. Tensione Voc: 850	Vmp (V): 29.5
		Max. Tensione MPPT: 750	Isc (A): 8.65
		Min. Tensione MPPT: 200	Imp (A): 8.13
		Tensione Attivazione: 360	Toolsc (mA/C): 3.4600
		MPPT Correnti Nominali (A/MPPT): 18	TooVoc (V/C): -0.1258
		Numero di canali MPPT: 2	TooVmp (V/C): -0.0554
		MPPT Potenza Nominali (W/MPPT): 8000	
		Rendimento inverter: 0.973	
Passo 2 - Input Dati Configurazione Sistema		Risultati - Configurazione Sistema	
Configuraz.Canali MPPT: <input type="text" value="Independent"/>		Pot. Totale FV STC (W): 14400	
MPPT1: Moduli in Serie: <input type="text" value="15"/>	Configurazione Stringhe	Pot. Totale Ingresso DC (W): 14040	ok
Stringhe in Parallelo: <input type="text" value="2"/>	Inverter Trifase: Vin,nom= 580Vdc	Stima potenza uscita inverter: 13661	ok
MPPT2: Moduli in Serie: <input type="text" value="15"/>		Numero Totale Pannelli: 60	ok
Stringhe in Parallelo: <input type="text" value="2"/>		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Nom. AC I: 115.20%	
		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Max AC In: 104.35%	
		Totale Pannelli MPPT1: 30	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 7200	ok
		Totale Pannelli MPPT2: 30	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 7200	ok
Risultati - Tensioni e Correnti			
	MPPT1	MPPT2	
VocMax (V) < 850V @ -10 C	621 ok	621 ok	Nota: la tensione di attivazione può essere regolata nei range indicati di Inverter Trifase: 250 - 500Vdc
VocMax (V) < Max. Tensione di Sistema (V) @ -10 C	621 ok	621 ok	
VocMin (V) > Tensione Attivazione @ 40 C	461 ok	461 ok	
VmpTyp (V) @ 25 C Ambiente	413 ok	413 ok	
VmpMax (V) @ -10 C	472 ok	472 ok	
VmpMin (V) > 200 V @ 40 C	401 ok	401 ok	
Max. Corrente MPPT (A)	16.81 ok	16.81 ok	
Potenza MPPT STC (W)	7200 ok	7200 ok	

Verifica dimensionamento inverter Campo FV 3-4.

Passo 1 - Input Dati Generali		Risultati - Parametri Dimensionamento Campo PV	
Lingua: <input type="text" value="italiano"/>		Range Pannelli (Ecoezioni): 21-176 (25-41)	
Marca: <input type="text" value="aleo"/>		Num.Min.Pannelli in Serie/Stringa: 12	
Pannelli: <input type="text" value="S_18 240"/>		Num.Max.Pannelli in Serie/Stringa: 20	
Inverter: <input type="text" value="PV+12.5-OUTD (N/A for US)"/>		Num.Max.Stringhe in Parall./MPPT: 2	
Tipo Montaggio: <input type="text" value="Montaggio a tetto"/>		Num.Max.Pannelli/MPPT: 34	
Min. I emp. Ambiente: <input type="text" value="-10 C"/>	$\Delta T = T_{cell,max} - Tamb,max$	Num.Max.Pannelli/Inverter: 61	
Max. Temp. Ambiente: <input type="text" value="40 C"/>	$+35^{\circ}C$	Max.Sovraccarico Inverter Richiesto (STC): 14547	
Coeff. Derating Pannelli: <input type="text" value="0.975"/>	$-10^{\circ}C$	Num.Max.Stringhe in Parall. (MPPT in Parall.): 2	
	$75^{\circ}C$	Risultati - Dati Inverter	
		Modello: PV+12.5-OUTD (N/A for US)	Modello: aleo - S_18 240
		Pot. Max AC Inverter: 13800	Potenza STC (W): 240
		Pot. Nom. AC Inverter: 12000	Max. Iensione di Sistema (V): 1000
		Potenza @ 40 C: 12500	Voc (V): 37
		Max. Tensione Voc: 850	Vmp (V): 29.5
		Max. Tensione MPPT: 750	Isc (A): 8.65
		Min. Tensione MPPT: 200	Imp (A): 8.13
		Tensione Attivazione: 360	Toolsc (mA/C): 3.4600
		MPPT Correnti Nominali (A/MPPT): 18	TooVoc (V/C): -0.1258
		Numero di canali MPPT: 2	TooVmp (V/C): -0.0554
		MPPT Potenza Nominali (W/MPPT): 8000	
		Rendimento inverter: 0.973	
Passo 2 - Input Dati Configurazione Sistema		Risultati - Configurazione Sistema	
Configuraz.Canali MPPT: <input type="text" value="Independent"/>		Pot. Totale FV STC (W): 13920	
MPPT1: Moduli in Serie: <input type="text" value="15"/>	Configurazione Stringhe	Pot. Totale Ingresso DC (W): 13572	ok
Stringhe in Parallelo: <input type="text" value="2"/>	Inverter Trifase: Vin,nom= 580Vdc	Stima potenza uscita inverter: 13206	ok
MPPT2: Moduli in Serie: <input type="text" value="14"/>		Numero Totale Pannelli: 58	ok
Stringhe in Parallelo: <input type="text" value="2"/>		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Nom. AC I: 111.36%	
		Pot. Totale FV STC (W) / Pot. Max AC In: 100.87%	
		Totale Pannelli MPPT1: 30	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 7200	ok
		Totale Pannelli MPPT2: 28	ok
		Pot. Totale FV STC (W): 6720	ok
Risultati - Tensioni e Correnti			
	MPPT1	MPPT2	
VocMax (V) < 850V @ -10 C	621 ok	580 ok	Nota: la tensione di attivazione può essere regolata nei range indicati di Inverter Trifase: 250 - 500Vdc
VocMax (V) < Max. Tensione di Sistema (V) @ -10 C	621 ok	580 ok	
VocMin (V) > Tensione Attivazione @ 40 C	461 ok	430 ok	
VmpTyp (V) @ 25 C Ambiente	413 ok	386 ok	
VmpMax (V) @ -10 C	472 ok	440 ok	
VmpMin (V) > 200 V @ 40 C	401 ok	374 ok	
Max. Corrente MPPT (A)	16.81 ok	16.81 ok	
Potenza MPPT STC (W)	7200 ok	6720 ok	

Verifica dimensionamento inverter Campo FV 5.

Arezzo 23/09/2009

Il Tecnico

Ing. Leonardo Duranti