



CITTA' DI CASTELMAGGIORE

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA-ECONOMICA

Realizzazione Impianto Fotovoltaico della potenza di 30 kWp posto su tetto a falda del  
Centro Diurno Il Ciliegio in Via Ungaretti 5 – Castelmaggiore (BO)

COMMITTENTE  
**COMUNE DI CASTELMAGGIORE (BO)**  
CIG: 9847015DD4

**Coordinamento attività e progettazione**  
**AESS Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile**  
ing. Piergabriele Andreoli  
ing. Marco Costa  
ing. Giulia Prampolini

Documento firmato digitalmente ai sensi del Testo Unico DPR  
445/2000 e del Dlgs82/2005

**Progettazione impiantistica/relazioni  
tecniche/elaborati grafici ed economici**  
Restart Innovation SRL  
**Ing. Francesco Specca**



## RELAZIONE TECNICA

Argomento	Elaborato <b>03-RT</b>	Data: Aprile 2024	Scala:
		aggiornamenti	

## Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Dati di progetto .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Descrizione dell’Impianto Fotovoltaico.....</b>	<b>4</b>

---

## 1 Premessa

---

La presente Relazione Tecnica di Impianto Fotovoltaico descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali degli elementi che compongono il sistema fotovoltaico, specificandone i relativi criteri di scelta dimensionali, le misure adottate per la protezione e le prescrizioni tecniche generali, in riferimento all'impianto fotovoltaico denominato "Il Ciliegio" della potenza di 30 kWp, sito nel Comune di Castelmaggiore (BO), realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 450 Wp.

La Società Proponente intende realizzare un impianto fotovoltaico nel Comune di Castelmaggiore (BO), ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario.

La vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, inseguitori solari), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

L'intervento che si andrà a realizzare è composto dalle seguenti parti:

- Realizzazione di impianto fotovoltaico da 30 kWp, composto da n.68 pannelli fotovoltaici di potenza pari a 450 Wp cadauno e da n.1 inverter trifase da 30 kW;

- 
- Realizzazione di tutti i quadri, in corrente continua ed in corrente alternata, a protezione delle stringhe fotovoltaiche e dei circuiti elettrici facenti capo all'impianto fotovoltaico.

## **2      Dati di progetto**

---

### **DATI IDENTIFICATIVI GENERALI DEL PROGETTO:**

#### **SITO**

**Ubicazione:** Comune di Castelmaggiore (BO)

**Uso:** Residenziale

**Fenomeni di ombreggiamento:** Assenza di ombreggiamenti rilevanti

**Altitudine:** 21 m s.l.m.

**Latitudine-Longitudine:**

44.579946, 11.355724

**Condizioni ambientali speciali:** NO

**Tipo di intervento richiesto:**

- Nuovo impianto: SI
- Trasformazione: NO
- Ampliamento: NO

### **DATI TECNICI GENERALI ELETTRICI:**

**Potenza picco totale dell'impianto:** 30.6 kWp

**Produzione annua stimata:** 38.760 kWh

#### **Dati del collegamento elettrico di connessione**

Descrizione della rete di collegamento: Connessione in BT

- Vincoli da rispettare: Standard TERNA

---

#### DATI TECNICI GENERALI SUPERFICI:

**Superficie totale sito (copertura):** 400 mq

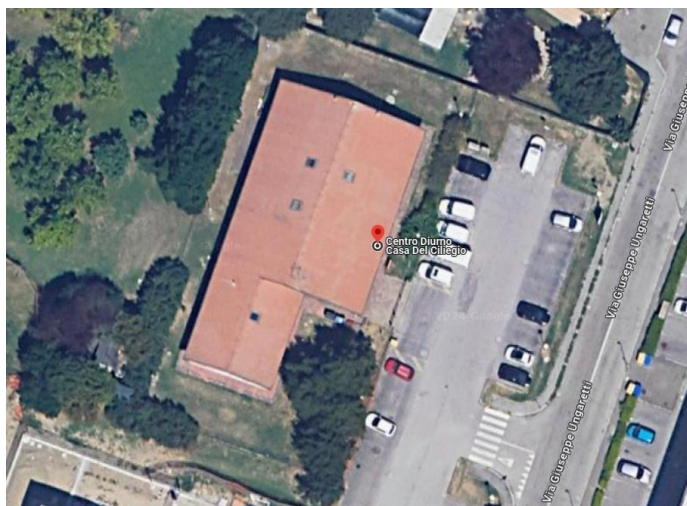
**Moduli FV (superficie occupata):** 140 mq

#### SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto fotovoltaico ricopre una superficie di circa 140 mq ed è disposto sul tetto a falda di copertura esposta a Est.

Il campo fotovoltaico risulta accessibile dalla viabilità locale, costituita da strade statali e comunali.

Il sito ricade nel territorio comunale di Castelmaggiore (BO) (Fig.1), in zona centrale.



**Fig.1: Individuazione Area di intervento su foto satellitare**

### 3 Descrizione dell’Impianto Fotovoltaico

#### DESCRIZIONE Impianto FV:

L’impianto fotovoltaico in oggetto, di potenza in DC di 30.6 kWp e potenza di inverter massima pari a 30 kW, è costituito da n.68 moduli fotovoltaici di potenza pari a 450 Wp cadauno connessi a 1 inverter trifase da 30 kW. Quest’ultimo è in grado di gestire 3 ingressi MPPT ognuno con 2 stringa di pannelli fotovoltaici, per un totale di 6 stringhe, 4 composte da 11 pannelli, e 2 da 12 pannelli.

L’impianto sarà composto oltre che dai pannelli fotovoltaici aventi esposizione Est, anche da strutture di supporto, inverter, monitoraggio remoto, quadri protezione Corrente Continua e quadro Corrente Alternata.

Il progetto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici del tipo Trina Solar TSM450-DE17M(II) con potenza nominale di 450 Wp con celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, i quali, tra le tecnologie attualmente disponibili in commercio presentano rendimenti di conversione più elevati.

I moduli fotovoltaici saranno posizionati su strutture di sostegno costituite dall’assemblaggio di profili, generalmente metallici, in grado di sostenere i moduli fotovoltaici ed ancorarli ad una struttura edile preesistente e ottimizzarne l’esposizione.

In ogni caso tali strutture devono essere progettate, realizzate e collaudate in base ai principi generali delle normative vigenti:

- Legge 1086/71 (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica);
- Legge 64/74 (provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche);
- DM 14/9/06 “Norme tecniche per le costruzioni”.

In particolare le strutture di sostegno devono essere calcolate per resistere alle seguenti sollecitazioni di carico permanente costituite da:

- Peso delle strutture, che dipende dalle dimensioni e dai materiali costituenti i profilati e la bulloneria;
- Peso dei moduli, che viene generalmente fornito dal costruttore;

ed alle sollecitazioni dovute a sovraccarichi, quali:

- 
- Carico da neve, uniformemente distribuito, che agisce in direzione verticale e dipende da:
    - Valore di riferimento del carico di neve al suolo (zona, altitudine);
    - Coefficiente di forma (tipo di struttura: a una o più falde, cilindrica, con discontinuità di quota, con elementi piani verticali);
  - Spinta del vento, di regola orizzontale che esercita sulle strutture pressioni agenti normalmente alle superfici della struttura e dipendenti da:
    - Pressione cinetica di riferimento (zona, altitudine);
    - Coefficiente di esposizione (altezza della struttura dal suolo, rugosità e topografia del terreno, esposizione del sito);
    - Coefficiente di forma (tipo di struttura: piana, a falde inclinate o curve, a copertura multipla, tettoia, pensilina isolata);
    - Coefficiente dinamico (forma e dimensioni struttura);
  - Effetti sismici sulla struttura, consistenti in forze orizzontali e verticali (correlate al coefficiente di sismicità) distribuite sulla struttura proporzionalmente alle singole masse.

Le verifiche devono essere effettuate da un tecnico abilitato, combinando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno composte da n.11/12 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture con cavi esterni graffettati alle stesse. Le stringhe saranno disposte secondo file parallele e collegate direttamente a ciascun ingresso dell'inverter del tipo W-HPT-30K, come da configurazione sottostante (Fig.2):

Modulo Fotovoltaico	
Produttore	Trina
Modello	TSM450-DE17M(II)
Pnom[Wp]	450
Vmp[V]	41
Imp[A]	10.98
Voc[V]	49.6
Isc[A]	11.53
MaxSysVoltage[V]	1500
VOC Temp Coef[%/C]	-0.25
ISC Temp Pmax [%/C]	0.04
Pmax Temp Coef[%/C]	-0.34
Lunghezza [mm]	2102
Larghezza [mm]	1040

Inverter	
Codice Western	018251
Modello	W-HPT-30K
Monofase/Trifase	Trifase

	MPPT1	MPPT2	MPPT3
Moduli per stringa	11	11	12
Numero stringhe in parallelo	2	2	2
Totale pannelli	22	22	24
Potenza STC installata MPPT [kW]	9.9	9.9	10.8
Pnom[Wp]	30000	30000	30000
PfvMAX[W]	49500	49500	49500
Vstartup[V]	180	180	180
Voc[V]	1100	1100	1100
IfvMAX	30	30	30
Tensione Uscita AC [V]	400V 3PH	400V 3PH	400V 3PH
Frequenza Uscita AC [Hz]	50	50	50

**Tot. numero moduli: 68**

**Fig.2: Dimensionamento Inverter**



L'impianto fotovoltaico così descritto sarà inoltre dotato di sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto. La produzione e l'immissione dell'impianto saranno contabilizzate sia dal contatore installato dal gestore di rete M1 che dal sistema di monitoraggio. Questi dati serviranno per monetizzare l'immissione e il futuro scambio nell'eventuale costituzione di una comunità energetica rinnovabile (CER).

Si prevede una produzione annua di 38.760 kWh distribuita nei mesi come segue nel grafico di seguito riportato:



**Fig.3: Disposizione pannelli**

## PANORAMICA DEL SISTEMA


 **68** Moduli FV

 **1** Inverter

## RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

  
Potenza CC Installata  
**30,60 kWp**



  
Potenza Massima CA  
Ottenuta  
**29,84 kW**

  
Produzione Annuale Di  
Energia  
**38,76 MWh**

  
Emissioni Di CO2 Evitate  
**9,92 t**

  
Alberi Equivalenti Piantati  
**456**

## MODULI FV

# Modulo	Modello	Potenza di picco Tipo di supporto	Orientamento	AzimutInclinazione
68	Trina Solar Energy, TSM-450DE17M(II) (TALLMAX framed)	30,6 kWp		 <b>111° 18°</b>
Totale: 68		30,6 kWp		

## DIAGRAMMA DELLE PERDITE DEL SISTEMA



## PARAMETRI DI SIMULAZIONE



### LUOGO & RETE

Fuso orario	CEST (Rome)
Stazione meteo	Bologna (6,82 km distanza)
Altitudine stazione	36 m
Stazione sorgente dati	Meteonorm 7.1
Rete	400V L-L, 230V L-N

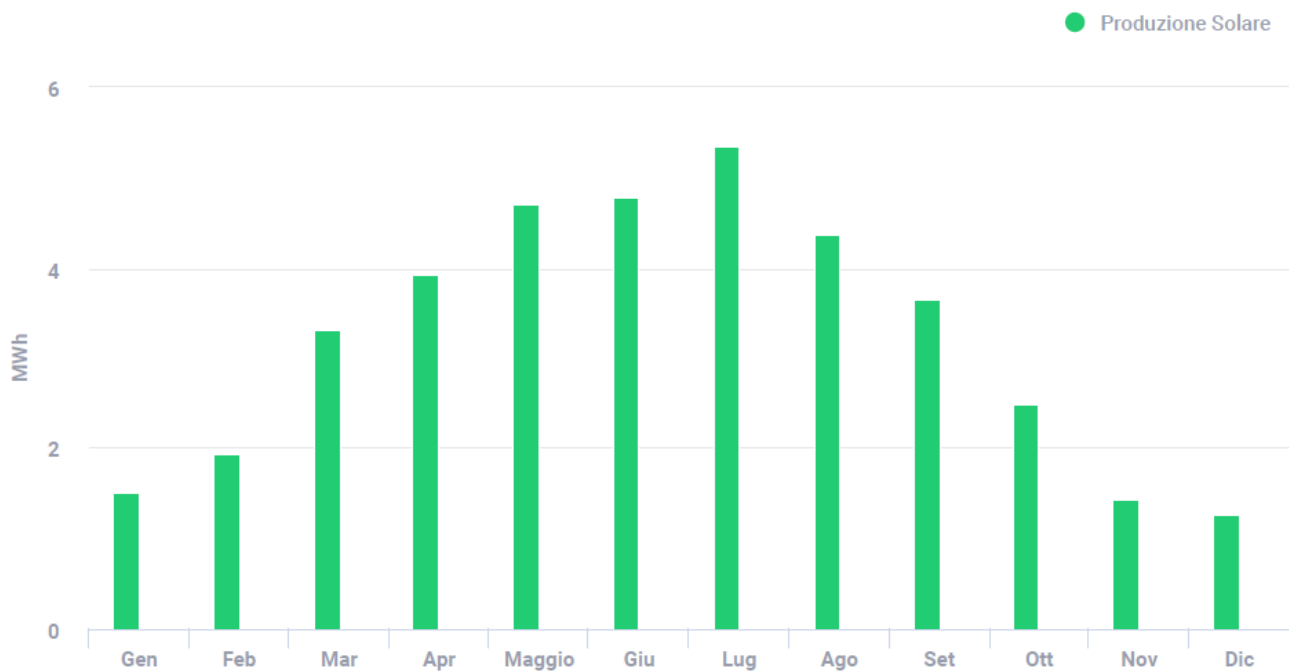


### FATTORI DI PERDITA

Ombre vicine	Abilitato
Albedo	0,20
Albedo bifacciale	0,30
Sporcizia/Neve	0%
Effetto Angolo di Incidenza (IAM), ASHRAE b0 Param.	0,05
Fattore di Perdita termica Uc (cost.) montaggio complanare	20
Fattore di Perdita termica Uc (cost.) montaggio inclinato	29
Fattore di perdita per LID	0%
Indisponibilità del sistema	0%

**Fig.4: Dimensionamento Inverter**

## ENERGIA MENSILE STIMATA



Energia totale tagliata: 0%

MESI	PRODUZIONE kWh/MESE
Gennaio	1.510
Febbraio	1.950
Marzo	3.320
Aprile	3.930
Maggio	4.720
Giugno	4.780
Luglio	5.350
Agosto	4.370
Settembre	3.630
Ottobre	2.480
Novembre	1.450
Dicembre	1.280
<b>TOTALE ANNO</b>	<b>38.770 kWh/anno</b>

Fig.4: Dati tecnici e di produzione

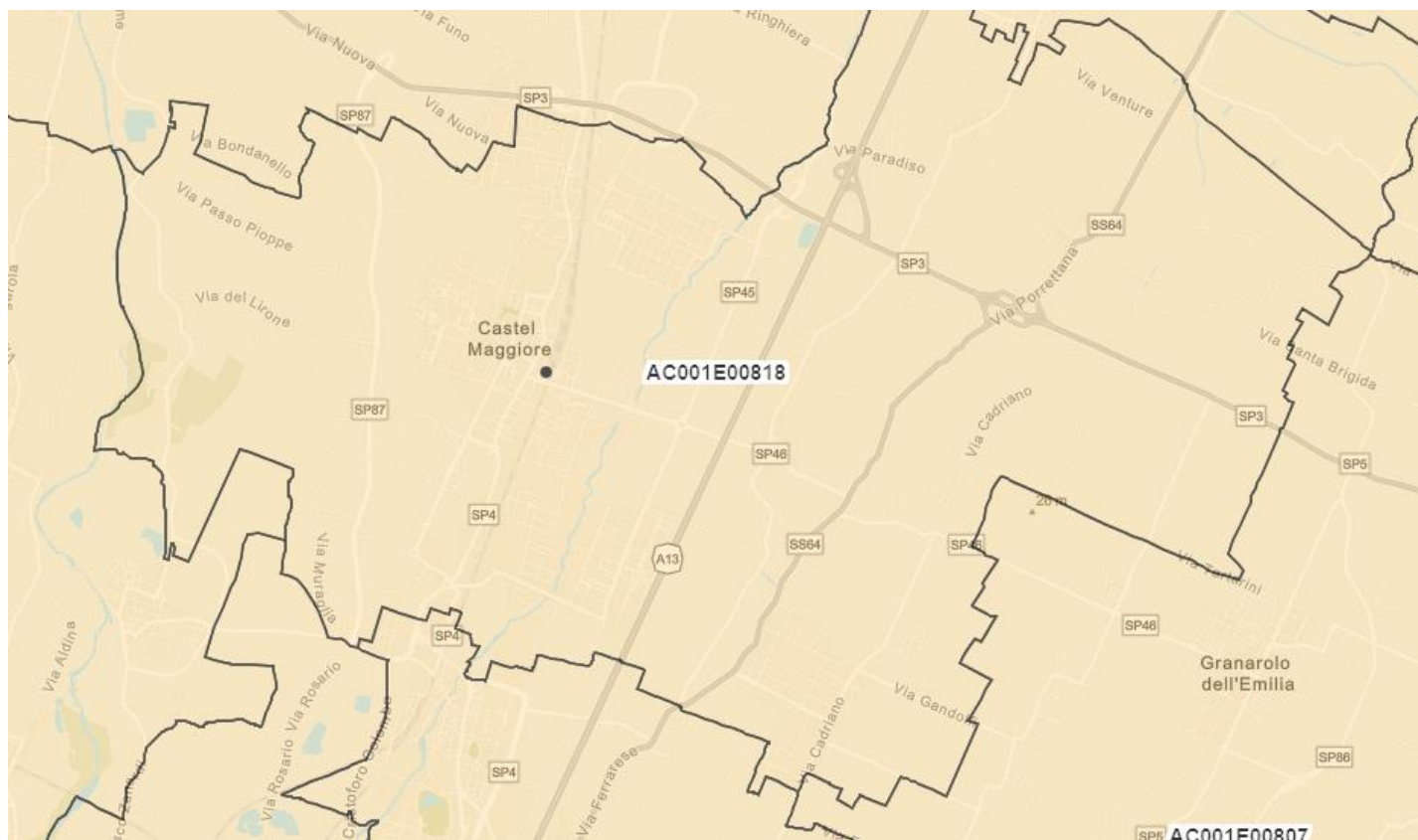
---

L'energia prodotta in eccesso accederà ai meccanismi di remunerazione come RID, SSP e CER a seconda delle scelte che verranno effettuate in fase esecutiva del progetto.

L'impianto fotovoltaico potrà essere integrato con un sistema di accumulo, se si sceglierà di optare con l'installazione di inverter ibridi, in modo da permettere lo stoccaggio del surplus di energia prodotta e non auto consumata, apportando numerosi vantaggi sia in termini di sostenibilità ambientale che di risparmio economico. Per poter godere di questo beneficio, sarà necessario calibrare la capacità delle batterie rispetto ai consumi, in modo che il sistema di accumulo possa rispondere al fabbisogno energetico dell'utenza.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico consentirà di aumentare l'autosufficienza energetica dell'edificio, riducendo le spese negli anni a venire, e inoltre darà la possibilità di rientrare nell'eventuale costituzione di una comunità energetica rinnovabile (CER), vedendo riconosciuta economicamente la quota di energia immessa e scambiata con la rete pubblica. Contestualmente, si avrà la possibilità per esempio di installare ricariche per veicoli elettrici aumentando gli attuali consumi e riuscendo comunque a garantire una copertura energetica rinnovabile sufficiente.

L'edificio ricade sotto la cabina primaria con codice AC001E00818 di e-distribuzione.



**Fig.4: Cabina primaria**

Le specifiche tecniche richieste per i componenti dell'impianto sono elencate nella sezione "disciplinare descrittivo e prestazionale elementi tecnici" di questa relazione.

#### **NOTE TECNICHE PER L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO:**

La Regione Emilia Romagna con la DGR 2272/2016, che aggiorna la DGR 687/2011, introduce significative semplificazioni e miglioramenti della disciplina vigente, comportando una notevole riduzione dell'impatto delle procedure sismiche sul processo edilizio, pur assicurando la piena osservanza della normativa tecnica per la costruzione e senza ridurre i livelli di sicurezza e qualità delle opere edilizie.

Le delibere suddette individuano, ai sensi dell'art. 9, comma 4, della legge regionale n.19 del 2008, gli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, per i quali si escludono le procedure di autorizzazione e di deposito, di cui agli artt. 11 e 13 del Titolo IV ('Vigilanza su opere e costruzioni per la riduzione del rischio sismico') della stessa legge.

Gli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità sono definiti nella DGR 2272/2016 come quegli interventi ritenuti non rilevanti agli effetti della valutazione del rischio sismico e sono riconducibili unicamente ai casi di nuove costruzioni individuati nell'elenco A, e di interventi su costruzioni esistenti individuati nell'elenco B.

L'intervento riguardante la posa dei pannelli solari fotovoltaici su parte della falda della copertura dell'edificio rientra nell'elenco B, e in particolare al p.to B.6.1.: *“Antenne di altezza  $\leq 8$  m e impianti (pannelli solari, fotovoltaici, generatori eolici etc., anche su strutture di sostegno di altezza  $\leq 2$  m), gravanti sulla costruzione, il cui peso sia  $\leq 0,25$  KN/m<sup>2</sup> e non ecceda il 10% dei pesi propri e permanenti delle strutture direttamente interessate dall'intervento (campo di solaio o copertura delimitato dalle strutture principali, direttamente caricato), e purché ciò non renda necessaria la realizzazione di opere di rinforzo strutturale”.*

In questa fase progettuale ci si limiterà ad una prima verifica di fattibilità sulla base dei dati attualmente disponibili, fermo restando che sarà compito della progettazione esecutiva l'elaborazione della documentazione prevista per l'intervento, contrassegnato dal codice (L2), e per il quale è necessario predisporre:

- La dichiarazione, firmata dal progettista, contenente l'asseverazione che l'opera è priva di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, in quanto l'intervento ricade in una delle ipotesi indicate negli elenchi A e B;
- Una relazione tecnica esplicativa contenente le informazioni relative alla tipologia della costruzione o del manufatto, le dimensioni dell'intervento proposto, la destinazione d'uso ed il contesto in cui viene realizzato, indicando espressamente a quale ipotesi indicata negli elenchi A e B si fa riferimento;
- Un elaborato grafico quotato, comprensivo di piante e sezioni. Il tipo di impianto che si vuole posare sulla copertura esistente prevede un sovraccarico complessivo pari a 12,24 Kg/mq.

---

In particolare si ha:

Il tipo di impianto che si vuole posare sulla copertura esistente prevede un sovraccarico permanente pari a 12,80 Kg/mq.

In particolare si ha:

peso proprio pannelli fotovoltaici solari = 22,7 kg  
 $22,7 / (2,015 \times 0,996) = 11,31 \text{ Kg/mq}$

peso proprio sottostruttura in alluminio = 3 Kg  
 $3,0 / (2,015 \times 0,996) = 1,49 \text{ Kg/mq}$

Sovraccarico complessivo = 12,80 Kg/mq  
 $0,128 \text{ KN/ mq} \leq 0,250 \text{ KN/ mq}$

Il peso complessivo dei pannelli fotovoltaici risulta essere:  
 $(22,7+3) \text{ kg} \times \text{n. } 68 \text{ moduli} = 1.750 \text{ Kg}$

Il campo di copertura caricato è strutturalmente costituito in legno lamellare, con travi principali a spinta eliminata, distanziati di circa 6 metri su interasse e travetti secondari con interasse 0.9 metri. Manto in coppi di laterizio.

Il peso della struttura caricata è stimato  $(32+80) 112 \text{ kg/mq}$ , su una superficie totale di 400 mq. Pertanto il peso risultante è di 44.800 kg.

Il rapporto tra pesi risulta essere pari al 4%, pertanto inferiore alla soglia del 10%.