



# CITTA' DI ROSETO DEGLI ABRUZZI

Provincia di Teramo

**PIANO REGIONALE TRIENNALE TUTELA E RISANAMENTO  
AMBIENTALE 2006/2008 ART. 225 L.R. N. 15 DEL 26.04.04  
"INSTALLAZIONE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI EDIFICI PUBBLICI"**

## **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE**

**POTENZA = 19,680 kWp**

*Committente:* **COMUNE DI ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)**

*Sito di installazione:* **SCUOLA SECONDARIA DI I° GRADO "F. ROMANI"**  
**Via Fonte dell'Olmo, 56 – 64026 Roseto degli Abruzzi (TE)**

*Regime GSE:* **SCAMBIO SUL POSTO**

## **ALLEGATO 01 RELAZIONE DI VERIFICA SOLAIO DI APPOGGIO**

Progettista: ***Ing. Stefano Di Sangro***

Roseto degli Abruzzi, 15 Marzo 2010

## Verifica statica copertura edificio scolastico

### Premessa

La presente relazione è parte integrante dei lavori di realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla copertura piana della Scuola Secondaria di Primo Grado “FEDELE ROMANI”, ubicata in Via Fonte dell’Olmo, 56 – 64026 Roseto degli Abruzzi (Te).

Le verifiche di seguito riportate sono finalizzate ad accertare se il solaio dove verrà installato il campo fotovoltaico è idoneo a tale funzione e se le zavorre utilizzate per l’ancoraggio delle strutture garantiscono la necessaria sicurezza sotto l’azione del vento.

### Stato di fatto

L’edificio oggetto del presente progetto si sviluppa su tre piani fuori terra (piano Terra, piano Primo e piano Secondo) e, come copertura, presenta un lastrico solare praticabile dotato di parapetto perimetrale avente altezza pari a 1,0 mt. .

### Descrizione dell’intervento da realizzare

Il progetto generale prevede la realizzazione di un impianto della potenza totale di 19,680 kWp, costituito da n. 82 moduli fotovoltaici al silicio policristallino da 240Wp/cad. La posa dei moduli fotovoltaici è stata prevista su una struttura di supporto realizzata con sistema HILTI MQ-HDG zincato a caldo (o equivalente). Tale sistema è costituito da binari longitudinali MQ-41-HDG, disposti parallelamente allo sviluppo della fila di pannelli e sostenuti da appositi supporti trasversali. Per il supporto dei moduli fotovoltaici sono stati impiegati morsetti centrali MSP-MQ-MC 34-37, morsetti finali MSPMQ-EC 35 (essendo lo spessore del pannello pari a 35 mm) e connettori MSP-MQ-C-F.

Poiché l'impermeabilizzazione della copertura dell'edificio scolastico è ottenuta tramite guaine termosaldate, non è possibile fissare la struttura di supporto dei moduli alla soletta della copertura dell'edificio tramite dei tasselli di ancoraggio senza forare le guaine e, di conseguenza, senza compromettere l'impermeabilizzazione del tetto.

Per tale motivo, l’ancoraggio delle strutture dovrà avvenire su zavorre costituite da cordoli in calcestruzzo del peso di circa 120 kg/modulo. L’ancoraggio della struttura di supporto alle zavorre avverrà mediante tasselli a pressione Ø 12 mm (o sistemi equivalenti). Tra la zavorra e la copertura del lastrico solare verrà interposto un foglio di neoprene per non danneggiare le guaine termosaldate di impermeabilizzazione. Per evitare interferenze tra la struttura di supporto dei moduli e l’impianto di protezione contro le scariche atmosferiche dell’edificio, si impiegheranno zavorre in calcestruzzo di dimensioni 25x25x20(h) cm, tali da consentire una sopraelevazione della struttura dal lastrico solare idonea a non causare interferenze con i dispositivi ivi presenti.

## Verifiche statiche

Di seguito vengono riportate le due verifiche statiche condotte:

- nella **prima verifica** è stato accertato che la struttura scolastica – e più in dettaglio il solaio di copertura praticabile – possa sopportare il **carico determinato dal campo fotovoltaico**;
- nella **seconda verifica** è stato analizzato un singolo elemento (modulo + struttura + zavorra) sotto l'**azione del vento** per accertare se le zavorre utilizzate sono idonee alla sicurezza e stabilità del manufatto.

## Verifica dei carichi agenti sul solaio

Il solaio su cui andrà realizzato l'impianto fotovoltaico è stato progettato quale copertura praticabile; la presente analisi viene condotta in termini di carichi e si ipotizza, verosimilmente, che tale solaio sia stato progettato con un sovraccarico variabile pari a 200 Kg/mq.

Considerando che la struttura da realizzare ha un peso complessivo di circa 163,5 Kg (costituito dalla somma dei pesi propri del modulo fotovoltaico, del cavalletto di sostegno e delle zavorre) distribuito su un'area di circa 1,63 mq ed assumendo una distribuzione uniforme del carico, si ottiene un **carico specifico agente sul solaio pari a 100,31 Kg/mq** .

Declassando la copertura da praticabile ad accessibile per sola manutenzione, i carichi variabili da considerare sono il maggiore tra carico neve (che per il sito in oggetto è pari a 80 Kg/mq) ed il carico variabile per manutenzione (pari a 50 Kg/mq).

Considerato che il sovraccarico variabile di progetto della struttura è pari a 200 Kg/mq e che, dopo l'attuazione del progetto, il massimo carico che graverà sulla struttura sarà dato alla somma del peso dell'impianto fotovoltaico e del carico neve si ottiene:

- **Sovraccarico di progetto della struttura:**            **200,00    Kg/mq**
- **Peso impianto fotovoltaico + carico neve:**        **180,31    Kg/mq**

per cui

***Peso impianto fotovoltaico + carico neve < Sovraccarico di progetto della struttura***

**LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA**

## Verifica di resistenza all'azione del vento

I moduli fotovoltaici saranno installati sulla sommità di un edificio con superficie piana e, considerata la struttura del campo fotovoltaico, sono plausibili le seguenti ipotesi:

- per superficie di esposizione con vento da Nord e moduli inclinati di 30° viene considerata la proiezione perpendicolare alla direzione del vento;
- si trascura l'effetto dello scivolamento.

La verifica è stata condotta sui moduli fotovoltaici disposti nelle condizioni più sfavorevoli (maggiormente esposti all'azione del vento).

Per ogni modulo si ipotizza l'utilizzo di n. 4 zavorre in calcestruzzo di dimensioni 0,25x0,25x0,20(h) m, cui corrisponde un peso complessivo di circa 120 Kg (= 4 x 30 Kg).

### Dati di calcolo:

- peso proprio totale:  $P_{p_{tot}} = \text{modulo} + \text{struttura} + \text{zavorre} = 163,5 \text{ kg}$  ;
- dimensioni modulo: 1,644 m x 0,992 m
- inclinazione modulo: 30°;
- pressione del vento:  $P_v = 108 \text{ Kg/mq}$ .

### Calcoli:

#### **Azioni Ribaltanti**

- Forza del vento (applicata al centro del modulo fotovoltaico)  
 $F_{\text{vento}} = P_v \times S_{\text{modulo}} = 108 \text{ Kg/mq} \times 1,63 \text{ mq} \approx \mathbf{176 \text{ Kg}}$
- Spinta ribaltante dovuta all'azione del vento sul modulo fotovoltaico  
 $\text{Spinta}_{\text{rib}} = F_{\text{vento}} \times \sin 30^\circ = 176 \text{ Kg} \times \sin 30^\circ \approx \mathbf{88 \text{ Kg}}$
- Braccio ribaltante  
 $B_{\text{rib}} = (1,644 \text{ m} \times 0,5) = \mathbf{0,822 \text{ m}}$
- **Momento ribaltante**  
 $M_{\text{rib}} = \text{Spinta}_{\text{rib}} \times B_{\text{rib}} = 88 \text{ Kg} \times 0,822 \text{ m} \approx \mathbf{72,34 \text{ Kgm}}$

#### **Azioni Stabilizzanti**

- Braccio stabilizzante (modulo + struttura)  
 $B_{\text{stab}(\text{Mod.}+\text{Strutt.})} = 1,66 \times \cos 30^\circ \times 0,50 \approx \mathbf{0,719 \text{ m}}$
- Braccio stabilizzante (zavorre posteriori)  
 $B_{\text{stab}(\text{Zav. post.})} \approx \mathbf{1,42 \text{ m}}$
- Momento stabilizzante (modulo + struttura)  
 $M_{\text{stab}(\text{Mod.}+\text{Strutt.})} = \text{Carico}_{(\text{Mod.}+\text{Strutt.})} \times B_{\text{stab}(\text{Mod.}+\text{Strutt.})} = 43,5 \times 0,719 \text{ m} \approx \mathbf{31,27 \text{ Kgm}}$
- Momento stabilizzante (zavorre posteriori)  
 $M_{\text{stab}(\text{Zav. post.})} = \text{Carico}_{(\text{zav. post.})} \times B_{\text{stab}(\text{Zav. post.})} = 60,0 \times 1,42 \text{ m} \approx \mathbf{85,20 \text{ Kgm}}$
- **Momento stabilizzante totale**  
 $M_{\text{stab}(\text{Tot})} = M_{\text{stab}(\text{Mod.}+\text{Strutt.})} + M_{\text{stab}(\text{Zav. post.})} = 31,27 + 85,20 = \mathbf{116,47 \text{ Kgm}}$

Assumendo un **coefficiente di sicurezza**  $S = 1,5$  la struttura in esame risulterà verificata solamente nel caso in cui

$$M_{\text{stab(Tot)}} / M_{\text{rib}} > S$$

Sostituendo nella precedente formula i dati relativi alla struttura in oggetto si ottiene che:

$$116,47 \text{ Kgm} / 72,34 \text{ Kgm} \approx 1,6 > 1,5$$

**LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA**

**Il Tecnico**

---

*(Ing. Stefano Di Sangro)*