



## ***CITTA' DI ALCAMO***

\* \* \* \*

LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

Direzione 4 - Opere Pubbliche, Servizi Manutentivi e Patrimonio

# ***Progetto ESMES - ENERGY SMART MEDITERRANEAN SCHOOLS NETWORK***

***RELAZIONE TECNICA FINALE  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO SCUOLA S. BAGOLINO***

## Sommario

<i>CITTA' DI ALCAMO</i> .....	1
1. PREMESSA .....	2
2. DATI DI PROGETTO .....	4
3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO IN PROGETTO.....	7
5. prescrizioni antincendio .....	11
6. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE .....	11

## 1. PREMESSA

Il progetto ESMES affronta le tematiche relative alla crescente domanda di energia, dipendenza dai combustibili fossili e aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel bacino del Mediterraneo. Il progetto si propone di promuovere l'utilizzo di energie rinnovabili e ridurre il consumo di energia, con la prospettiva comune di adattarsi alle condizioni climatiche del Mediterraneo e trovare soluzioni innovative ed efficaci per ottimizzare gli investimenti in riabilitazione energetica.

Il progetto si concentra sugli edifici pubblici che presentano un elevato consumo energetico, causando il 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub> nella regione e costi economici elevati. L'intervento coinvolgerà le scuole pubbliche che sono una parte rilevante del patrimonio edilizio e sono caratterizzate da un rendimento energetico basso o spesso sconosciuto.

ESMES si concentrerà sull'ottimizzazione dei consumi energetici nelle scuole attraverso azioni pilota di efficienza energetica ed energie rinnovabili (REEE) basate su sistemi avanzati di monitoraggio dei consumi e migliorerà la capacità di 5 istituzioni pubbliche al fine di implementare riabilitazioni energetiche innovative.

**Al fine di attuare le azioni di efficienza energetica ed energie rinnovabili (REEE) si è scelto di installare un impianto fotovoltaico in una scuola tra quelle facenti parte del progetto e precisamente viene scelta la Scuola Secondaria di 1° grado “Sebastiano Bagolino”, situata in via G. Verga n° 34/D.**

La Scuola Secondaria di I grado Bagolino, ex Scuola Media, opera nel territorio da quasi 50 anni. L'edificio occupa una superficie coperta di 1.525 mq per piano per un totale 3.050 mq e può usufruire di mq. 2.400 di spazi esterni per le attività didattiche all'aperto. E' conforme alle norme vigenti per l'abbattimento delle barriere architettoniche e alle norme di sicurezza. Al suo interno, oltre alle aule didattiche, vi sono una sala mensa, un laboratorio di informatica, un laboratorio linguistico, un laboratorio di scienze, un laboratorio di cucina, una biblioteca con servizi di consultazione e prestito di libri, una videoteca e un auditorium con palcoscenico per le attività di drammatizzazione. Possiede inoltre un ampio spazio esterno con un campo di basket.

Le scuole aderenti al progetto Esmes del Comune di Alcamo sono il Plesso Pirandello e L. Radice dell'I.C. P.M. Rocca, il Plesso Europa ed il Plesso Navarra dell'I.C. N. Navarra, il Plesso Montessori ed infine il Plesso Bagolino di via Verga.

La registrazione dei dati di consumo elettrico nelle scuole avviene tramite n° 6 multimetri necessari per il monitoraggio di impianti elettrici e trasmissione dati sulla piattaforma on line del progetto ESMES e che sono operativi dal 01/03/2021.

Come si evince dai grafici sotto riportati il consumo elettrico maggiore risulta essere quello della scuola S. Bagolino pari a 35,61 MWh nel periodo compreso tra il 01/03/2021 ed il 31/12/2021.

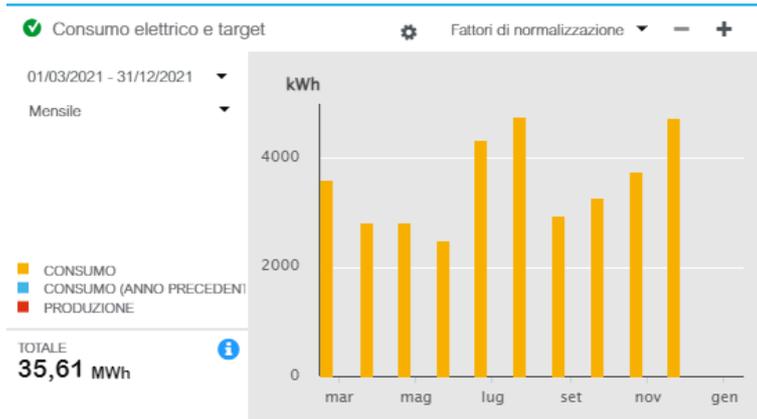


Grafico consumo elettrico scuola Bagolino

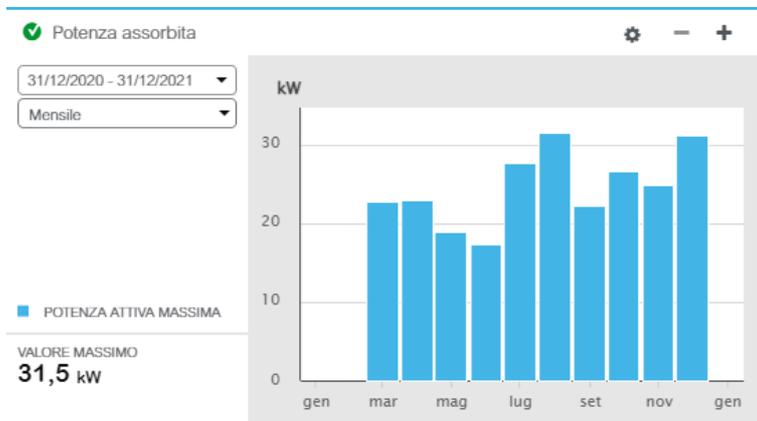


Grafico potenza assorbita scuola Bagolino

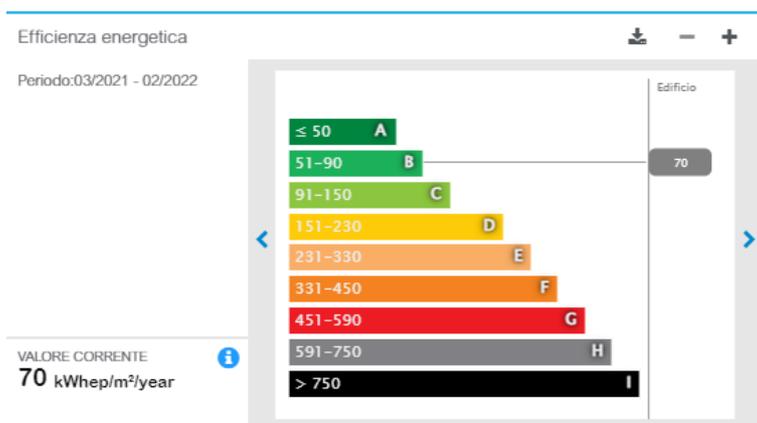


Grafico efficienza energetica scuola Bagolino



Grafico performance energetiche di confronto fra le scuole

Poiché Nell’ambito del progetto “ESMES” “Energy Smart Mediterranean Schools Network”, finanziato dal Programma di Cooperazione Transfrontaliera ENI CBC MED, di cui il Comune di Alcamo è partner, si dovrà procedere all’istallazione di un impianto fotovoltaico, sulla copertura dell’edificio scolastico, denominato Sebastiano Bagolino, sito in Via Giovanni Verga, 34D - 91011 Alcamo (TP) e che permetterà di effettuare un risparmio sui consumi energetici.

In generale l’applicazione di tale tecnologia consente:

- ✓ produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- ✓ il risparmio di combustibile fossile;
- ✓ nessun inquinamento acustico;
- ✓ soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. l’impatto visivo);

Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed una descrizione motivata delle scelte tecniche.

## 2. DATI DI PROGETTO

I dati acquisiti durante il sopralluogo ispettivo teso alla valutazione di idoneità del sito di installazione, nel seguito risultano organizzati per tematiche progettuali.

*a. Dati di progetto di carattere generale*

Committente:

COMUNE DI ALCAMO

LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

Piazza Ciullo 1- 91011 Alcamo (TP)

Responsabile unico del procedimento: Dott. Ing. Alessandro Faraci

Scopo del lavoro: Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di Distribuzione BT.

Vincoli progettuali:

- zona non soggetta a vincolo ambientale
- Interfacciamento alla rete consentito nel rispetto delle norme CEI
- Impatto visivo contenuto

Informazioni generali:

- sito raggiungibile con strada asfaltata
- ampia presenza di spazio disponibile

*b. Ubicazione dell'edificio dov'è prevista la localizzazione degli impianti*



**Località di progetto: Comune di Alcamo (TP)**

**Dati geografici: 162 m sul livello del mare**

**37.975857° Lat.**

**12.961193° Long.**

*c. Dati relativi all'utilizzazione dell'edificio*

Destinazione d'uso: luoghi adibiti ad edificio scolastico

Luogo di installazione intermediazione di beni e servizi, sedi di società, uffici, destinati a ricevere il pubblico, scuole, edifici adibiti a pubbliche finalità dello Stato o di Enti pubblici territoriali istituzionali od economici, alimentati direttamente a tensione non superiore a 1000 V c.a. (Rif. CEI 0-2).

Barriere architettoniche: E' previsto l'accesso alla copertura esclusivamente dall'esterno. Per mezzo di una scala preesistente per attività di manutenzione. A mezzo imbracatura, sarà possibile, previo ancoraggio dell'operatore, accedere al tetto piano presso cui è installato l'impianto, ed a cui a mezzo ulteriori punti di ancoraggio, tra cui la stessa struttura in alluminio dell'intero impianto fotovoltaico, sarà possibile effettuare la regolare e/o necessaria manutenzione dell'impianto e/o sole parti di esso.

*d. Dati climatici climatici della località, riferiti ai 12 mesi, utilizzati nei calcoli*

Temperatura\*:

- min/max all'interno degli edifici +10°C/+30°C
- min/max all'aperto --3.7°C/+35°C
- media del giorno più caldo +38°C
- media delle massime mensili +23°C
- media annuale +12°C

\* valori stimati e ricavati dalla letteratura tecnica riferita ai luoghi di installazione dell'impianto.

Formazione di condensa: possibile  
Altitudine (s.l.m.): 162 m s.l.m.  
Latitudine: 37.975857° Nord  
Longitudine: 12.961193° Est  
Presenza di corpi solidi estranei: NO  
Presenza di polvere: NO  
Presenza di liquidi\* :  
Tipo di liquido: acqua  
Possibilità di stillicidio: SI

Esposizione alla pioggia: SI  
Esposizione agli spruzzi: NO  
Possibilità di getti d'acqua: NO  
Dati relativi al vento: secondo normativa  
carico di neve: il carico di neve sulla copertura è di 1,69 kPa (DM 16/1/96)  
effetti sismici: l'edificio risulta ubicato in zona sismica 2  
\*dati relativi al posizionamento delle apparecchiature elettriche all'esterno

Ventilazione dei locali\*: naturale  
\*dati relativi al posizionamento del quadro c.a. (Q.C.)

### 3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO IN PROGETTO

#### *a. Sito di installazione*

L'oggetto d'intervento è un edificio scolastico ubicato presso Comune di Alcamo (Trapani) ad una quota di circa 285 mt s.l.m. Il fabbricato è costituito da un corpo fabbrica su due piani; il solaio di copertura è caratterizzato da un'ampia superficie piana ed ha un'esposizione di circa 40° sud-est. Il terreno circostante risulta libero da arbusti e piante; al tempo stesso i fabbricati vicini sono di Altezza uguale o inferiore, non ostacolando l'irraggiamento solare in direzione sud. Si è optato per utilizzare gli spazi della copertura. L'impianto fotovoltaico sarà connesso, in modalità trifase, alla parte della rete di proprietà dell'utente, a valle del punto di consegna fiscale dell'energia.

#### *b. Dati di progetto relativi all'impianto*

Tipo di intervento richiesto: nuovo impianto  
Dati del collegamento elettrico:  
Descrizione della rete di collegamento: Bassa tensione  
Punto di consegna: esterno sulla strada  
Tensione nominale: 380 – 400 V trifase  
Potenza disponibile continua: 15,6 kWp  
Misura dell'energia: contatore generale installato all'esterno su strada principale.

#### *c. Caratteristiche area di installazione:*

- La copertura piana è caratterizzata da una ampia superficie ed ha un'esposizione di circa 40° sud-est e inclinazione pannelli di circa 30°, con altezza di gronda pari acirca 9,30 m dal piano di campagna. (lato ingresso principale ovest).

- I moduli fotovoltaici saranno posizionati sulla copertura piana dell'edificio e verranno fissati su un'apposita struttura in alluminio, inclinati con pendenza 30°. La configurazione del campo fotovoltaico è costituito da due inverter, ad ognuno di essi, saranno collegate tre stringhe di cui due composte da 17 moduli ciascuno ed una terza stringa da 5 moduli, per un totale di 39 moduli fotovoltaici.

*d. Posizione convertitori statici e cassetta di terra*

- in locale quadri ubicato al piano terra in ambiente denominato bidelleria, separatamente accessibile ed installati a parete;

*e. Cablaggio elettrico*

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti dovranno essere tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

I cavi saranno dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera, con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione, fermi restando i seguenti requisiti:

- ✓ Non propaganti la fiamma e non propaganti l'incendio se posti in locali chiusi o cavei;
- ✓ Con classe di isolamento 0,6/1 kV
- ✓ Estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

Per i collegamenti tra i moduli fotovoltaici e i quadri di campo verranno utilizzati appositi cavi di tipo solare resistenti alle alte temperature e ai raggi UV (cavi del tipo H1Z2Z2-K).

Dai quadri di campo agli inverter alla stregua della connessione inverter al quadro utente AC, verranno utilizzati cavi del tipo FS17 di sezione opportuna. (vedasi schema unifilare)

Per la connessione tra i moduli, i pannelli fotovoltaici sono generalmente già dotati di scatola di giunzione stagna e non apribile; in uscita dalla scatola sono collegati i cavi di lunghezza opportuna, terminati con spine di tipo MULTI-CONTACT. I collegamenti elettrici della singola stringa saranno realizzati utilizzando questi stessi cavi, già in dotazione ai pannelli fotovoltaici. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette. Eventuali parti di conduttura che, per esigenze logistiche dovesse essere posata a terra, sarà ulteriormente dotata di idonea protezione meccanica, quale canalino, guaina spiralata e/o simili.

*f. Quadri di campo*

Le stringhe saranno collegate in parallelo all'interno di uno o più quadri di campo, contenenti fusibili sezionabili e/ sezionatori, per il sezionamento di entrambi i poli di ciascuna stringa e

varistori per la protezione del generatore fotovoltaico da possibili tensioni indotte da scariche atmosferiche.

*g. Dotazioni*

L'impianto elettrico sarà inoltre dotato di sistema sinottico di monitoraggio, detto sistema a mezzo di interfaccia inverter sarà in grado di comunicare con modem GPRS e trasmettere dati di funzionamento, rendendoli consultabili da remoto, a mezzo app, su device portatile o da desktop PC:

- ✓ produzione attuale di kWh;
- ✓ alert anomalie impianto e simili

*h. Impianto di messa a terra*

La messa a terra delle strutture sarà realizzata tramite conduttori giallo-verde del tipo unipolare FS17 di sezione opportuna, (16mm<sup>2</sup>) collegati direttamente al nodo equipotenziale di terra dell'impianto elettrico di edificio preesistente.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta "imbullonatura" (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici).

*j. Protezioni*

Si proteggerà l'impianto con interruttori in corrente continua C.C., scaricatori di sovratensione a monte dell'inverter. A valle dell'inverter si proteggerà l'impianto dai contatti diretti, indiretti e cortocircuiti con interruttori magnetotermici differenziali, verranno installati anche scaricatori di sovratensione a fondo linea in consegna scambio. Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da una determinata finestra di tensione e frequenza. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

*k. Componenti dell'impianto*

I componenti dell'impianto sono:

- ✓ Moduli fotovoltaici
- ✓ Struttura di appoggio e sostegno dei moduli
- ✓ Cavi elettrici e cablaggio
- ✓ Quadri di protezione e manovra
- ✓ Convertitore statico cc/ca
- ✓ Datalogger
- ✓ Contatori di energia
- ✓ Impianto di terra

*l. ancoraggio campo fotovoltaico*

Come da allegato particolare costruttivo, l'ancoraggio dell'intero campo fotovoltaico alla copertura avverrà per mezzo di struttura certificata ed omologata a tale compito (UNI EN ISO 9001 : 2015). La stessa mezzo barre filettate in acciaio zincato a caldo, sarà regolabile in altezza ed altresì ancorata alla copertura a mezzo foratura con tassello e quest'ultimo annegato in ancorante chimico con cartuccia di contenimento in PVC. La bullonatura della barra filettata, sarà interposta da guarnizione oring in gomma a pressione con rondella anch'essa in acciaio, ed isolamento di finitura esterno con resina siliconica contro infiltrazione da acque meteoriche.

*Verifiche di collaudo sull'impianto*

Le verifiche di collaudo previste sono elencate di seguito:

- a) esame a vista per accertare la rispondenza dell'opera e dei componenti alle prescrizioni tecniche e di installazione che verranno previste dal progetto definitivo;
- b) verifiche sulla stringa fotovoltaica:
  - misura della tensione a vuoto;
  - misura della corrente di cortocircuito;
- c) misura della resistenza di isolamento dei circuiti tra le due polarità lato corrente continua e terra e lato alternata tra conduttori e terra;
- d) verifica del grado di protezione dei componenti installati;
- e) verifica della continuità elettrica del circuito di messa a terra;
- f) verifica e controllo tramite "battitura" dei cavi di collegamento del circuito elettrico di

tutto il sistema.

#### **4. ENERGIA PRODOTTA ANNUALMENTE CON L' IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

La quantità di energia elettrica producibile sulla base annua dall'impianto fotovoltaico in progetto stimabile sulla base dei dati radiometrici della località di Trapani, contenuti nella norma UNI 10349. Considerata la località geografica di trapani, l'irradiazione media annuale sul piano dei moduli, il rendimento di trasformazione ed il monitoraggio di analoghi impianti attivati in zona, si può stimare che l'energia elettrica annuale media producibile nei prossimi 20 anni dal generatore fotovoltaico sarà:

Energia producibile il primo anno:  $1500(\text{kWh}/\text{anno}) \times 15,6 (\text{kWp}) = 23.400,00 \quad \text{kWh}/\text{anno}$

Energia media annua producibile nei venti anni:  $1500 (\text{kWh}/\text{anno}) \times 15,6 (\text{kWp}) \times 0,9 = 21.060,00$   
kWh/ anno

#### **5. prescrizioni antincendio**

il recente DM 30/03/2022 entrato in vigore il 07/07/2022 e nel cui ambito normativo la struttura scolastica in esame ricade; è stato la principale linea guida in termini di prescrizioni antincendio e fini ad evitare che l'impianto fotovoltaico sia causa di innesco o propagazione di incendio. A tal fine, nel pieno rispetto di quanto il suddetto Dm impone, l'intera superficie di tetto, occupata dall'impianto fotovoltaico, sarà rivestita di guaina elastometrica con classe di comportamento al fuoco non inferiore a Broof (t2).

#### **6. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE**

Il tempo di realizzazione dell'impianto era stato stimato in 85 (ottantacinque) giorni consecutivi e si è concluso positivamente entro i termini previsti.