

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. IL CONTESTO.....	3
2.1 Localizzazione dell'edificio	3
2.2 Il contesto climatico di riferimento	4
3. STATO DI FATTO	7
3.1 Caratteristiche costruttive ed impiantistiche dell'edificio.....	7
4. INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITA'	11
4.1 Criticità dell'involucro	11
4.2 Criticità dell'impianto per la climatizzazione invernale e la produzione di acs.....	11
5. STATO DI PROGETTO	12
5.1 Interventi previsti.....	13
6. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	14
6.1 Impermeabilizzazione della copertura	14
6.2 Coibentazione delle pareti perimetrali e sostituzione degli infissi.....	14
6.3 Efficientamento del sistema di riscaldamento.....	18
6.4 Efficientamento del sistema di illuminazione (interno ed esterno).....	20
6.5 Impianto di cogenerazione	22
6.6 Interventi per l'adeguamento alle norme di sicurezza – Adeguamento dell'impianto antincendio.....	22
7. RIFERIMENTI NORMATIVI	23
8. CONCLUSIONI	25

1. PREMESSA

Il D.L. 91/2014 *“Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l’efficientamento energetico dell’edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea”* (convertito con modificazioni dalla legge 11 agosto 2014, n.116) ha previsto uno stanziamento di 350 milioni per il miglioramento di almeno due classi di efficienza energetica negli edifici scolastici. Si tratta di un Fondo rotativo per l’attuazione della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, siglata a Kyoto l’11 dicembre 1997.

L’art. 9 del D.L. - Interventi urgenti per l’efficientamento energetico degli edifici scolastici e universitari pubblici - al comma 1 prevede che *“a valere sul Fondo di cui all’articolo 1, comma 1110, della legge 27 dicembre 2006, n. 296, nel limite di trecentocinquanta milioni di euro, possono essere concessi finanziamenti a tasso agevolato ai soggetti pubblici competenti ai sensi della normativa vigente in materia di immobili di proprietà pubblica adibiti all’istruzione scolastica e all’istruzione universitaria, nonché di edifici dell’Alta formazione artistica, musicale e coreutica (AFAM), al fine di realizzare interventi di incremento dell’efficienza energetica degli edifici scolastici e universitari negli usi finali dell’energia, avvalendosi della Cassa depositi e prestiti S.p.A. quale soggetto gestore del predetto fondo”*.

Per gli Enti Locali è prevista la possibilità di contrarre mutui a tasso agevolato pari allo 0,25% avvalendosi di Cassa e depositi e prestiti, per finanziare interventi per il miglioramento di almeno due classi di efficienza energetica negli edifici scolastici, in un arco temporale massimo di 3 anni dalla data di inizio lavori.

A seguire, con Decreto del Ministero dell’Ambiente del 14 aprile 2015, pubblicato in G.U. il 13 maggio 2015, sono stati individuati e disciplinati i criteri e le modalità di concessione di tali finanziamenti.

Il presente progetto definitivo-esecutivo, mantenendo l’impostazione metodologica del progetto preliminare, mira a massimizzare la sostenibilità economica ed ambientale degli interventi, dopo aver attualizzato e definito in dettaglio le scelte di intervento, migliorando, a volte anche significativamente, i risultati previsti dopo la realizzazione dell’intervento.

2. IL CONTESTO

2.1 Localizzazione dell'edificio

L'edificio sede dell'intervento è l'*Istituto Comprensivo – Scuola Elementare e Materna* situato in Campora San Giovanni in via del Mercato, frazione del comune di Amantea, al confine con la provincia di Catanzaro, ad una altitudine di circa 3,00 m s.l.m.

Il Comune di Amantea ha un'estensione territoriale di 28,63 km² e si colloca all'interno del territorio della provincia di Cosenza, con latitudine 39° 8' 3.12" N, e longitudine 16° 4' 31.44" E. Confina con i Comuni di Belmonte Calabro, Lago, San Pietro in Amantea, Serra d'Aiello, Cleto, Nocera Terinese (CZ). Amantea è un comune italiano di 13'978 abitanti (ISTAT, 2013) della provincia di Cosenza in Calabria. È il ventitreesimo comune della regione per popolazione, mentre per densità abitativa si classifica al ventiquattresimo posto.

Amantea è una città turistica ed uno dei centri commercialmente e socialmente più animati del Tirreno cosentino, sede di numerose istituzioni culturali che ne fanno anche un centro-perno dell'intera area circostante.

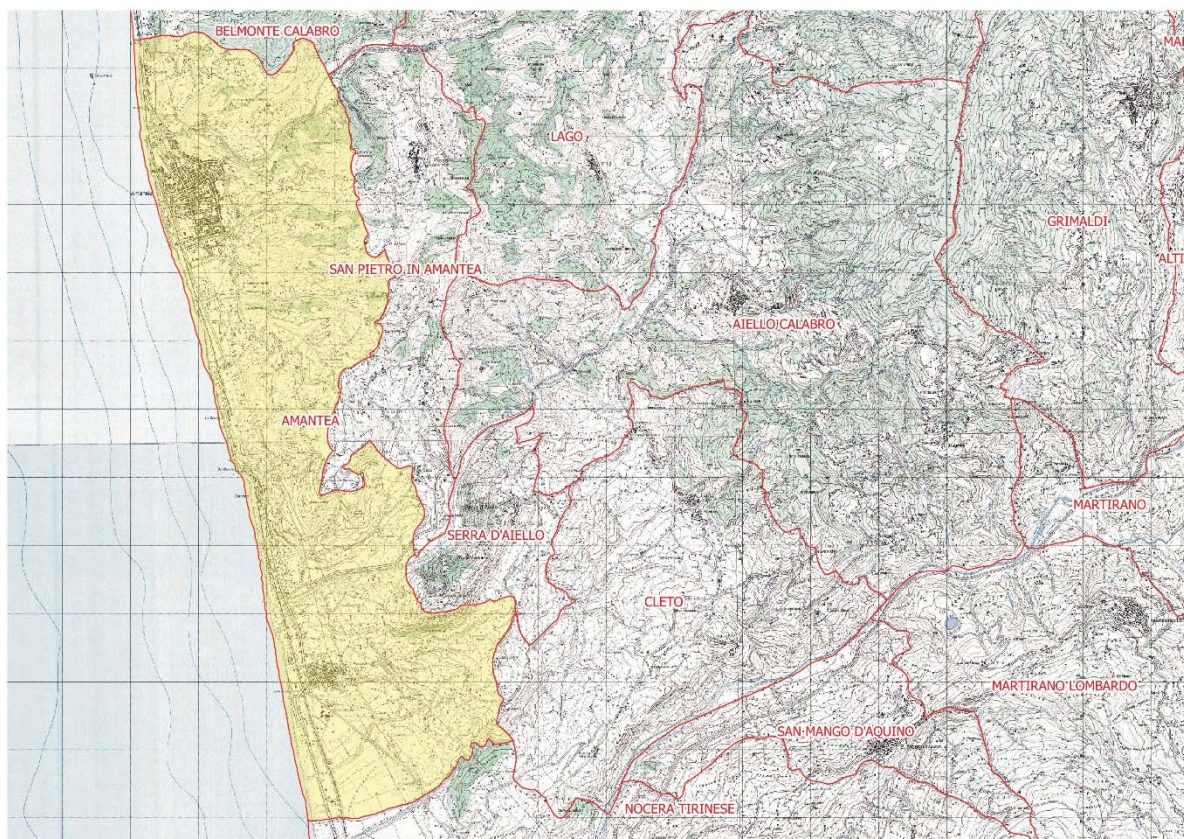


Fig. 1 Localizzazione comune di Amantea su IGM (25.000)

Amantea si trova ad essere centro-perno di una grossa area circostante comprendente località più

piccole come Fiumefreddo Bruzio, Belmonte Calabro, Lago, Serra d'Aiello, Aiello, Cleto e l'ex-frazione di San Pietro in Amantea. Su Amantea gravita anche la popolosa frazione di Campora San Giovanni, per servizi come le scuole o gli svaghi. Per altri versi Amantea è di appoggio a Campora per alcuni servizi primo, tra tutti, il porto.

A livello demografico, Amantea presenta nella sua storia alti e bassi. La prima grande crescita demografica si verificò alla metà del XVI secolo, quando raggiunse un momento di relativo splendore grazie ai commerci. In seguito, nel corso del XVII e del XVIII secolo si registrò un progressivo rallentamento della crescita demografica, dovuto a diversi fattori: la decadenza del castello, il riprendere delle incursioni barbariche nel Mediterraneo, l'impoverimento generalizzato della Calabria. Per un certo periodo il vicino paese di Belmonte Calabro, che oggi conta poco più di 2'000 abitanti, a fronte degli oltre 13'000 di Amantea, superò per numero di abitanti la popolazione della città di Amantea. Indubbiamente l'assedio francese del 1806-1807 segnò profondamente la città contribuendo ad un ulteriore crollo demografico; si assistette alla ripresa nel corso del XIX secolo e nel XX secolo.

Tuttavia, la crescita in quest'ultimo periodo è nettamente inferiore a quella che si rileva nella maggior parte delle località medio-grandi d'Italia. Incide negativamente sul bilancio demografico l'emigrazione degli amanteani e dei calabresi, in generale, prima verso l'America Latina, l'America del Nord e l'Europa settentrionale, poi verso il Nord Italia. Quest'ultima emigrazione, seppur in forme diverse da quelle degli anni sessanta, non si è ancora interrotta.

2.2 Il contesto climatico di riferimento

Il territorio amanteano è solcato da diversi fiumi o torrenti provenienti dalla Catena Costiera dell'entroterra a carattere torrentizio, che possono dunque raggiungere anche una grande portata d'acqua in inverno, mentre in estate appaiono inesorabilmente in secca, salvo non ci siano grandi piogge che provocano spesso piene improvvise e dannose, oltre che pericolosissime.

Il clima amanteano è straordinariamente temperato, grazie alla presenza del mare Tirreno: il territorio di Amantea ha, infatti, una profondità media di soli due chilometri verso l'entroterra e si snoda invece lungo il mare per oltre tredici chilometri. Questo assicura una durata lunghissima della buona stagione: talvolta l'estate si protrae da aprile fino a novembre. Nel periodo estivo, quindi, sono dominanti le brezze marine e collinari che rinfrescano l'aria. Le gelate sono rarissime, così come le nevicate, causate dalla vicinanza alla Catena Costiera dell'entroterra.

Il Comune di Amantea appartiene alla zona climatica C (913 gradi giorno), per cui il limite massimo consentito per l'accensione degli impianti termici è di 10 ore giornaliere dal 15 novembre al 31 marzo.

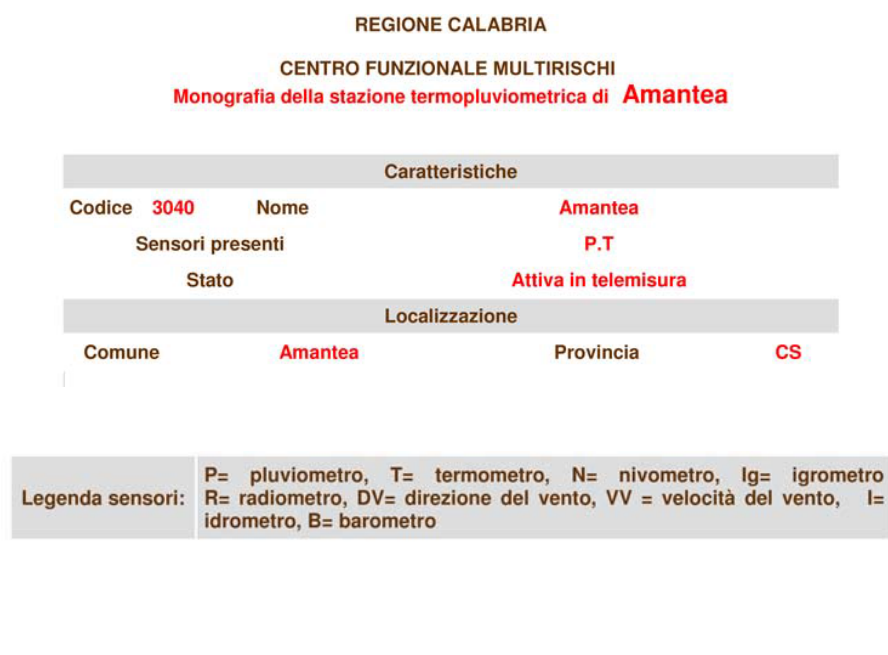
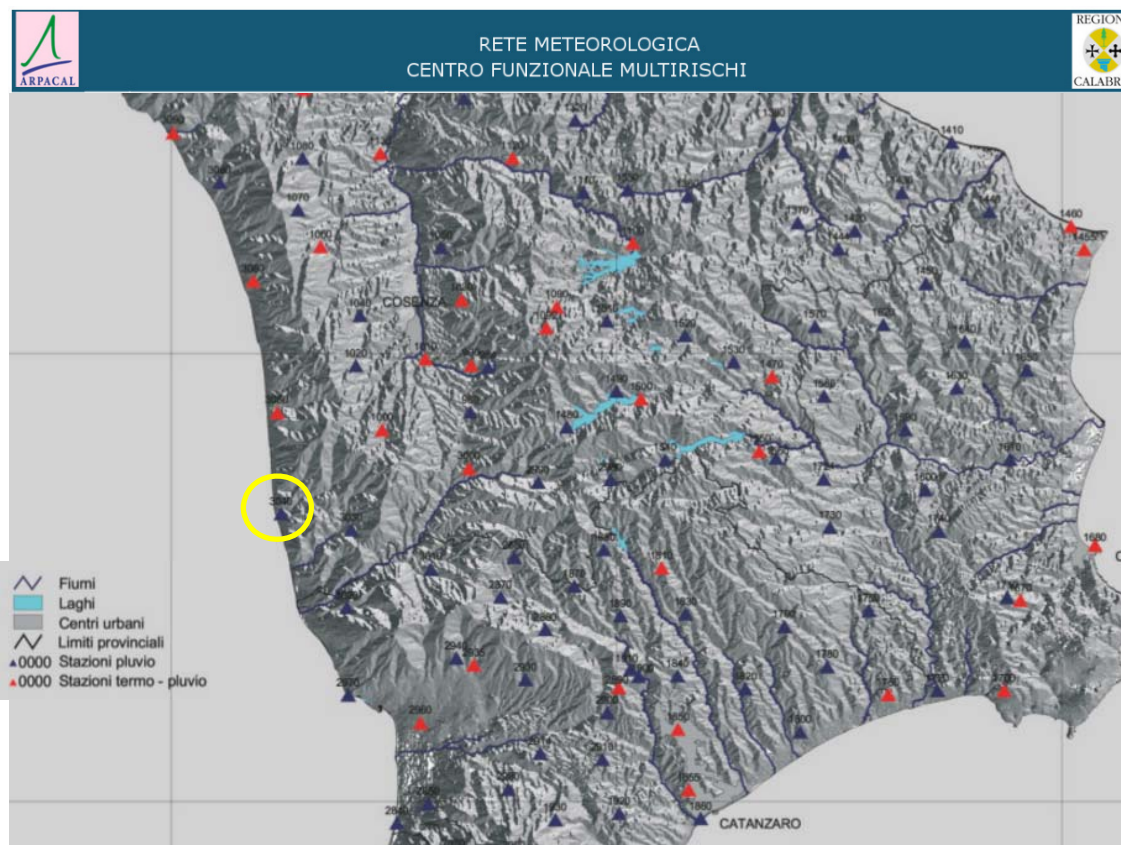


Fig. 2 Stazione termo-pluviometrica di Amantea (CF Calabria)

Di seguito si riportano i grafici delle piogge e delle temperature medie mensili misurate alla stazione di monitoraggio di Amantea, sita a quota 54 m s.l.m.:



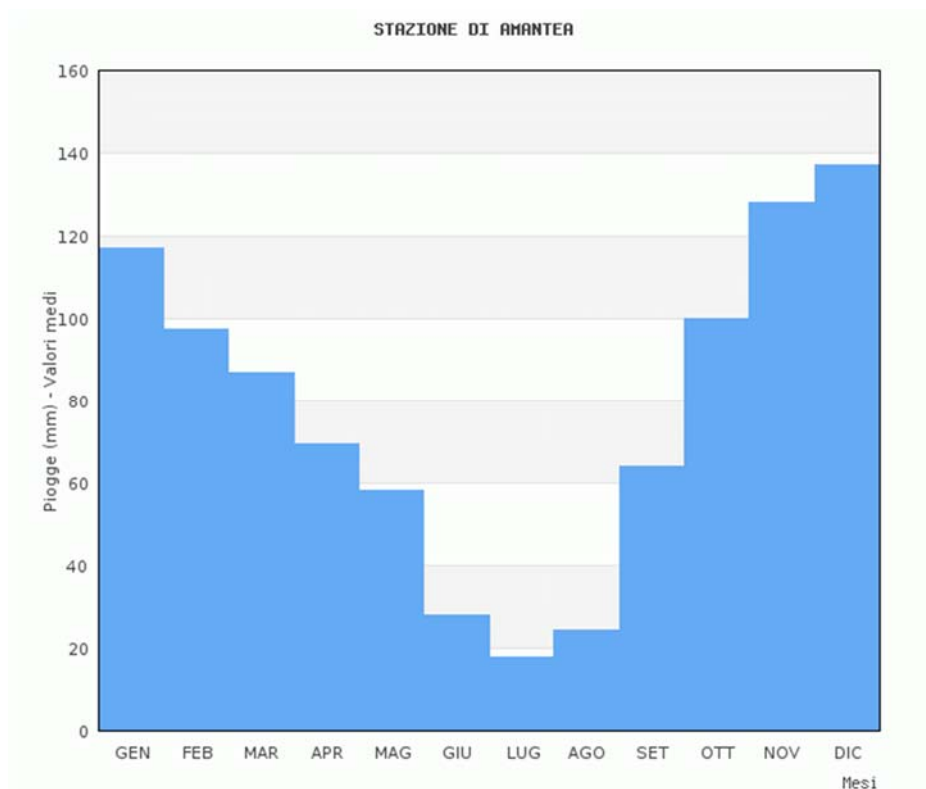


Fig. 3 Valori medi mensili delle piogge (CF Calabria)

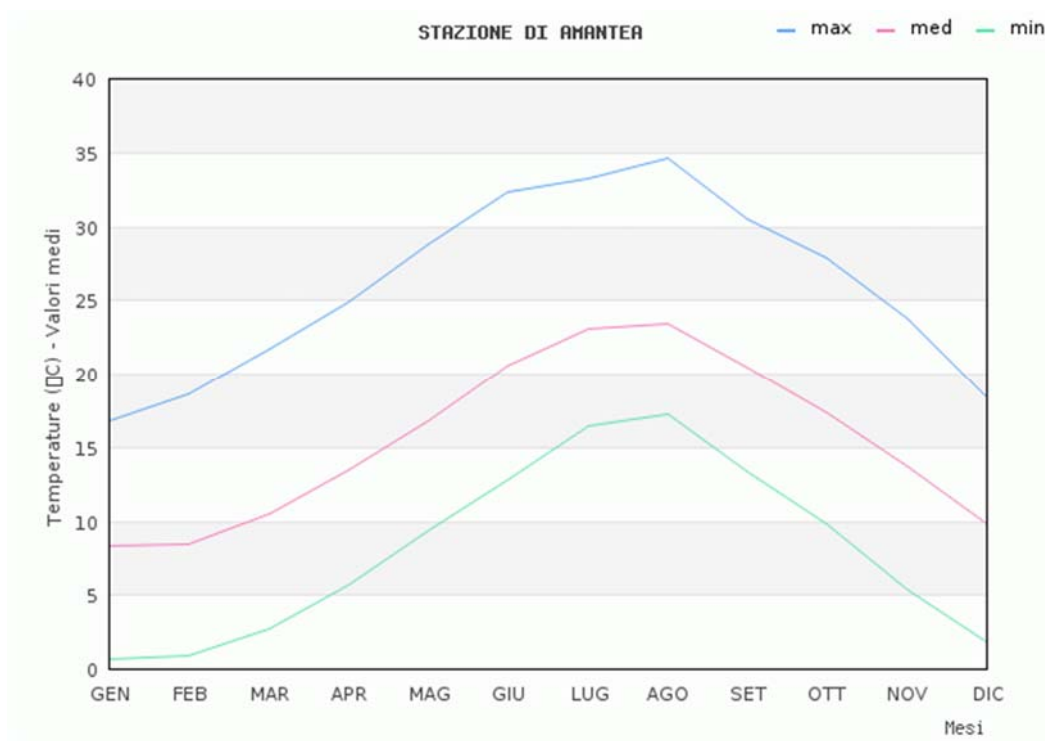


Fig. 4 Valori medi mensili delle temperature (CF Calabria)

3. STATO DI FATTO

3.1 Caratteristiche costruttive ed impiantistiche dell'edificio

L'edificio che ospita le scuole dell'infanzia e primaria sito in loc. Campora San Giovanni, in via del Mercato, è composto da due piani sulla strada e presenta una superficie coperta di circa 1'500 mq. La struttura portante è in cemento armato. I solai sono costituiti in latero - cemento, la tompagnatura esterna in laterizio forato dello spesso totale di 30 cm. Lo stabile è censito al foglio di mappa n° 33 p.lle 1657-1658.

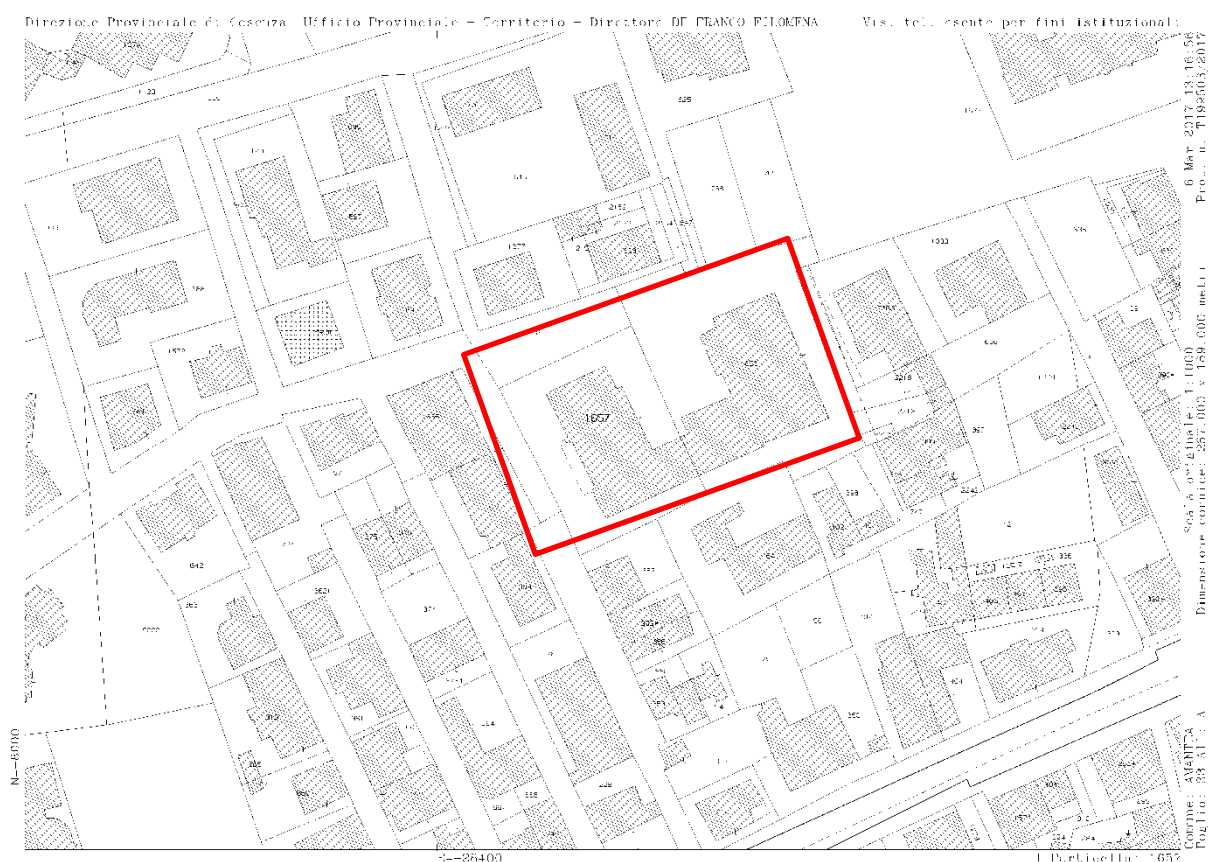


Fig. 5 Mappa catastale Foglio 33 comune di Amantea e localizzazione edificio

La struttura, a livello energetico, risulta essere estremamente inefficiente perché, essendo una costruzione risalente a diverse decine di anni fa, non è dotata di nessun criterio di efficienza energetica. I successivi interventi per tamponare le perdite energetiche fatti nel tempo, non sono tali da garantire un buon efficientamento termico. Appare chiara ed evidente, quindi, l'esigenza di eseguire degli interventi finalizzati a migliorare l'isolamento termico della struttura.

Più specificatamente dal sopralluogo effettuato si evince quanto segue:

1. Le strutture opache verticali presentano un isolamento termico dato soltanto dall'inerzia termica dello spessore delle pareti, non essendo presente altro tipo di isolamento; questo implica che i valori di trasmittanza termica siano molto alti e ben al di sopra dei valori dettati dalla normativa vigente, determinando elevate dispersioni di calore durante il periodo di climatizzazione invernale.
2. I serramenti, presenti tra l'altro in un numero elevato e su tutti i prospetti dell'edificio sono realizzati in alluminio senza vetrocamera e quindi caratterizzati dai più elevati valori di trasmittanza termica tra le possibili alternative di finestrature.
3. La struttura è riscaldata tramite un impianto termico alimentato a metano senza nessun elemento di settorializzazione o utilizzo elementi di regolazione termica. La rete di distribuzione è costituita essenzialmente dall'insieme delle tubazioni di mandata e di ritorno che collegano la caldaia, di tipo tradizionale, agli elementi scaldanti.



Fig. 6 *Infisso esterno ingresso principale in alluminio a vetro singolo*

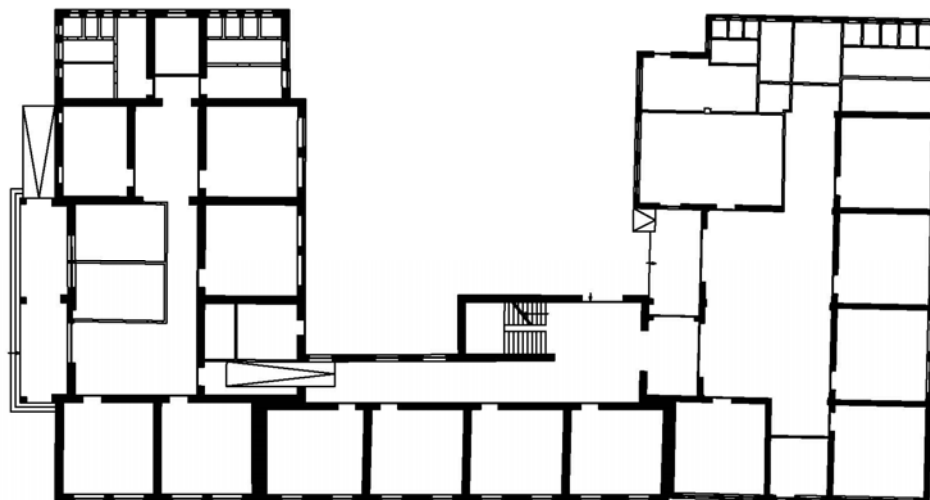


Fig. 7 Serramento tipo in alluminio a vetro singolo

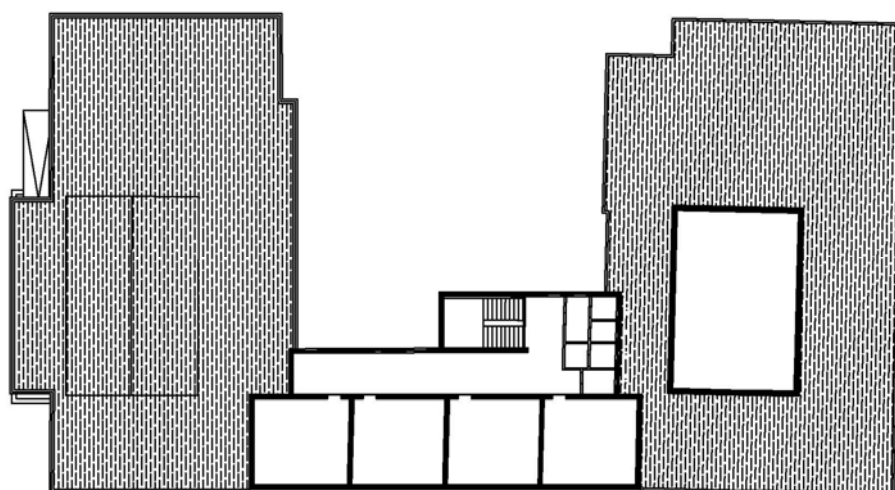


Fig. 8 Elemento scaldante tipo privo di valvole di regolazione

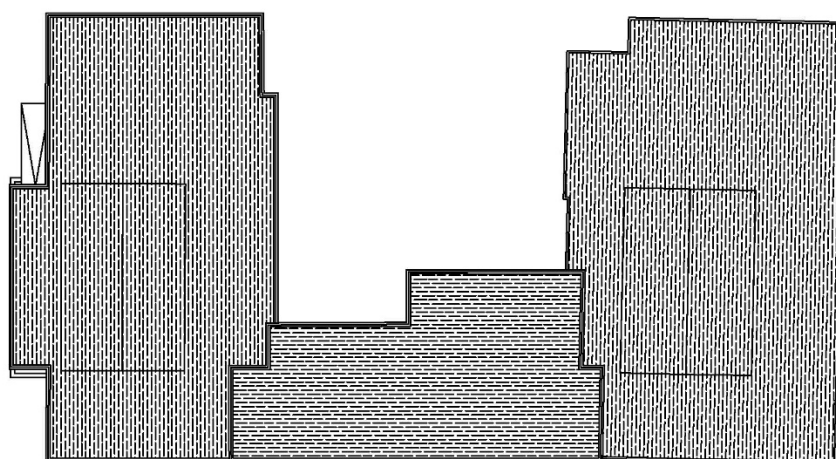
Pianta Piano Terra



Pianta Piano Primo



Pianta Copertura



4. INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITA'

A partire da questa serie di considerazioni e dai sopralluoghi effettuati, è stato possibile trarre alcune conclusioni riguardo gli elementi più critici della struttura sia dal punto di vista dell'involucro che degli impianti per la climatizzazione invernale.

4.1 Criticità dell'involucro

I punti di maggior criticità dell'involucro sono rappresentati dalle:

- Pareti opache - L'assenza di un adeguato isolamento delle pareti opache fa sì che una grande quota di energia venga dispersa attraverso di esse. La dispersione di calore da punti specifici (ponti termici) comporta non solo sprechi energetici ma anche la presenza di muffe, con conseguente diminuzione delle condizioni di salubrità.
- Pareti vetrate - Telaio e zona vetrata non garantiscono una buona tenuta del calore e delle infiltrazioni.

4.2 Criticità dell'impianto per la climatizzazione invernale e la produzione di acs

Il rendimento medio stagionale piuttosto basso dell'impianto è dovuto principalmente allo scarso rendimento di produzione e di regolazione. La caldaia a servizio dell'edificio è infatti di tipo tradizionale, non a condensazione (quindi non in grado di sfruttare il calore latente di condensazione del vapore contenuto nei fumi). Il sistema di regolazione non consente di intervenire nei singoli locali (mediante termostati o più semplicemente mediante l'installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti).

5. STATO DI PROGETTO

Gli interventi proposti, in linea con le finalità del fondo Kyoto dedicato interamente al finanziamento a tasso agevolato (0,25% di interesse) per gli interventi di efficientamento energetico nelle scuole, prevedono:

- un incremento dell'efficienza energetica e degli usi finali dell'energia di almeno due classi in un periodo massimo di tre anni dalla data di inizio dei lavori di riqualificazione energetica;
- il rispetto dei requisiti tecnici minimi e i costi unitari massimi di cui al Decreto del Ministero per lo Sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 28 Dicembre 2012 (Conto Termico);

Prima di procedere alla stesura della presente progettazione si sono tenuti incontri e sopralluoghi per individuare in modo specifico e mirato gli interventi indispensabili e prioritari da inserire nel progetto. Ai sensi dell'art. 23 comma 4 del D.Lgs. n.50/2016 si è redatto un progetto definitivo/esecutivo a partire dal progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Tra le tipologie d'intervento previste dal fondo Kyoto dedicato interamente al finanziamento a tasso agevolato (0,25% di interesse) per gli interventi di efficientamento energetico nelle scuole, si è scelto di intervenire con *“Interventi di riqualificazione energetica dell'edificio inclusi gli impianti e l'involucro comprese le opere necessarie all'istallazione e posa in opera, oltre che della progettazione e certificazione energetica ex ante ed ex post.”*

Sulla base dei criteri utilizzati è stato possibile ricercare le soluzioni edili ed impiantistiche a servizio dell'immobile, rispettando altresì quanto previsto dai decreti legislativi 311/06 e 192/05, sul contenimento dei consumi energetici. A tale scopo si è ricorso all'adozione di fonti energetiche alternative rinnovabili, sistemi di recupero del calore in grado di abbattere notevolmente i costi gestionali e di manutenzione dell'intero complesso.

Le scelte tecniche adottate hanno tenuto in seria considerazione non di meno l'immissione di inquinanti in atmosfera, la riduzione di inquinamento acustico ed il contenimento degli sprechi elettrici e di combustibile.

Oltre a quanto evidenziato si sono espletate le seguenti procedure:

- Si è redatta la diagnosi energetica dell'edificio e si sono analizzati gli obiettivi di riduzione dei consumi energetici conseguibili;
- Si è stimata l'emissione di gas a effetto serra (ex ante) e analizzati gli obiettivi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica e degli altri gas ad effetto serra;
- Si è redatta la certificazione energetica dell'edificio ante operam.

5.1 Interventi previsti

L'analisi dello stato attuale e l'elaborazione dei dati attraverso la modellazione dell'edificio, secondo scelte diversificate, hanno permesso di individuare una serie di interventi che sono stati analizzati in modo diversamente articolato in modo da definire la combinazione di opere ottimale da prevedere, sia da un punto di vista economico che ambientale.

Essenzialmente le opere previste riguardano:

- interventi impiantistici:
 - sostituzione della caldaia esistente con una a condensazione;
 - installazione valvole termostatiche di regolazione per singolo ambiente;
 - installazione sistema solare termodinamico a concentrazione biassiale innovativo.
- interventi edilizi:
 - miglioramento delle prestazioni termiche delle chiusure vetrate tramite la sostituzione degli infissi esistenti con infissi in alluminio a taglio termico con doppio vetro selettivo;
 - miglioramento delle prestazioni termiche delle pareti esterne opache tramite cappotto termico;
 - miglioramento delle prestazioni del solaio di copertura tramite disposizione di guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm.
- illuminazione:
 - sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED all'interno ed all'esterno dell'edificio.

6. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

6.1 *Impermeabilizzazione della copertura*

Con impermeabilizzazione si intende l'isolamento del tetto, per ridurre le infiltrazioni d'acqua. Essa avverrà mediante posa in opera di uno strato d'isolamento con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura in feltro di vetro per superfici orizzontali od inclinate, in opera a caldo, con giunti sovrapposti per almeno 10 cm, compresa spalmatura del sottofondo con emulsione bituminosa, compresi eventuali risvolti di raccordo con le pareti per un'altezza minima di 20 cm e tiri in alto. Inoltre, si provvederà alla rimozione di discendenti e canali di gronda in lamiera o pvc. Il tutto al fine di favorire i seguenti requisiti:

- proteggere l'edificio dagli agenti atmosferici quali la pioggia, la neve, il vento, il gelo, ecc.;
- proteggere l'edificio dalle basse temperature in inverno e da quelle elevate in estate, garantendo benessere e freschezza;
- proteggere l'edificio dai rumori provenienti dall'area circostante o dall'area soprastante;
- consentire una corretta traspirabilità, fungendo da elemento igroregolatore degli ambienti sottostanti.

L'impermeabilizzazione della copertura somma **24'382,74 Euro** (per ulteriori dettagli si rimanda al computo metrico estimativo di progetto).

6.2 *Coibentazione delle pareti perimetrali e sostituzione degli infissi*

Tale tipologia di intervento è finalizzata all'efficientamento energetico dell'involucro dell'edificio in esame. L'isolamento termico è uno dei primi aspetti da non sottovalutare nella costruzione o ristrutturazione di qualsiasi tipo di edificio; due sistemi, uno caldo e uno freddo, tendono sempre a raggiungere un equilibrio, trasmettendosi calore.

Limitare la dispersione del calore dall'interno all'esterno degli edifici è, infatti, uno dei modi principali per risparmiare energia che diventa una priorità soprattutto in presenza di strutture costruite qualche decennio fa, quando non sempre si teneva conto della formazione di ponti termici, né tanto meno dei problemi legati alla riduzione dei consumi energetici e dell'impatto ambientale. È necessario, quindi, realizzare un corretto ed adeguato isolamento termico attraverso materiali e processi il più possibile bio-compatibili.

L'isolamento termico migliore, che ha preso piede in Europa negli ultimi 30 anni, è senza dubbio quello cosiddetto a cappotto, realizzato con materiali che rendono le tamponature e le partizioni interne isolate, ma al tempo stesso traspiranti.

L'isolamento termico a cappotto, nella pratica, consiste nell'applicazione sull'intera superficie esterna verticale dell'edificio di pannelli isolanti che vengono poi coperti da uno spessore sottile di finitura realizzato con particolari intonaci. I vantaggi dell'isolamento a cappotto sono i seguenti:

- a) Un isolamento continuo e uniforme che consente l'eliminazione totale dei "ponti termici" aumentando la capacità dell'edificio di trattenere calore;
- b) l'eliminazione di muffe nelle superfici interne degli edifici;
- c) la protezione delle pareti esterne dagli agenti atmosferici;
- d) la stabilizzazione delle condizioni termo-igrometriche della struttura degli edifici;
- e) la riduzione dello spessore delle pareti perimetrali con il conseguente aumento delle aree abitative;
- f) il miglioramento del volano termico delle pareti perimetrali;
- g) il rallentamento del processo di degrado degli edifici;
- h) l'eliminazione del problema delle infiltrazioni di acqua e delle crepe.

Nello specifico, l'intervento verrà realizzato nella maniera di seguito descritta.

- Pulizia parete dalle vernici esistenti;
- Collante per esterni adatto alla superficie muraria;
- Pannello isolante spessore mm 120 composto da pannelli di materiale isolante in poliuretano a celle chiuse di densità non inferiore a 32 kg/m, in pannelli con rivestimento superiore ed inferiore in lamina di alluminio goffrato, autoestinguente classe 1;
- Rete di fibra di vetro per intonaco h cm 100;
- Ancora in plastica per fissaggio;
- Tasselli ad espansione con rondella per fissaggio pannelli alle murature in calcestruzzo, mattoni pieni e murature intonacate compreso rondella;
- La rasatura dei pannelli verrà realizzata con prodotti tipo A 50, A 96 o AL 88 - FASSA, rinforzati con rete di armatura in fibra di vetro alcali-resistente da 160 g/m². Gli spigoli saranno eseguiti mediante appositi paraspigoli con rete preincollata, avendo cura di posizionare paraspigoli con gocciolatoio nei punti di scolo dell'acqua piovana.

Il poliuretano espanso rigido a celle chiuse è attualmente tra i migliori materiali isolanti termici esistenti. Questa peculiarità consente al Sistema di contribuire in maniera determinante alla creazione di un comfort abitativo negli ambienti sottostanti, limitando drasticamente gli scambi termici con l'esterno. Si elimina così la dispersione di calore nel periodo invernale, mentre nel

periodo estivo è contenuto l'innalzamento di temperatura degli ambienti sotto copertura, ottimizzando e risparmiando l'uso di energia per il riscaldamento e per il raffrescamento. L'utilizzo del poliuretano espanso rivestito in alluminio garantisce la miglior prestazione termica possibile, associata ad una estrema leggerezza e durata nel tempo.

Il poliuretano espanso oggi è largamente impiegato in ogni applicazione che richieda prestazioni termiche elevate (per esempio tutta la catena del freddo per uso alimentare) e la sua caratteristica di costanza termica (-50/+100°C) lo rende ideale anche per l'utilizzo sottotegola, strato della copertura in cui si raggiungono facilmente temperature molto elevate (anche 80-90°C in estate).

Lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito le schiume di poliuretano nel gruppo relativo ad agenti non classificabili per la cancerogenità dell'uomo e, sulla base di questa valutazione, in Italia il Ministero della Salute ha pubblicato un elenco delle sostanze di uso industriale cancerogene, nel quale il poliuretano non compare (elenchi stilati dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale).

I pannelli isolanti possono essere riciclati, nel rispetto delle normative correnti, meccanicamente, chimicamente (glicolisi), recupero energetico mediante termovalorizzazione o utilizzati come materiale di riporto. Possono anche essere smaltiti in discarica in quanto classificati con il codice generico delle materie plastiche e assimilati per il trattamento ai rifiuti solidi urbani.

I pannelli vanno montati a linee sfalsate ed, inoltre, la parte su cui devono essere applicati deve essere ripulita e priva di vernici. Per ogni pannello è necessario porre: una striscia larga 10-12 cm di collante per esterni, adatto alla superficie muraria, lungo i bordi della faccia che si ancorerà alla parete e sul resto della superficie per punti e almeno otto tasselli di plastica per cappotti per ogni pannello: agli angoli, a metà dei lati lunghi, due al centro. I tasselli devono penetrare almeno per 5 cm nelle murature piene e nel caso di murature con forati devono superare la prima parete interna dei forati stessi:

- realizzazione intonaco per fasi successive:
- rinzafo (base cementizia): è necessario attendere la completa asciugatura (quando compaiono le cavillature);
- intonaco (possibilmente fibrato): applicare intonaco con almeno 15 mm di spessore e in superficie armarlo con rete in fibra di vetro 140 -160 gr;
- strato di rifinitura: dopo l'asciugatura dell'intonaco, applicare lo strato di rifinitura; detto strato deve preferibile essere con superficie finale non liscia;
- pittura: è preferibile usare pitture con colori chiari.

È necessario applicare in corrispondenza di tutti gli spigoli i paraspigoli a protezione di tutto il sistema ed eventuali altri profili accessori tramite stesura del collante sui pannelli.

Nel contempo, allo scopo di migliorare le prestazioni termiche dell'involucro dell'edificio oggetto di intervento, si prevede la sostituzione degli infissi esistenti in quanto presentano delle caratteristiche tali da essere termicamente disperdenti, cioè favoriscono le dispersioni di calore dall'interno verso l'esterno. Sono previsti infissi, che garantiscano:

- un elevato isolamento termico ed acustico
- una lunga durata
- un reale risparmio energetico
- conservazione delle caratteristiche estetiche.

I nuovi infissi e le relative vetrate che verranno posti in opera saranno realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, ad alta resistenza all'urto, a taglio termico ad alta resilienza, con angoli termosaldati a finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, telaio armato con profilati di acciaio, prestazioni medie: classe A1 di permeabilità all'aria (UNI-EN 42), classe E4 di tenuta all'acqua (UNI-EN 86), classe V3 di resistenza al vento (UNI-EN 77), isolamento termico serramenti nudi 1,6 W/m² °K, potere fonoisolante pari a 34 dB (ISO 717); accessori: maniglia tipo cremonese o maniglione e cerniere; apertura ad anta, scorrevole od a vasistas Colore della superficie esterna tipo legno essenza noce; Vetrata termoisolante, con gas, composta da due lastre di vetro; lastra interna in vetro float chiaro con una faccia resa basso emissiva mediante deposito di ossidi metallici o metalli nobili, ottenuto mediante polverizzazione catodica in campo elettromagnetico e sotto vuoto spinto, spessore nominale 4 mm; lastra esterna in vetro float incolore, spessore nominale 4 mm; unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine d gas Krypton, coefficiente di trasmittanza termica k di 0,9; in W/m²K, per finestre, porte e vetrate; fornita e poste in opera con opportuni distanziatori su infissi o telai in legno o metallici compreso sfridi, tagli e sigillanti siliconici, a norma UNI ISO 105933-1 intercapedine lastre 14 mm (4+14+4).

La coibentazione delle pareti laterali e sostituzione degli infissi sommano **98'796,41 Euro** (per ulteriori dettagli si rimanda al computo metrico estimativo di progetto).

6.3 *Efficientamento del sistema di riscaldamento*

Dall'analisi effettuata è emersa la necessità di intervenire sull'impianto di riscaldamento per ottenere un netto miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio.

Si è deciso di sostituire i generatori di calore presenti. La caldaia attualmente presente è di tipo tradizionale con una potenza termica utile di 232,5 Kw. L'intervento prevede l'efficientamento del sistema di riscaldamento esistente attraverso la sostituzione della caldaia presente nell'edificio con caldaia di nuova generazione con potenza termica non inferiore a 200 Kw, l'inserimento delle valvole termostatiche e la razionalizzazione dell'impianto attraverso la settorializzazione. Le caldaie a condensazione, che rappresentano una tecnologia ecologicamente avanzata, permettono di risparmiare un quantitativo consistente di combustibile, attraverso un processo di riutilizzo delle sostanze di scarto (i fumi), in uscita dai generatori. Il meccanismo permette di recuperare una parte del calore che normalmente viene disperso nei gas di scarico sotto forma di vapore acqueo, consentendo così un migliore sfruttamento del gas combustibile e quindi il raggiungimento di un migliore rendimento, che significa anche riduzione dei consumi.

Nelle caldaie tradizionali i gas residui della combustione vengono espulsi ad una temperatura compresa tra i 100 e i 160 °C, e sono in parte costituiti da vapore acqueo. Nelle caldaie a condensazione, i prodotti della combustione, prima di essere espulsi all'esterno, sono costretti ad attraversare uno speciale scambiatore, all'interno del quale il vapore acqueo condensa, cedendo parte del calore latente di condensazione all'acqua del primario. In tal modo, i gas nella fase finale fuoriescono ad una temperatura di circa 40 °C.

Condensazione, significa sfruttare calore che è contenuto nel vapore acqueo dell'aria calda dei fumi per trasformarlo in energia calorica, ricavandone acqua ed energia. Le caldaie a condensazione si avvalgono del calore latente del vapore contenuto nei fumi, recuperando quindi una percentuale di energia che viene riutilizzata, impedendo la sua dispersione nei fumi e quindi nell'ambiente.

I pregi derivanti dall'utilizzo delle caldaie di nuova generazione, si riscontrano eseguendo un semplice confronto:

- *Caldaie tradizionali:* i fumi escono ad alta temperatura, superiore a i 100°C; ciò si rende necessario per garantire l'espulsione dei fumi dalla canna fumaria, ma rappresenta un notevole spreco di energia. Un'altra perdita è rappresentata dal calore latente, contenuto nel vapore d'acqua che si genera nel processo chimico della combustione. Generalmente, nelle caldaie appena installate il rendimento si attesta poco al di sopra del 90%, dopo qualche anno comincia ad abbassarsi, con una perdita di efficienza e con un conseguente aumento del costo di riscaldamento.

- **Caldaie a condensazione:** è possibile sfruttare il calore dei fumi ad alta temperatura, con notevole risparmio di energia e contenimento dei consumi. Una volta utilizzato il calore raffreddando i fumi fino, questi possono essere espulsi utilizzando canne fumarie in plastica, dal momento che la temperatura non supera i 40°C. Nelle migliori caldaie, si ottengono rendimenti che superano di gran lunga il 100% e raggiungono quasi il 110%. Grazie alle caratteristiche costruttive (modulazione, sonde, programmi di gestione della temperatura, accumulo del calore all'interno del serbatoio a stratificazione), è possibile sostituire una caldaia tradizionale con una a condensazione di potenza inferiore. Tenendo conto inoltre del maggior rendimento della caldaia a condensazione, che si attesta sul 16-17% rispetto a quella tradizionale, il risparmio può superare il 30%.



Fig.9 Vantaggi caldaia a condensazione

Inoltre, la valvola termostatica è un sistema di regolazione per singolo ambiente: posta sul corpo scaldante modula il flusso del fluido all'interno di esso in funzione della temperatura esterna. È perciò dotata di un sensore che rileva la temperatura dell'ambiente: automaticamente il flusso di calore viene chiuso quando la temperatura arriva a quella preimpostata. L'apertura è funzione della differenza di temperatura tra dell'ambiente e temperatura a cui la valvola è stata impostata. Quando la temperatura dell'ambiente è uguale a quella a cui è stata impostata, la valvola rimane chiusa per aprirsi progressivamente se la temperatura dell'ambiente scende sotto il livello impostato. In questo modo si vanno ad eliminare tutte le inefficienze energetiche legate alla regolazione, evitando che la temperatura in un ambiente raggiunga valori al di sopra di quelli desiderati.

L'efficientamento del sistema di riscaldamento somma **35'814,00 Euro** (per ulteriori dettagli si rimanda al computo metrico estimativo di progetto).

6.4 Efficientamento del sistema di illuminazione (interno ed esterno)

- Efficientamento del sistema di illuminazione interno

Il progetto prevede la realizzazione di impianto relamping mediante la sostituzione delle n. 108 lampade esistenti con plafoniera bilampada per tubi da 1500 mm con corpo in profilato di AP09 alluminio verniciato a polvere epossidica di colore a scelta della D.L., riflettore in alluminio brillantato ad alto rendimento e sagomato per il recupero del flusso luminoso, montaggio in fila continua a sospensione fino ad un massimo 8 bilampade da 1500 mm e con disposizione a discrezione della D.L., compreso di schermo lamellare trasparente, giunti angolari rigido e/o flessibile, sospensione semplice e/o elettrificata, dati in opera sino ad un'altezza di 6,50 m, compreso collegamenti alla linea esistente, dispositivi di fissaggio, interventi sul cablaggio per interno alla plafoniera per installazione di tubi a LED e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Grado di protezione IP20.

I tubi a led luminosi 1500 mm 25 W, 2100 lm, 6500 °K rappresentano una validissima alternativa alle lampade fluorescenti in quanto consentono un risparmio energetico notevole. I tubi a led illuminano di più e durano all'incirca 50.000 ore. Emettono meno calore rispetto alle lampade fluorescenti. Sono ecocompatibili in quanto privi di metalli pericolosi per l'ambiente, non emettono radiazioni pericolose per la salute degli studenti. Non hanno bisogno di preriscaldarsi e quindi si accendono all'istante senza sfarfallio iniziale.

Un tubo a led da 25W è in grado di sostituire come flusso luminoso il tubo fluorescente da 58W. Funziona senza reattore e senza starter, per cui si evita anche la dispersione di energia del reattore che varia da 6 a 10W. Il decadimento del flusso luminoso nel tempo è nettamente inferiore a quello di un tubo fluorescente tradizionale. Non essendo necessario il reattore e lo starter, il suo cablaggio è più semplice e rapido, la sua durata è fino a 20 volte superiore a quella di un tubo fluorescente.

La sostituzione porterà immediatamente ad un risparmio del 40% del costo della bolletta elettrica riferita all'illuminazione oltre ai successivi risparmi derivati dalla durata delle lampade a Led. L'analisi dei costi di gestione mostra chiaramente che il maggiore costo d'investimento del LED è positivamente bilanciato dai costi ridotti di manutenzione. In questo esempio di ristrutturazione, mantenendo lo stesso layout e scegliendo tecnologia LED, si migliora l'efficienza ed il confort dell'installazione.

L'intervento prevede la sostituzione di tutti i tubi fluorescenti presenti nelle aule, nei laboratori e nei locali a servizio dell'attività amministrativa, al piano terra ed al piano primo, con tubi LED T8 1500 mm 25 W, 2100 lm, 6500 °K.

- Efficientamento del sistema di illuminazione esterno

Tale intervento ha la finalità di abbattere i consumi di energia elettrica derivanti dall'illuminazione degli spazi antistanti e contigui agli edifici oggetto di intervento. Si provvederà alla sostituzione dei corpi illuminanti esistenti, di tipo tradizionale con dei dispositivi a led di uguale potenza luminosa ma a minor consumo energetico. In tal modo si otterrà un notevole risparmio energetico sull'illuminazione esterna degli edifici ed un notevole abbattimento delle emissioni di CO₂.

I LED, Light Emitting Diodes, ovvero “diodi che emettono luce” sono impiegati da anni nell'elettronica sono costituiti da materiali semiconduttori, come l'arseniuro di gallio, il fosforo di gallio, il carburo di silicio e il nitrato di gallio e indio, che quando sono attraversati da corrente elettrica emettono energia luminosa. I LED hanno una durata di vita estremamente lunga, da 50.000 a oltre 100.000 ore e presentano bassi costi di manutenzione, in quanto una lampada a LED continua a funzionare anche nel caso in cui uno o più elementi si danneggiano.

I vantaggi dei LED rispetto all'illuminazione con lampade sono molteplici:

- risparmio energetico: a parità di illuminazione i led consentono di risparmiare fino all'80% di energia elettrica;
- qualità della luce: la luce emessa dalle lampade al sodio è gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano; i led, invece, emettono luce bianca fredda, che permette di raggiungere un'illuminazione sicura per gli utenti e una migliore percezione dei colori e dei dettagli da parte dell'occhio umano a parità di illuminamento;
- inquinamento luminoso: le lampade al sodio, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni l'efficienza luminosa finale è il 50% di quella emessa, il led è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito riducendo al minimo l'inquinamento luminoso.

L'efficientamento del sistema di illuminazione (interno ed esterno) somma **39'276,00 Euro** (per ulteriori dettagli si rimanda al computo metrico estimativo di progetto).

6.5 Impianto di cogenerazione

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un impianto solare a concentrazione per la cogenerazione di energia elettrica e termica, attraverso un sistema altamente innovativo, del tipo Termodinamico. L'impianto in oggetto prevede l'impiego di un sistema Dish-Stirling, ovvero un concentratore solare parabolico che converte l'energia solare concentrata mediante l'uso di un motore Stirling, contemporaneamente in energia Elettrica e Termica.

Il Sistema Termodinamico proposto è un sistema a concentrazione solare (tipo Dish), che utilizza un motore Stirling free piston di piccola taglia per cogenerare energia elettrica 1 kWe e termica 3 kWt. Tale tecnologia è da considerarsi innovativa ed esemplare tra le tecnologie attualmente diffuse nel mercato dei sistemi che producono energia da fonte rinnovabile (ed in particolare solare). La cogenerazione da fonte solare proposta è poi da considerarsi come un esempio unico per taglie piccole modulari, particolarmente indicate per una diffusione capillare tra le utenze della rete di distribuzione dell'energia.

Tale sistema co-genera in relazione 3 a 1, cioè 3 kW termici e 1 kW elettrico, pertanto è indicato per i fabbisogni delle piccole utenze, per stabilimenti industriali, piscine e palestre, condomini, edifici pubblici, scuole, ecc. ovvero in tutte quelle applicazioni dove è richiesta una produzione di energia termica. Il sistema proposto è concepito come un'importante opportunità di riduzione dei consumi (gas/corrente elettrica) ricorrendo all'energia solare, pertanto si affianca agli impianti termici esistenti. Ogni sistema produce in Calabria circa 2.100kWh annui di energia elettrica e 6.400 kWh annui di energia termica sotto forma di Acqua Calda ad uso Sanitario (45°C). Per esigenze maggiori il sistema è modulabile, pertanto basta aumentare il numero.

L'impianto di cogenerazione somma **20'169,97 euro** (per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato A.4 - relazione specialistica dell'impianto di cogenerazione).

6.6 Interventi per l'adeguamento alle norme di sicurezza – Adeguamento dell'impianto antincendio

Al fine di garantire un livello di fruibilità e sicurezza per gli utilizzatori finali si prevede adeguamento dell'impianto antincendio. Il relativo progetto (allegato) prevede l'adeguamento alla normativa di sicurezza antincendio dell'attività scolastica esistente ed ha già ottenuto il parere di conformità antincendio ai sensi dell'art.2 del D.P.R. del 12.01.1998 n. 37.

L'adeguamento dell'impianto antincendio somma **46'404,46 Euro** (per ulteriori dettagli si rimanda all'allegato E – Progetto di adeguamento antincendio).

7. RIFERIMENTI NORMATIVI

Tutte le opere dovranno essere fornite complete in ogni loro singola parte e perfettamente funzionanti, con tutte le apparecchiature ed accessori prescritti dalle norme vigenti o necessari per il perfetto funzionamento, anche se non espressamente menzionati. A tal fine la progettazione impiantistica e la futura messa in opera (stante la responsabilità dell'Appaltatore circa l'esecuzione degli impianti, il raggiungimento dei valori di progetto e la loro collaudabilità) rispettano tutte le norme di legge e di regolamento vigenti, ed in particolare:

- ☆ le norme di sicurezza di cui al regolamento in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici di cui al D.M. n. 37 del 22/01/2008;
- ☆ le norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione di cui il Decreto Min. dell'1/12/1975;
- ☆ le norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici di cui alla legge n. 10 del 9/1/1991 e succ. mod. e int. e del relativo regolamento di esecuzione di cui al D.P.R. n. 412 del 26/8/1993;
- ☆ UNI TS 11300-1:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1:
- ☆ Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- ☆ UNI TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2:
- ☆ Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- ☆ UNI 8364-1:1984 Impianti di riscaldamento - Parte 1: Esercizio;
- ☆ UNI 8364-2:1984 Impianti di riscaldamento - Parte 2: Conduzione;
- ☆ UNI 8364-3:1984 Impianti di riscaldamento - Parte 3: Controllo e manutenzione;
- ☆ UNI EN 1264-1:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Definizioni e simboli.;
- ☆ UNI EN 1264-2:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Determinazione della potenza termica;
- ☆ UNI EN 1264-3:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Dimensionamento;
- ☆ UNI EN 1264-4:2003 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Installazione;

- ☆ UNI 10349:1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;
- ☆ UNI 10412-1:2006 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici;
- ☆ UNI 8199:1998 30/11/98 Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;
- ☆ UNI 10339:1995 30/06/95 Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- ☆ UNI EN 12097:2007 Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- ☆ UNI EN 12599:2001 Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria;
- ☆ UNI ENV 1805-2:1998 Comunicazione dati per rete di gestione per applicazione HVAC - Trasmissione dati indipendente dal sistema per l'automazione degli edifici mediante comunicazione aperta (FND);
- ☆ UNI 8065:1989 01/06/89 Trattamento dell' acqua negli impianti termici ad uso civile;
- ☆ le ulteriori norme U.N.I. inerenti al settore;
- ☆ le disposizioni vigenti sulla prevenzione infortuni;
- ☆ le prescrizioni dell'I.S.P.L.E.S.;
- ☆ le disposizioni del locale corpo dei Vigili del Fuoco;
- ☆ regolamenti e le prescrizioni comunali.

8. CONCLUSIONI

Questa progettazione raccoglie in modo sintetico ed in una trama logica e conseguenziale i provvedimenti che si intendono adottare sull'edificio in oggetto con riferimento al settore della produzione di energia da fonte rinnovabile, dell'efficienza energetica e del risparmio energetico. La conoscenza del sistema favorisce gli interventi di efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili ad iniziare dall'Ente Locale attuatore dell'intervento.

Nello stesso tempo, realizzando tali interventi si contribuisce a diminuire la quantità di combustibile fossile bruciato per produrre energia, e di conseguenza si determina una diminuzione della CO₂, che ha provocato il riscaldamento globale e l'aumento della temperatura del pianeta. Gli interventi previsti sono compatibili con gli strumenti di pianificazione vigenti e determinano impatti positivi quali essenzialmente:

Comfort - Con l'intervento di efficientamento energetico sull'edificio si ha un benessere degli operatori che si ripercuoterà in senso positivo sulla loro produttività. E' indubbio che la produttività di chi opera in tali ambienti dipende in maniera determinante dal comfort percepito, indipendentemente dalle condizioni ambientali esterne, dall'irraggiamento solare oppure dalla presenza di poche o molte persone nell'ambiente di lavoro. Il controllo continuo della qualità dell'aria in ambiente assicura inoltre il necessario rinnovo dell'aria, nel rispetto delle norme e dell'igiene dell'aria che si respira.

Semplicità d'uso - Tanto più il comfort è mantenuto in maniera automatica, tanto più gli utenti possono concentrarsi al meglio sulla propria attività lavorativa.

Affidabilità - L'affidabilità delle soluzioni adottate garantisce continuità di servizio e dunque massima efficienza dei flussi dei fruitori abituali ed occasionali.

Flessibilità - Gli innovativi elementi architettonici dell'edificio, i carichi interni e la variabilità dei layout richiedono soluzioni dal funzionamento flessibile durante l'intero arco dell'anno. Ad esempio la presenza di bucature vetrate può comportare il passaggio da riscaldamento a raffreddamento nell'arco della stessa giornata. Gli utenti delle aule, i computers e l'illuminazione sono spesso tali da richiedere raffrescamento anche durante il periodo invernale. Ridotte emissioni sonore permettono una più agevole integrazione nel contesto urbano.

Risparmio Energetico - L'impiego di sistemi a basso consumo energetico consente di ridurre nello stesso tempo i costi di conduzione e l'impatto ambientale. Migliora in questo modo anche la classe

energetica dell'edificio e dunque il suo valore commerciale.

Trattandosi di edificio che fa parte del settore scolastico, l'impianto richiede una ingente quantità di energia per il corretto funzionamento. Quindi per risparmiare, più che cercare di reperire risorse energetiche a un prezzo ragionevole, si è puntato sulla prima sorgente di energia che è il risparmio dell'energia stessa, ovvero l'uso razionale delle risorse disponibili. La seconda fonte è la capacità di sfruttare il trasferimento dell'energia tra pianeta e zona servita, sia che provenga dall'aria, dal terreno o dall'acqua.

Si è presa coscienza del problema di impatto ambientale, e si è investito nella riduzione degli sprechi adottando soluzioni ecologicamente compatibili.

Valorizzazione dell'edificio - L'impiego di sistemi a basso consumo energetico è un investimento per l'Ente pubblico perché le soluzioni referenziate ad alta efficienza riducono i costi di gestione e dunque valorizzano l'immobile, danno un valore aggiunto all'edificio.

Anche per gli utilizzatori e fruitori si realizza un miglioramento dovuto alla disponibilità del clima ottimale in ogni stagione con semplicità di utilizzo.

Manutenzione - I sistemi costruttivi di efficientamento soddisfano le specifiche esigenze con l'utilizzo di sistemi razionali e di consolidata affidabilità. La pianificazione della messa in opera dell'impianto con tempi certi, disponendo di unità precollaudate e pronte per l'uso, consente un sistema di assoluta qualità.

Su un sistema di qualità si avranno interventi di routine, con parti e componenti collaudati e affidabili che potranno essere monitorati a distanza, per una pianificazione degli interventi con il minimo impatto sull'utilizzatore. L'efficiente impiego delle risorse energetiche disponibili contribuisce ad ottimizzare i costi di conduzione e manutenzione degli impianti, incidendo in maniera efficace.