



REGIONE VENETO
Provincia di Treviso
Comune di POVEGLIANO
N. C.T. Foglio 2 mappale 284
N.C.E.U. Foglio 2 mappale 284 sub 6



Progetto di adeguamento sismico ed efficientamento energetico con trasformazione in nZEB della scuola "MARIO FIORE" di Camalò di Povegliano

codice elaborato	scala elaborato	descrizione
01_18_PE_IO_RE_02		Relazione Tecnico-illustrativa

Fase di Progetto	
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO	

il committente:	il responsabile del procedimento:
Comune di POVEGLIANO Borgo San Daniele 16, 31050 Povegliano (TV) P.Iva 00449960269	geom. Giuseppe Puppinato

Il progettista:	 HP LIFE S.r.l. Via Santa Caterina, 15/9 33037 Passignano di Prato (UD) Tel. 0432.69.16.26 e-mail: info@hplife.it
Dott. Ing. Massimiliano Mattiazzo Via Molinella 17, 31050 Povegliano (TV) Tel. 0422.870152 – Fax 0422.870152 e-mail: mating.energy@gmail.com	

rev.	descrizione	data	redatto	controllato
00	1° emissione	05.03.2018	Ing. Adami Enrico	Ing. Massimiliano Mattiazzo

file: 22_2017 PE IO RE 02 R1.pdf	data emissione: 05/3/2018
----------------------------------	---------------------------

Ai termini di legge si riserva la proprietà di questo elaborato che non potrà essere riprodotto, duplicato e o reso noto a terzi in tutto e o in parte privo della firma autografa e del timbro o senza autorizzazione, secondo quanto previsto dalla Legge 22.04.41 n. 633 – art. 2575

Sommario

1. Premessa	1
2. Efficientamento energetico	3
2.1. Normativa di riferimento	3
2.2. Stato di fatto	4
<i>Strutture opache</i>	5
<i>Componenti trasparenti</i>	5
<i>Impianto di riscaldamento</i>	5
<i>Distribuzione</i>	6
<i>Regolazione</i>	6
<i>Emissione</i>	6
2.3. Documentazione tecnico-fotografica	7
2.4. Analisi Ponti Termici	8
2.5. Soluzione di progetto	8
2.6. Valutazione Costi Benefici Soluzioni Proposte	10
3. Adeguamento sismico	11
3.1. Tipologia strutturale	11
3.2. Vulnerabilità sismica	11
3.3. Scelte progettuali	11
3.4. Parametri sismici	12
3.5. Descrizione interventi	13
NUOVO SOLAIO SOTTO ALLA COPERTURA.....	13
CORDOLATURA METALLICA	13
CERCHIATURA FOROMETRIE	13
CONTROVENTAMENTO SOLAIO.....	13

1. Premessa

Il progetto definitivo-esecutivo in oggetto ha lo scopo di definire opere ed interventi necessari ad adeguare sismicamente le strutture e nello stesso tempo di efficientarle energeticamente. Molte delle attività risultano infatti interferenti ed efficaci per entrambi gli aspetti.

Gli interventi di efficientamento energetico previsti dal presente progetto definitivo-esecutivo tengono conto dei risultati e delle indicazioni contenute nella diagnosi energetica relative alla scuola primaria "Mario Fiore" di Camalò di Povegliano.

Per diagnosi energetica si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

Il progetto sviluppa gli interventi previsti nello scenario "5" di detta diagnosi il cui obiettivo è di ottenere un edificio ad energia quasi zero (NZEB) combinando gli interventi con quelli necessari all'adeguamento sismico della stessa struttura.



2. Efficientamento energetico

2.1. Normativa di riferimento

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

- Direttiva Europea 2012/27/UE sull'efficienza energetica; modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
- D.Lgs. 115/2008 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";
- D.Lgs. 102/2014 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE."

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- UNI CEI/TR 11428:2011 – Diagnosi Energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica;
- UNI CEI EN 16247:2012 - Diagnosi Energetiche
Parte 1: requisiti generali
Parte 2: Edifici
Parte 3: Processi
Parte 4: Trasporti
Parte 5: Auditor Energetici
- CEI UNI EN 15900:2010 – Servizi di efficienza energetica: definizioni e requisiti;
- CEI UNI 11352:2014 – Gestione dell'energia: Società che forniscono servizi energetici (ESCO). Requisiti generali e lista di controllo per la verifica dei requisiti dell'organizzazione e dei contenuti dell'offerta di servizio;
- UNI EN 16212:2012 - Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente);
- CEI UNI EN ISO 50001:2011 – Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso;
- UNI CEI EN 16231:2012 – Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica.

2.2. Stato di fatto

Sommariamente i principali dati anagrafici dell'edificio sono riportati nella tabellina seguente

Piazza e n° civico	San Matteo, 2
Comune e Provincia	Camalò di Povegliano (TV)
Anno di costruzione	Anni '30 (Presunto) sopraelevazione anni 50
Destinazione d'uso	Scuola elementare statale
Zona climatica	E
Gradi giorno	2416
Altezza del sito	56 m slm
Volume lordo riscaldato (V)	2854 m ³
Superficie disperdente (S)	1494 m ²
Rapporto di forma S/V	0,52
Superficie utile riscaldata	634 m ²



Figura 1: Vista da satellite dell'edificio, al centro della figura

La struttura si presenta come un edificio su due piani con vano scala interno e presenta una porzione più datata, costruita presumibilmente durante il periodo fascista visibile nella foto di prima pagina a sinistra, e una porzione nuova costruita durante gli anni 2000 presente sempre nella medesima foto, a destra sullo sfondo. La struttura è a muratura portante in mattoni pieni con il pavimento della porzione più recente che poggia su un substrato ghiaioso mentre tra la pavimentazione della zona più datata e il piano di campagna è presente una intercapedine di aria debolmente ventilata di circa 50

cm di spessore, presumibilmente voluta per contenere il fenomeno della umidità di risalita dal terreno (si notino le bocchette di aerazione in fig. 5).

Strutture opache

A seguito del sopralluogo effettuato si è constatato che la muratura esterna presenta uno spessore di 38 cm formato da uno blocco di mattoni pieni da 30 cm racchiusi da due strati di intonaco di calce e gesso dello spessore probabile di 2 cm ciascuno.

La pavimentazione della porzione di edificio di recente costruzione presenta un sottofondo di ghiaia poggiante sul terreno di circa 50 cm con sopra una soletta in latero-cemento da 22 cm cui segue uno strato isolante di sughero di 5 cm, un massetto sempre da 5 cm e la pavimentazione in marmo/ceramica. Per quanto riguarda la pavimentazione della zona più vecchia non ci sono stati forniti dati stratigrafici e si è ipotizzata, oltre la intercapedine di aria a contatto con il terreno, la presenza di una soletta da 22 cm, massetto ripartitore da 5 cm che sorregge le piastrelle.

A livello di copertura è presente un sottotetto non praticabile ma comunque ispezionabile il cui solaio è di tipo predalles con un controsoffitto in lana di roccia avente spessore di 40 mm e intercapedine d'aria non ventilata di circa 10 cm.

Componenti trasparenti

A seguito di sopralluogo si è constatato che nella porzione nuova i serramenti sono stati installati nel 2008 e presentano telaio metallico con barrette di taglio termico di circa 35 mm di spessore e vetrocamera 4/12/4 con trattamento basso emissivo riempita di gas Argon, mentre nella porzione storica sono presenti serramenti con telaio metallico senza taglio termico e vetrocamera 4/12/4 riempita d'aria senza trattamenti basso emissivi. Tutte le superfici finestrate ad eccezione delle porte di ingresso e di sicurezza presentano schermature solari esterne ad azionamento manuale.

Impianto di riscaldamento

In centrale termica è presente un generatore di calore Thermital di tipo tradizionale, non modulante, alimentato a gas metano, avente potenza utile di 104 kW e installato nel 1988. Questo impianto soddisfa i fabbisogni relativi al riscaldamento ambienti, mentre la produzione di acqua calda sanitaria viene garantita da bollitori elettrici installati presso le relative utenze.

Le pompe di circolazione sono tutte a giri fissi, in parte GRUNDFOS e in parte DAB, aventi potenza nominale cumulata di circa 1476 W.

Distribuzione

In seguito al rilievo si è ipotizzato che la rete di distribuzione sia corrente in parte nella muratura interna all'edificio e in parte a pavimento, con un isolamento mediocre conforme alla legge 373/1976. Ciò è stato assunto in mancanza di dati fornitici dalla Amministrazione pubblica.

Regolazione

Il sistema di regolazione presenta una sonda climatica in centrale termica che pilota la valvola miscelatrice a monte della rete di distribuzione. All'interno degli ambienti è presente una regolazione con termostato on/off solamente nella zona nuova.

Emissione

I terminali di impianto sono tutti radiatori ad alta temperatura addossati prevalentemente nelle pareti esterne dell'edificio.

2.3. Documentazione tecnico-fotografica



Figure 2 e 3: Vista della porzione di edificio nuova, rispettivamente da sud e da nord



Figure 4 e 5: Vista della facciata posteriore edificio e particolare delle bocchette di aerazione dell'intercapedine sotto il pavimento

2.4. Analisi Ponti Termici

I ponti termici più evidenti presenti nella struttura sono dovuti alla spalletta della luce architettonica degli infissi, ai solai interpiani e alla copertura in prossimità della muratura perimetrale. Ponti termici di minore entità riguardano gli angoli tra le pareti sporgenti.

È perciò auspicabile, all'interno di un'operazione di riqualificazione energetica globale dell'edificio, la correzione dei ponti termici più gravosi. In tal senso, l'intervento di coibentazione dal lato esterno dell'involucro edilizio eliminerebbe gran parte delle vie preferenziali per la fuoriuscita di calore.

2.5. Soluzione di progetto

Gli interventi previsti consentono la trasformazione dell'edificio esistente in un edificio "ad energia quasi zero (NZEB)" come previsto dal D.Lgs. 26 giugno 2015 "Requisiti minimi". Nel dettaglio si andrà ad eseguire:

- a. Coibentazione delle pareti perimetrali in laterizio, della struttura portante attraverso l'installazione di un cappotto esterno in EPS 100 ($\lambda=0,035$ W/mK, $\rho=30$ kg/m³) dello spessore di 14 cm,
- b. Coibentazione del nuovo solaio di soffittatura tipo HI BOND e del solaio di soffittatura esistente nella porzione ampliamento mediante posa di materasso isolante in lana di roccia a bassa densità per uno spessore di 20 cm;
- c. Realizzazione di un cappotto interno in EPS 100 da 5 cm contro il cordolo di copertura nella porzione sottotetto, al fine di ridurre il più possibile il ponte termico tra parete e solaio di soffittatura.
- d. Sostituzione dei serramenti nella sola zona vecchia dell'edificio con serramenti aventi telaio in PVC a cinque camere cave e vetrocamera stratificata 3+3/15/3+3 riempita di gas argon con trattamento basso emissivo ($U = 1.3$ W/m²K),
- e. Coibentazione della pavimentazione della zona vecchia mediante insufflaggio di argilla sfusa nell'intercapedine sottostante per uno spessore di circa 40/50 cm,
- f. Aggiornamento della centrale termica mediante sostituzione degli attuali generatori di calore con una pompa di calore elettrica a compressione di vapore aria/acqua da ca. 55 kW termici, contabilizzatori di calore e installazione di un accumulo da 500 litri per i circuiti di riscaldamento,
- g. Installazione di una pompa di calore con accumulo integrato per la produzione di acqua calda sanitaria presso la zona mensa e nei due blocchi bagni e dismissione degli attuali bollitori elettrici ad accumulo presenti nel plesso scolastico,
- h. Installazione di un sistema di Building Automation con cronotermostato per ogni singolo ambiente e valvole termostatiche wireless su ogni corpo scaldante con

possibilità di telegestione degli impianti da remoto conformemente a quanto previsto al par. 5.7.2 delle Regole Applicative del Conto Termico 2.0,

- i. Installazione di un impianto fotovoltaico dalla potenza nominale di 6 kWp nella falda rivolta a sud.

2.6. Valutazione Costi Benefici Soluzioni Proposte

Da un punto di vista tecnico lo scenario proposto comporta un miglioramento dell'indice di prestazione energetica dell'edificio e, conseguentemente, dei consumi annui di combustibile (gas naturale) ed energia elettrica per l'alimentazione degli ausiliari.

Oltre ai costi energetici è doveroso inserire nel bilancio economico anche il costo sostenuto per la manutenzione degli impianti e per la gestione da parte dell'attuale Terzo Responsabile. Non essendo stato possibile analizzare alcun dato relativo a questi costi, si assume in via cautelativa un costo pari al 20% degli attuali costi di approvvigionamento combustibile: 1.290 €/anno. Questi costi non saranno più sostenuti dal Comune nel caso il committente vada a sostituire gli attuali generatori di calore e assumere esso stesso il ruolo di Terzo Responsabile.

Una volta fissato il prezzo unitario medio del vettore energetico¹, i risparmi energetici possono essere convertiti in risparmi economici, come riportato in *Tabella 6.1*.

Scenario	Gas naturale		Energia elettrica		Gestione	Risparmio economico globale [€/anno]
	Risparmio gas naturale [Sm ³ /anno]	Risparmio economico [€/anno]	Risparmio en. elettrica [kWh/anno]	Risparmio economico [€/anno]	Risparmio costi di gestione [€/anno]	
Scenario 5	8.016	5.611	-1.911	-401	1.790	7.000,00

Tabella 6.1. Riepilogo dei risparmi economici per vettore energetico nei scenario considerato

¹ La stima dei prezzi dei vettori energetici è stata condotta secondo quanto stabilito dall'AEEG (Condizioni economiche per i clienti domestici in maggior tutela, media dei primi sei mesi 2016): per il gas naturale un prezzo medio di 0,70 €/Sm³ e per l'energia elettrica 0,21 €/kWh. Prezzi IVA compresa

3. Adeguamento sismico

3.1. Tipologia strutturale

La scuola ha una struttura articolata e dalla complessa interpretazione strutturale. Il plesso scolastico ha una struttura in muratura composta da due piani fuori terra a struttura sismoresistente in laterizio, solaio di interpiano in laterocemento e copertura a struttura lignea.

Al fabbricato originario è stato costruito in adiacenza nuovi volumi che presentano un opportuno giunto sismico e pertanto sono strutturalmente indipendenti.

Il progetto pertanto interessa esclusivamente il corpo originario.

3.2. Vulnerabilità sismica

In data novembre 2013 è stata condotta una campagna di indagini e saggi con l'obiettivo di determinare delle caratteristiche meccanico compositive delle murature, quali la tipologia e tessitura muraria, i materiali e le tecniche costruttive, le caratteristiche meccaniche di muratura e malte. I risultati sono riportati nella relazione:

- Indagini sperimentali "Scuola Primaria Mario Fiore" a firma dell'ing. Thomas Pavan per conto della Società "4emme Service".

I risultati riportati nella relazione, i saggi e il rilievo condotto in sito hanno permesso alla scrivente di condurre uno studio sulla vulnerabilità dell'edificio nello stato di fatto.

3.3. Scelte progettuali

A seguito delle risultanze delle analisi e indagini condotte si sono potute constatare le seguenti vulnerabilità principali:

- **Mancanza di cordolatura a livello della copertura;**
- **Mancanza di rigidità flessionale nel piano di copertura;**
- **Forometrie troppo estese in facciata sud.**

L'analisi evidenzia come la struttura attuale non sia in grado di resistere all'azione sismica prevista dalla normativa.

Il progetto si è indirizzato alla risoluzione delle vulnerabilità mediante interventi il meno invasivi possibile preservando la struttura originaria. Si sono studiati interventi "addittivi" per garantire una reversibilità nel tempo.

Si è deciso quindi di intervenire mediante:

- Realizzazione di un solaio leggero sotto alla copertura per irrigidire le falde di copertura;
- Realizzazione cordolatura metallica in sommità alle murature;
- Cerchiatura metallica delle forometrie presenti sul prospetto sud;
- Controventamento del solaio del piano primo.

Gli interventi sono stati concepiti per permettere la realizzabilità durante il periodo estivo di chiusura della Scuole per non comportare disagi alla cittadinanza.

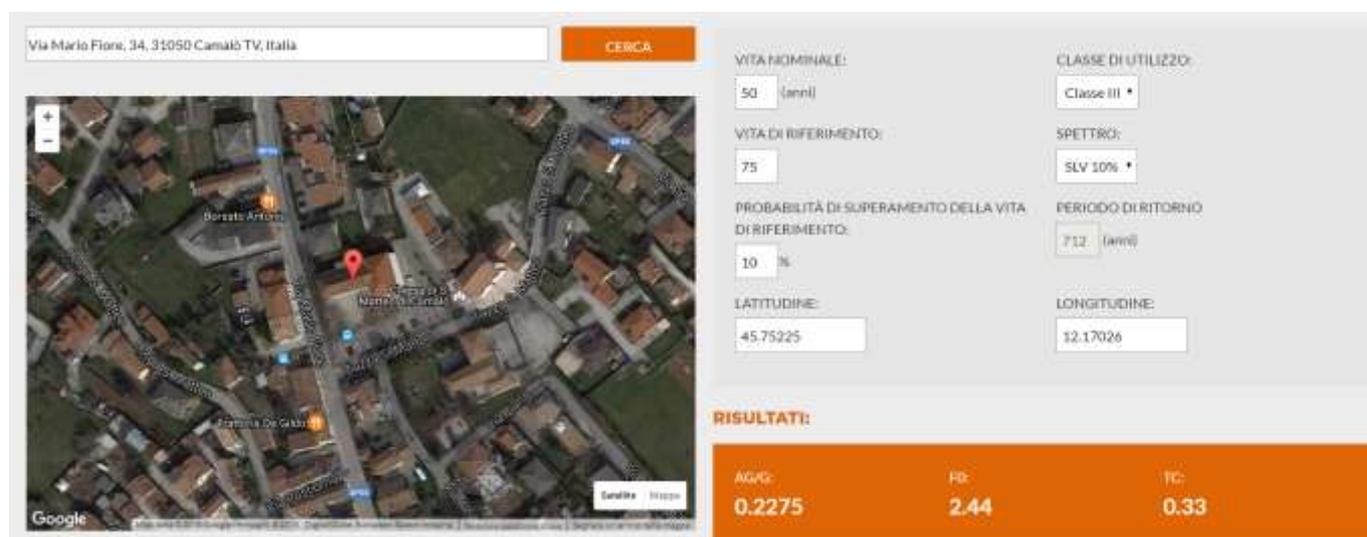
Nella configurazione post-intervento, l'edificio sarà adeguato sismicamente.

3.4. Parametri sismici

Ai sensi del par. 2.4.1 delle D.M. 14.01.2008 si prevede una vita nominale dell'opera V_n pari 50 anni. Ai sensi del par. 2.4.2 delle D.M. 14.01.2008 l'edificio è in **classe d'uso III** (edificio pubblico con significativo affollamento) a cui corrisponde un coefficiente d'uso **Cu pari a 1.5** e quindi una periodo di riferimento per l'azione sismica pari a: **$V_r = V_n * C_u = 75$ anni.**

Si considera una categoria di sottosuolo "C".

Si seguito si riportano i valori dei parametri sismici per il sito dell'edificio in oggetto.



RISULTATI:		
AGG:	PD:	TC:
0.2275	2.44	0.33

Sismicità del luogo di intervento

VITA NOMINALE DELL'OPERA **V_n** : 50 anni;
CLASSE D'USO **C_u** : III (edificio pubblico con significativo affollamento);
PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA **V_r** : $V_n * C_u = 75$ anni.
CATEGORIA SUOLO: "B"

TEMPO DI RITORNO DA NORMATIVA $T_r = 712$ ANNI
ACCELERAZIONE DA NORMATIVA $a_g/g = 0.2275$

3.5. Descrizione interventi

NUOVO SOLAIO SOTTO ALLA COPERTURA

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo solaio leggero con lamiera grecata tipo Hi-bond e cappa collaborante in cls reso solidale con le murature esistenti attraverso la realizzazione di una cordolatura in c.a.

Non rende necessario il lievo e successivo rimontaggio del manto di copertura esistente.

CORDOLATURA METALLICA

Si prevede la cerchiatura metallica da eseguirsi a livello di copertura realizzata mediante profili metallici per lo più commerciali, fissati mediante opportuna tassellatura alle murature e agli elementi lignei, allo scopo di realizzare un efficace appoggio per gli elementi della copertura stessa.

Per la realizzazione della cerchiatura è necessario la rimozione del controsoffitto esistente e il successivo riposizionamento dello stesso.

CERCHIATURA FOROMETRIE

L'intervento prevede la rimozione dei serramenti in facciata (prospetto sud); per permettere la realizzazione di cerchiature metalliche con profili strutturali commerciali e/o saldati ad hoc, collocati al perimetro dei fori per migliorare il comportamento della parete di facciata. Si rende necessaria la posa di nuovi serramenti in facciata.

CONTROVENTAMENTO SOLAIO

Data la suddivisione interna degli spazi, la necessità di rendere monolitica la struttura del solaio di interpiano e di far sì che tutti i maschi murari collaborino all'assorbimento delle forze orizzontali, si prevede l'ancoraggio del solaio a putrelle HEA200 disposte come su elaborato grafico e saldamente vincolate alle murature esterne.