

DEA

Dipartimento
Energia e
Acustica

DPI

Dipartimento
Progettazione
Impianti

DPS

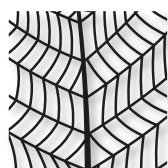
Dipartimento
Progettazione
Strutturale

DPA

Dipartimento
Progettazione
Architettonica

CEM

Consulenza
Energy
Management



SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22
20124 Milano (MI)

P.IVA 07457800964

TEL. 02 45381170

FAX. 02 45381176

MAIL. info@sacee.it

SITO. www.sacee.it



Diagnosi energetica

Istituto Comprensivo Statale "Ognissanti" - Codogno (LO)

CLIENTE: Comune di Codogno (LO) **RELAZIONE** n°ENE.REL.000.00 **DEL** 31/05/2019

DIRETTORE TECNICO

Ing Maria Grazia Costa

PROGETTISTA

Ing Katia Ciapponi



Sommario

INTRODUZIONE	3
SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	4
IL SOGGETTO DIAGNOSTICATORE	4
IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO.....	5
METODOLOGIA DEL LAVORO	5
DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE.....	5
SOFTWARE UTILIZZATO	6
FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	6
INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	8
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE	10
ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO	11
Scuole secondarie "Ognissanti" e "A. Zoncada"	11
Scuola primaria "A.V. Gentile"	11
Palestra (ad uso parziale della Scuola primaria A.V.Gentile)	11
I SOPRALLUOGHI	12
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO.....	13
PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA	13
CONSUMI DI GAS METANO	19
TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO	20
Scuola primaria "A.V. Gentile"	20
Palestra.....	20

ORARI DI ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI	21
COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO	21
SCUOLE SECONDARIE "OGNISSANTI" E "A.ZONCADA"	22
SCUOLA PRIMARIA "A.V.GENTILE"	29
PALESTRA	36
IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	42
PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA.....	42
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	43
VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO.....	43
ANALISI DINAMICA ORARIA	44
PROFILI D'USO.....	44
PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI.....	45
PARETI	45
SERRAMENTI.....	46
SOLAI E COPERTURE.....	46
IMPIANTI.....	46
ILLUMINAZIONE.....	46
INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO.....	47
ANALISI ECONOMICA	47
GRANDEZZE ECONOMICHE	47
TARiffe UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO	48
IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA	49
INCENTIVI ALL' EFFICIENZA ENERGETICA: CONTO TERMICO 2.0.....	49
INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO	51
INTERVENTO IM 1: SOSTITUZIONE SERRAMENTI SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "OGNISSANTI-ZONCADA"	51
INTERVENTO IM 2: SOSTITUZIONE SERRAMENTI INTERO ISTITUTO SCOLASTICO.....	53
INTERVENTO IM3: SOSTITUZIONE CALDAIE	55
INTERVENTO IM 4: COIBENTAZIONE OPACHI ORIZZONTALI	57
INTERVENTO IM 5: COIBENTAZIONE OPACHI VERTICALI PALESTRA	58
CONFRONTO INTERVENTI MIGLIORATIVI	59
ELENCO ALLEGATI	60

INTRODUZIONE

L'Istituto Comprensivo Statale, situato presso il comune di Codogno (LO), è composto da due Scuole Secondarie di primo grado ("Ognissanti" e "Antonio Zoncada") e da una Scuola Primaria "Anna Vertua Gentile", tutte inserite all'interno del centro storico.

L'istituto prevede la volontà di realizzare interventi di efficientamento energetico e, al fine di verificare la bontà tecnico-economica di tali interventi, ha affidato alla Società SACEE il compito di svolgere una diagnosi energetica, volendo con tale analisi valutare anche altre opportunità di efficientamento energetico che possano essere adottate.

La diagnosi energetica viene definita dal D.lgs. 115 del 2008 come una *"procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici e riferire in merito ai risultati"*.

L'analisi globale delle caratteristiche edilizie e impiantistiche dell'intero edificio evidenzia l'opportunità di risparmio energetico sugli edifici e sugli impianti.

La diagnosi infatti, oltre a fornire un quadro d'insieme completo delle caratteristiche energetiche dell'edificio, assegna delle priorità agli interventi da effettuare nei prossimi anni in termini di costi e benefici.

Il presente documento, che rappresenta proprio la relazione conclusiva attestante le analisi e le conclusioni effettuate all'interno del processo di diagnosi, è conforme ai seguenti riferimenti legislativi e normativi:

- Allegato 2 del D.lgs. 102/2014
- UNI TS 11300 parte 1,2,3,4,5 e 6
- NORMA UNI CEI EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali"
- NORMA UNI CEI EN 16247-2 "Diagnosi energetiche – Parte 2: Edifici residenziali e terziario"

Nella prima parte del documento saranno esplicitati in dettaglio i criteri seguiti nell'analisi dello stato attuale degli edifici e nella sua modellizzazione termofisica, saranno riportati i risultati di questa analisi, lo studio degli andamenti climatici attestati nel comune di riferimento, l'esame dei consumi dell'edificio e infine l'indicazione delle maggiori criticità rilevate.

Nella seconda parte del documento verranno analizzati gli interventi di riqualificazione energetica dell'involucro e dell'impianto, che si riterranno ragionevoli, valutati in termini sia di energia primaria risparmiata che di ritorno economico dell'investimento. Saranno individuati anche alcuni indicatori economici (V.A.N., Payback time, tutti attualizzati) funzionali a verificare la bontà di ogni singolo investimento e a consentire un confronto tra un investimento e l'altro in termini di convenienza economica.

Le analisi messe in atto considerano l'attuale stile di gestione e di consumo dell'edificio e ipotizzano che gli stessi restino invariati nel corso dei prossimi anni.

L'Istituto è formato dalle Scuole secondarie di primo grado "Ognissanti" e "Zoncada", situate presso via Cavour 24, e dalla Scuola primaria "Anna Vertua Gentile" situata presso via Vittorio Emanuele 47. Tutti gli edifici, situati presso il Comune di Codogno (LO) sono servite da un'unica centrale termica.

Il sistema analizzato è suddiviso in tre blocchi distinti:

- Scuole secondarie (comprese di locale palestra a servizio dell'istituto)
- Scuole primarie
- Palestra (edificio utilizzato dalla Scuola primaria ma separato dal complesso)

SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

In seguito alle premesse sopracitate, risulterà chiaro come la Diagnosi Energetica abbia scopo di:

- Analizzare la situazione energetica dell'edificio
- Valutare l'intervento di riqualificazione energetica dell'involucro e degli impianti ipotizzato
- Valutare eventuali altri interventi di riqualificazione energetica dell'edificio
- Valutare il ritorno economico degli interventi suggeriti

IL SOGGETTO DIAGNOSTICATORE

Il 18 luglio 2014 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102, recante "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". Il decreto impone che a partire dal 18 luglio 2016, gli unici soggetti a poter eseguire diagnosi energetiche riconosciute come tali dallo Stato, sono:

- Società di Servizi Energetici (SSE) certificate secondo UNI CEI 11352:2014,
- Esperti in Gestione dell'Energia (EGE) certificati secondo UNI CEI 11339:2009.

Il soggetto diagnosticatore, SACEE S.r.l., con sede legale e operativa in piazza Luigi di Savoia 22 a Milano (di seguito detta SACEE), è una Società di Servizi Energetici, vale a dire è una società che ha come oggetto sociale l'offerta di servizi integrati per la realizzazione e l'eventuale successiva gestione di interventi di efficienza energetica, e che è accreditata come tale al sistema di "Accreditamento Operatori" gestito dal Gestore dei Servizi Energetici (di seguito GSE).

- SACEE è certificata secondo UNI CEI 11352:2014 e l'organismo certificatore è il Cersa.
- L'amministratore delegato di Sacee e presidente di Sacee Ingegneria, ing. Maria Grazia Costa, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.
- Il direttore tecnico di Sacee Ingegneria, ing. Katia Ciapponi, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) settore civile certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.

IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO

Committente	Istituto Comprensivo Statale "Ognissanti"
Sede legale del committente	Via Vittorio Emanuele II, 4 – 26845 Codogno (LO)
Indirizzo edificio diagnosticato	Via Cavour, 24 (Scuole secondarie), Via Vittorio Emanuele, 47 (Scuola primaria) – 26845 Codogno (LO)
Proprietario	Comune di Codogno
Tipologia di edificio	Complesso scolastico
Referente tecnico	Arch. A. Ceruti

METODOLOGIA DEL LAVORO

DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE

In linea generale la differenza fra il sistema utilizzato per la redazione della Diagnosi Energetica, che rappresenta un'analisi del reale utilizzo di un edificio, e il metodo impiegato ai fini della Certificazione Energetica, il cui obiettivo è invece la definizione della classe energetica dell'edificio, consiste nel fatto che nella certificazione una serie di parametri di input sono normalizzati, ossia standardizzati.

Infatti, essendo l'obiettivo della Certificazione quello di individuare la maggiore o minore qualità di involucro e impianti valutando la performance energetica dell'edificio attraverso la definizione di una classe energetica e quindi di un valore di consumo confrontabile con altri edifici, è necessario che i calcoli non risultino influenzati dagli stili di gestione dell'edificio stesso. Questo implica la necessità di normalizzare parametri come la temperatura degli ambienti interni (per la certificazione si considera pari a 20° indipendentemente da quella effettiva), le ore di funzionamento dell'impianto termico (per la certificazione va considerato che l'impianto termico deve garantire un'uniformità temporale della temperatura interna per 24 ore al giorno, pari a 20 °C), la ventilazione (calcolata ai fini della certificazione secondo valori predefiniti dalla normativa tecnica di riferimento).

L'obiettivo di una diagnosi energetica invece è quello di valutare la qualità dell'involucro e degli impianti al fine di definire priorità d'intervento anche attraverso una valutazione economica d'investimento. È evidente, quindi, la necessità di considerare lo stile di gestione reale dell'edificio. Più l'edificio viene utilizzato e riscaldato, più rapidi risulteranno i tempi di ritorno di interventi di retrofit.

SOFTWARE UTILIZZATO

Per la redazione della Diagnosi Energetica si è fatto uso dei seguenti programmi:

- Termolog Epix per la progettazione termotecnica statica e dinamica, software che utilizza gli algoritmi della norma tecnica nazionale UNI TS 11300 ed è coerente con i decreti nazionali e regionali

FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La Diagnosi Energetica si concretizza nell'esecuzione di sei fasi di lavoro, identificate di seguito:

- Analisi dei documenti e dei dati forniti dal cliente
- Sopralluogo tecnico sull'edificio
- Costruzione del modello termo-fisico dell'edificio
- Validazione del modello termo-fisico con i dati di consumo reale
- Individuazione degli interventi di efficientamento possibili
- Analisi Costi-Benefici degli interventi individuati

FASE 1: ANALISI DEI DOCUMENTI E DEI DATI FORNITI DAL CLIENTE

Per riuscire a caratterizzare il potenziale di miglioramento dell'involucro edilizio e il risparmio ottenibile mediante interventi su involucro e impianti, o di installazione di impianti a fonte rinnovabile, si procede dapprima alla raccolta di dati e informazioni sull'edificio e sui suoi consumi energetici, possedute dal cliente. Si analizzano planimetrie, prospetti, sezioni, schemi di impianto, fatture attestanti i consumi energetici, analisi energetiche eseguite nel passato, materiale storico.

FASE 2: SOPRALLUOGO TECNICO SULL'EDIFICIO

In questa fase vengono eseguiti da tecnici specializzati dettagliati sopralluoghi atti a:

- effettuare rilievi visivi e dimensionali,
- identificare le condizioni ambientali per mezzo di sensori di temperatura, umidità e se possibile rilievi termografici,
- individuare eventuali discordanze rispetto alla documentazione esaminata nella fase precedente

FASE 3: COSTRUZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

Con la fase 3 della diagnosi si passa alla costruzione di un modello dell'edificio.

Il primo passo, al fine di realizzare un modello quanto più simile all'edificio reale, è la ricostruzione dell'involucro in termini di caratteristiche termofisiche di ogni elemento costruttivo, attraverso i parametri dei singoli materiali componenti le varie stratigrafie (pareti verticali, pareti sottofinestra, solai di copertura, solai di basamento, serramenti). Per ogni elemento viene indicata la superficie, distinta a seconda dell'orientamento e delle trasmittanze. Questa ricostruzione dell'involucro edilizio, congiuntamente all'individuazione della temperatura interna degli ambienti, permette di definire come le dispersioni di calore si distribuiscono attraverso l'involucro.

In secondo luogo, vengono individuate le grandezze che consentono di calcolare gli apporti gratuiti (sia da serramenti attraverso l'irraggiamento solare incidente che da strumentazione elettronica o elettrodomestici che apportano calore all'interno degli ambienti) e le dispersioni dovute alla ventilazione (la ventilazione è un parametro necessario al fine del benessere e della salubrità degli ambienti).

Il comportamento dell'edificio durante la stagione di riscaldamento viene quindi simulato, prendendo in considerazione i parametri dell'impianto termico legati alla produzione, alla distribuzione, all'emissione e alla regolazione del calore.

La valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio viene effettuata attraverso il calcolo di alcuni indicatori di efficienza energetica:

- Domanda totale di energia per riscaldamento invernale e per raffrescamento estivo (kWh);
- Consumo teorico (kWh);
- Distribuzione delle dispersioni attraverso l'involucro (W/mq).

FASE 4: Validazione del modello termofisico con i dati di consumo reale

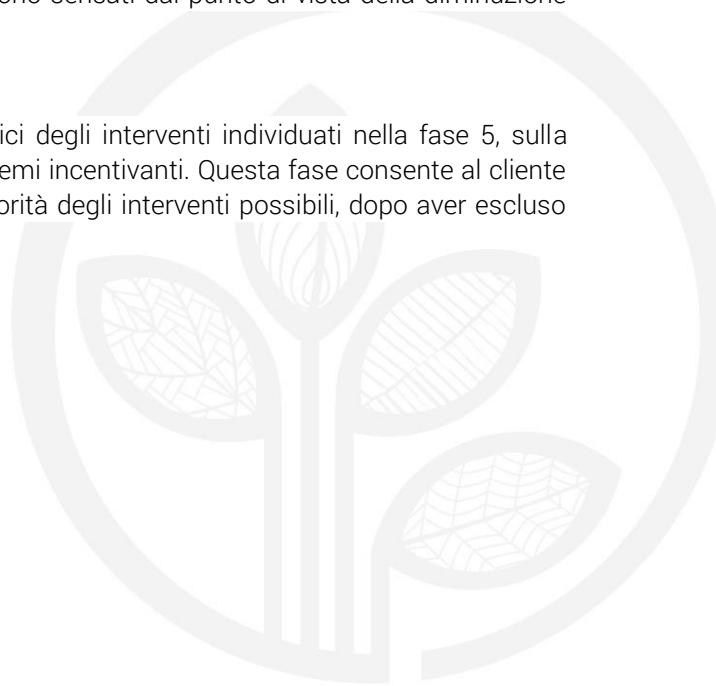
A valle dell'individuazione di questi indicatori di performance, si procede alla validazione del modello, calibrando il modello dell'edificio sui dati di consumo reale, opportunamente analizzati e interpretati. Questo passaggio rappresenta la fase più importante e interessante di una modellizzazione in quanto permette di valutare la bontà del modello costruito e di ricalibrare, se necessario, il modello interpretativo in modo che lo stesso risulti il più possibile rappresentativo della realtà dell'edificio.

FASE 5: Individuazione degli interventi di efficientamento possibili

Il modello dell'edificio viene poi modificato per mezzo dell'inserimento degli interventi ipotizzabili e ritenuti fattibili, per poterne calcolare la bontà dal punto di vista della diminuzione dei consumi energetici. Quindi, grazie a questa operazione, vengono individuati gli interventi di efficientamento energetico e di miglioramento dell'utilizzo dell'edificio, delle strutture e degli impianti, che sono sensati dal punto di vista della diminuzione dei consumi.

FASE 6: Analisi Costi-Benefici degli interventi individuati

L'ultima fase della diagnosi consiste nell'analisi costi/benefici degli interventi individuati nella fase 5, sulla quale è fortemente impattante la possibilità di accesso a sistemi incentivanti. Questa fase consente al cliente di definire, a seconda di budget e necessità, una scala di priorità degli interventi possibili, dopo aver escluso quelli il cui tempo di rientro non è sensato.



INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

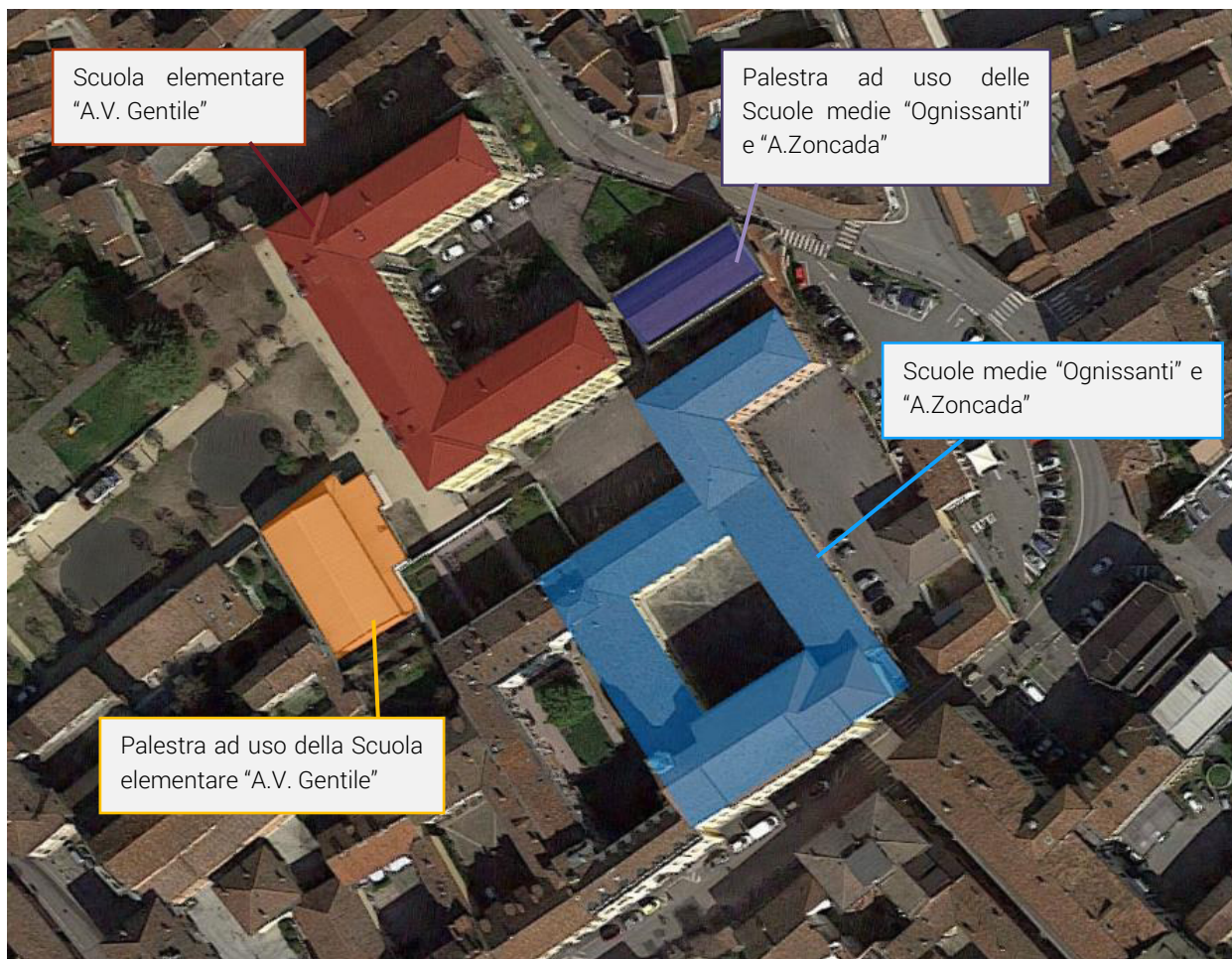


FIGURA 1 INQUADRAMENTO SATELLITARE – ISTITUTO STATALE COMPRESIVO "OGNISSANTI" – CODOGNO (LO)

Il plesso della Scuola Primaria Anna Vertua Gentile si trova nel centro storico di Codogno e ospita attualmente 15 classi totali. Si sviluppa su tre piani fuori terra e un piano seminterrato dedicato interamente al servizio mensa (aule refettorio, servizi, cucina, dispensa), mentre l'attività motoria viene svolta dagli studenti all'interno dell'edificio retrostante separato dal blocco principale da un cortile interno.

La palestra presenta al piano terra il campo da gioco e i relativi servizi inerenti (bagni e spogliatoi), mentre al piano interrato è presente un piccolo spazio attualmente utilizzato da un circolo sportivo dilettantistico esterno.

La Scuola Secondaria di primo grado, ubicata anch'essa nel centro storico di Codogno, ospita attualmente 24 classi ed è il risultato dell'unione di due strutture edilizie di età diversa provenienti rispettivamente da due istituzioni scolastiche amministrativamente separate: la Scuola Media e Ginnasio Statale "Ognissanti" e la Scuola Media "Antonio Zoncada".

La Scuola Media "Ognissanti", rappresenta la conclusione di una vicenda storica che parte dalla metà del 1600, quando venne istituito a Codogno, secondo le indicazioni del Concilio di Trento, un Seminario, dedicato ad Ognissanti.

Trasformato in collegio laicale nel 1792 dall'imperatore Leopoldo II, l'edificio accoglie il "Ginnasio Ognissanti", sezione staccata del Liceo Ginnasio "P. Verri" di Lodi, successivamente accorpato all'attuale Liceo "Novello".

La Scuola Media "A. Zoncada", edificata in anni più recenti a ridosso della prima, è nata come Regia Scuola di Agricoltura, divenuta poi Scuola Tecnica, ed infine, negli anni '50, Scuola di Avviamento Professionale. L'istituzione, nel 1962, della Scuola Media unica trasforma anche questa istituzione in Scuola Media "A. Zoncada", in onore di Antonio Zoncada, cittadino di Codogno, che fu professore all'università di Pavia, scrittore e combattente nelle guerre d'Indipendenza italiana.

L'unificazione amministrativa delle due istituzioni scolastiche, avvenuta nel 1993, ha portato anche alla vera e propria unione fisica dei due stabili, attraverso l'abbattimento dei muri divisorii e la redistribuzione degli spazi didattici e di segreteria.

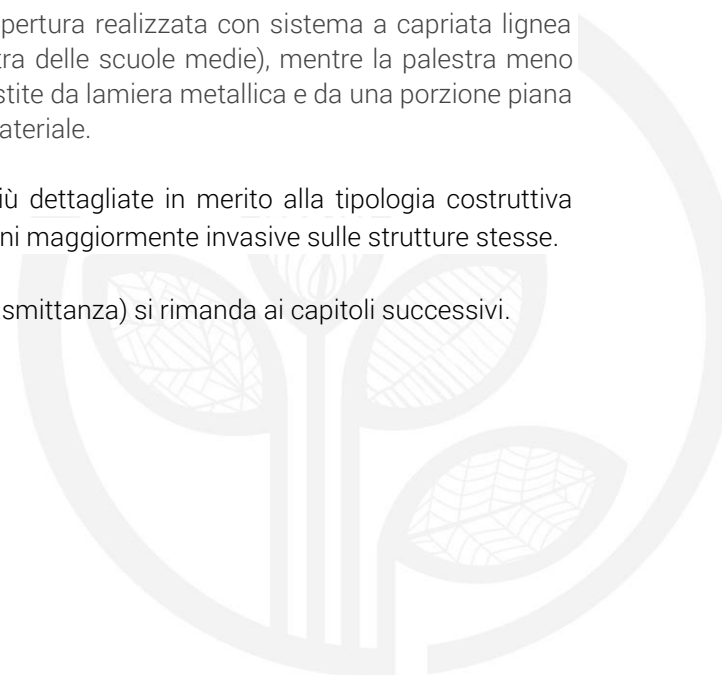
L'edificio dispone infine di un cortile interno a chiostro, risalente al 1648 e appartenente al Monastero della Visitazione (o di S. Luca o di Sant'Orsola).

Entrambi gli edifici sono caratterizzati da muratura portante verosimilmente realizzata in mattoni, fatta eccezione per la palestra utilizzata dalla Scuola elementare in cui è ben visibile la maglia strutturale realizzata con pilastri in calcestruzzo armato.

Gli edifici principali (elementari e medie) presentano una copertura realizzata con sistema a capriata lignea rivestita da coppi in cotto o marsigliesi (rilevate sulla palestra delle scuole medie), mentre la palestra meno recente presenta una copertura prevalentemente a falde rivestite da lamiera metallica e da una porzione piana (in corrispondenza degli spogliatoi) rivestita dal medesimo materiale.

Risulta doveroso sottolineare che per avere informazioni più dettagliate in merito alla tipologia costruttiva risulterebbe indispensabile un'indagine storica oltre ad indagini maggiormente invasive sulle strutture stesse.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche (spessori e trasmittanza) si rimanda ai capitoli successivi.



La diagnosi energetica prevede la corretta determinazione dei locali da considerare termicamente all'interno del modello termofisico. In particolare, il complesso è caratterizzato da:

Scuola secondaria di primo grado "Ognissanti" e "A.Zoncada"	
Piano terra	Livello quasi interamente riscaldato destinato ad aule didattiche ed uffici segreteria
Piano primo	Livello completamente riscaldato caratterizzato da aule scolastiche
Piano secondo	Livello completamente riscaldato caratterizzato da aule scolastiche

Scuola primaria "A.V.Gentile"	
Piano interrato	Livello parzialmente riscaldato destinato a depositi, cucine e servizio mensa
Piano terra	Livello quasi interamente riscaldato destinato ad aule scolastiche
Piano primo	Livello completamente riscaldato caratterizzato da aule scolastiche
Piano secondo	Livello completamente riscaldato caratterizzato da aule scolastiche

Palestra (ad uso della Scuola primaria)	
Piano interrato	Livello completamente riscaldato utilizzato da associazione sportiva esterna
Piano terra	Livello completamente riscaldato ad eccezione di alcuni locali tecnici non accessibili

I principali dati di inquadramento geografico-ambientale e geometrici sono di seguito riportati.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

INDICATORI	VALORI
Gradi giorno	2545 GG
Zona climatica	E
Durata convenzionale della stagione termica	183 gg
Altitudine sopra il livello del mare	57 m slm
Velocità del vento	1,30 m s.l.m.
Direzione prevalente	SW
Temperatura esterna di progetto (UNI 12831)	-5,0 °C
Temperatura massima estiva (UNI 13789)	34,3 °C
Escursione termica giornaliera	14,4 °C

ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO

Scuole secondarie "Ognissanti" e "A. Zoncada"

INDICATORI	VALORI
Numero di piani riscaldati	3
Superficie riscaldata (mq)	4.589
Superficie raffrescata (mq)	-
Volume riscaldato (mc)	23.864
Volume raffrescato (mc)	-
Superficie involucro (mq)	9.327
Rapporto S/V medio	0,39

Scuola primaria "A.V. Gentile"

INDICATORI	VALORI
Numero di piani riscaldati	4
Superficie riscaldata (mq)	4.245
Superficie raffrescata (mq)	-
Volume riscaldato (mc)	20.244
Volume raffrescato (mc)	-
Superficie involucro (mq)	7.036
Rapporto S/V medio	0,35

Palestra (ad uso parziale della Scuola primaria A.V.Gentile)

INDICATORI	VALORI
Numero di piani riscaldati	2
Superficie riscaldata (mq)	538
Superficie raffrescata (mq)	-
Volume riscaldato (mc)	3.499
Volume raffrescato (mc)	-

Superficie involucro (mq)	1.643
Rapporto S/V medio	0,47

INDICATORI	DEFINIZIONI
Numero di piani	Numero totale di piani riscaldati (fuori terra ed interrati)
Superficie riscaldata	Somma delle superfici riscaldate
Superficie raffrescata	Somma delle superfici raffrescate
Volume riscaldato	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) riscaldato degli edifici
Volume raffrescato	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) raffrescato degli edifici
Superficie involucro	Superfici che racchiudono il volume riscaldato, ovvero le pareti verticali perimetrali, la copertura e il basamento, anche dette "involucro disperdente"
Rapporto S/V medio	Rapporto fra la superficie dell'involucro e il volume lordo riscaldato, che indica una propensione alla dispersione di calore dovuta alle geometrie

I SOPRALLUOGHI

Ai fini della diagnosi sul complesso edilizio in oggetto sono stati effettuati sopralluoghi in data 15, 16 e 17 maggio 2019 durante il quale sono state rilevate le caratteristiche geometriche, materiche e impiantistiche dell'edificio.



ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO

Come richiesto dall'Allegato 2 del D.lgs. 102-2014, la presente diagnosi:

- Deve essere basata su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico
- Deve comprendere un esame dettagliato del profilo di consumo energetico dell'edificio

A tal fine e per la validazione del modello della diagnosi, dovrebbero quindi essere valutati in dettaglio i consumi dell'edificio attraverso la raccolta dei seguenti documenti:

- Fatture di energia elettrica
- Fatture di combustibile (gas)

La committenza ha reso disponibili le fatture energetiche relative alla fornitura di energia elettrica che hanno consentito un realistico tracciamento dei consumi effettivi. Per quanto riguarda invece i consumi di gas metano non è stata fornita alcuna fattura energetica ed è risultato quindi impossibile effettuare una validazione del modello sui consumi effettivi.

PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA

I dati relativi all'energia elettrica, non direttamente utilizzati per la presente diagnosi, sono stati forniti dalla committenza relativamente all'anno 2018.

In particolare la committenza ha fornito le fatture di energie elettrica suddivise in tre POD.

Un contatore normalmente viene identificato appunto con il POD (Point of Delivery), ossia un codice alfa-numerico che indica il punto di connessione alla rete elettrica nazionale. I POD relativi a tali utenze risultano i seguenti:

POD	INDIRIZZO	POTENZA DISPONIBILE [KW]	TENSIONE [V]	DESTINAZIONE D'USO
IT001E19132148	Via Vittorio Emanuele – 47 - Codogno	87,5	BT	Scuola Primaria A.V.Gentile
IT001E19112435	Via Cavour – 24 - Codogno	33	BT	Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti
IT001E19147688	Via Cavour – 24 - Codogno	53	BT	Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti

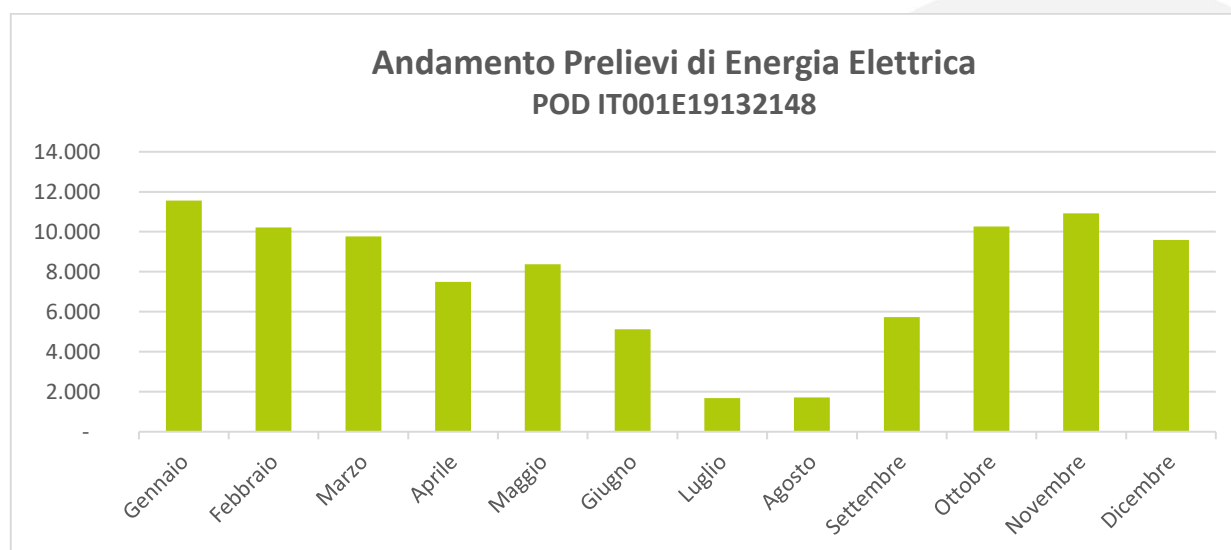
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi totali annuali e suddivisi per le tre fasce di riferimento (F1,F2,F3):

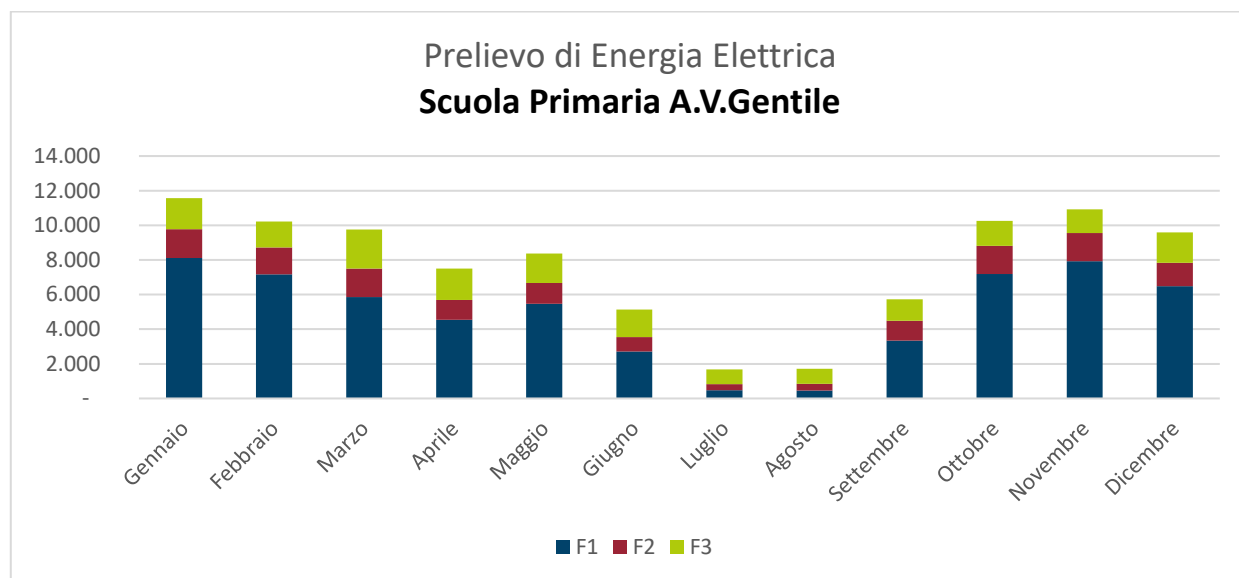
POD IT001E19132148				
Scuola Primaria A.V.Gentile				
Mese	F1	F2	F3	TOTALE
Gennaio 2018	8.115	1.667	1.778	11.560
Febbraio 2018	7.162	1.561	1.496	10.219
Marzo 2018	5.859	1.640	2.265	9.764
Aprile 2018	4.538	1.149	1.815	7.502
Maggio 2018	5.472	1.195	1.708	8.375
Giugno 2018	2.712	825	1.595	5.132
Luglio 2018	469	362	849	1.680
Agosto 2018	450	388	875	1.713
Settembre 2018	3.342	1.145	1.239	5.726
Ottobre 2018	7.190	1.621	1.447	10.258
Novembre 2018	7.936	1.609	1.380	10.925
Dicembre 2018	6.478	1.360	1.748	9.586
TOTALE	59.723	14.522	18.195	92.440

POD IT001E19112435				
Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti				
Mese	F1	F2	F3	TOTALE
Gennaio 2018	5.545	1.015	1.046	7.606
Febbraio 2018	5.090	1.054	958	7.102
Marzo 2018	4.512	941	948	6.401
Aprile 2018	3.496	799	1.027	5.322
Maggio 2018	4.087	770	952	5.809
Giugno 2018	2.023	668	958	3.649
Luglio 2018	1.065	495	979	2.539
Agosto 2018	1.112	508	1.019	2.639
Settembre 2018	2.494	775	1.038	4.307
Ottobre 2018	5.027	923	1.051	7.001
Novembre 2018	4.936	1.054	1.137	7.127
Dicembre 2018	4.344	956	1.333	6.633
TOTALE	43.731	9.958	12.446	66.135

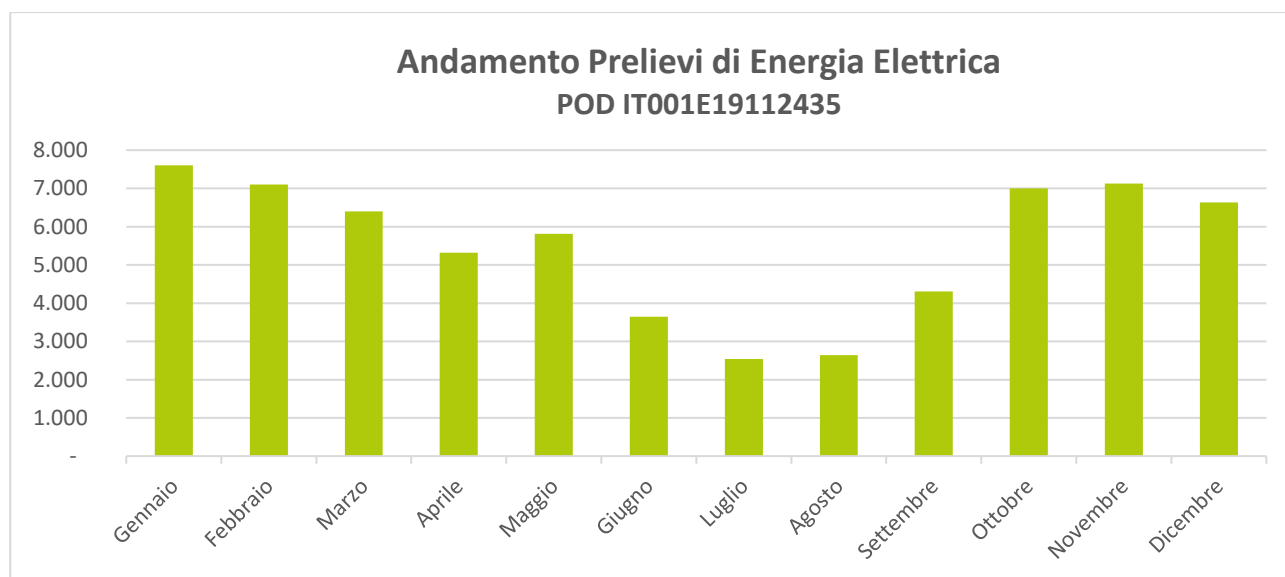
POD IT001E19147688				
Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti				
Mese	F1	F2	F3	TOTALE
Gennaio 2018	2.930	1.318	2.160	6.408
Febbraio 2018	3.091	1.731	1.863	6.685
Marzo 2018	2.926	1.645	2.203	6.774
Aprile 2018	1.299	724	1.074	3.097
Maggio 2018	609	422	555	1.586
Giugno 2018	525	385	536	1.446
Luglio 2018	579	424	594	1.597
Agosto 2018	716	517	787	2.020
Settembre 2018	661	531	761	1.953
Ottobre 2018	1.588	1.113	1.522	4.223
Novembre 2018	3.036	1.744	2.525	7.305
Dicembre 2018	nd	nd	nd	nd
TOTALE	17.960	10.554	14.580	43.094

Scuola Primaria A.V.Gentile

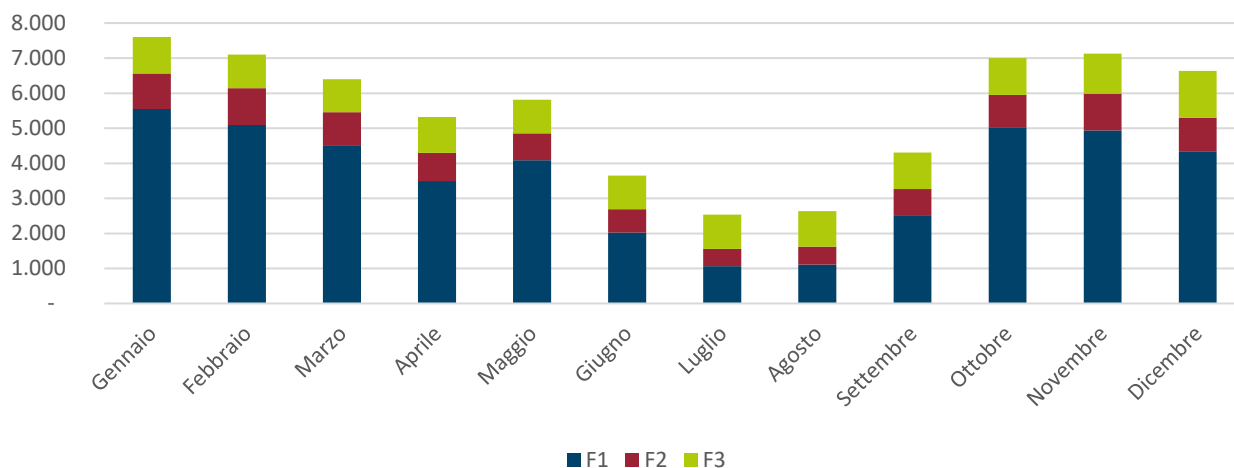




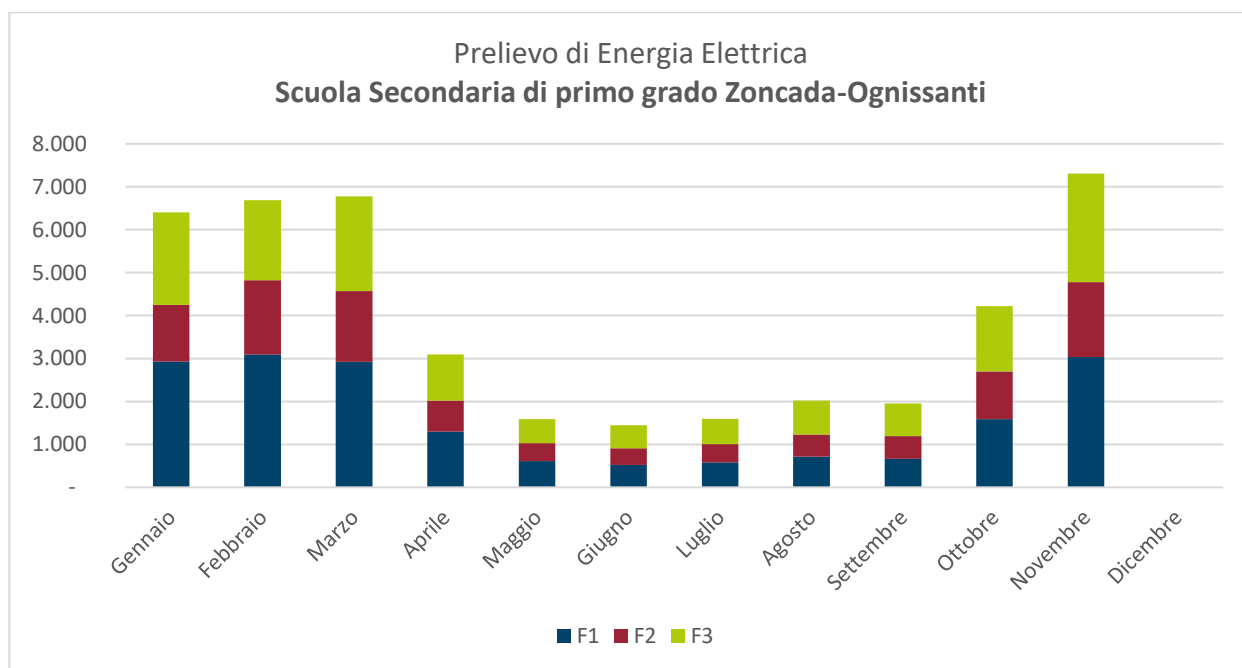
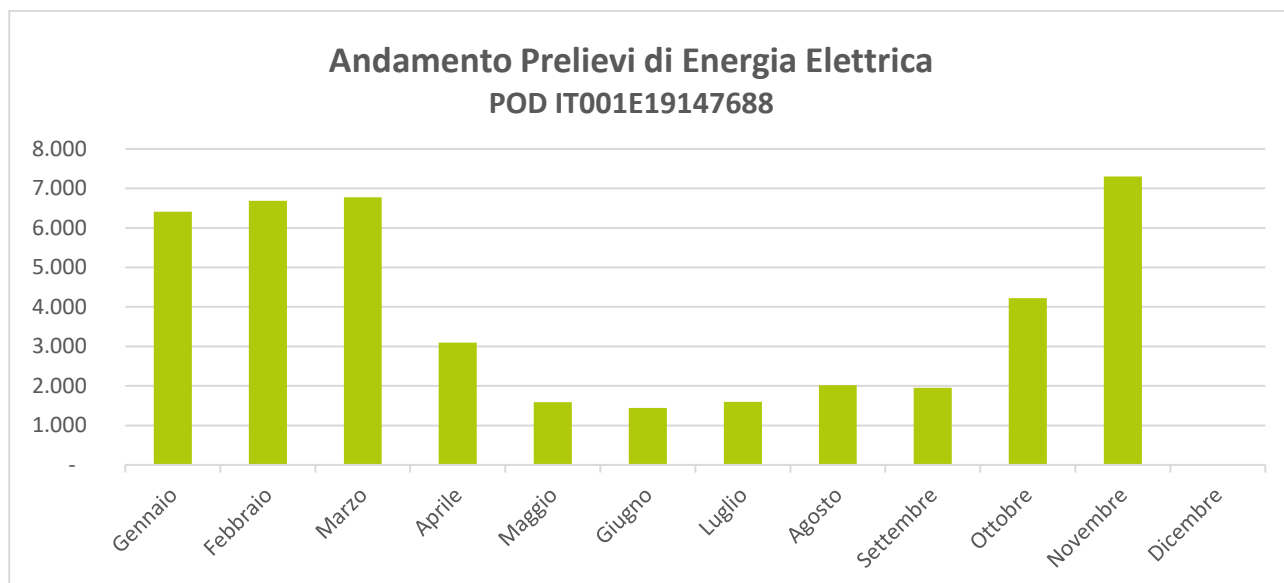
Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti



Prelievo di Energia Elettrica Scuola Secondaria di primo grado Zoncada-Ognissanti



Scuola Secondaria di Primo grado Zoncada-Ognissanti



Gli andamenti mensili evidenziano una diminuzione significativa dei consumi nel periodo estivo. Tale andamento è giustificato dalla chiusura estiva delle sedi scolastiche.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>lunedì-venerdì</i>	F3							F1													F2			
<i>sabato</i>																								
<i>domenica-festivi</i>																								

Il consumo elettrico attribuibile a questo contatore è riferito a tutto il sito produttivo ed è da imputarsi a:

- Illuminazione interna ed esterna
- Apparecchiature in dotazione agli uffici (proiettori, computer, stampanti etc....)
- Ausiliari e sistemi di emissione degli impianti (condizionamento invernale ed estivo) - (ventole, pompe, etc....)
- Boiler elettrici di produzione dell'acqua calda sanitaria

Dalle tabelle aggregate di consumi elettrici è stato inoltre possibile ricavare il costo medio dell'energia elettrica che per il 2018 si è assestato su 0,16/ 0,17 €/kWh.

CONSUMI DI GAS METANO

Come anticipato nella sezione introduttiva del presente capitolo non è stato possibile accedere alle fatture energetiche del gas e quindi è risultato impossibile procedere con una realistica validazione del modello basata sui consumi reali.



TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO

Durante i sopralluoghi non è risultato possibile effettuare delle campionature termiche in quanto le condizioni meteo presenti non richiedevano l'intervento degli impianti termici.

La Scuola secondaria è stata suddivisa in 6 zone termiche in base alla tipologia di terminale presente e tipo di impianto di asservimento.

Tali suddivisioni sono riportate anche nelle planimetrie allegate a cui sono state associate temperature medie per unità analoghe.

Scuole secondarie "Ognissanti" e "A. Zoncada"

Zona Termica	Definizione del locale	Sistema di emissione	T.int Invernale
ZT1	Aule e servizi	Radiatori	20 °C
ZT2	Uffici/Segreteria	Ventilconvettori/Radiatori/areazione a pavimento	20°C
ZT3	Corridoio distributivo	Ventilconvettori	20 °C
ZT4	Palestra	Aerotermini	18°C
ZT5	Ingresso	Ventilconvettori/Radiatori	20 °C
ZNR	Zone non riscaldate	-	-

Scuola primaria "A.V. Gentile"

Zona Termica	Definizione del locale	Sistema di emissione	T.int Invernale
ZT1	Aule e corridoi	Ventilconvettori	20 °C
ZT2	Bagni	Radiatori	20 °C
ZT3	Cucine, refettori e locali di servizio	ventilconvettori	20 °C
ZNR	Zone non riscaldate	-	-

Palestra

Zona Termica	Definizione del locale	Sistema di emissione	T.int Invernale
ZT1	Palestra	Aerotermini	18 °C
ZT2	Spogliatoi	Ventilconvettori	20 °C
ZT3	Locale attrezzi	Radiatori	20 °C

ZNR	Zone non riscaldate	-	-
-----	---------------------	---	---

Una zona termica è un'unione di locali caratterizzati da omogenee temperature di utilizzo, tipologie di terminali e destinazione d'uso.

ORARI DI ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti di riscaldamento vengono accesi durante i periodi previsti (15 ottobre - 15 aprile).

Giorno settimanale	Orario di funzionamento impianto
Lunedì	7.00 – 18.00
Martedì	7.00 – 18.00
Mercoledì	7.00 – 18.00
Giovedì	7.00 – 18.00
Venerdì	7.00 – 18.00
Sabato	-
Domenica	-

Nelle analisi gli intervalli di tempo di utilizzo dell'impianto di riscaldamento possono variare in base alla destinazione d'uso particolare del locale considerato.

COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

MODELLO TERMOFISICO E TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE PARETI OPACHE

Il calcolo delle superfici corrispondenti alle tipologie di seguito censite è stato effettuato a partire dalle tavole planimetriche fornite oltre che dalle verifiche in sito effettuate durante i sopralluoghi. Le tabelle di seguito riportate riassumono gli elementi censiti e riportano la trasmittanza calcolata per tutti gli elementi opachi, oltre che un confronto, a titolo esemplificativo, con i valori limite per le ristrutturazioni definiti dal decreto 2456/2017 di Regione Lombardia. Vengono prima forniti degli estratti del modello termofisico riferito all'edificio in analisi.

SCUOLE SECONDARIE "OGNISSANTI" E "A.ZONCADA"

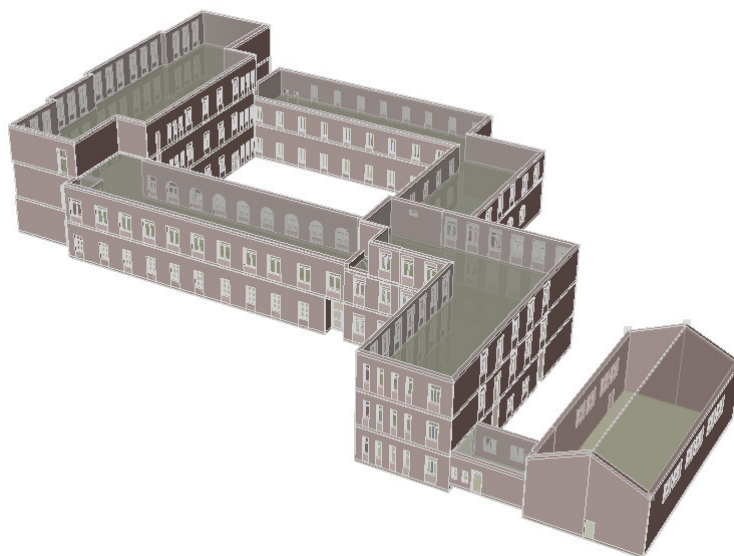


FIGURA 2 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

Per la modellazione termofisica la struttura è stata suddivisa in zone termiche in base all'utilizzo prevalente ed alla tipologia di terminale presente. Per quanto riguarda i terminali risultano essere installati termosifoni nelle aule scolastiche, aerotermi nella palestra, ventilconvettori nel corridoio principale e sistemi duplici ventilconvettori/radiatori nelle zone uffici e ingresso.

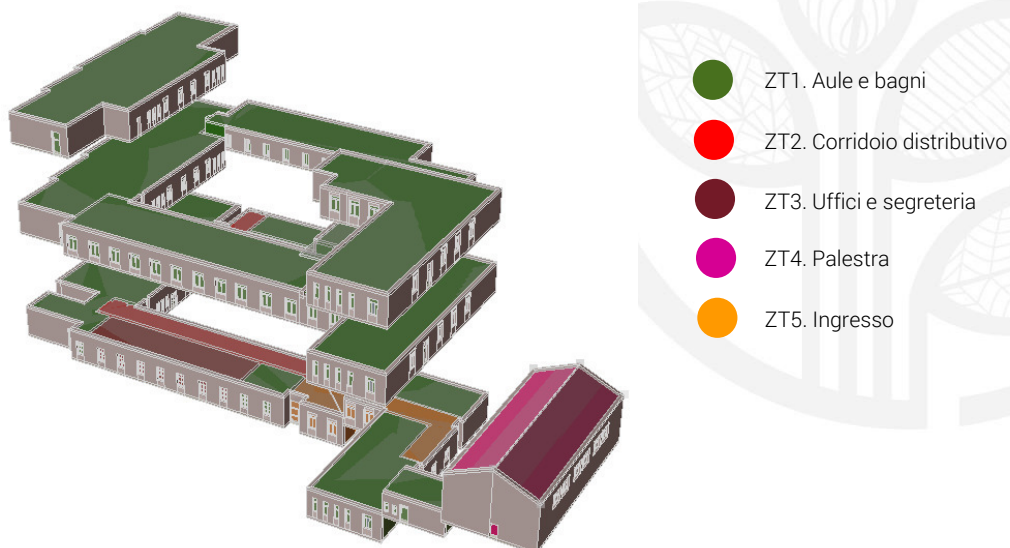


FIGURA 6 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO CON SEPARAZIONE DEI PIANI

Nel modello sono riprodotti sia i locali riscaldati che non riscaldati, mentre non vengono rappresentati spazi esterni che al fine del calcolo del fabbisogno non hanno alcun tipo di rilevanza.
 Per i valori di trasmittanza si rimanda alla tabella seguente.

CODICE	TIPOLOGIA ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	TRASMITTANZA [W/mq K]	TRASMITTANZA LIMITE SECONDO DGR 2456/2015 REGIONE LOMBARDIA
M01.EST	PARETE	ESTERNO	40,0	1,387	0,28
M01.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	40,0	1,233	0,28
M02.ECR	PARETE	EDIFICIO CONFINANTE RISCALDATA	45,0	1,137	0,28
M02.EST	PARETE	ESTERNO	45,0	1,267	0,28
M02.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	45,0	1,137	0,28
M03.ECR	PARETE	EDIFICIO CONFINANTE RISCALDATA	55,0	0,982	0,28
M03.EST	PARETE	ESTERNO	55,0	1,078	0,28
M03.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	55,0	0,982	0,28
M04.EST	PARETE	ESTERNO	80,0	0,784	0,28
M04.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	80,0	0,732	0,28
M05.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	15,0	2,162	0,28
M06.EST	PARETE	ESTERNO	30,0	1,722	0,28
M06.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	30,0	1,491	0,28
S01.PAV.ZNR	PAVIMENTO SU PIANO INTERRATO IN DISUSO	ZONA NON RISCALDATA	30,0	2,879	0,29
S02.PAV.TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO	30,0	2,879	0,29
S03.PAV.INT	PAVIMENTO INTERNO	INTERNO	30,0	1,881	0,29
S04.SOF.INT	SOFFITTO INTERNO	INTERNO	30,0	2,554	0,29

SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano (MI) **P.IVA** 07457800964 **TEL.** 02 45381170 - **FAX.** 02 45381176 **MAIL.** info@sacee.it **www.sacee.it**



DEA
Dipartimento
Energia e
Acustica



DPI
Dipartimento
Progettazione
Impianti



DPS
Dipartimento
Progettazione
Strutturale



DPA
Dipartimento
Progettazione
Architettonica



CEM
Consulenza
Energy
Management

S05.SOF.ZNR	SOFFITTO	SOTTOTETTO	30,0	2,561	0,29
C01.EST	SOFFITTO/ COPERTURA	ESTERNO	30,0	0,605	0,26

Sono stati quindi riprodotti in modo realistico gli ombreggiamenti forniti da ostacoli prossimi all'edificio in analisi che quindi andranno a dare un contributo in termini di fabbisogno, il tutto considerando il corretto orientamento geografico dell'edificio. In particolare, tale specifico caso non presenta significativi elementi di ombreggiamento.

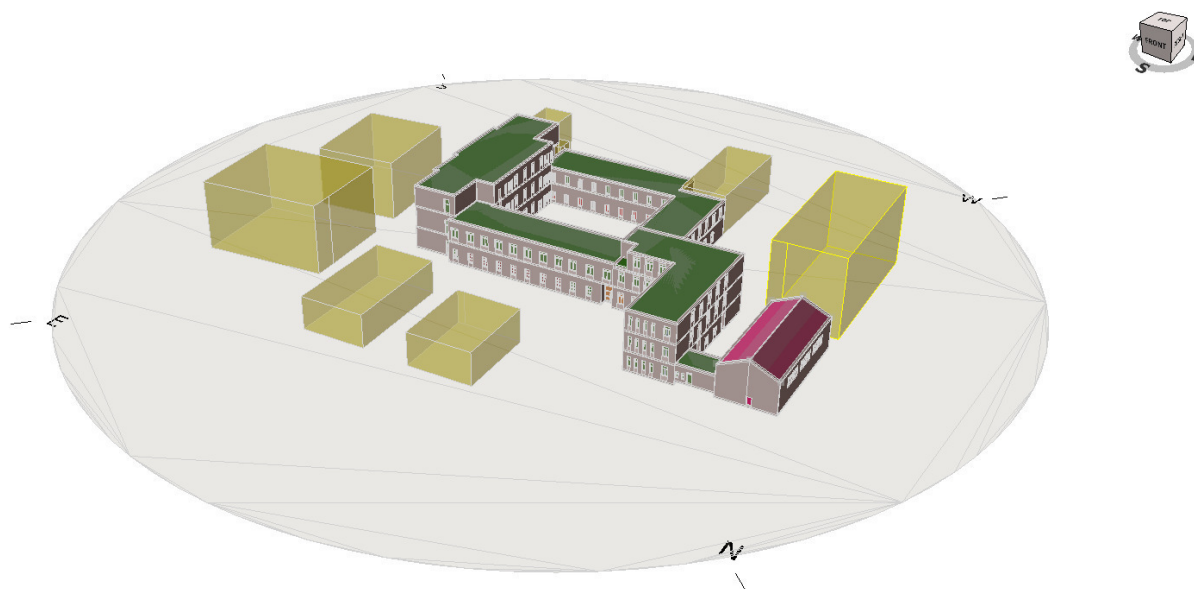


FIGURA 7 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

SERRAMENTI

I serramenti risultano essere di due tipologie principali:

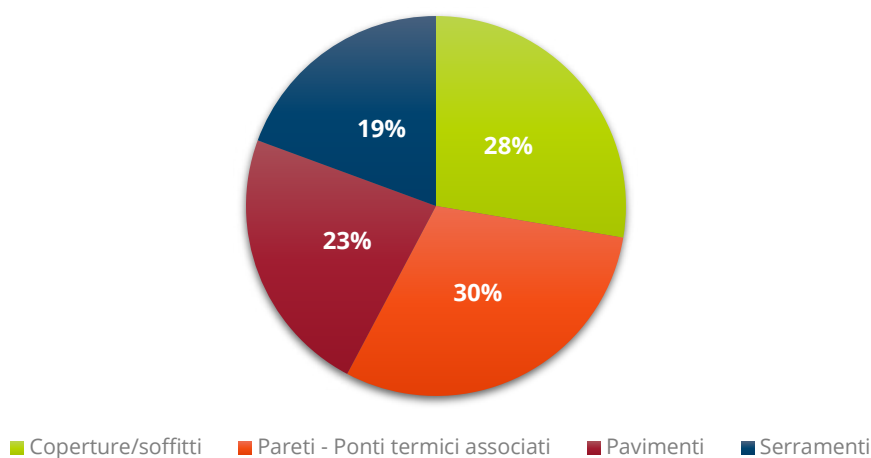
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio di legno
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio in pvc

DISPERSIONI TOTALI DELL'INVOLUCRO

Sulla base di quanto rilevato è stato costruito il modello termofisico della struttura dal quale sono state ricavate le dispersioni totali.

Si vuole premettere che il calcolo del fabbisogno termico invernale ed estivo generalmente rappresenta il punto di partenza in fase di dimensionamento impiantistico.

MODELLO TERMOFISICO - Fabbisogni termici invernali



Si evince che la superficie di involucro maggiormente disperdente risulta essere quella relativa alle pareti, nonché la superficie maggiore disperdente verso l'esterno con prestazioni più scarsi a livello energetico.

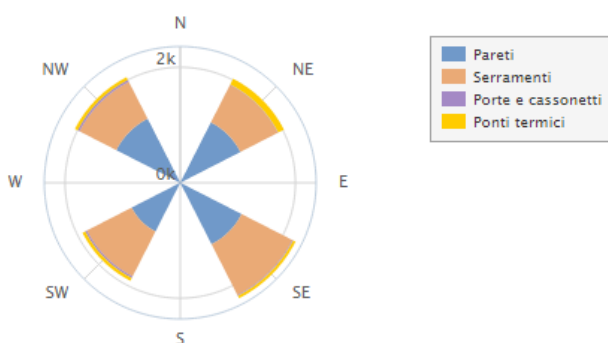


FIGURA 8 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO

Zona Termica	Definizione del locale
ZT1	Aule e servizi
ZT2	Uffici/Segreteria
ZT3	Corridoio distributivo
ZT4	Palestra
ZT5	Ingresso
ZNR	Zone non riscaldate

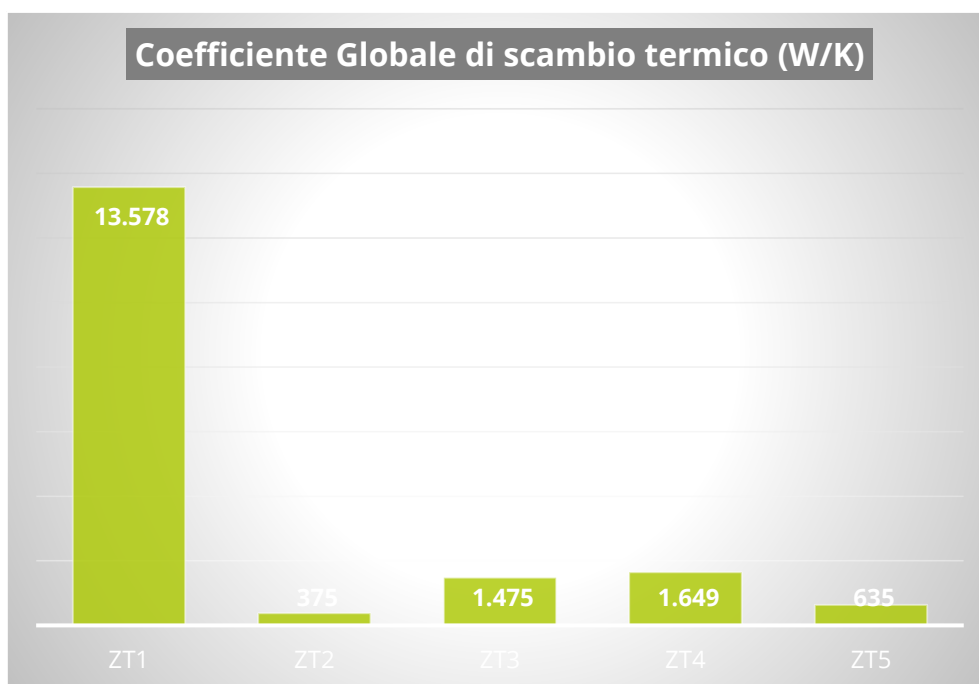


FIGURA 9 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO SUDDIVISO PER ZONE

Il fabbisogno è stato valutato sulla base dello stato di fatto attuale delle strutture opache e trasparenti. È doveroso sottolineare che la matrice materica delle strutture risulta ipotizzata sulla base delle informazioni fornite dalla committenza e dalle indagini eseguite in loco.

Si riportano di seguito i fabbisogni delle zone termiche precedentemente identificate:

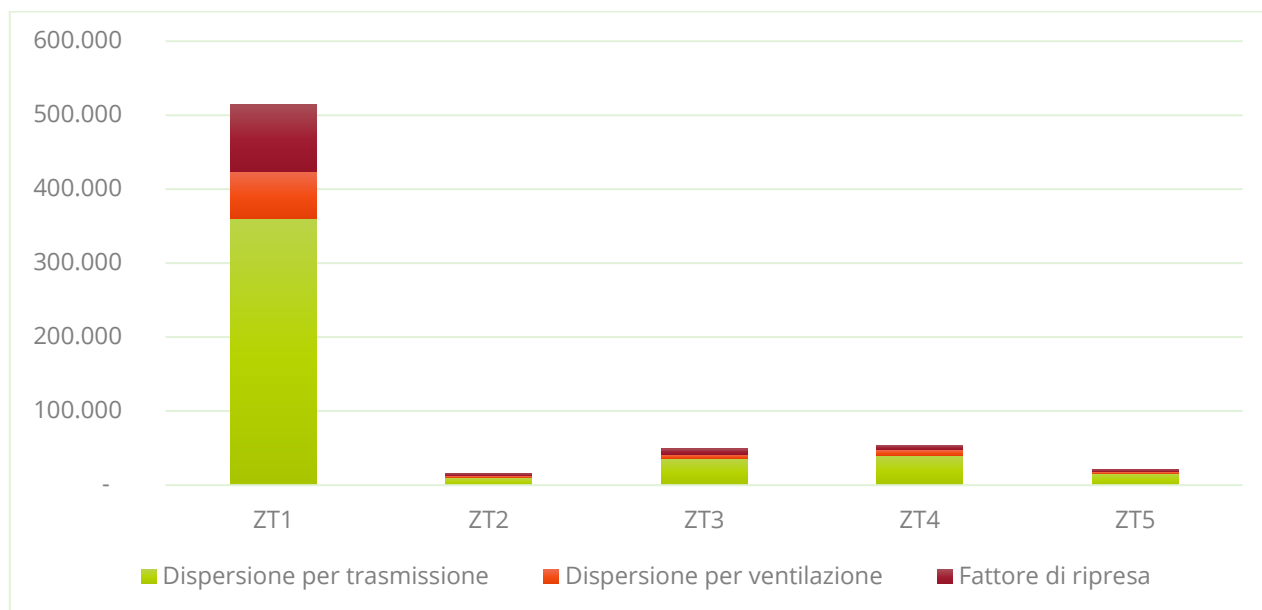


FIGURA 10 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE (WATT)

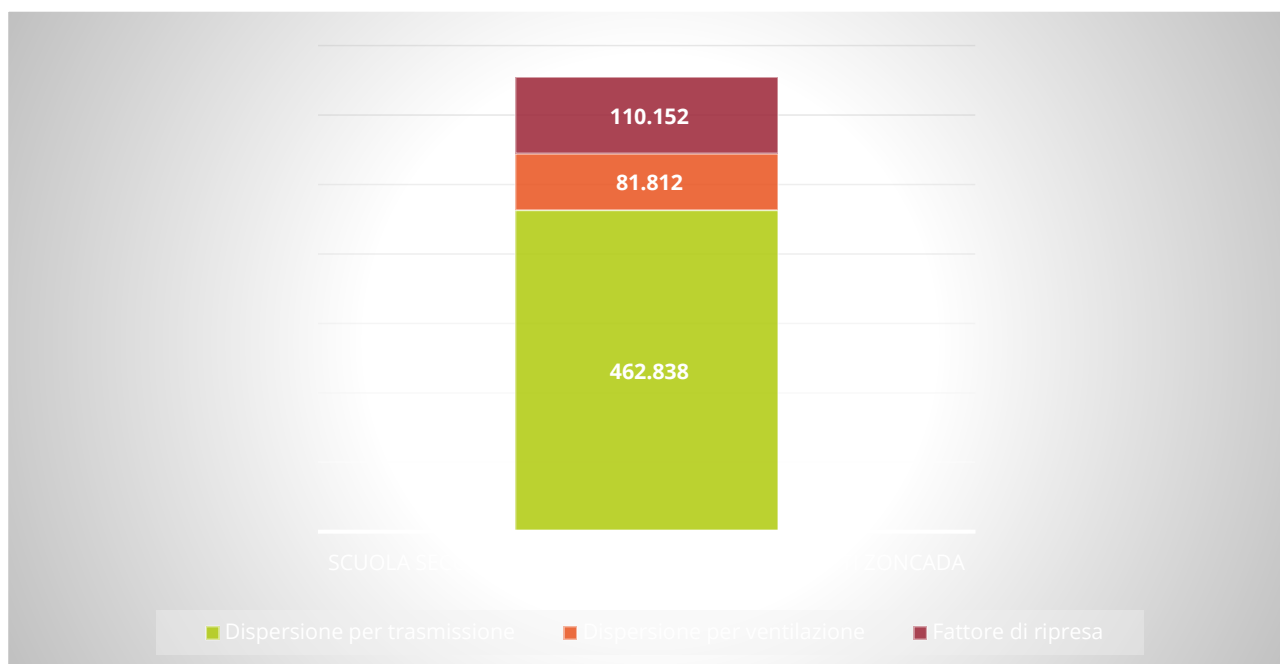


FIGURA 11 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE TOTALE (WATT)

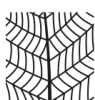
Il fabbisogno termico invernale complessivo risulta essere pari a **655 kW**.



	Dispersioni per trasmissione [W]	Dispersioni per ventilazione [W]	Fattore di ripresa	Carico termico totale [W]
TOT	462.838	81.812	110.152	654.802

Al fine di ottenere dei valori maggiormente realistici l'edificio è stato suddiviso nei vari locali e a ciascuno di essi sono state associate le differenti componenti in grado di portare ad una dispersione di calore, in particolare:

- Chiusure verticali opache e trasparenti
- Chiusure orizzontali opache e trasparenti
- Ponti termici orizzontali
- Ponti termici verticali
- Infiltrazioni



SCUOLA PRIMARIA "A.V.GENTILE"

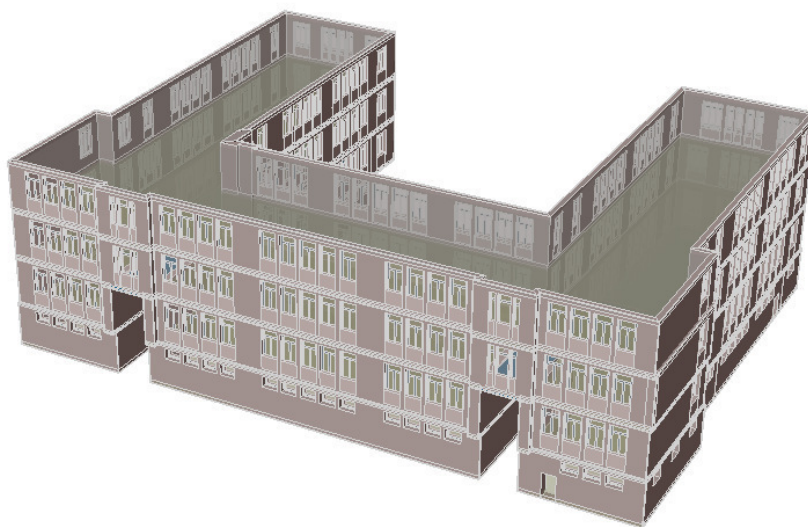
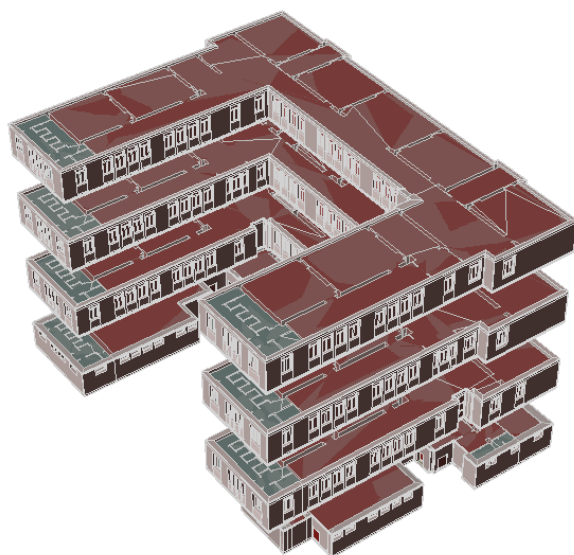


FIGURA 13 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

Per la modellazione termofisica la struttura è stata suddivisa in zone termiche in base all'utilizzo prevalente ed alla tipologia di terminale presente. Per quanto riguarda i terminali risultano essere installati termosifoni nelle nei bagni e ventilconvettori nelle aule e nei corridoi.



- ZT1. Bagni
- ZT2. Corridoio distributivo

FIGURA 14 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

Nel modello sono riprodotti sia i locali riscaldati che non riscaldati, mentre non vengono rappresentati spazi esterni che al fine del calcolo del fabbisogno non hanno alcun tipo di rilevanza.

Per i valori di trasmittanza si rimanda alla tabella seguente.

CODICE	TIPOLOGIA ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	TRASMITTANZA [W/mq K]	TRASMITTANZA LIMITE SECONDO DGR 2456/2015 REGIONE LOMBARDIA
M01.EST	PARETE	ESTERNO	65,0	0,937	0,28
M02.EST	PARETE	ESTERNO	60,0	1,003	0,28
M02.TER	PARETE	TERRENO	60,0	1,044	0,28
M02.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	60,0	0,920	0,28
M03.EST	PARETE	ESTERNO	95,0	0,674	0,28
M03.TER	PARETE	TERRENO	95,0	0,693	0,28
M03.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	95,0	0,635	0,28
M04.EST	PARETE	ESTERNO	47,0	1,224	0,28
M05.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	31	1,461	0,28
M06.TER	PARETE	TERRENO	80,0	0,810	0,28
M06.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	80,0	0,732	0,28
M07.EST	PARETE	ESTERNO	10,0	3,262	0,28
M07.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA			
S01.PAV.TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO	30,0	2,879	0,29
S02.PAV.ZNR	PAVIMENTO	ZONA NON RISCALDATA	30,0	1,283	0,29
S03.PAV.INT	PAVIMENTO	INTERNO	30,0	1,283	0,29
S04.SOF.INT	SOFFITTO	INTERNO	30,0	1,283	0,29
S05.SOF.ZNR	SOFFITTO	SOTTOTETTO	30,0	1,568	0,29

Sono stati quindi riprodotti in modo realistico gli ombreggiamenti forniti da ostacoli prossimi all'edificio in analisi che quindi andranno a dare un contributo in termini di fabbisogno, il tutto considerando il corretto orientamento geografico dell'edificio. In particolare, tale specifico caso non presenta significativi elementi di ombreggiamento.

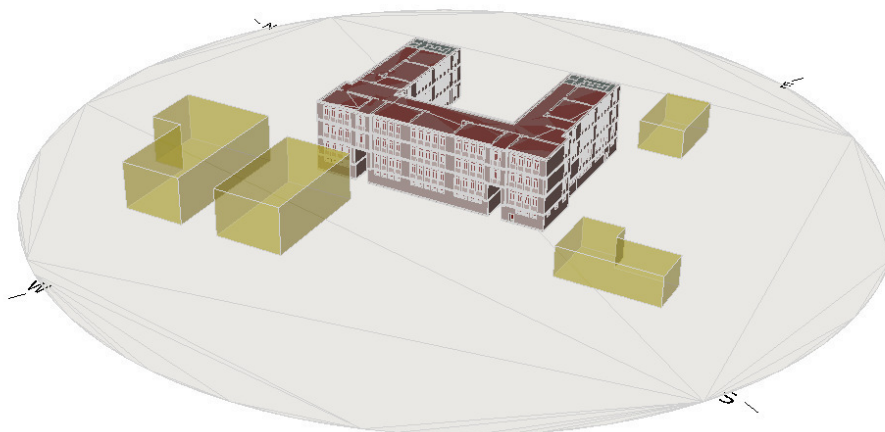


FIGURA 15 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

SERRAMENTI

I serramenti risultano essere prevalentemente di due tipologie:

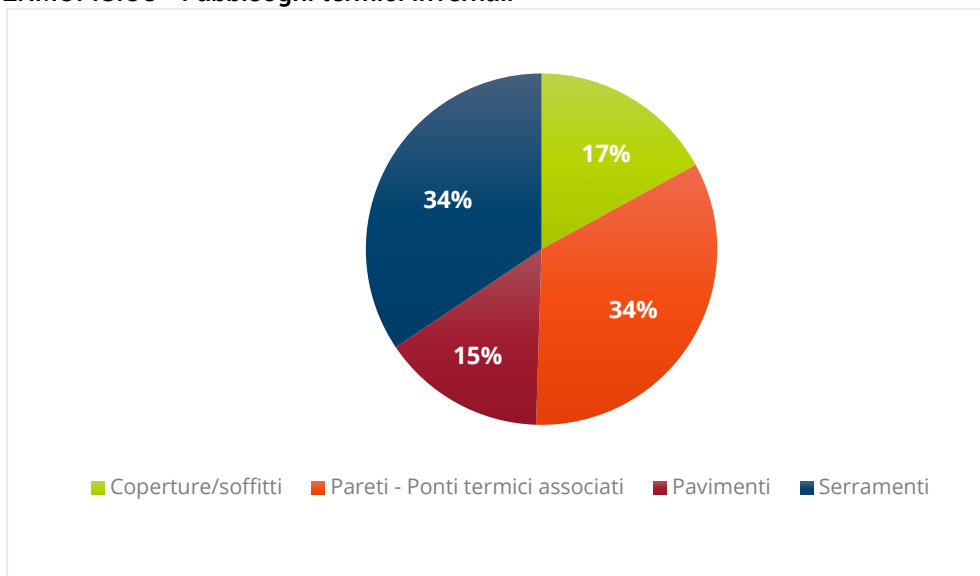
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio di legno
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio in metallo

DISPERSIONI TOTALI DELL'INVOLUCRO

Sulla base di quanto rilevato è stato costruito il modello termofisico della struttura dal quale sono state ricavate le dispersioni totali.

Si vuole premettere che il calcolo del fabbisogno termico invernale ed estivo generalmente rappresenta il punto di partenza in fase di dimensionamento impiantistico.

MODELLO TERMOFISICO - Fabbisogni termici invernali



Si evince che le superfici di involucro maggiormente disperdenti risultano essere le pareti ed i serramenti.

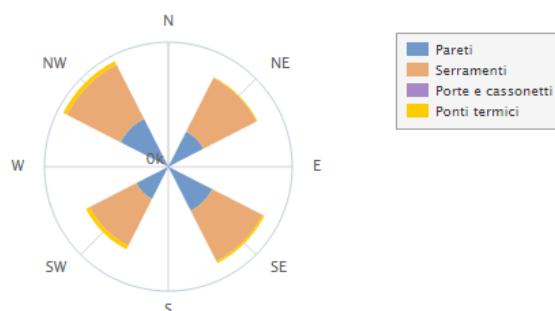


FIGURA 8 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO

Zona Termica	Definizione del locale
ZT1	Aule e corridoi
ZT2	Bagni
ZT3	Cucine, refettori e locali di servizio
ZNR	Zone non riscaldate

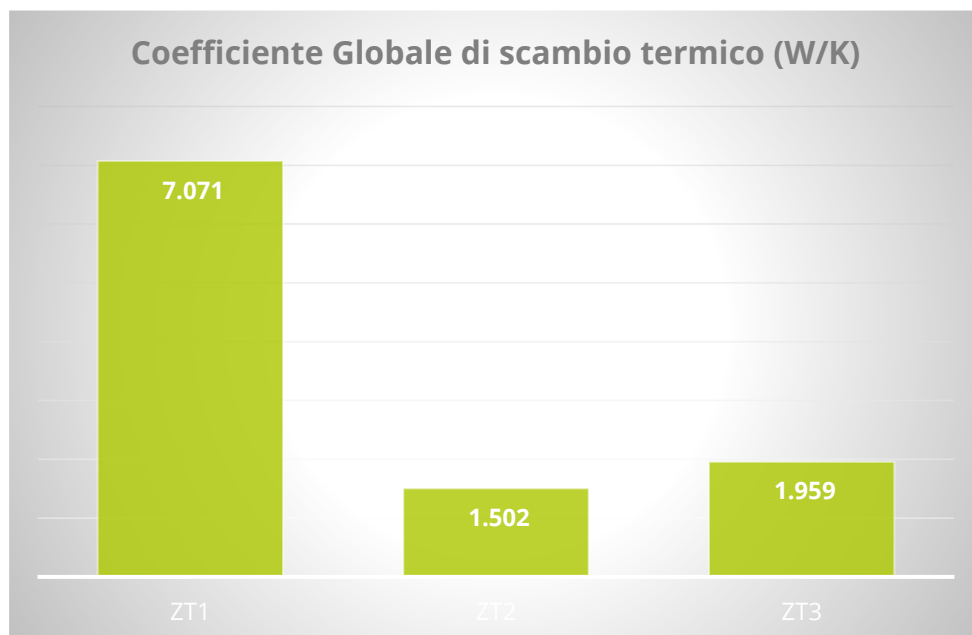
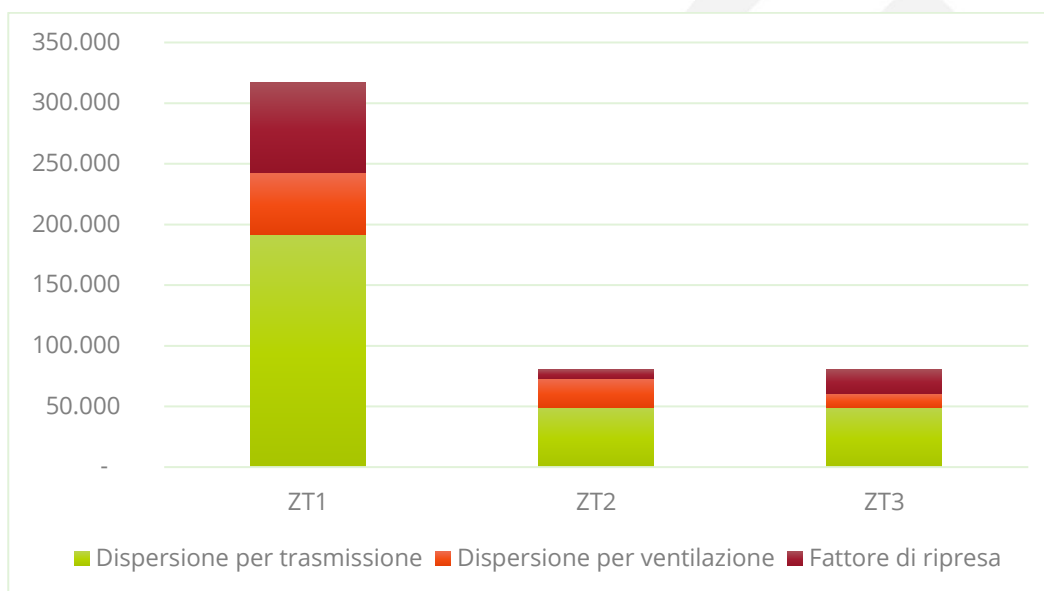


FIGURA 9 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO SUDDIVISO PER ZONE

Il fabbisogno è stato valutato sulla base dello stato di fatto attuale delle strutture opache e trasparenti. È doveroso sottolineare che la matrice materica delle strutture risulta ipotizzata sulla base delle informazioni fornite dalla committenza e dalle indagini eseguite in loco.

Si riportano di seguito i fabbisogni delle zone termiche precedentemente identificate:



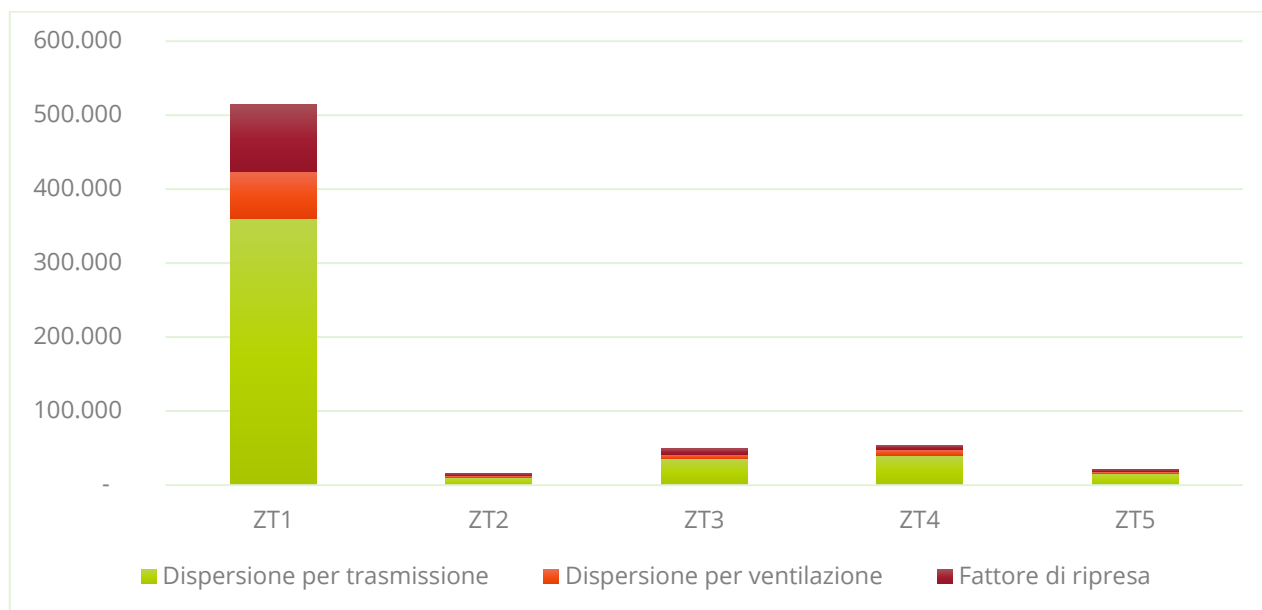


FIGURA 10 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE (WATT)

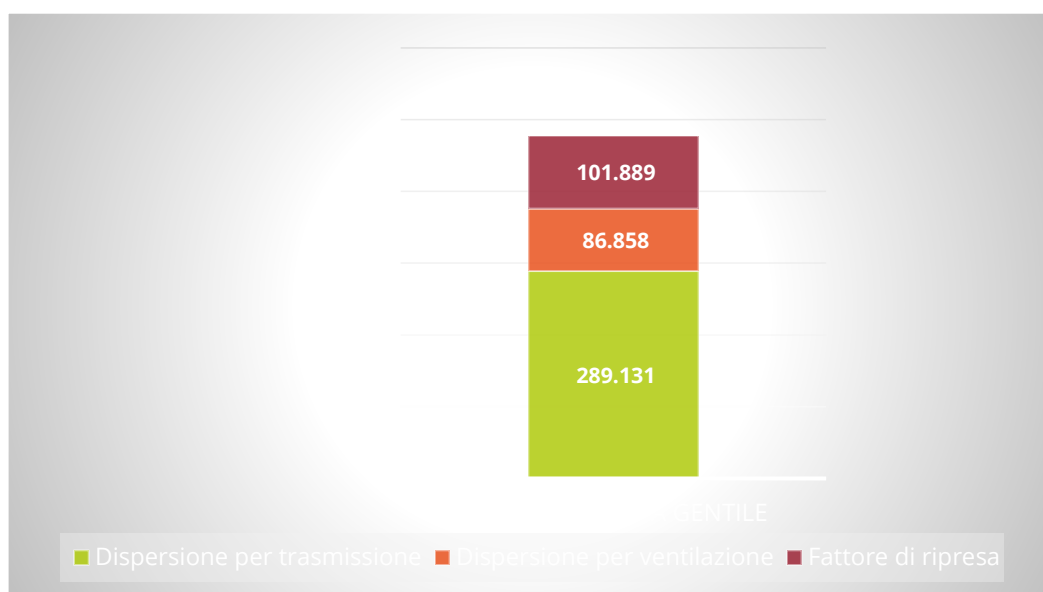


FIGURA 11 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE TOTALE (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo risulta essere pari a **478 kW**.



	Dispersioni per trasmissione [W]	Dispersioni per ventilazione [W]	Fattore di ripresa	Carico termico totale [W]
TOT	289.131	86.858	101.889	477.877

Al fine di ottenere dei valori maggiormente realistici l'edificio è stato suddiviso nei vari locali e a ciascuno di essi sono state associate le differenti componenti in grado di portare ad una dispersione di calore, in particolare:

- Chiusure verticali opache e trasparenti
- Chiusure orizzontali opache e trasparenti
- Ponti termici orizzontali
- Ponti termici verticali
- Infiltrazioni



PALESTRA

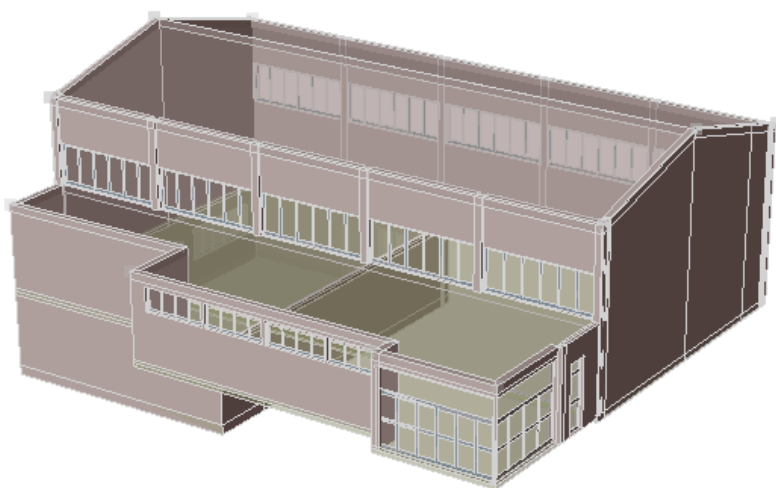
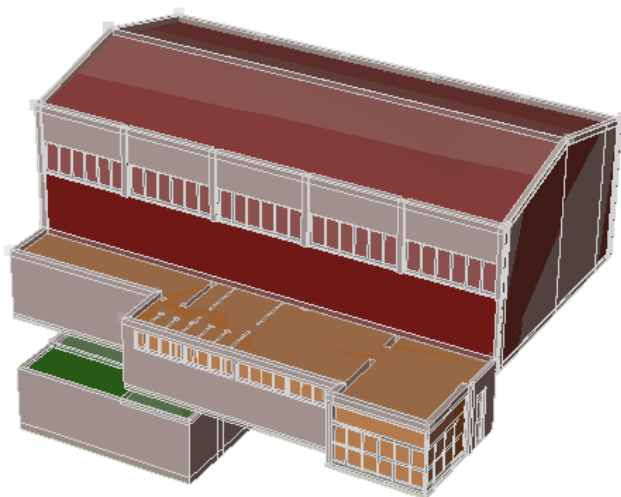


FIGURA 20 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

Per la modellazione termofisica la struttura è stata suddivisa in zone termiche in base all'utilizzo prevalente ed alla tipologia di terminale presente. Per quanto riguarda i terminali risultano essere installati termosifoni nelle nei bagni e ventilconvettori nelle aule e nei corridoi.



- ZT1. Locale attrezzi
- ZT2. Spogliatoi
- ZT3. Palestra

FIGURA 21 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

Nel modello sono riprodotti sia i locali riscaldati che non riscaldati, mentre non vengono rappresentati spazi esterni che al fine del calcolo del fabbisogno non hanno alcun tipo di rilevanza.

Per i valori di trasmittanza si rimanda alla tabella seguente.

CODICE	TIPOLOGIA ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	TRASMITTANZA [W/mq K]	TRASMITTANZA LIMITE SECONDO DGR 2456/2015 REGIONE LOMBARDIA
M01.EST	PARETE	ESTERNO	30,0	1,718	0,28
M03.EST	PARETE	ESTERNO	25,0	1,956	0,28
S01.PAV.TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO	40,0	0,797	0,29
S02.PAV.ZNR	PAVIMENTO	LOCALE NON RISCALDATO	30,0	1,126	0,29
C01.EST	COPERTURA PIANA	ESTERNO	30,0	0,702	0,26
C02.EST	COPERTURA A FALDE	ESTERNO	30,0	0,702	0,26

Sono stati quindi riprodotti in modo realistico gli ombreggiamenti forniti da ostacoli prossimi all'edificio in analisi che quindi andranno a dare un contributo in termini di fabbisogno, il tutto considerando il corretto orientamento geografico dell'edificio. In particolare, tale specifico caso non presenta significativi elementi di ombreggiamento.

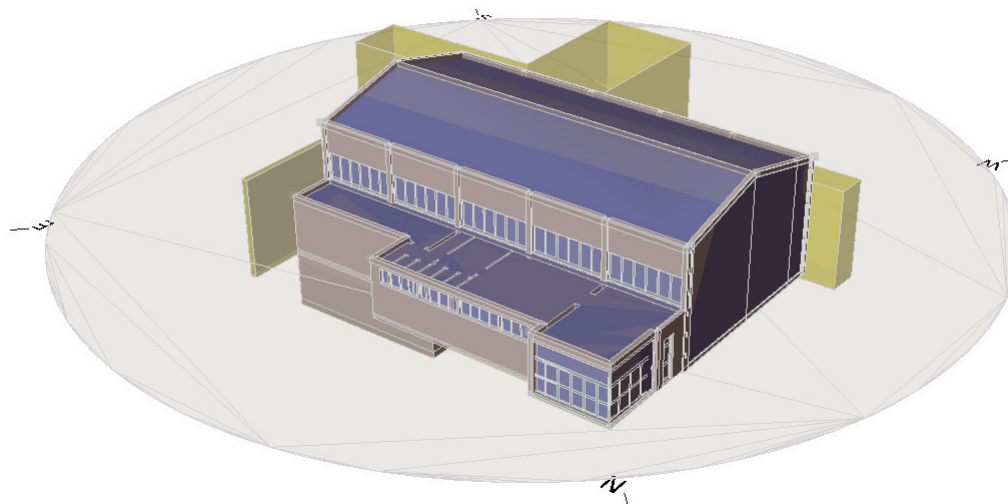


Figura 22 Inquadramento geografico - Estratto modello termofisico

SERRAMENTI

I serramenti risultano essere prevalentemente di due tipologie:

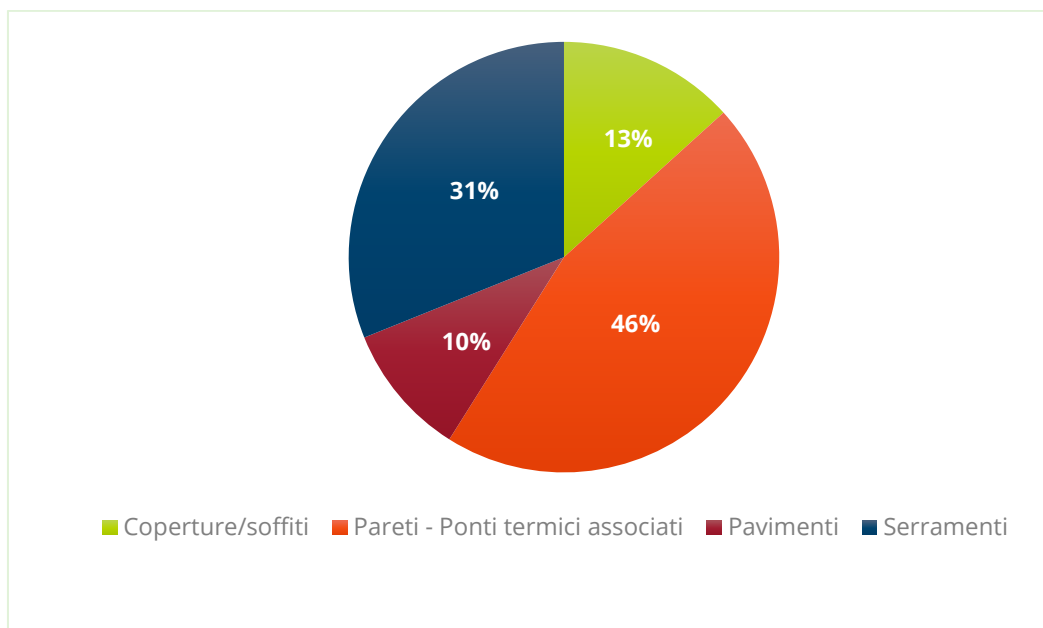
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio di legno
- Vetrocamera costituita da vetri separati da intercapedine d'aria inseriti in un telaio in metallo

DISPERSIONI TOTALI DELL'INVOLUCRO

Sulla base di quanto rilevato è stato costruito il modello termofisico della struttura dal quale sono state ricavate le dispersioni totali.

Si vuole premettere che il calcolo del fabbisogno termico invernale ed estivo generalmente rappresenta il punto di partenza in fase di dimensionamento impiantistico.

MODELLO TERMOFISICO - Fabbisogni termici invernali



Si evince che le superfici di involucro maggiormente disperdenti risultano essere le pareti ed i ponti termici ad essi associati.

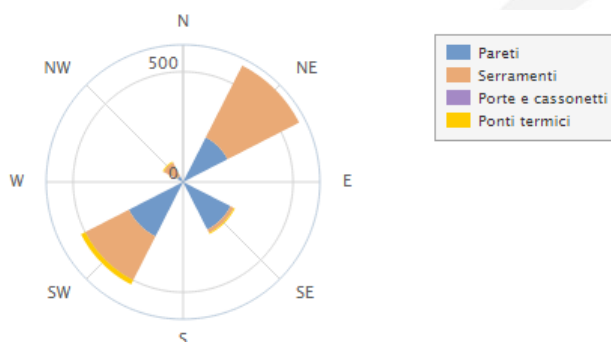


FIGURA 8 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO

Zona Termica	Definizione del locale
ZT1	Palestra
ZT2	Spogliatoi
ZT3	Locale attrezzi
ZNR	Zone non riscaldate

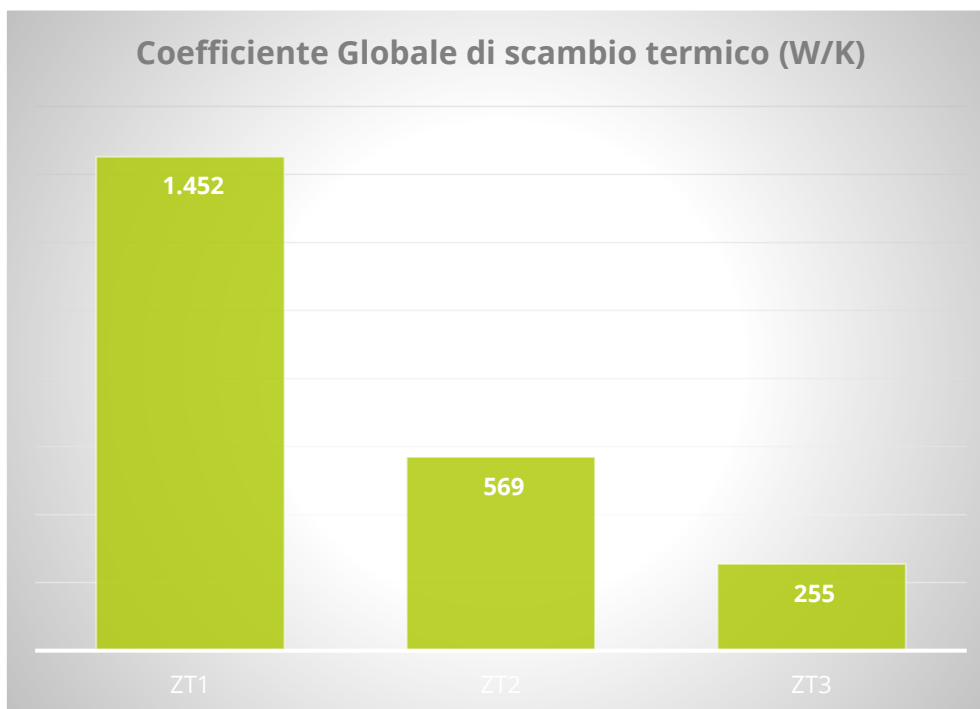


FIGURA 9 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO SUDDIVISO PER ZONE

Il fabbisogno è stato valutato sulla base dello stato di fatto attuale delle strutture opache e trasparenti. È doveroso sottolineare che la matrice materica delle strutture risulta ipotizzata sulla base delle informazioni fornite dalla committenza e dalle indagini eseguite in loco.

Si riportano di seguito i fabbisogni delle zone termiche precedentemente identificate:

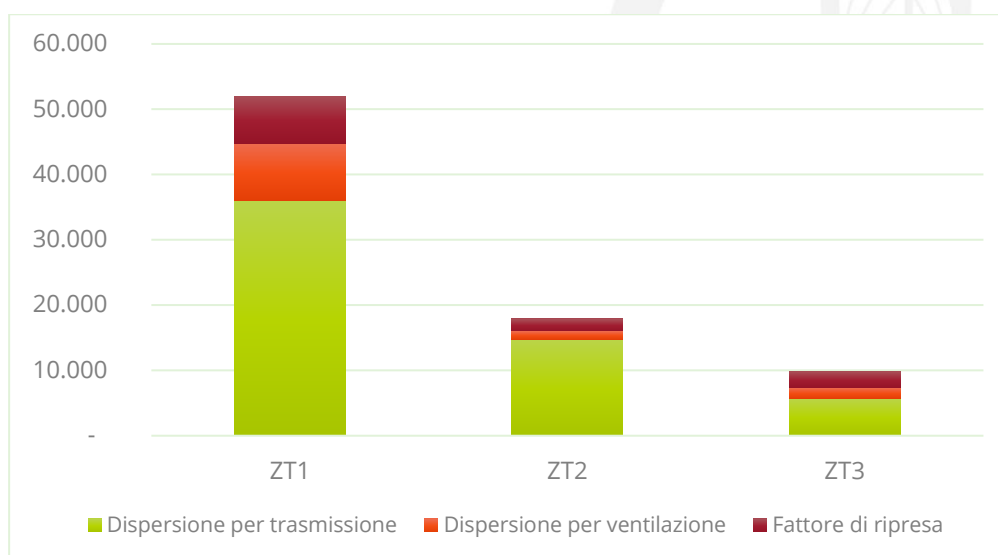


FIGURA 10 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE (WATT)

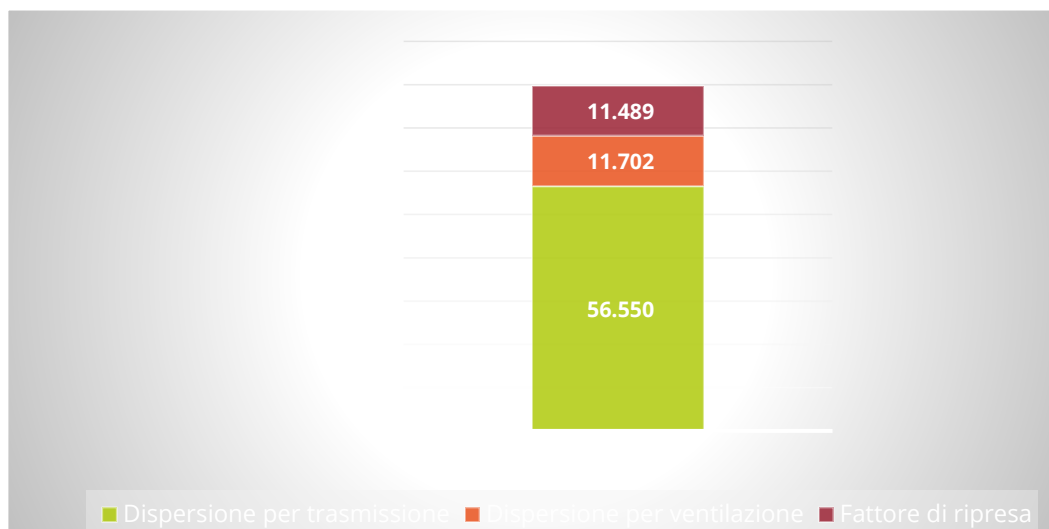


FIGURA 11 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE TOTALE (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo risulta essere pari a **80 kW**.

	Dispersioni per trasmissione [W]	Dispersioni per ventilazione [W]	Fattore di ripresa	Carico termico totale [W]
TOT	56.550	11.702	11.489	79.741

Al fine di ottenere dei valori maggiormente realistici l'edificio è stato suddiviso nei vari locali e a ciascuno di essi sono state associate le differenti componenti in grado di portare ad una dispersione di calore, in particolare:

- Chiusure verticali opache e trasparenti
- Chiusure orizzontali opache e trasparenti
- Ponti termici orizzontali
- Ponti termici verticali
- Infiltrazioni

FABBISOGNI COMPLESSIVI

Gli edifici analizzati singolarmente risultano essere serviti dalla medesima centrale termica e per questo motivo la realizzazione dei modelli termofisici prevede che l'impianto termico sia associato a ciascun edificio in modo proporzionale.

In tal caso si è stabilito di asservire l'impianto termico centralizzato a ciascun edificio proporzionandolo appunto sui fabbisogni calcolati in precedenza portando alle seguenti suddivisioni percentuali:

Edificio	Carico termico invernale (kW)	% di utilizzo impianto
Scuola secondaria di primo grado Ognissanti	655	54%
Scuola primaria A.V. Gentile	478	39%
Palestra	80	7%
TOTALE	1.213	100%

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

La produzione dei fluidi termovettori caldi si suddivide nel seguente modo:

PRODUZIONE FLUIDI TERMOVETTORI CALDI E FREDDI

Di seguito si elencano le caratteristiche dei generatori per la produzione dei fluidi caldi.

Caldaia a gas modulante	
Costruttore	THERMITAL
Modello	THE/Q 575
Numero	2
Potenza utile massima	531,9 kW
Portata termica massima	575 kW
Temperatura massima di esercizio	95°C

Caldaia a condensazione	
Costruttore	ELCO
Modello	R604
Numero	1
Potenza termica nominale (80-60°C)	285,2 kW

Potenza complessiva installata = 1349 kW

EMISSIONE

Il sistema di emissione dei tre complessi è caratterizzato da radiatori, ventilconvettori ed aerotermi.

PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è demandata ad un accumulo di 1000 lt collegato all'impianto di centrale sopra descritto.

SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano (MI) **P.IVA** 07457800964 **TEL.** 02 45381170 - **FAX.** 02 45381176 **MAIL.** info@sacee.it **www.sacee.it**



DEA
Dipartimento
Energia e
Acustica



DPI
Dipartimento
Progettazione
Impianti



DPS
Dipartimento
Progettazione
Strutturale



DPA
Dipartimento
Progettazione
Architettonica



CEM
Consulenza
Energy
Management

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione esistente è costituito da lampade di varia tipologia di cui principalmente apparecchi a scarica fluorescente.

Le principali tipologie rilevate sono evidenziate negli elaborati grafici allegati.

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

Per la validazione del modello termofisico è stata effettuata un'analisi dei consumi di gas in quanto la presente diagnosi si sofferma sul comportamento invernale del compendio scolastico. Al fine di poter effettuare una validazione del modello termofisico di ciascun edificio ricavato dai dati di involucro e impianto esposti nei paragrafi precedenti, sarebbe necessario effettuare un confronto dei consumi teorici ricavati dal modello con i dati di consumo energetici forniti dal committente a cui in tal caso non è stato possibile accedere.

La validazione in questo specifico caso è stata effettuata considerando i fabbisogni complessivi rispetto alla potenza installata. Tali modalità di validazione, sebbene non siano effettuate sui consumi effettivi rappresentano comunque una valida piattaforma di partenza per la simulazione degli interventi migliorativi.

Sono inoltre stati inseriti i profili di utilizzo delle varie zone dell'edificio e sono stati simulati con un metodo di calcolo dinamico i comportamenti della struttura.

Di seguito si riporta il confronto tra i fabbisogni calcolati e installati:

Istituto Scolastico			
Totale Potenza installata (Riscaldamento)		1.349 kW	
Totale consumi stimati dai modelli termofisici dei singoli plessi	Gentile	Ognissanti	Palestra
	478 kW	655 kW	80 kW
Totale consumi stimati dai modelli termofisici		1.213 kW	

Il modello è stato realizzato considerando i tre edifici, definendone con precisione i locali realmente riscaldati e quelli non riscaldati in modo da garantire coerenza con le condizioni reali.

Al fine di validare il modello termofisico per il regime invernale di riscaldamento sono state riprodotte le reali condizioni di funzionamento dell'impianto, le temperature interne ed esterne reali del periodo di riferimento e le reali condizioni di utilizzo dell'edificio.

Si ritiene doveroso sottolineare che vi sono comunque delle incertezze legate principalmente alla non conoscenza esatta dello stato attuale delle stratigrafie ulteriormente sondabili se non con valutazioni più approfondite e invasive. Sulla base di quanto sondabile allo stato attuale e non prevedendo ulteriori indagini invasive si ritiene che il modello rappresenti in modo fedele lo stato di fatto. Per affinare ulteriormente il modello sarebbe necessario effettuare un confronto con i consumi reali da fattura energetica, prevedere una campagna di misure più specifica relativa alle temperature interne per un periodo maggiore di tempo (indicativamente una stagione termica) e una campagna di rilevazione termoflussimetrica delle stratigrafie. Inoltre, all'interno degli edifici in analisi sono presenti anche palestre le quali prevedono delle valutazioni del consumo particolari per l'utilizzo saltuario, le dimensioni in altezza e i giorni di utilizzo.

In ogni caso, per la finalità della presente diagnosi si ritiene il modello validato.

ANALISI DINAMICA ORARIA

Per ottenere output di analisi maggiormente verosimili e rispondenti alla realtà, oltre ad una analisi di tipo stazionario, sono stati inseriti i profili di utilizzo delle varie zone dell'edificio e sono stati simulati con un metodo di calcolo dinamico i comportamenti della struttura.

Il modello dinamico permette infatti di tenere conto delle caratteristiche capacitive della struttura e della variabilità oraria delle temperature esterne e interne dell'edificio.

PROFILI D'USO

In base all'orario di accensione effettivo dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento sono stati inseriti i profili d'uso nel calcolo dinamico che consentono di definire i principali parametri che influenzano la stima dei consumi all'interno del modello termofisico:

- le temperature e gli orari di utilizzo dell'impianto nella stagione invernale
- I carichi interni
- l'umidità

gennaio							febbraio							marzo							aprile							maggio							giugno						
L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D
					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4					1	2			1	2	3	4	5	6		
4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13
11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
25	26	27	28	29	30	31								29	30	31					26	27	28	29	30			24	25	26	27	28	29	30	28	29	30				

luglio							agosto							settembre							ottobre							novembre							dicembre						
L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D
					1	2	3	4					1		1	2	3	4	5					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5		
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26
26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30												

Programmazione di **TUTTI i Venerdì** dal 1-1 al 15-4

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	132,87	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	26,575	132,87	132,87	132,87	132,87
	0	0	0	0	0	0	0	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552	0	0	0	0

FIGURA 19 PROGRAMMAZIONE GIORNALIERA DELLE CONDIZIONI TERMO-IGROMETRICHE DI CIASCUNA ZONA

L'inserimento dei profili definiti per ciascuna zona termica ha consentito l'elaborazione di dati in grado di fornire consumi realistici in funzione delle effettive caratteristiche dell'edificio.

In particolare, è stato effettuato il calcolo dinamico per lo stato di fatto e per i vari scenari di intervento ipotizzati in modo da definire la percentuale di riduzione o aumento dei consumi e poter quindi stabilire una priorità e rilevanza di intervento

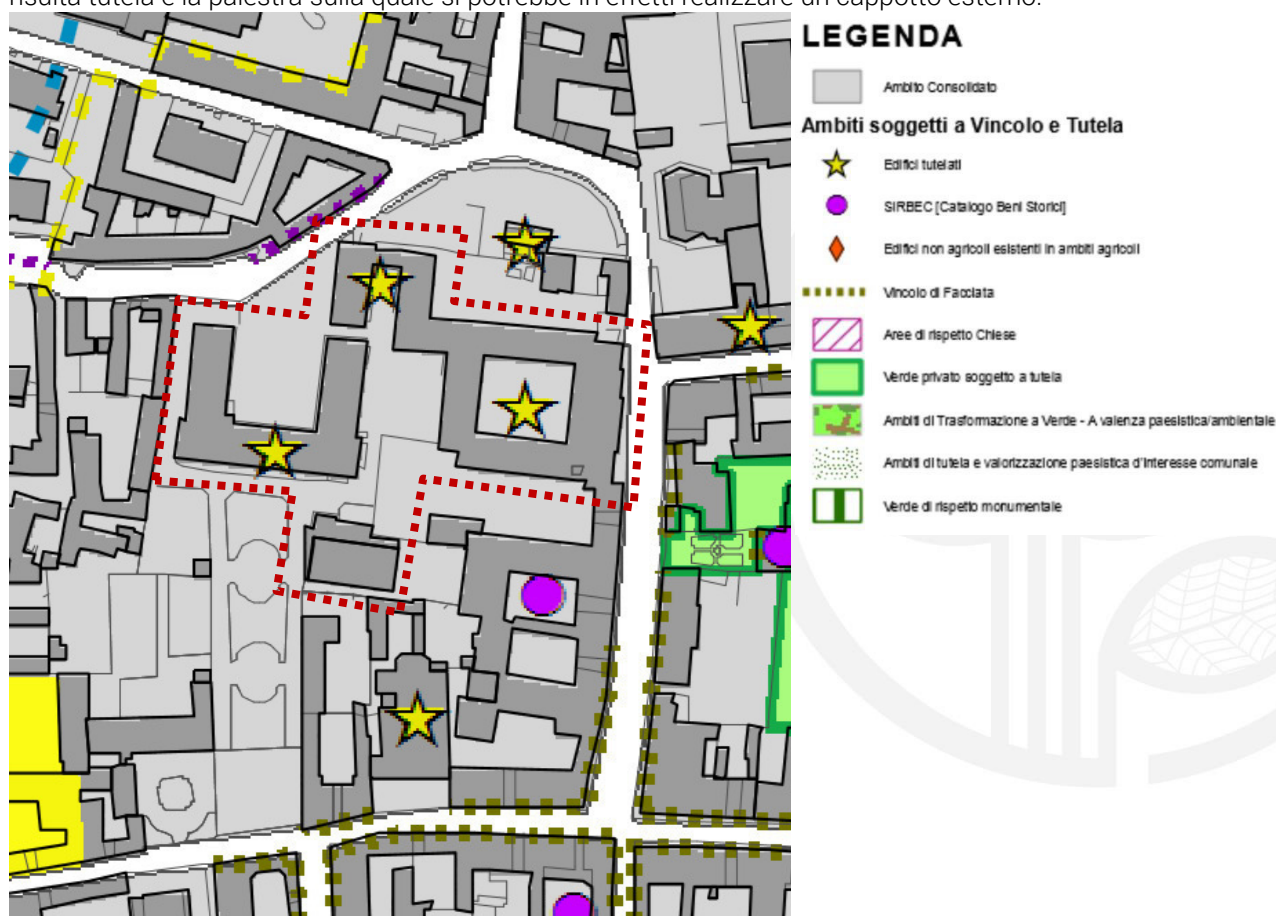
PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI

Da una analisi dei parametri costruttivi dell'edificio è possibile evidenziare i problemi indicati in seguito con una breve descrizione.

PARETI

L'involucro di ciascun plesso scolastico è interamente realizzato con soluzioni non coibentate per cui si rileva la necessità di intervenire con una riqualificazione energetica. Si fa osservare che la coibentazione continuativa realizzata con l'installazione a regola d'arte di un isolamento termico a cappotto, rispetto a quella effettuata con posa di isolanti all'interno, porta tra le altre cose l'indubbio vantaggio di poter risolvere molti dei ponti termici presenti nell'involucro edilizio e, di conseguenza, consente di limitare la probabilità di condense e il conseguente rischio di muffe.

Sebbene la soluzione porterebbe ad un miglioramento in termini di consumi energetici tale soluzione è da valutare in quanto l'edificio risulta soggetto a tutela come stabilito dalla TAVOLA 5 "Vincoli Ambientali e urbanistici – Ambiti di tutela" del Piano delle Regole PdR (art.10 della L.R. 12/05). L'unico edificio su cui non risulta tutela è la palestra sulla quale si potrebbe in effetti realizzare un cappotto esterno.



SERRAMENTI

I serramenti caratterizzanti gli edifici in oggetto presentano le seguenti caratteristiche:

- Serramenti a vetro singolo che rappresentano una percentuale incisiva nella dispersione complessiva di involucro
- Serramenti a doppio vetro e discreti prestazionali energetici.

Si ritiene vantaggioso ipotizzare la sostituzione dei serramenti soprattutto per quanto riguarda la scuola secondaria di primo grado in cui risultano presenti molti serramenti a vetro singolo di scarso prestazionale energetico.

SOLAI E COPERTURE

Per quanto riguarda i solai permangono problematiche di natura energetica in quanto non coibentati. Al fine di ridurre le dispersioni termiche si ipotizza di applicare sull'intero solaio verso sottotetto uno strato di coibentazione che garantisca una limitazione, seppur parziale, delle dispersioni termiche verso l'esterno riducendo notevolmente i consumi energetici.

IMPIANTI

L'impianto di riscaldamento è caratterizzato da caldaie a gas che risultano ormai obsolete e di scarsa efficienza energetica. Si ritiene vantaggiosa la sostituzione delle stesse con impianti dotati di un maggiore rendimento in grado di ridurre i consumi di gas e portare ad una riduzione di spesa mensile. È inoltre installata una caldaia a condensazione di più recente installazione e con maggiore prestazionale energetico. Si potrebbe quindi valutare il mantenimento di quest'ultima per contenere l'investimento economico.

ILLUMINAZIONE

A fronte della situazione di stato di fatto descritta in precedenza non si sottolineano condizioni tali per cui risulta indispensabile provvedere alla sostituzione dei corpi illuminanti.

INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Il modello teorico dell'edificio costruito sulla base dell'analisi dell'esistente rappresenta una sorta di piattaforma di partenza sulla quale possono essere implementate e simulate le modifiche desiderate alle caratteristiche termofisiche dell'involucro e dell'impianto.

La scelta degli interventi di efficientamento da analizzare dal punto di vista del ritorno economico dell'investimento, e quindi da applicare al modello validato e destagionalizzato, tiene conto nel caso in esame di molti elementi:

- Indicazioni fornite dalla committenza sugli interventi che si vorrebbero realizzare in futuro
- Esperienza del diagnosticatore
- Livello di complessità degli interventi

Nello specifico sono stati analizzati i seguenti interventi:

- Installazione di nuova pompa di calore e terminali di emissione con nuova regolazione elettronica
- Coibentazione chiusure opache verticali
- Coibentazione copertura

ANALISI ECONOMICA

GRANDEZZE ECONOMICHE

Sono state fatte le valutazioni energetiche delle azioni di retrofit definite nel capitolo seguente e per le azioni previste sono state valutate le seguenti grandezze economiche:

Investimento iniziale

Rappresenta l'ammontare dei costi necessari a effettuare l'investimento previsto. Nel caso in cui l'investimento venga speso a fine lavori l'investimento iniziale è tutto attribuito all'anno zero, mentre se l'investimento è finanziato o rateizzato l'investimento iniziale viene diviso in più rate ognuna attribuita all'anno in cui viene effettuata la spesa. Ogni quota viene attribuita sulla base dell'effettivo flusso di cassa per cui viene imputata ad ogni anno la rata versata in quel periodo opportunamente attualizzata. L'investimento iniziale può comprendere il totale costo di un bene o solo una sua parte sulla base della valutazione che si sta facendo.

Costi

Nella valutazione dei costi ci si riferisce a tutte le voci di spesa che sono connesse con il lavoro valutato. Si considereranno inoltre i costi di ingegneria e l'IVA.

Benefici

Il calcolo dei benefici di un intervento migliorativo viene ottenuto trasformando il dato di risparmio energetico in valore economico.

Tasso di sconto

Il tasso di sconto è tecnicamente il fattore che permette di attualizzare i flussi di cassa. L'attualizzazione è il processo che permette di fare una valutazione economica che tenga presente anche il valore di una cifra nel tempo.

Costo dell'energia

Nella valutazione economica è necessario stimare i benefici economici del risparmio energetico. Questi benefici nascono dalla valutazione tecnica del risparmio in kWh/mc anno e dal costo al kWh dell'energia. Il costo dell'energia va rivalutato negli anni successivi all'anno di investimento ipotizzando un andamento progressivo fisso percentuale nel tempo.

VAN (Valore attuale netto)

Il VAN rappresenta la somma dei flussi di cassa di ogni anno compreso nella durata dell'investimento, attualizzati all'anno in cui si sta facendo la valutazione tenendo conto di tasso di inflazione, tasso di crescita del costo dell'energia e tasso di sconto reale.

$$VAN = \sum_{j=0}^T \frac{FC_j}{(1+r)^j}$$

Payback time (Tempo di ritorno)

Il Payback time (PT) è il numero minimo di anni per il quale il VAN è zero.

Indice di profitto(IP)

L'indice di profitto raffronta i benefici e i costi per individuarne il rapporto. Viene calcolato come

$$IP = \frac{\sum_{j=0}^T \frac{B_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^T \frac{C_j}{(1+r)^j}}$$

TARIFFE UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

Nelle valutazioni economiche è stato ipotizzato un prezzo medio del gas pari a 0,50 €/Smc ed un prezzo medio dell'energia elettrica pari a 0,16 €/kWh ottenuto invece dalle fatture di energia elettrica fornite dal committente.

Si è stimato che il prezzo possa essere soggetto inoltre ad un aumento progressivo annuo pari al 3% per il gas a fronte di un tasso di attualizzazione pari al 3,7%.

Chiaramente a fronte di un aumento del costo dell'energia più elevato il ritorno economico risulterà più significativo, e viceversa se il costo dell'energia dovesse diminuire (evento improbabile), il rientro dell'investimento avverrà più in là nel tempo.

Tali valori sono stati stimati sulla base dei seguenti aspetti:

- Per l'energia è stata calcolata la variazione percentuale media dal 2009 ad oggi del costo dei combustibili sulla base dei dati storici dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.
- Per il tasso di sconto come media dei tassi di sconto bancari dai dati storici della Banca d'Italia degli ultimi 10 anni
- Per il tasso di inflazione come media dei tassi di inflazione degli ultimi 10 anni

IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA

Si premette che le stime economiche vanno inquadrare nel livello di approfondimento progettuale di uno studio di fattibilità. I costi degli interventi, diversi da quelli interessati dall'intervento di riqualificazione, sono stati valutati sulla base di prezziari ufficiali standardizzati. Eventuali preventivi ad hoc relativi agli interventi possono portare a variazioni locali dei prezzi.

Al costo dell'intervento è stata applicata una maggiorazione del 10% per tenere conto delle spese accessorie professionali ad esso connesse.

Sui costi l'IVA è stata calcolata sulla base delle agevolazioni fiscali previste dalla normativa:

- IVA agevolata al 10% sulla manodopera
- IVA agevolata al 10% sulla quota di beni significativi pari alla differenza fra il costo totale dell'opera e quello dei beni stessi: indicativamente una quota pari alla manodopera.
- IVA al 22% sul rimanente valore dei beni significativi
- IVA al 22% per le prestazioni professionali connesse all'opera
- IVA al 10% per l'introduzione di solare termico e fotovoltaico

I prezzi considerati come voce di spesa cumulativa degli interventi analizzati sono da ritenersi comprensivi di IVA e tengono conto di una valutazione delle spese di progettazione e spese tecniche accessorie.

INCENTIVI ALL' EFFICIENZA ENERGETICA: CONTO TERMICO 2.0

Le valutazioni economiche presuppongono, ove possibile, l'accesso al sistema incentivante definito dal D.M. 16.02.2016 detto Conto Termico 2.0.

L'incentivo definito dal DM 16.02.2016, detto Conto Termico 2.0, premia l'efficientamento energetico e consiste per le pubbliche amministrazioni in un bonifico unico, il cui valore complessivo dipende da dati tecnici dell'intervento in oggetto.

L'incentivo, nel caso specifico, consiste in:



- un bonifico di un valore totale pari al 40% della spesa per la sostituzione di caldaie esistenti con caldaie a condensazione, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'involucro opaco
- un bonifico di un valore totale pari al 50% della spesa per coibentazione delle strutture opache, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'impianto termico
- un bonifico di un valore totale pari al 40% della spesa per la sostituzione di serramenti, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'involucro opaco e sull'impianto termico

L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative emesse dal Gestore dei Servizi Energetici S.p.A. (GSE), ente cui l'incentivo viene richiesto.



INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Si riportano di seguito le analisi relative agli interventi ipotizzati. Si rammenta che tale analisi ha lo scopo di pura analisi di priorità di intervento e che si sofferma sulle valutazioni energetiche degli stessi.

Nel caso si decida di procedere a tali interventi sarà necessario effettuare uno studio di fattibilità più approfondito degli interventi che tenga conto delle seguenti valutazioni:

- Analisi architettonica
- Analisi di dettaglio dei ponti termici e loro risoluzione
- Analisi strutturale dei carichi
- Analisi acustica
- Analisi delle criticità relative alla prevenzione incendio
- Analisi della normativa paesaggistica e specifica territoriale
- Eventuali criticità ad oggi non evidenti

INTERVENTO IM 1: SOSTITUZIONE SERRAMENTI SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "OGNISSANTI-ZONCADA"

L'intervento prevede la sostituzione di alcuni serramenti a vetro singolo con elementi di nuova tecnologia con trasmittanza termica pari a 1.3 W/mqK. Serramenti di tale prestazione presentano i requisiti necessari per l'accesso al Conto Termico 2.0 per una quota pari al 40% del costo se realizzati singolarmente e pari al 55% se realizzati contestualmente alla riqualificazione delle strutture opache e dell'impianto termico.

Scuola secondaria di primo grado Ognissanti-Zoncada

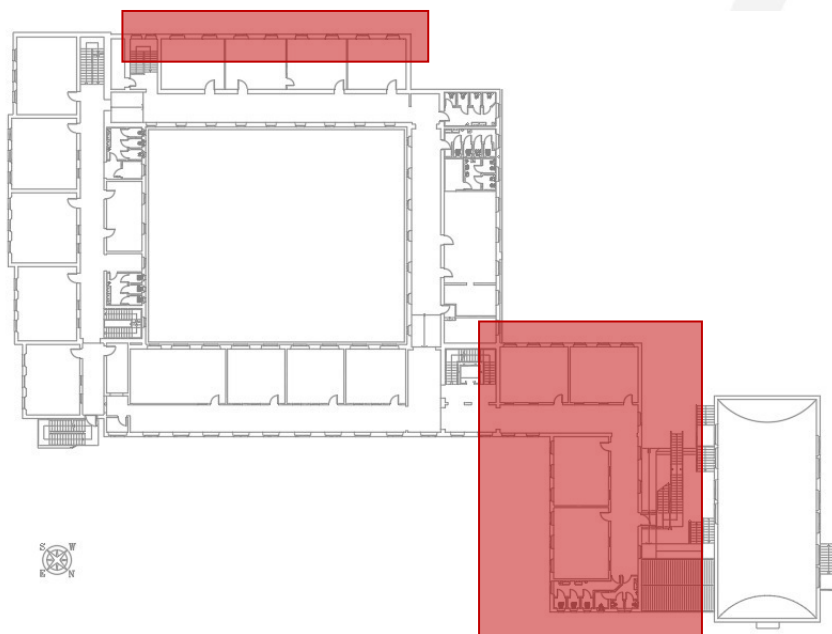


FIGURA 3 DEFINIZIONE AREE DI IPOTESI DI INTERVENTO

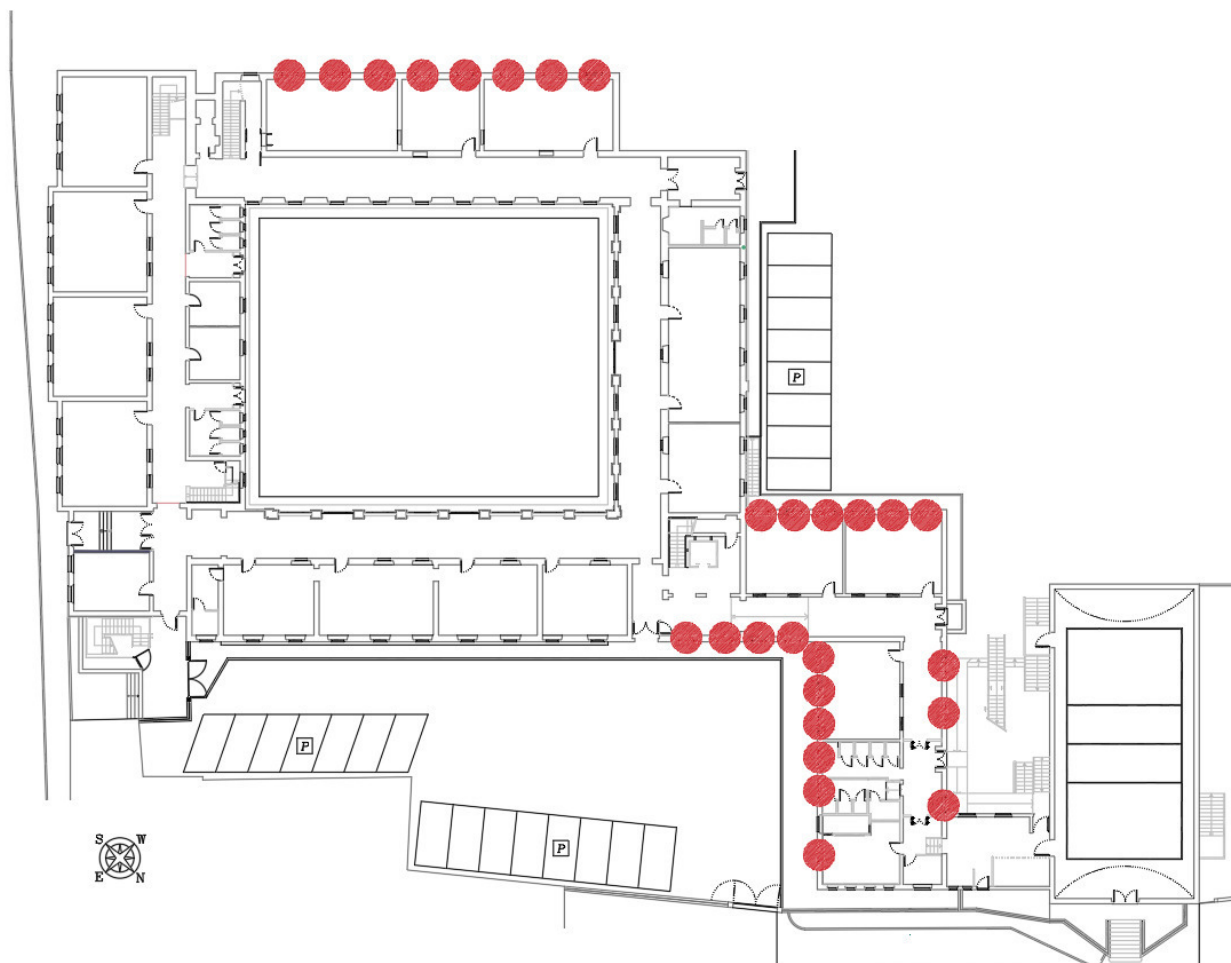


FIGURA 4 INDIVIDUAZIONE SERRAMENTI DA SOSTITUIRE - PIANO TERRA

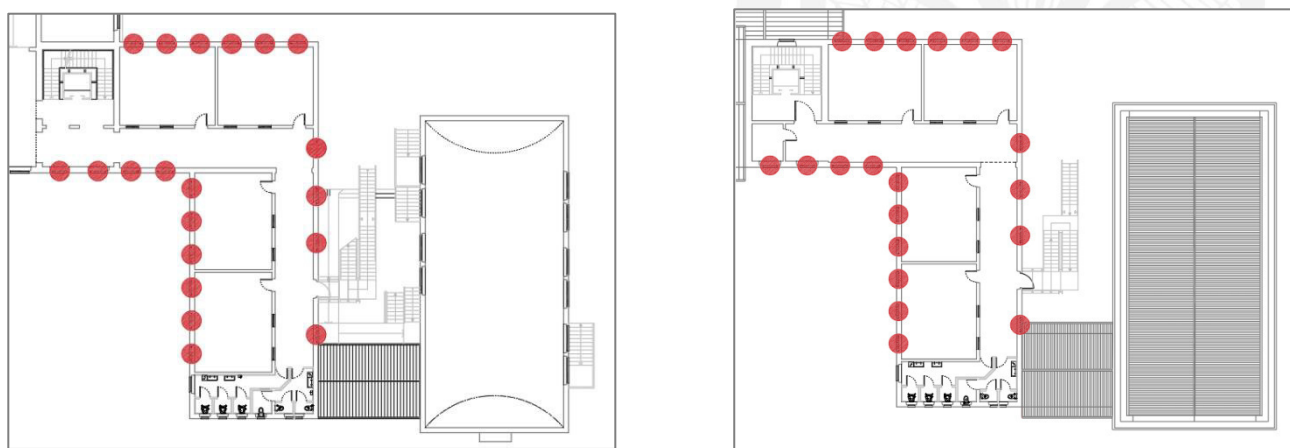


FIGURA 5 INDIVIDUAZIONE SERRAMENTI DA SOSTITUIRE - PIANO PRIMO E SECONDO

Si ipotizza di sostituire solo ed esclusivamente alcuni serramenti a vetro singolo per contenere la spesa economica. Per l'identificazione di tali serramenti si rimanda alle tavole allegate in cui vengono fornite le specifiche di ciascun elemento trasparente. Si ipotizza che i serramenti a vetro doppio esistenti non vengano sostituiti in quanto la riduzione dei consumi non sarebbe rilevante a fronte della spesa economica da sostenere. Ciò è legato alla variazione ridotta di trasmittanza termica del serramento da sostituire rispetto all'esistente.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1 – Sostituzione serramenti
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 71.950
IVA	€ 15.830
INCENTIVI Conto Termico	€ 35.111
RISPARMIO BOLLETTA	€ 1.838
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	- 11.387€
PAYBACK TIME	> 25 anni
IP	0,9

L'intervento non risulta economicamente interessante, come molto spesso capita con la sostituzione dei serramenti. Questo è dovuto all'elevato costo dei serramenti rispetto al ritorno tecnico di risparmio energetico determinato.

Si riscontra comunque un miglioramento in termini di efficienza energetica in quanto l'intervento porta ad una evidente riduzione dei consumi e dei costi oltre al miglioramento del comfort interno, fattore rilevante all'interno di aule scolastiche.

INTERVENTO IM 2: SOSTITUZIONE SERRAMENTI INTERO ISTITUTO SCOLASTICO

L'intervento, oltre allo scenario IM1 prevede la sostituzione di tutti serramenti a vetro singolo con elementi di nuova tecnologia con trasmittanza termica pari a 1.3 W/mqK in tutte le strutture coinvolte. Serramenti di tale prestazionale presentano i requisiti necessari per l'accesso al Conto Termico 2.0 per una quota pari al 40% del costo se realizzati singolarmente e pari al 55% se realizzati contestualmente alla riqualificazione delle strutture opache e dell'impianto termico.

Si ipotizza di sostituire solo ed esclusivamente i serramenti a vetro singolo per contenere la spesa economica. Per l'identificazione di tali serramenti si rimanda alle tavole allegate in cui vengono fornite le specifiche di ciascun elemento trasparente. Si ipotizza che i serramenti a vetro doppio esistenti non vengano sostituiti in quanto la riduzione dei consumi non sarebbe rilevante a fronte della spesa economica da sostenere. Ciò è legato alla variazione ridotta di trasmittanza termica del serramento da sostituire rispetto all'esistente.



DESCRIZIONE INTERVENTO	IM2 – Sostituzione serramenti
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 190.000
INCENTIVI Conto Termico	€ 75.988
RISPARMIO BOLLETTA	€ 4.603
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	- 10.354€
PAYBACK TIME	> 25 anni
IP	0,9

L'intervento non risulta economicamente interessante, come molto spesso capita con la sostituzione dei serramenti. Questo è dovuto all'elevato costo dei serramenti rispetto al ritorno tecnico di risparmio energetico determinato.

Si riscontra comunque un miglioramento in termini di efficienza energetica in quanto l'intervento porta ad una evidente riduzione dei consumi e dei costi oltre al miglioramento del comfort, fattore rilevante all'interno di aule scolastiche.



INTERVENTO IM3: SOSTITUZIONE CALDAIE

L'intervento prevede l'installazione di un nuovo impianto termico che possa garantire un'efficienza maggiore a livello di prestazionale energetico. In particolare, per ragioni economiche si valuta la sostituzione delle due caldaie a gas THERMITAL che a livello prestazionale presentano rendimenti inferiori rispetto alla caldaia a condensazione ELCO installata all'interno della centrale termica.

Si ipotizza di installare due caldaie a condensazione con le seguenti caratteristiche:

Caldaia a condensazione	
Costruttore	ELCO
Modello	R607
Numero	2
Potenza termica nominale	545,1 kW
Rendimento 80/60°C	99,1%
Rendimento 40/30°C	103,9%

L'intervento prevede quindi la sostituzione della centrale termica esistente costituita da due caldaie alimentata a gas metano di potenza complessiva pari a 1063,8 kW (Potenza termica utile 531,9 kW ciascuna). Viene simulata l'installazione di due caldaie a condensazione di potenza complessiva pari a 1090,2 kW, di cui sono fornite le specifiche tecniche. Tale impianto consentirà il soddisfacimento dei fabbisogni invernali calcolati tramite il modello termo-fisico.

Per la valutazione economica sono stati utilizzati prezzi da catalogo ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA.

L'intervento in oggetto prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 40% se eseguito come unico intervento e al 55% se eseguito con interventi sull'involucro

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM3
INVESTIMENTO INIZIALE - Sostituzione Caldaia	€ 317.000
INCENTIVI Conto Termico	€ 40.000
RISPARMIO BOLLETTA	€ 15.000
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	66.000€
PAYBACK TIME	20 anni
IP	1,2

L'intervento presenta un tempo di ritorno elevato nonostante si è deciso di installare una caldaia a condensazione con maggiore efficienza rispetto alla precedente. Pur avendo infatti l'intervento una significativa riduzione in termini di consumo energetico assoluto (riduzione del 20%) tale riduzione non trova un riscontro economico rilevante in quanto il massimale di incentivo da conto termico è vincolante rispetto alla spesa da sostenere.



INTERVENTO IM 4: COIBENTAZIONE OPACHI ORIZZONTALI

Viene prevista l'applicazione di isolante all'estradosso dell'ultimo solaio di ciascun edificio scolastico disperdente verso il sottotetto ad eccezione delle palestre. Tale intervento richiederebbe una valutazione di maggior dettaglio dell'effettiva realizzabilità. Non viene ipotizzato inoltre alcun tipo di isolamento sul primo solaio in quanto l'intervento risulta tecnicamente complesso.

Scuola secondaria di primo grado Ognissanti - Zoncada

Si prevede di isolare l'estradosso dell'ultimo solaio disperdente tramite l'applicazione di lana di roccia/vetro da 18 cm con trasmittanza pari a 0,037 W/mqK.

Scuola primaria Gentile

Si prevede di isolare l'estradosso dell'ultimo solaio disperdente tramite l'applicazione di lana di roccia/vetro da 16 cm con trasmittanza pari a 0,037 W/mqK. Si ipotizza di effettuare tale intervento considerando anche la cappottatura dell'edificio in quanto solamente in tal caso risulta parzialmente vantaggioso tale intervento.

Palestra

Non è previsto alcun tipo di materiale coibente in quanto si è stabilito di intervenire solo ed esclusivamente all'interno delle aule scolastiche in cui è fondamentale mantenere una situazione di comfort costante oltre al fatto di arginare l'impegno economico data la superficie elevata su cui si è ipotizzato di intervenire nei due edifici scolastici.

Per la valutazione economica sono stati utilizzati dei prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA.

L'intervento in oggetto per i privati prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se eseguito come unico intervento e al 55% se eseguito con intervento sugli impianti.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM4
INVESTIMENTO INIZIALE - Sostituzione Caldaia	€ 252.656
INCENTIVI Conto Termico	€ 126.328
RISPARMIO BOLLETTA	€ 14.450
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€203.036
PAYBACK TIME	10 anni
IP	1,8

L'intervento presenta un tempo di ritorno interessante a fronte di una spesa che per quanto rilevante è compensata dalla possibilità di accesso al conto termico. Tale intervento consente quindi una modesta riduzione di consumi.

INTERVENTO IM 5: COIBENTAZIONE OPACHI VERTICALI PALESTRA

La palestra non risulta tutelata o oggetto di alcun tipo di vincolo storico-urbanistico per cui si ipotizza di realizzare uno strato di coibentazione esterna che garantisca il raggiungimento del vincolo di trasmittanza limite da conto termico pari a 0,23 W/mqK.

Per la valutazione economica sono stati utilizzati dei prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA.

L'intervento in oggetto per i privati prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se eseguito come unico intervento e al 55% se eseguito con intervento sugli impianti.

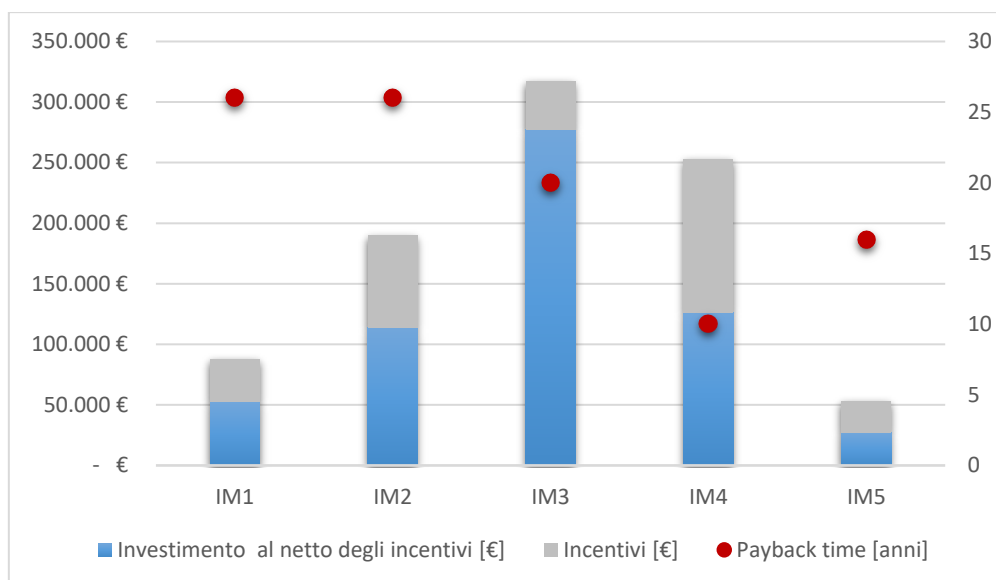
DESCRIZIONE INTERVENTO	IM5
INVESTIMENTO INIZIALE - Sostituzione Caldaia	€ 53.023
INCENTIVI Conto Termico	€ 25.610
RISPARMIO BOLLETTA	€ 1.896
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€15.536
PAYBACK TIME	16 anni
IP	1,3

L'intervento presenta un tempo di ritorno interessante a fronte di una spesa contenuta compensata dalla possibilità di accesso al conto termico. Tale intervento consente quindi una modesta riduzione di consumi.

CONFRONTO INTERVENTI MIGLIORATIVI

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1	IM2	IM3	IM4	IM5
	Sostituzione serramenti Scuola secondaria di primo grado	Sostituzione serramenti	Sostituzione caldaie a gas	Coibentazione ultimo solaio sottotetto edifici scolastici	Coibentazione parete palestra
Risparmio fattura*	€ 1.840	€ 4.600	€ 15.000	€ 14.450	€ 1.896
Investimento	€ 87.780	€ 189.970	€ 317.030	€ 252.656	€ 53.023
Incentivo in detrazione	€ 35.111	€ 75.988	€ 40.000	€ 126.328	€ 25.610
Payback time	>26 anni	>26 anni	20 anni	10 anni	16 anni

*Il risparmio economico è calibrato sul modello termo-fisico e non sulle fatture energetiche. Il valore risulta qualitativo della cifra che sarà effettivamente risparmiata.



Dall'analisi si evince che gli interventi di riqualificazione ipotizzati non risultano interessanti da un punto di vista economico ad eccezione dell'intervento IM4 che a fronte di una spesa relativamente contenuta si riscontra un risparmio in termini di consumi. Si sottolinea in ogni caso che tali interventi possono avere altri vantaggi che non emergono dalla presente analisi come può ad esempio essere un comfort maggiore per gli studenti ed il personale scolastico.

Inoltre, si possono valutare ulteriori interventi che coinvolgano solamente alcune parti di edificio o eventualmente la combinazione di più scenari di efficientamento energetico sull'impianto e sull'involucro in modo da avere accesso ad una percentuale maggiore di incentivo.

ELENCO ALLEGATI

CODICE	DESCRIZIONE
101.19.19.D.ENE.TAV.001.00	SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "OGNISSANTI – ZONCADA" – Pianta piano TERRA – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche
101.19.19.D.ENE.TAV.002.00	SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "OGNISSANTI – ZONCADA" – Pianta piano PRIMO – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche
101.19.19.D.ENE.TAV.003.00	SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "OGNISSANTI – ZONCADA" – Pianta piano SECONDO – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche
101.19.19.D.ENE.TAV.004.00	SCUOLA PRIMARIA "A.V. GENTILE" – Pianta piano INTERRATO-TERRA – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche
101.19.19.D.ENE.TAV.005.00	SCUOLA PRIMARIA "A.V. GENTILE" – Pianta piano PRIMO - SECONDO – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche
101.19.19.D.ENE.TAV.006.00	PALESTRA – Pianta piano INTERRATO - TERRA – Abaco chiusure opache/trasparenti – individuazione zone termiche

