



BOSCH
Tecnologia per la vita

PROPOSTA DI PARTENARIATO PUBBLICO PRIVATO. SERVIZIO ENERGIA PER GLI STABILI COMUNALI MEDIANTE UN CONTRATTO EPC (*ENERGY PERFORMANCE CONTRACT*).

2 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2.1 Relazione Illustrativa

**Bosch Energy and
Building Solutions Italy S.r.l.**



INDICE

1. GENERALITÀ	1
2. VANTAGGI DEL PROGETTO	1
2.1. Piano degli interventi proposti.....	3
3. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	4
4. DATI GENERALI.....	5
4.1. Dati climatici.....	5
5. ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE	6
6. TEMPI PREVISTI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE	8
7. TECNOLOGIE SCELTE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI	9
7.1. Installazione gruppo termico a condensazione	9
7.1.1. Descrizione dell'intervento.....	9
7.1.2. Criteri di dimensionamento	11
7.1.3. Risparmi energetici ottenibili.....	12
7.2. Scambiatore di calore a piastre	12
7.2.1. Descrizione dell'intervento.....	12
7.2.2. Criteri di dimensionamento	13
7.2.3. Risparmi energetici ottenibili.....	13
7.3. Installazione di nuovo bruciatore modulante	14
7.3.1. Descrizione dell'intervento.....	14
7.3.2. Criteri di dimensionamento	14
7.3.3. Risparmi energetici ottenibili.....	14
7.4. Installazione generatore di calore ad altro rendimento.....	15
7.4.1. Descrizione dell'intervento.....	15
7.4.2. Criteri di dimensionamento	15
7.4.3. Risparmi energetici ottenibili.....	15
7.5. Lavaggio dell'impianto	16
7.5.1. Descrizione dell'intervento.....	16
7.5.2. Criteri di dimensionamento	18
7.5.3. Risparmi energetici ottenibili.....	18
7.6. Trasformazione del combustibile da liquido a gassoso.....	18
7.6.1. Descrizione dell'intervento.....	18
7.6.2. Risparmi energetici ottenibili.....	18



7.7.	Installazione di pompe elettroniche a giri variabili	19
7.7.1.	Descrizione dell'intervento	19
7.7.2.	Criteri di dimensionamento	20
7.7.3.	Risparmi energetici ottenibili	20
7.8.	Valvole miscelatrici per riscaldamento.....	21
7.8.1.	Descrizione dell'intervento	21
7.8.2.	Criteri di dimensionamento	21
7.8.3.	Risparmi energetici ottenibili	21
7.9.	Installazione di valvole termostatiche antimanomissione ed antivandalo su tutti i corpi scaldanti.....	22
7.9.1.	Descrizione dell'intervento	22
7.9.2.	Criteri di dimensionamento	23
7.9.3.	Risparmi energetici ottenibili	23
7.10.	Installazione bollitori ad accumulo e bollitori in pompa di calore ad accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria	23
7.10.1.	Descrizione dell'intervento	23
7.10.2.	Criteri di dimensionamento	24
7.10.3.	Risparmi energetici ottenibili	24
7.11.	Miscelatore per ACS	24
7.11.1.	Descrizione dell'intervento	24
7.11.2.	Criteri di dimensionamento	25
7.11.3.	Risparmi energetici ottenibili	25
7.12.	Sistemi di trattamento acqua	26
7.12.1.	Descrizione dell'intervento	26
7.12.2.	Criteri di dimensionamento	27
7.12.3.	Risparmi energetici ottenibili	27
7.13.	Revisione ed implementazione sistema di termoregolazione e telecontrollo dell'impianto.....	28
7.13.1.	Descrizione dell'intervento	28
7.13.2.	Criteri di dimensionamento	29
7.13.3.	Risparmi energetici ottenibili	31
8.	INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO	31
8.1.	Isolamento sottotetto	31
8.1.1.	Descrizione dell'intervento	31
8.1.2.	Criteri di dimensionamento	31
8.1.3.	Risparmi energetici ottenibili	31
8.2.	Realizzazione di cappotto termico esterno	32



8.2.1.	Descrizione dell'intervento	32
8.2.2.	Criteri di dimensionamento	33
8.2.3.	Risparmi energetici ottenibili	34
8.3.	Sostituzione dei serramenti con nuovi ad elevate prestazioni termiche	34
8.3.1.	Descrizione dell'intervento	34
8.3.2.	Criteri di dimensionamento	35
8.3.3.	Risparmi energetici ottenibili	36

1. GENERALITÀ

BOSCH ENERGY AND BUILDING SOLUTIONS ITALY S.r.l. (di seguito **BEIT**), in qualità di Proponente, ha predisposto il Progetto di Fattibilità tecnica ed economica, con l'obiettivo di garantire il servizio oggetto della Proposta, nel rispetto delle disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro, comfort e ottimizzazione dei consumi per la riduzione dell'inquinamento ambientale.

BEIT avrà la completa responsabilità sui seguenti aspetti:

- esecuzione delle disposizioni indicate dall'Amministrazione durante il servizio e riduzione al minimo dell'impatto con l'utenza;
- selezione di personale con qualifiche e competenze idonee allo svolgimento del servizio, comprese le conoscenze di base delle norme antinfortunistiche;
- controllo sul comportamento del personale, improntato alla diligenza e deontologia professionale richiesta dalla natura del servizio;
- garanzia di continuità del servizio per tutta la durata del contratto;
- custodia dei locali e delle aree che le saranno affidati e di quanto contenuto;
- consegna e restituzione degli impianti: all'inizio della concessione verrà effettuata la consegna degli impianti, dei locali e delle parti di edificio di pertinenza. Contestualmente alla consegna, sarà redatto, congiuntamente fra gli incaricati dell'Amministrazione e **BEIT**, un verbale sulle condizioni e sullo stato generale dei vari impianti. Alla cessazione del servizio, i locali dovranno essere riconsegnati all'Amministrazione nello stesso stato di conservazione, di manutenzione e di funzionalità riscontrato alla consegna, escluso il normale deperimento d'uso e le variazioni o modifiche eseguite in accordo tra le parti.

2. VANTAGGI DEL PROGETTO

L'affidamento in concessione dei servizi energetici rappresenta attualmente la soluzione più semplice per far fronte alle esigenze di ammodernamento del patrimonio impiantistico-immobiliare delle Pubbliche Amministrazioni.

Grazie a questo strumento, è possibile affidare ad un unico soggetto il compito di progettare e realizzare, sostenendone il costo, interventi di efficientamento e riqualificazione energetica del patrimonio, remunerandoli attraverso la fornitura dei vettori energetici (gas metano) e, qualora ce ne siano le condizioni, attraverso la realizzazione di interventi di micro e piccola generazione e l'utilizzo di fonti rinnovabili.

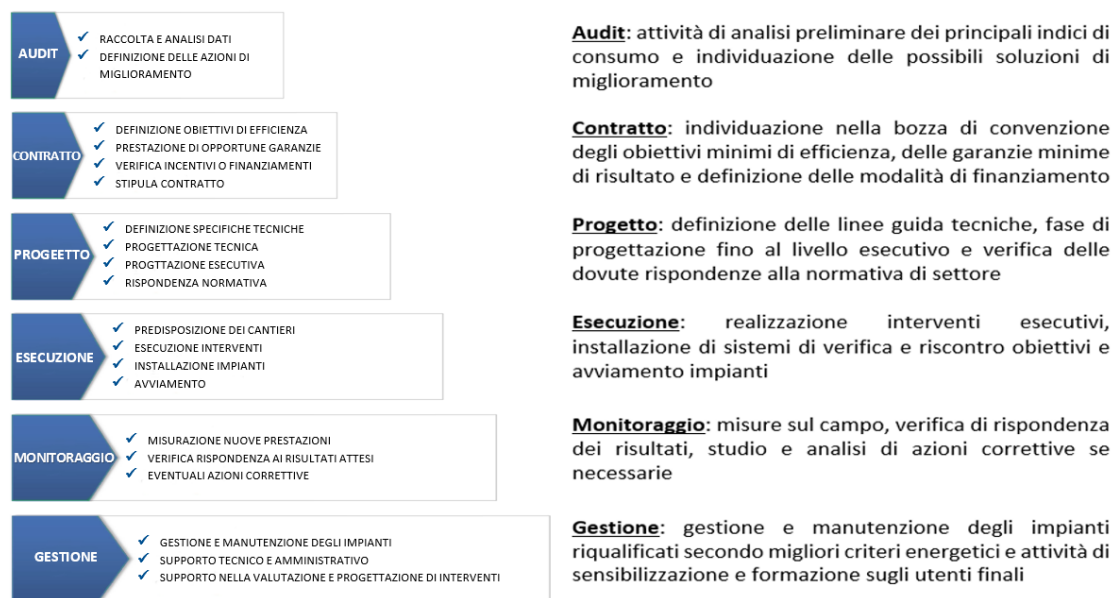
BEIT si propone quindi come un **Energy Manager** esterno e proattivo, che nell'ambito di una programmazione condivisa con l'Amministrazione, progetta e realizza direttamente e a proprie spese gli interventi progettati.

L'obiettivo è quello di fornire all'Amministrazione Comunale di **San Donà di Piave** non tanto un gestore di servizi, ma un vero e proprio partner tecnologico.

L'approccio di **BEIT** è dunque dettato dall'esperienza nella gestione dei temi legati all'efficienza energetica e asseverato in particolare dalle Certificazioni di seguito elencate:

- **Norme ISO 9001 e ISO 14001**: adozione di un sistema che integra la Gestione della Qualità e la Gestione Ambientale e che quindi, oltre agli aspetti relativi alla Qualità del servizio reso al cliente, tiene in considerazione l'Impatto Ambientale di tutte le attività svolte;
- **Norme ISO 50001, UNI CEI 11352 e UNI EN 15838** che dimostrano le capacità diagnostiche, organizzative, progettuali e gestionali, nonché il know-how e le competenze specifiche, in ambito di Gestione dell'Energia e fornitura di Servizi Energetici per la Pubblica Amministrazione.

L'intero processo di progettazione e realizzazione degli interventi e di gestione e manutenzione degli impianti è articolato in 6 fasi principali:



Tutte le attività sopra descritte definiscono un importante quadro di competenze organizzative, tecniche e operative che **BEIT** ha acquisito nel corso degli anni grazie all'esperienza e alle attività svolte sul campo dai propri tecnici specializzati e dal proprio pool di ingegneri e progettisti oltre che da tutta la struttura di governo che risulta fondamentale per un'efficiente organizzazione dei servizi.

Tutto ciò che riguarda la struttura che **BEIT** metterà a disposizione del Comune di San Donà di Piave per l'ottimale gestione dei servizi da erogare, sarà oggetto di puntuale trattazione nella relazione **3.1 Progetto di gestione**, facente parte della Proposta di Partenariato. In questa sede è sufficiente evidenziare i 4 principali aspetti su cui è fondata tale struttura:

- Un **sistema dinamico di procedure e di gestione certificato** secondo gli standard internazionali di riferimento;
- Un gruppo di **professionisti e tecnici altamente specializzati** in grado di far fronte ad ogni situazione di criticità e in grado di proporre e promuovere soluzioni sempre tagliate su misura per ogni cliente;
- La disponibilità di **risorse, strumenti e tecnologie** che solo una realtà leader del settore può garantire;
- Un **programma continuo di formazione** che consente a tutto il personale di essere costantemente aggiornato su tutti gli aspetti riguardanti la propria attività.

La proposta è dunque il risultato di un'accurata analisi di tutti i processi da gestire, valutati singolarmente, in prima battuta, e poi aggregati ed integrati al fine di ottenere una visione d'insieme che consente di delineare i ruoli e le responsabilità più idonee al raggiungimento degli elevati standard prestazionali che **BEIT** assicura a tutti i propri clienti.

Fondamentale, in questa fase, l'esperienza acquisita grazie alla gestione di servizi analoghi a quello oggetto della proposta: solamente grazie alla profonda conoscenza delle effettive esigenze organizzative e manutentive riscontrate nel corso degli anni nelle Amministrazioni comunali è possibile trasformare un semplice fornitore di servizi in un vero e proprio **Partner Tecnologico** per il **Comune di San Donà di Piave**.

In quest'ottica, il primo obiettivo di **BEIT** sarà quello di completare tutti gli interventi di **adeguamento e riqualificazione degli impianti entro i primi 24 mesi** in modo da realizzare l'**efficientamento** previsto in fase di

progetto. Questo permetterà sia di ridurre i consumi di energia, con la conseguente **diminuzione delle emissioni di CO₂**, sia di ottimizzare le politiche manutentive andando a **rinnovare** in maniera consistente il **parco impianti** dell'Amministrazione. L'intera gestione poi sarà costantemente improntata al risultato da ottenere attraverso la **responsabilizzazione** di tutte le figure coinvolte nel servizio e all'**informatizzazione** di tutti i processi gestionali e del servizio di pronto intervento.

2.1. Piano degli interventi proposti

Gli interventi di adeguamento, ottimizzazione e riqualificazione previsti nel presente progetto sono frutto di un'accurata attività di sopralluogo condotta con l'obiettivo primario di ottenere una corretta, seppur preliminare, valutazione energetica dei sistemi edificio-impianto dalla quale partire per individuare quali siano le criticità da affrontare con maggior urgenza.

Nel processo di analisi dello stato di fatto degli impianti e nella successiva individuazione degli interventi proposti si è adottata la seguente metodologia operativa:

- **Raccolta dati sul campo:** si è provveduto, mediante una fase di sopralluogo approfondito, al rilievo di tutte le caratteristiche del sistema edificio-impianto sia relativamente all'involucro edilizio, sia per quanto concerne il tipo di impianti tecnologici presenti ed utilizzati;
- **Analisi preliminare dei dati:** con l'ausilio dei dati precedentemente rilevati si è provveduto al loro inserimento all'interno di un software di analisi e diagnosi energetica al fine di procedere al calcolo del fabbisogno di energia primaria dell'intero sistema;
- **Individuazione criticità funzionali e normative:** con i dati sopra analizzati si è provveduto a verificare eventuali criticità impiantistiche (ovvero punti del sistema di generazione, distribuzione, produzione ed emissione aventi valori eccessivamente elevati rispetto alla media di edifici simili per destinazione e tipologia) ed alla loro correzione mediante interventi di riqualificazione energetica. Si è inoltre verificata la rispondenza alla normativa vigente della struttura impiantistica correggendo, ove necessario, quanto attualmente difforme;
- **Analisi delle caratteristiche energetico/ambientali dell'immobile:** si è valutato, mediante un confronto con strutture simili per destinazione, tipologia e fattore di forma, la coerenza delle dispersioni energetiche ed il relativo fabbisogno di energia, individuando così eventuali punti critici dell'involucro edilizio. Anche dal punto di vista ambientale si è confrontato il valore delle emissioni in atmosfera per verificare se rientranti in adeguati parametri massimi ammissibili;
- **Classificazione energetica dell'immobile:** per ogni edificio-impianto è stata realizzata una preliminare classificazione energetica e redatta una bozza di certificato energetico inserita nella presente relazione. Da tale informazioni si può così avere una immediata evidenza degli edifici sui quali risulta "urgente" ed importante agire dal punto di vista energetico;
- **Individuazione di interventi di adeguamento normativo:** sulla scorta dei dati raccolti durante la fase di sopralluogo approfondito si è provveduto ad eliminare eventuali difformità normative andando a modificare, dove necessario, gli impianti non rispondenti a quanto legislativamente richiesto;
- **Individuazione di interventi di efficienza energetica, riqualificazione tecnologica:** sulla scorta di quanto analizzato nei precedenti punti, si sono individuati e proposti interventi di riqualificazione energetica e tecnologica dei sistemi edificio-impianto verificandone la fattibilità tecnica, i benefici energetici ed ambientali derivanti e proponendone il relativo progetto definitivo.

Come già accennato le tipologie di intervento proposte sono fondamentalmente tre:

- **Adeguamento normativo:** interventi finalizzati al risanamento delle difformità riscontrate all'interno della centrale termica in termini di recipienti a pressione e prevenzione incendi non strutturale;
- **Efficientamento energetico:** interventi finalizzati all'incremento delle prestazioni energetiche del sistema edificio/impianto;
- **Riqualificazione:** interventi finalizzati all'ammodernamento, sia impiantistico che strutturale, non direttamente influenti ai fini energetici.

3. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Nel proseguo della relazione, partendo dall'analisi dello stato di fatto strutturale ed impiantistico del patrimonio immobiliare del **Comune di San Donà di Piave**, ci si prefigge lo scopo di illustrare in maniera esaustiva quelle che sono le possibili soluzioni da adottare, in termini di interventi di adeguamento, di efficientamento e di riqualificazione. Tali azioni sono finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche dei sistemi edificio-impianto compiendo un primo importante passo verso gli obiettivi, fissati a livello comunitario dal **Piano Strategico Europa 2020** e vincolanti per tutti gli Stati membri dell'Unione, di abbattimento dei consumi e delle emissioni di CO₂, con tutti i benefici di carattere economico e non che da questo processo deriveranno.



RIDURRE
- 20%
di emissioni
di CO₂



OTTENERE
- 20%
di energia primaria



AUMENTARE
20%
di energia rinnovabile

Piano strategico Europeo per il 2020
denominato 20/20/20

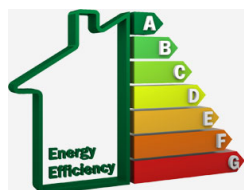
Ridurre le emissioni di gas serra del 20%, alzare al 20% la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e portare al 20% il risparmio energetico, il tutto entro il 2020: è questo in estrema sintesi il contenuto del cosiddetto "pacchetto clima-energia 20-20-20" varato dall'Unione Europea.

Il legislatore nazionale, recependo la **Direttiva 2012/27/UE**, ha stabilito nel **D. Lgs. 102/2014** una serie di norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia, andando ad impattare sui processi produttivi, i sistemi di produzione, la trasmissione e la distribuzione di energia nella Pubblica Amministrazione, nell'edilizia pubblica e privata, nelle grandi imprese, soprattutto quelle energivore, nelle PMI e nel settore domestico.

L'opportunità degli interventi proposti è stata valutata in base ad alcuni criteri fondamentali per riuscire a garantire al Comune di San Donà di Piave un ottimo livello di efficientamento degli impianti e il miglior rapporto costi/benefici possibile.

Tutti gli interventi previsti nel presente progetto rispettano quanto previsto dal D.M. 11/01/2017 "Adozione dei criteri ambientali minimi (CAM) per gli arredi interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili"; nello specifico si considerano le specifiche tecniche del Decreto per tutti gli interventi di ristrutturazione importante di primo e secondo livello e di riqualificazione energetica

Le priorità che hanno guidato **BEIT** nella redazione di questo progetto sono:



INTERVENIRE SUI SISTEMI EDIFICIO-IMPIANTO MAGGIORMENTE ENERGIVORI

È fondamentale considerare l'edificio e gli impianti che lo servono come un unico sistema e, su questa premessa, individuare quali siano quelli con consumi di energia non consoni agli standard di efficienza energetica;



UTILIZZARE SOLUZIONI TECNOLOGICHE ALL'AVANGUARDIA E FONTI RINNOVABILI

Favorire la diffusione delle fonti rinnovabili e dei metodi alternativi per la produzione di energia come cultura di efficienza energetica e di moderna gestione dei sistemi edificio-impianto;



GARANTIRE OTTIMALI LIVELLI DI COMFORT

Migliorare il comfort per gli utenti attraverso il miglioramento dell'involucro termico, l'ottimale gestione delle temperature e il costante monitoraggio dei parametri ambientali;



MASSIMIZZARE IL RENDIMENTO E IL RISPARMIO ENERGETICO

Adottare soluzioni tecniche e gestionali mirate alla massimizzazione del rendimento dei sistemi edificio-impianto e di conseguenza contenere i consumi e la spesa energetica;



MASSIMIZZARE I BENEFICI AMBIENTALI A VANTAGGIO DELL'INTERA COMUNITÀ

È il principio da cui deve muovere ogni scelta progettuale e rappresenta, al contempo, la logica conseguenza dell'applicazione dei quattro principi descritti sopra.

4. DATI GENERALI

Comune veneto, situato nella provincia di Venezia a circa 33 chilometri a Nord della stessa, conta circa 41.900 abitanti e si estende sulla bassa pianura veneta un territorio pianeggiante-collinare di oltre 78 km².

Secondo quanto stabilito dal D.P.R. 412/93, il territorio comunale è sito in **zona climatica E**, con una stagione termica convenzionale che inizia il **15 ottobre** per concludersi il **15 aprile**, durante la quale gli impianti termici possono rimanere in funzione per un massimo di **14 ore**.

4.1. Dati climatici

Qui di seguito si riportano le condizioni climatiche richieste nel periodo invernale, considerando una temperatura invernale esterna di progetto pari a -4,9°C.

Temperature	Locali
20°C	Aule, uffici, spogliatoi e locali di soggiorno in genere
22°C	Asili nido
18°C	Atrii, corridoi e palestre
16°C	Magazzini e autorimesse

I valori misurati delle temperature, per essere considerati accettabili, non possono discostarsi dai valori prescritti al di fuori della tolleranza di 2°C, non ritenendo accettabili condizioni inferiori alle temperature richieste ed indicate precedentemente. **BEIT** si impegna a provvedere tempestivamente ad informare i Responsabili dell'Amministrazione di eventuali guasti che provochino l'indisponibilità dell'impianto per un tempo superiore a 60 minuti comunicando il tipo di impianto in avaria, i luoghi interessati ed il tempo di indisponibilità prevista.

5. ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE

Sono in seguito riportati gli edifici oggetto di intervento e i relativi consumi di combustibile, ricavati dalle bollette delle stagioni termiche dal 2013/2014 al 2016/2017:

ID Impianto	Denominazione	Consumi gas Metano [Nm ³] o GASOLIO [Lt]				Medio
		2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	
02	Palazzetto dello Sport	32.041 Nm ³	34.484 Nm ³	27.793 Nm ³	28.040 Nm ³	30.590 Nm³
03	Scuola Elementare Ancillotto	13.788 Nm ³	16.392 Nm ³	17.196 Nm ³	17.707 Nm ³	16.271 Nm³
04	Centro Civico Grassaga	5.727 Nm ³	7.351 Nm ³	6.150 Nm ³	7.681 Nm ³	6.727 Nm³
05	Scuola Elementare XXIII Martiri	3.878 Nm ³	5.161 Nm ³	4.540 Nm ³	5.694 Nm ³	4.818 Nm³
06	Scuola Elementare Da Vinci	7.355 Nm ³	9.330 Nm ³	8.630 Nm ³	9.432 Nm ³	8.681 Nm³
07_01	Scuola Media Ippolito Nievo	29.412 Nm ³	30.145 Nm ³	30.464 Nm ³	33.736 Nm ³	30.939 Nm³
10_01	Municipio – Ala Nuova	4.491 Nm ³	5.024 Nm ³	6.407 Nm ³	7.399 Nm ³	5.830 Nm³
10_02	Municipio – Ala Vecchia	18.146 Nm ³	20.457 Nm ³	17.393 Nm ³	20.606 Nm ³	19.151 Nm³
10_04	Municipio – Centro Culturale	19.301 Nm ³	18.194 Nm ³	20.166 Nm ³	20.408 Nm ³	19.517 Nm³
11	Scuola Materna Centro (Ippolito Nievo)	10.008 Nm ³	9.873 Nm ³	8.553 Nm ³	9.257 Nm ³	9.423 Nm³
12_01	Scuola Elementare Fermi - Vecchia	12.444 Nm ³	11.894 Nm ³	12.633 Nm ³	14.008 Nm ³	12.745 Nm³
12_02	Scuola Elementare Fermi – Nuova + Palestra	6.676 Nm ³	7.774 Nm ³	9.032 Nm ³	9.777 Nm ³	8.315 Nm³
13_01	Scuola Media Romolo Onor	42.620 Nm ³	46.987 Nm ³	43.507 Nm ³	40.212 Nm ³	43.332 Nm³
17	Scuola Elementare Forte 48	11.543 Nm ³	13.597 Nm ³	14.008 Nm ³	14.795 Nm ³	13.486 Nm³
18	Scuola Elementare Trentin	19.697 Nm ³	20.704 Nm ³	19.607 Nm ³	23.456 Nm ³	20.866 Nm³
19_01	Scuola Materna Rodari	9.652 Nm ³	11.497 Nm ³	11.527 Nm ³	11.162 Nm ³	10.960 Nm³
19_02	Scuola Materna Rodari - Laboratori	2.032 Nm ³	2.196 Nm ³	1.822 Nm ³	2.033 Nm ³	2.021 Nm³
20	Scuola Media Schiavinato	23.024 Nm ³	19.854 Nm ³	24.054 Nm ³	25.823 Nm ³	23.189 Nm³
21	Scuola Elementare Carducci	32.336 Nm ³	28.707 Nm ³	27.750 Nm ³	23.700 Nm ³	28.123 Nm³
23	Scuola Materna Calvino – Cittanova	4.800 Lt	6.300 Lt	7.100 Lt	6.900 Lt	6.275 Lt
28	Scuola Elementare Marco Polo – Passarella	9.600 Lt	11.000 Lt	10.800 Lt	112.600 Lt	11.000 Lt
34	Distretto Scolastico	2.584 Nm ³	1.725 Nm ³	1.621 Nm ³	1.662 Nm ³	1.898 Nm³
35	Casa di Riposo – Ex ATER	9.109 Nm ³	9.733 Nm ³	9.907 Nm ³	9.954 Nm ³	9.676 Nm³



Gli edifici oggetto del servizio, destinati principalmente ad attività scolastiche, uffici pubblici, edifici per attività ricreative ed edifici per attività sportive, sono stati costruiti in diverse epoche.

I consumi di energia sono dovuti principalmente a: dispersioni termiche dovute all'involucro edilizio, ventilazione degli ambienti, produzione di acqua calda sanitaria laddove presente.

Obiettivo della Proposta è il rinnovo del parco impianti comunale nell'ottica di ottenere un risparmio energetico consistente a parità o con aumento del comfort interno. **L'attenzione sarà posta principalmente sugli impianti che non sono stati riqualificati con il precedente contratto di gestione calore, dato che, per la maggior parte dei casi, risultano obsoleti e con scarso rendimento.** Si è quindi analizzata la situazione dei Generatori di calore, della Distribuzione, dei terminali di Emissione e della Regolazione, proponendo soluzioni mirate a migliorare il rendimento globale ed all'ottimizzazione funzionale.

6. TEMPI PREVISTI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Nel documento **2.2 Relazione Tecnica** sono indicati nel dettaglio gli interventi individuati come ottimali per il raggiungimento dello scopo prefissato. Si riportano inoltre nella relazione **2.9 Cronoprogramma degli interventi** le tempistiche di esecuzione delle opere proposte all'interno dei singoli edifici esaminati. Ogni cronoprogramma sarà, in fase esecutiva, suscettibile di variazioni che possono intervenire per cause di forza maggiore (condizioni meteorologiche avverse, problemi di consegna legati ad eventi imprevedibili, circostanze esecutive oggettivamente non prevedibili, varianti progettuali ecc.) o per specifiche richieste o modifiche apportate dalla Stazione Appaltante prima dell'approvazione dei progetti esecutivi.

Il cronoprogramma verrà tuttavia aggiornato con continuità al fine di essere costantemente aderente alla realtà dell'esecuzione delle opere, recepire tutte le modifiche e le variazioni intervenute, rappresentare nel tempo, con continuità e dinamicità, il punto di riferimento per le parti interessate.

I criteri impiegati per la definizione della sequenza dei lavori trovano il loro fondamento nelle seguenti variabili:

- entità dei lavori e la loro presunta durata;
- approvvigionamento dei materiali;
- sequenza temporale richiesta dal corretto e logico svolgimento;
- corretto bilanciamento delle risorse utilizzate.

Gli interventi previsti inoltre possono generare delle ripercussioni con le attività giornaliere provocando inevitabili conseguenze sui servizi prestati dall'impianto oggetto di intervento. Non potendo eliminare totalmente l'impatto che le opere potranno avere sull'edificio e sui suoi occupanti, **l'obiettivo prefissato sarà quello di ridurre al minimo le predette interferenze mediante accorgimenti tecnico-realizzativi e attraverso un'oculata organizzazione della logistica e delle tempistiche di realizzazione.** Tutto ciò al fine di assicurare uno svolgimento rapido ed al contempo rispettoso della sicurezza dei lavoratori e degli ambienti.

Gli obiettivi primari e gli accorgimenti operativi che verranno adottati sono i seguenti:

- svolgimento dei lavori a partire dal conseguimento di tutti i pareri favorevoli ed approvazioni necessarie;
- svolgimento dei lavori nella centrale termica al di fuori del periodo di riscaldamento;
- eventuale completamento di lavorazioni in centrale termica durante il riscaldamento in via eccezionale;
- attenta e scrupolosa delimitazione e segnalazione delle aree di intervento di cantiere e della viabilità, per impedire che le operazioni di riqualificazione possano creare disagi;
- priorità alle attività che consentano il ripristino del corretto funzionamento dell'impianto rispetto alle opere che, pur necessarie, non compromettono il reale funzionamento del sistema e l'erogazione del servizio;
- programmazione, nei limiti del possibile, delle opere che comportano disservizi all'edificio in orari e giorni che possano creare il meno disagio possibile agli impiegati.

7. TECNOLOGIE SCELTE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI

Nel presente capitolo sono descritti tutti gli interventi sugli edifici inclusi nella proposta. Obiettivo primario di tali interventi sarà il soddisfacimento di fabbisogno termico con minor consumo di energia possibile, ottimizzando pertanto il rendimento degli impianti stessi.

7.1. Installazione gruppo termico a condensazione

7.1.1. Descrizione dell'intervento

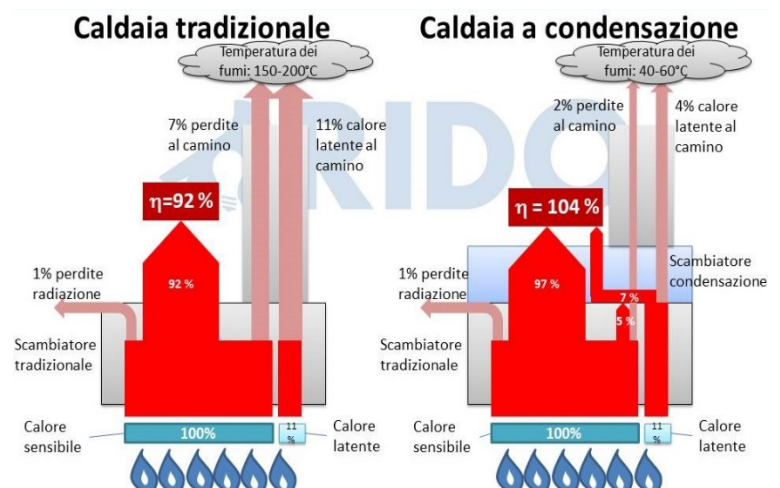
Tra le opere di efficientamento energetico previste per gli impianti in questione, si prevede l'installazione di **batterie di generatori di calore a condensazione**, equipaggiati ciascuno di bruciatore modulante del tipo premiscelato, **caratterizzati da emissioni inquinanti ridotte** in quanto la combustione viene mantenuta in rapporto stechiometrico ideale anche in regime di modulazione e di propria pompa modulante comandata in ragione del salto termico impostato. I generatori alimenteranno il circuito primario di un nuovo scambiatore di calore a piastre ispezionabile provvisto di isolamento termico che provvederà al disaccoppiamento del circuito secondario dal primario preservandone nel tempo l'integrità.



Le normali caldaie, anche quelle definite "ad alto rendimento" (91÷93% alla potenza termica nominale), utilizzano solo una parte del calore sensibile dei fumi di combustione perché occorre evitare la condensazione dei fumi, che dà origine a fenomeni corrosivi. Il vapore acqueo generato dal processo di combustione (circa 1,6 kg/m³ di gas) viene quindi disperso in atmosfera attraverso il camino: la quantità di calore in esso contenuta, definito calore latente, rappresenta l'11% dell'energia liberata dalla combustione, in tali caldaie non è recuperata.

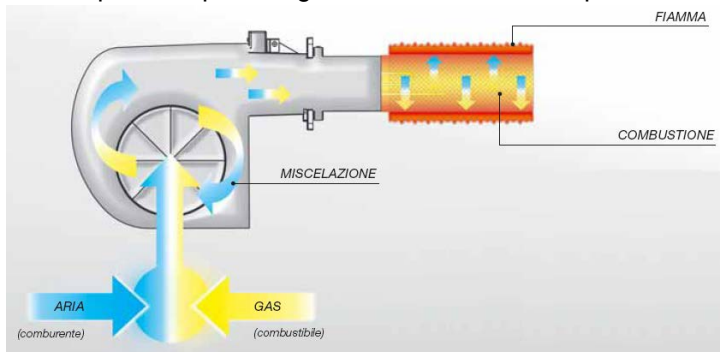
La caldaia a condensazione, invece, **può recuperare gran parte del calore latente dei fumi espulsi con il camino**. La particolare tecnologia della condensazione consente infatti di raffreddare i fumi fino a farli tornare allo stato di liquido saturo (o in taluni casi a vapore umido), con un recupero di calore utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno. In questo modo la temperatura dei fumi di uscita (che si abbassa fino a 30°C) è prossima alla temperatura di mandata dell'acqua (con scambiatori particolarmente performanti anche meno), tale temperatura risulta quindi inferiore ai 140÷160°C dei generatori ad alto rendimento e notevolmente inferiore a quella dei generatori tradizionali che si attesta attorno ai 200÷250°C.

È possibile raggiungere tali temperature dei fumi, quindi farli condensare, in quanto le caldaie a condensazione utilizzano scambiatori di calore realizzati con appositi metalli resistenti all'acidità delle condense (acciaio inox) che altrimenti corroderebbero l'acciaio tradizionale. Nello schema a lato è possibile chiaramente distinguere il **vantaggio, in termini di resa energetica, dell'utilizzo di un generatore a condensazione a confronto con un generatore tradizionale**.



I generatori di calore a condensazione necessitano anche di un tubo per lo scarico dell'acqua di condensa che si forma durante il funzionamento e che convoglia detta condensa in una vaschetta, detta pozzetto di raccolta della condensa.

Nei **bruciatori a premiscelazione totale** il gas combustibile e l'aria comburente vengono "mescolati" prima di entrare nella camera di combustione della caldaia. La miscela risulta pertanto più omogenea e la combustione più efficiente, in particolare in fase di modulazione, sia dei bruciatori soffiati che di quelli aspirati tradizionali dove aria e gas entrano in contatto solamente in camera di combustione. Inoltre l'elevata tecnologia elettronica oggi disponibile consente di modulare con un rapporto pressoché costante, sia l'aria sia il gas, grazie all'adozione di ventilatori modulanti e valvole gas ad apertura correlata pneumatica. La miscela quindi varia quantitativamente a seconda della richiesta di potenza ma mantiene sempre il rapporto ideale fra combustibile (gas) e comburente (aria).

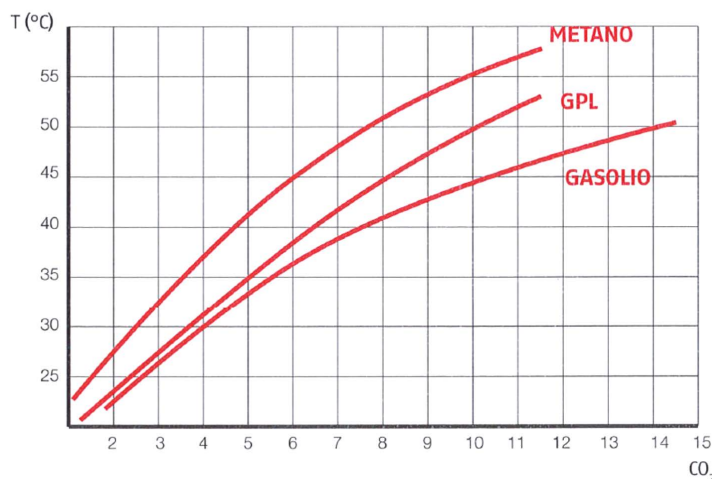


Questa accoppiata vincente garantisce che la temperatura di condensazione dei fumi (punto di rugiada) rimanga costante a qualsiasi potenza la caldaia venga fatta modulare. La fiamma generata è particolarmente compatta ed evita così contatti con la camera di combustione che generano fenomeni di surriscaldamento e peggioramento delle emissioni.

I bruciatori a premiscelazione totale consentono infine di ottenere una **combustione del gas metano con temperature tali da minimizzare la formazione di NOx** e pertanto sono detti bruciatori Low-NOx.

Nella combustione del metano il contenuto di acqua nei fumi è particolarmente alto, dato che il metano ha un contenuto maggiore di idrogeno H rispetto al gasolio. Come si evince dal grafico sotto riporta, la temperatura di rugiada del metano è di 56°C mentre quella del gasolio è 42°C: ne consegue un maggiore sfruttamento del calore di evaporazione durante l'intera stagione di riscaldamento.

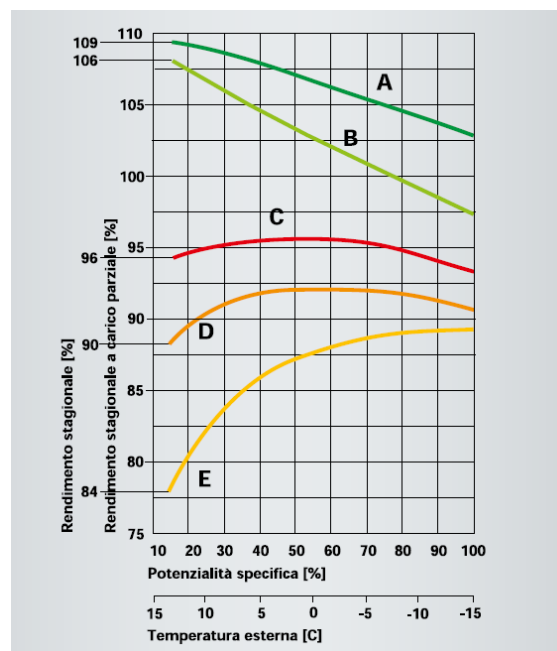
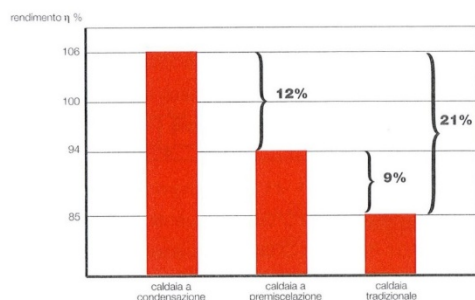
Per quanto riguarda l'aspetto dell'inquinamento ambientale, durante la combustione, il metano, al contrario del gasolio, non dà luogo ad anidride solforosa SO₂, che combinandosi con la condensa produce soluzioni acide molto aggressive.



La scelta di generatori di calore a condensazione risulta sensata tutte le volte che all'impianto risulta applicabile una regolazione climatica che porti la temperatura di ritorno del fluido termovettore al di sotto delle temperature necessarie alla condensazione del vapore contenuto nei fumi di combustione (notoriamente circa 55°C).

Questo fa sì che il generatore a condensazione trovi applicazione logica non solo negli impianti a bassa temperatura (pavimento radiante) ma anche negli impianti ove siano presenti per la maggiore radiatori e ventilconvettori considerando che nelle mezze stagioni (che costituiscono il periodo di tempo più lungo nella stagione termica) la caldaia non lavora mai a piena potenza ma a temperatura ridotta con modulazione della potenza.

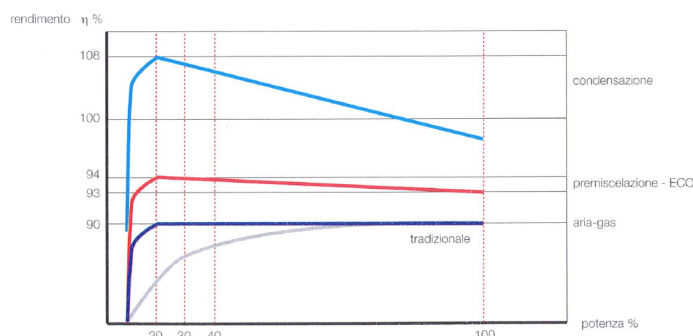
Rendimenti: confronto a potenza ridotta (fattore di carico) pari al 30%



È proprio a potenza ridotta che questi generatori sono in grado di garantire i migliori rendimenti a discapito dei generatori tradizionali, come si evince dalle immagini.

Oltre a questo parametro una caratteristica tipica dei generatori a condensazione è la **capacità di modulare in**

maniera significativa la potenza erogata al variare del carico, cosa che i generatori non a condensazione possono fare entro certi limiti legati alla condensa che poi si forma al termine del percorso dei fumi nei generatori stessi. Di lato si riporta grafico di confronto dei rendimenti in funzione del carico termico.



7.1.2. Criteri di dimensionamento

La verifica ed il dimensionamento dei gruppi termici sono stati condotti sulla base della stima del carico termico del volume da riscaldare, comprendente dispersioni e carico per ventilazione, secondo le valutazioni eseguite tramite un'analisi energetica di stima che considera i seguenti parametri:

- Valutazioni sulla **natura dell'edificio** (volume, caratteristiche dell'involucro disperdente, caratteristiche di utilizzazione...)
- **Consumo prevedibile** in funzione del grado di utilizzazione (giorni/anno, ore/giorno...)
- **Terminali presenti, regolazione e presenza di produzione di acqua calda sanitaria**

Rispetto al carico termico nominale stimato si è tuttavia ritenuto di mantenere un margine per facilitare la messa a regime dell'impianto, stante l'uso tipicamente discontinuo degli edifici in questione e la conseguente criticità del transitorio di preriscaldamento.

I dati essenziali da elaborare per l'effettuazione della scelta dei componenti sono stati inoltre:

- Dimensioni di ingombro massime (necessarie per verificare il posizionamento)
- Capacità (necessaria per il dimensionamento del vaso di espansione)
- Diametro camino (utilizzato per dimensionare il raccordo al camino)
- Dimensioni degli attacchi

7.1.3. Risparmi energetici ottenibili

I **risparmi ottenibili** da tale intervento sono valutabili sul miglioramento del rendimento globale medio stagionale dovuto al miglioramento del rendimento di generazione. In prima analisi tale valore è determinabile mediante l'uso dei rendimenti proposti al paragrafo 6.6.2. della UNI 11300-2:2014 sulla base della tipologia di generatore precedentemente installato e quello previsto in progetto. Per la determinazione del rendimento globale medio stagionale sarà però necessario moltiplicare i rendimenti ottenibili da questa tabella con quelli ricavabili rispettivamente ai paragrafi 6.2.1., 6.3 e 6.4.3. della medesima norma.

A titolo di esempio la valutazione da fare è la seguente:

RENDIMENTI DEI SOTTOSISTEMI (UNI 11300-2:2014)			
RENDIMENTI	RIFERIMENTO	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
Produzione medio	Par.6.6.2. prosp.25-28	80,0%	100,0%
Regolazione	Par.6.3. prosp.20	96,0%	98,0%
Distribuzione	Par.6.4.3. prosp.21-23	90,0%	90,0%
Emissione	Par.6.2.1. prosp.17	92,0%	93,0%
Rendimento globale medio stagionale:		63,6%	82,0%
MIGLIORAMENTO RENDIMENTO GLOBALE		18,4%	

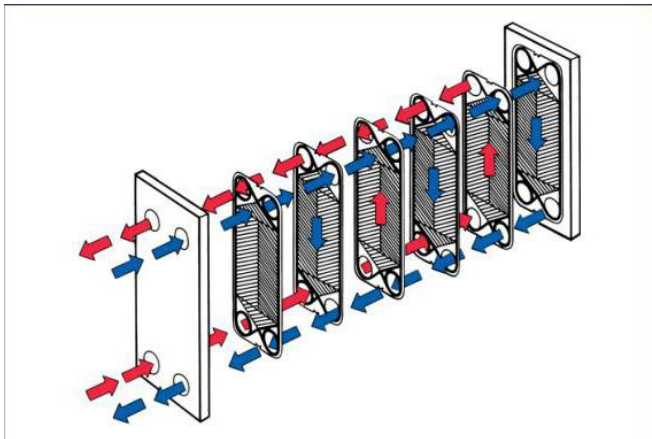
Per determinare il risparmio energetico infine si dovrà moltiplicare il fabbisogno attuale per il miglioramento di rendimento globale medio stagionale determinato come sopra.

7.2. Scambiatore di calore a piastre

7.2.1. Descrizione dell'intervento

Lo scambiatore a piastre è uno scambiatore di calore a superficie in cui due correnti fluide a temperatura diversa scambiano il loro contenuto termico attraverso delle superfici lavorate a rilievo e disposte l'una accanto all'altra, dove i fluidi si avvicinano con flusso in controcorrente. È costituito da una sequenza di piastre corrugate (in modo da aumentare la superficie di scambio e la turbolenza ed evitare la flessione delle stesse) separate l'una dall'altra attraverso una guarnizione in gomma o in altro materiale, che garantisce la tenuta idraulica verso l'esterno e intorno ai fori di passaggio.

Gli scambiatori di calore a piastre vengono impiegati negli impianti di riscaldamento per il **disaccoppiamento del circuito primario (lato caldaia) da quello secondario (lato impianto) per preservare i generatori di calore da possibili fanghi o altre impurità presenti in sospensione nel fluido termovettore**. Anche lo scambiatore viene a sua volta protetto sul lato secondario (impianto) mediante l'installazione di un filtro defangatore che ha la funzione di trattenere ed eliminare le impurità presenti nel fluido di riscaldamento.



L'utilizzo degli scambiatori di calore viene favorito laddove sono presenti generatori di calore a basso contenuto d'acqua che tipicamente presentano dei percorsi del fluido termovettore molto tortuosi e di sezione ridotta all'interno del proprio scambiatore.

In questi casi il deposito di fanghi ed incrostazioni calcaree risulta favorito, pertanto è preferibile mantenere il circuito primario (generatore) idraulicamente separato dal secondario (impianto). Così facendo la probabilità di formazione di fanghi e depositi viene quasi annullata sul

primario in quanto è presente acqua addolcita ed è protetto da eventuali reintegri dovuti a perdite come avviene solitamente nelle distribuzioni degli impianti dopo anni di esercizio.

7.2.2. Criteri di dimensionamento

La taglia dello scambiatore di calore deve essere accuratamente determinata in modo da non limitare i risparmi energetici ottenibili con generatori a condensazione, in particolare è **necessario mantenere la temperatura di ritorno al generatore la più prossima possibile a quella di ritorno dell'impianto**. Per ottenere questo effetto bisogna sovradimensionare lo scambiatore di calore, scelta necessaria affinché le perdite di carico dello scambiatore (a piastre) risultino limitate e che quindi non richiedano la sostituzione dei circolatori lato secondario o la creazione di anelli di circolazione lato secondario.

Altro fattore di importanza fondamentale per ottenere il massimo con generatore a condensazione a cui viene interposto uno scambiatore di calore è la scelta delle temperature di lavoro. In linea generale si dovrà operare con le seguenti condizioni al contorno:

- Salto termico lato primario: 15-20 °C
- Salto termico lato secondario: 10-15°C
- Perdita di carico massima secondario: 1.5 m.c.a.
- Temperatura ritorno primario: inferiore a 55°C

L'ultimo criterio è di fondamentale importanza per lavorare sempre in regime di condensazione. Maggiore è tale temperatura rispetto a quanto indicato, minore sarà lo sfruttamento della condensazione nei momenti di richiesta di picco di calore.

7.2.3. Risparmi energetici ottenibili

Tale intervento non porta risparmi energetici, risulta necessario per l'accoppiamento di sistemi a basso contenuto d'acqua con impianto vecchi al fine di preservare le nuove apparecchiature da incrostazioni o corrosioni. L'inserimento di uno scambiatore di calore al contrario porta sempre ad un aumento di consumo che è tanto minore quanto maggiore è l'efficienza di scambio termico, che è direttamente legata all'isolamento dello scambiatore ed alla superficie di scambio dello stesso.

7.3. Installazione di nuovo bruciatore modulante

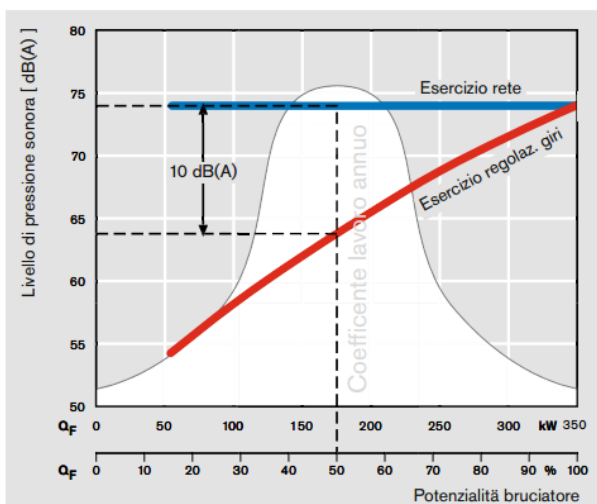
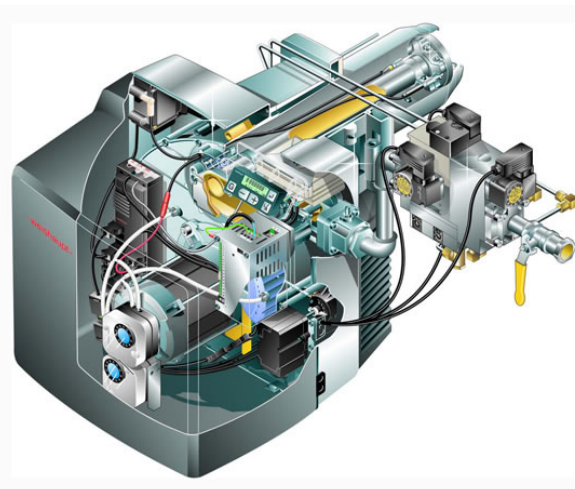
7.3.1. Descrizione dell'intervento.

Per migliorare l'efficienza del sistema di generazione di calore esistente, o anche nei casi in cui si effettuerà un intervento di metanizzazione dell'impianto, si provvederà alla **sostituzione del bruciatore esistente con un nuovo bruciatore di calore modulante a gas metano premiscelato del tipo Low NOx, con gestione elettronica.**

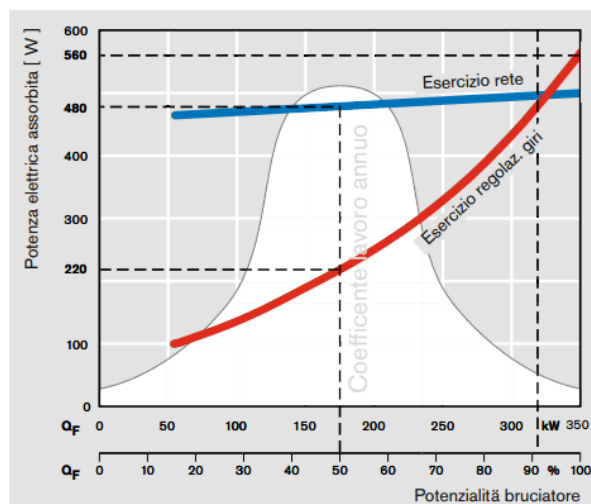
Il nuovo bruciatore sarà equipaggiato con una centralina in grado di regolare in maniera automatica il numero di giri del ventilatore e la posizione della serranda gas per consentire una variazione continua della potenza erogata.

Grazie alla particolare forma del dispositivo di miscelazione il ricircolo dei gas combusti viene intensificato consentendo di abbattere notevolmente gli ossidi di azoto. La variazione di giri, unita all'insonorizzazione della calotta di protezione, consente **livelli di rumorosità contenuti.**

Un ulteriore vantaggio della regolazione dei giri consiste nel **ridotto assorbimento di potenza elettrica** che consente durante la gestione una **sensibile riduzione del consumo di energia elettrica.**



Riduzione del livello di pressione sonora col bruciatore di gas WG 30



Riduzione della potenza elettrica assorbita con il bruciatore di gas WG 30

7.3.2. Criteri di dimensionamento

La taglia dei nuovi bruciatori modulanti dovrà essere selezionata affinché tale apparecchio sia in grado di sopperire al carico massimo del generatore di calore, garantendo allo stesso tempo un buon campo di regolazione della potenza dello stesso in base all'effettiva richiesta dell'impianto.

7.3.3. Risparmi energetici ottenibili

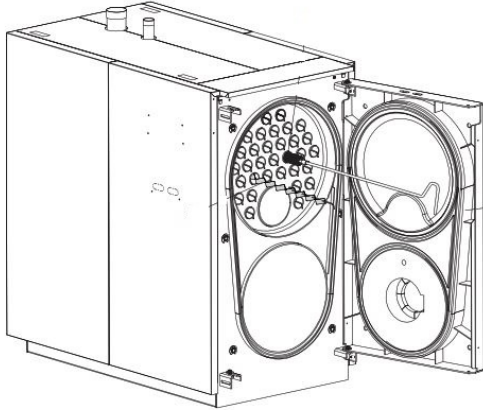
Tale intervento garantirà il **miglioramento del rendimento di generazione** e pertanto anche il rendimento medio stagionale dell'impianto stesso. Si possono dunque considerare risparmi energetici dell'ordine di qualche punto percentuale.

7.4. Installazione generatore di calore ad altro rendimento

7.4.1. Descrizione dell'intervento

Nei casi particolari in cui non sarà possibile procedere alla metanizzazione di impianti di riscaldamento a gasolio si

provvederà alla **sostituzione del generatore di calore esistente con un nuovo del tipo ad alto rendimento ad aria soffiata a tre giri di fumo.**



Le caldaie saranno dotate di un particolare bruciatore in cui la combustione avverrà sempre in condizioni ottimali, grazie al perfetto bilanciamento tra combustibile ed aria comburente. In questo modo il rendimento del generatore di calore si mantiene costante al di sopra del 90% a qualsiasi potenza, anche nei periodi non particolarmente freddi, quando la potenza richiesta è inferiore a quella nominale.

Tale sistema, garantendo elevati rendimenti su tutto il campo di modulazione assicura un **consumo inferiore** rispetto ad una caldaia del tipo tradizionale, con conseguente **risparmio economico e riduzione di emissione di sostanze inquinanti.**

7.4.2. Criteri di dimensionamento

La verifica ed il dimensionamento delle caldaie ad altro rendimento sono stati condotti sulla base della stima del carico termico del volume da riscaldare, comprendente dispersioni e carico per ventilazione, secondo le valutazioni eseguite tramite un'analisi energetica di stima che considera i seguenti parametri:

- Valutazioni sulla **natura dell'edificio** (volume, caratteristiche dell'involucro disperdente, caratteristiche di utilizzazione...)
- **Consumo prevedibile** in funzione del grado di utilizzazione (giorni/anno, ore/giorno...)
- **Terminali presenti, regolazione e presenza di produzione di acqua calda sanitaria**

Rispetto al carico termico nominale stimato si è tuttavia ritenuto di mantenere un margine per facilitare la messa a regime dell'impianto, stante l'uso tipicamente discontinuo degli edifici in questione e la conseguente criticità del transitorio di preriscaldamento.

I dati essenziali da elaborare per l'effettuazione della scelta dei componenti sono stati inoltre:

- Dimensioni di ingombro massime (necessarie per verificare il posizionamento)
- Capacità (necessaria per il dimensionamento del vaso di espansione)
- Diametro camino (utilizzato per dimensionare il raccordo al camino)
- Dimensioni degli attacchi

7.4.3. Risparmi energetici ottenibili

I risparmi ottenibili da tale intervento sono valutabili sul miglioramento del rendimento globale medio stagionale dovuto al **miglioramento del rendimento di generazione.** In prima analisi tale valore è determinabile mediante l'uso dei rendimenti proposti al paragrafo 6.6.2. della UNI 11300-2:2014 sulla base della tipologia di generatore precedentemente installato e quello previsto in progetto.

Per la determinazione del rendimento globale medio stagionale sarà però necessario moltiplicare i rendimenti ottenibili da questa tabella con quelli ricavabili rispettivamente ai paragrafi 6.2.1., 6.3 e 6.4.3. della medesima norma. A titolo di esempio la valutazione da fare è la seguente:

RENDIMENTI DEI SOTTOSISTEMI (UNI 11300-2:2014)			
RENDIMENTI	RIFERIMENTO	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
Produzione medio	Par.6.6.2. prosp.25-28	80,0%	94,0%
Regolazione	Par.6.3. prosp.20	96,0%	98,0%
Distribuzione	Par.6.4.3. prosp.21-23	90,0%	90,0%
Emissione	Par.6.2.1. prosp.17	92,0%	93,0%
Rendimento globale medio stagionale:		63,6%	77,1%
MIGLIORAMENTO RENDIMENTO GLOBALE		13,5%	

Per determinare il risparmio energetico infine si dovrà moltiplicare il fabbisogno attuale per il miglioramento di rendimento globale medio stagionale determinato come sopra.

7.5. Lavaggio dell'impianto

7.5.1. Descrizione dell'intervento

La sostituzione o l'installazione di nuovi componenti (nuova caldaia a condensazione, nuovi elettrocircolatori elettronici, installazione di valvole termostatiche, ecc.) in un impianto termico esistente comporta la necessità di proteggere le nuove apparecchiature dalle sostanze presenti in sospensione nel fluido termovettore dell'impianto stesso.

L'acqua presente nell'impianto termico si carica quando l'impianto viene realizzato e poi non viene più tolta a meno di interventi straordinari. Quest'acqua di carico, proveniente direttamente dall'acquedotto e quasi sempre non trattata, presenta una durezza che per il Comune di San Donà è elevata, pari a circa 20/21°F.

Il fatto che l'acqua rimanga molti anni nei tubi e nei terminali di riscaldamento innesca processi di deterioramento dell'impianto termico tra cui:

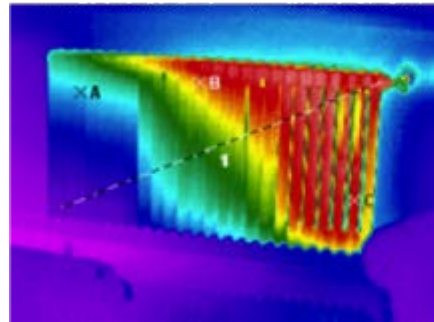
- **Fenomeni legati alla corrosione**
- **Depositi di calcare**
- **Formazione di alghe**
- **Formazione di scaglie e fanghi**



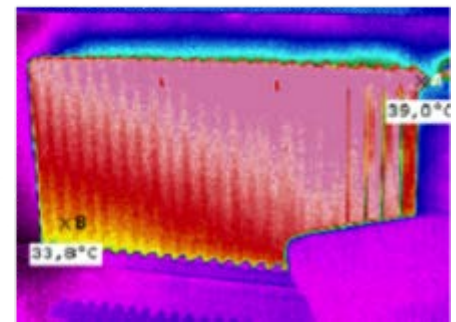
La presenza di calcare, alghe o altri detriti dovuti alla corrosione comporta una serie di problemi tra cui si annoverano:

- Guasti alla caldaia e ai componenti installati nell'impianto termico (circolatori, valvole, ecc.)
- Aumento dei consumi
- Aumento dei tempi per la messa in regime dell'impianto
- Riduzione della longevità dell'impianto
- Disuniformità nella distribuzione del calore nei singoli terminali (radiatore freddo nella parte inferiore)
- Disuniformità nella distribuzione del calore nei singoli ambienti o nelle singole zone
- Rumorosità e formazione di aria nelle tubazioni

Prima del lavaggio



Dopo il lavaggio



Nelle immagini termografiche a lato è possibile osservare la diversa emissione termica di un radiatore prima e dopo il lavaggio.

Nel caso di riqualificazioni tecnologiche di impianti termici ove sia prevista l'installazione di nuove caldaie a condensazione i problemi risultano più frequenti ed evidenti e possono portare a guasti molto costosi da risolvere. Le caldaie odierne presentano tecnologie costruttive più sofisticate ma per le quali sono richieste maggiore prevenzione e controllo del loro funzionamento. Si pensi ai ridotti passaggi per l'acqua nello scambiatore fumi/acqua di molti modelli a condensazione: se l'acqua non viene pulita rischia di intasare la caldaia poche settimane dopo l'installazione, vanificando l'intervento appena eseguito.

Inoltre gran parte dei produttori di generatori di calore non riconoscono più la garanzia sullo scambiatore fumi/acqua in caso di mancato lavaggio e protezione dell'impianto; ne consegue che il costo per la sostituzione di uno scambiatore non in garanzia è molto più elevato di quello previsto per la pulizia e la protezione dell'impianto termico.

Il lavaggio dell'impianto termico si svolge in due fasi:

- nella prima viene iniettato nel fluido termovettore un liquido pulente che lavora durante il funzionamento del riscaldamento e porta in sospensione tutto lo sporco presente nell'impianto. Questa fase dura diversi giorni durante i quali il liquido svolge la sua azione non aggressiva per le tubazioni e al termine della quale l'impianto viene completamente scaricato;
- nella seconda fase si svolge il lavaggio vero e proprio mediante apposite pompe che flussano l'impianto con una grande portata d'acqua nei tubi rimuovendo gli ultimi depositi di sporco. A fine lavoro si controlla il risultato tramite dei test chimici per la rilevazione dell'acidità dell'acqua e della quantità di calcare dopodiché viene aggiunto all'impianto un liquido protettivo e filmante che previene i danni provenienti da calcare, corrosione ed alghe.

I **vantaggi legati al lavaggio dell'impianto termico** si possono così riassumere:

- Prevenzione di guasti alla caldaia e ai componenti installati nell'impianto termico (circolatori, valvole, ecc.);
- Riduzione dei consumi;
- Riduzione dei tempi per la messa in regime dell'impianto;
- Aumento del rendimento di emissione;
- Possibilità di riduzione della temperatura media del fluido termovettore con conseguente riduzione delle dispersioni della rete distributiva;
- Aumento della longevità dell'impianto;
- Risoluzione dei problemi legati alla disuniformità nella distribuzione del calore nei singoli terminali, nei singoli ambienti o nelle singole zone;
- Risoluzione dei problemi legati alla rumorosità e alla formazione di aria nelle tubazioni

7.5.2. Criteri di dimensionamento

I prodotti utilizzati vengono dosati percentualmente sulla quantità di acqua presente nell'impianto ricavabile o dalle denunce di cui all'art. 18 D.M. 01/12/1975 all'INAIL o precedentemente all'ISPESL, oppure mediante stima sulla base della capacità calcolabile o ricavabile dai vasi di espansione presenti.

7.5.3. Risparmi energetici ottenibili

Tali risparmi non sono calcolabili analiticamente mediante algoritmi o tabelle predeterminate in quanto consistono in un **miglioramento sostanziale del rendimento di emissione** che dipende sia dalla condizione di sporco iniziale dell'impianto, sia dall'efficacia del lavaggio stesso. Possono comunque essere considerati dell'ordine di qualche punto percentuale.

7.6. Trasformazione del combustibile da liquido a gassoso

7.6.1. Descrizione dell'intervento

Con tale intervento è prevista la **trasformazione del combustibile di alimentazione da gasolio a gas metano**. L'alimentazione a gasolio rende l'impianto ad elevato impatto ambientale a causa delle maggiori emissioni inquinanti, se si considera infatti un impianto a metano di pari potenza si può trovare come quasi tutte le emissioni inquinanti si riducono a parità di potenza erogata, come è visibile nella seguente tabella:

INQUINANTE	GASOLIO [KG/GJ]	GAS METANO [KG/GJ]	RIDUZIONE/AUMENTO
CO ₂ [KG/GJ]	74,44	56.76	-23,8 %
PM10	0.00736	0.005	-32,1 %
NO _x (Low NO _x)	0.05	0.032 (0.019)	-36,0% (-62,0%)
SO ₂	0.094	0	-100%

Oltre alla riduzione degli inquinanti propria della chimica del singolo combustibile, si aggiunge la **maggiore efficienza nella produzione di calore** che si riesce ad ottenere con un generatore di calore ad alto rendimento e/o a condensazione a gas metano di ultima generazione rispetto ad un generatore a gasolio. Questi fattori tra loro combinati consentono di ottenere un **elevato risparmio di combustibile** ed una ancor più **elevata riduzione delle emissioni inquinanti** nel funzionamento dell'impianto a parità di energia termica resa agli ambienti.

L'intervento in particolare prevede la prova in pressione della linea gas interrata esistente ed il suo completamento mediante la realizzazione del breve tratto interrato fino alla parete esterna della centrale termica dove sarà installata una valvola di intercettazione opportunamente protetta e segnalata. La linea gas attraverserà quindi la parete perimetrale in contro tubo sigillato per poi collegarsi al bruciatore previa installazione di tutti i dispositivi di controllo e sicurezza richiesti. Il locale sarà adattato al nuovo combustibile mediante opportune aperture di aerazione per evitare la formazione di sacche di gas. Sarà richiesto all'Ente erogatore la fornitura di un nuovo gruppo di misura a cui verrà collegata la linea gas previo interposizione di valvola e punto di prova pressione.

7.6.2. Risparmi energetici ottenibili

Tali risparmi non sono calcolabili analiticamente mediante algoritmi o tabelle predeterminate. Possono comunque essere considerati dell'ordine di qualche punto percentuale.

7.7. Installazione di pompe elettroniche a giri variabili

7.7.1. Descrizione dell'intervento

Negli impianti di riscaldamento a circolazione forzata con le pompe di circolazione viene messo in moto il fluido termovettore dal sistema di produzione del calore (caldaia) al sistema di emissione in ambiente (terminale).

Le elettropompe sfruttano l'energia meccanica fornita da un motore elettrico per sollevare un fluido o farlo scorrere all'interno di un circuito, come negli impianti di riscaldamento. L'evoluzione tecnologica ha portato alla realizzazione di **elettropompe a giri variabili: la variazione dei giri del motore, ottenuta grazie alla presenza di un convertitore di frequenza (inverter), permette di modulare a seconda delle esigenze del circuito impiantistico le caratteristiche idrauliche.**

Negli impianti a portata variabile la chiusura delle valvole termostatiche a due vie comporta una riduzione della portata idraulica, di conseguenza una pompa di circolazione a giri fissi si troverebbe a lavorare con prevalenze elevatissime, comportando l'aumento della pressione differenziale sulle valvole stesse provocandone rumorosità.

La pompa a giri variabili è invece in grado, attraverso un differenziale di pressione, di **percepire la graduale riduzione della portata causata dalla proporzionale chiusura delle valvole termostatiche**, e quindi di ridurre il numero di giri con limitazione della prevalenza data al circuito idraulico. La modulazione dei giri del motore assume quindi particolare importanza negli impianti con valvole a due vie termostatiche in cui vi sono organi di regolazione a geometria variabile. Le pompe a inverter possono funzionare a pressione costante o proporzionale: la scelta e la programmazione dipendono dalle esigenze idrauliche dell'impianto di riscaldamento.



Le pompe elettroniche permettono comunque di **risparmiare energia regolando le prestazioni in base alla domanda**. Secondo il profilo standard, riconosciuto come il più diffuso a livello internazionale, una pompa funziona al massimo della capacità soltanto per il 6% del tempo; pertanto è utile che la pompa riduca la propria velocità (giri/min) per il tempo restante, consentendo un risparmio in termini economici ed energetici. Ogni circolatore elettronico regola automaticamente le proprie prestazioni in base alle condizioni presenti, mantenendo sempre al minimo il consumo energetico;

grazie al controllo automatico della velocità la pompa regola costantemente la pressione generata (prevalenza) per adattarla in modo ottimale alla velocità dell'acqua (portata).

Un altro vantaggio che si ottiene dall'installazione delle pompe elettroniche è legato alla **maggiore possibilità di sfruttamento della condensazione in caldaia** grazie alla regolazione della portata d'acqua nei circuiti che permette di minimizzare la temperatura di ritorno nel generatore di calore aumentando opportunamente i salti di temperatura sull'impianto.

Da un punto di vista normativo nel 2005 l'Unione Europea ha approvato la nuova direttiva 2005/32/CE con i requisiti relativi alla progettazione ecocompatibile di prodotti che consumano energia. Da allora questa direttiva è nota come EuP (Energy Using Products) e comprende tutti quei prodotti che consumano energia. Il 20 Novembre 2009 tale direttiva è stata sostituita dalla 200/125/CE la cui modifica più importante riguarda l'estensione del campo di

applicazione da “prodotti che consumano energia” a “prodotti connessi all’energia” (Energy Related Product) da cui la nuova abbreviazione in ErP. La direttiva ErP sulla progettazione ecocompatibile stabilisce, a partire dal 2011, requisiti sempre più severi a livello europeo, per quanto riguarda l’efficienza dei prodotti a consumo energetico. Nella casistica rientrano quindi sia le pompe a rotore bagnato che i motori elettrici delle pompe a motore ventilato. Attualmente è ancora molto diffuso l’utilizzo di pompe non regolate. Ciò comporta un consumo di elettricità tanto elevato quanto inutile - fino a dieci volte in più rispetto alla generazione di pompe ad alta efficienza. La direttiva Europea ErP sulla progettazione ecocompatibile per circolatori a rotore bagnato è entrata in vigore il 1° Gennaio 2013, definendo prescrizioni unitarie in Europa in materia di efficienza energetica per una tutela ambientale sostenibile. L’entrata in vigore prevede:

- Fase 1 (a partire dall’1.1.2013): si applicheranno le prescrizioni per le nuove pompe a rotore bagnato installate all’esterno del generatore di calore. Valore limite EEI per la classe di efficienza energetica: 0,27.
- Fase 2 (a partire dall’1.8.2015): il valore limite EEI sarà ulteriormente abbassato a 0,23 anche per le pompe integrate in generatori di calore e stazioni solari.
- Fase 3 (a partire dall’ 1.1.2020): la validità del valore limite EEI 0,23 sarà applicata anche alla sostituzione di pompe integrate in esistenti generatori di calore.

Il regolamento della commissione europea (CE) n. 641/2009 del 22 luglio 2009 deve favorire, entro il 2020, l’immissione sul mercato di tecnologie che riducono l’impatto ambientale dei circolatori durante il loro ciclo di vita per ottenere un risparmio di energia stimato in 23 miliardi di kWh, rispetto ad uno scenario dove non verrebbero prese contromisure specifiche, ciò corrisponde ad una diminuzione delle emissioni di CO₂ di circa 11 milioni di tonnellate all’anno.

7.7.2. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dei circolatori elettronici viene effettuato sulla base della potenza dei terminali collegati, considerando il salto termico di progetto degli stessi, solitamente di 10°C. Valutazioni diverse sono fatte nel caso di circolatori di alimentazione di radiatori con valvole termostatiche, in questo caso i criteri da seguire sono i seguenti:

- Portata: potenze corpi scaldanti, ΔT 15-20 °C
- Prevalenza (valori indicativi): 1,2...2,0 m c.a per le valvole + 1,0...2,0 m c.a. per le tubazioni + Perdita in caldaia + accessori per un totale di 2...5 m c.a. (mai oltre perché altrimenti si superano i 3 m c.a. a portata nulla)
- Impostazione: curva a pressione proporzionale
- Indicare l’estremo della curva che passa per il punto di lavoro
- Verificare che la pompa sia adatta per portata nulla

7.7.3. Risparmi energetici ottenibili

Con le pompe a regolazione elettronica di giri è possibile ottenere un consumo energetico inferiore fino al 70% rispetto a una pompa tradizionale non regolata, con un ritorno economico dell’investimento sul consumo elettrico in meno di 2 anni (*).

Tali risparmi portano dunque ad un **miglioramento del rendimento di distribuzione** e quindi anche al rendimento medio stagionale, e possono essere considerati dell’ordine di qualche punto percentuale.

(*) Rispetto alle pompe tradizionali non regolate e in base al profilo di carico “angelo blu” (norma RAL UZ 105) e a costi energetici pari a 0,22 €/kWh.

7.8. Valvole miscelatrici per riscaldamento

7.8.1. Descrizione dell'intervento

Le valvole miscelatrici consentono la regolazione di un circuito di riscaldamento (o dell'intero impianto nei casi di sistemi mono zona) attraverso la miscelazione dell'acqua in uscita dalla caldaia con quella di ritorno del circuito stesso, allo scopo di ottenere la temperatura desiderata di mandata all'utenza. Possono essere motorizzate e abbinare a regolatori climatici per l'invio dell'acqua calda all'utenza secondo l'effettivo carico termico necessario, rispettando in questo modo le recenti disposizioni in merito al risparmio energetico.



I fluidi vengono miscelati direttamente all'interno della valvola; l'elemento di regolazione della valvola è un rotore (a settore o farfalla) che azionato fa ruotare l'albero di uscita, regolando il flusso tra le due vie di ingresso e la via di uscita. All'interno delle valvole, tra l'organo di miscelazione ed il corpo, è inserita una bussola in materiale antifrizione che assorbe eventuali variazioni di volume dovute alle dilatazioni termiche delle parti che compongono la valvola ed assicura facilità di rotazione in tutto il campo delle temperature d'impiego.

La gestione delle valvole è affidata ad un sistema di termoregolazione e telecontrollo che decide la miscelazione del fluido in ragione della temperatura esterna, della temperatura di mandata effettiva e della temperatura ambiente misurata per la zona, in ragione di una curva climatica reimpostata che viene decisa in funzione della tipologia di terminali serviti, della destinazione d'uso degli ambienti e dell'inerzia termica dell'immobile.

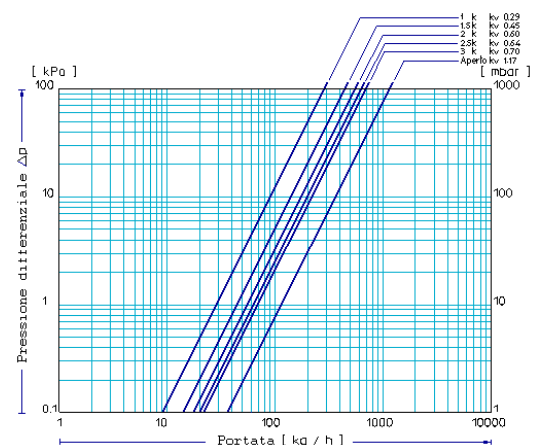


L'utilizzo di queste valvole nei diversi circuiti consente una riduzione della temperatura e quindi dell'energia termica inviata nelle zone in cui il regime termico è stato raggiunto, consentendo un **risparmio energetico** nell'utilizzo dell'impianto ed una riduzione della temperatura di ritorno dell'impianto che va ad **aumentare il rendimento medio dell'impianto** nel caso di utilizzo di generatori a condensazione.

7.8.2. Criteri di dimensionamento

La taglia della valvola viene determinata sulla scorta della portata transitante nel circuito e del diagramma caratteristico della stessa al fine di mantenere una perdita di carico tra 0.3-0.8 m.c.a. in modo da consentire un'efficace regolazione del circuito.

Tipicamente risulta la valvola miscelatrice risulta di diametro inferiore alle tubazioni servite o al più dello stesso diametro.



7.8.3. Risparmi energetici ottenibili

La creazione di circuiti con specifica regolazione climatica rispetto ad una regolazione a punto fisso porta ad un risparmio energetico stimabile come visto nel paragrafo 2.3.3. ma limitatamente al circuito interessato.

Pertanto tale risparmio sarà tanto più elevato quanto più il circuito interessato sarà esteso ed il suo funzionamento in termini di ore elevato.

7.9. Installazione di valvole termostatiche antimanomissione ed antivandalo su tutti i corpi scaldanti

7.9.1. Descrizione dell'intervento

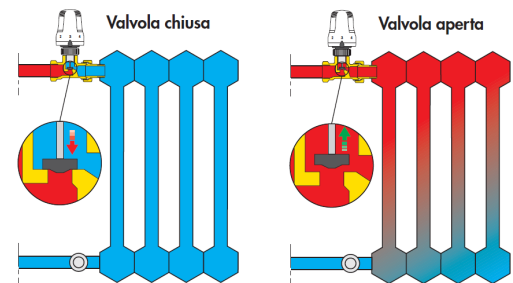
Le termostatiche sono valvole che, oltre ad esercitare le normali funzioni delle valvole per corpi scaldanti, sono in grado di **regolare la temperatura ambiente dei locali** in cui sono installate regolando l'emissione termica dei terminali su cui sono installate.



Le valvole termostatiche sono tipicamente impiegate per la regolazione del fluido ai radiatori degli impianti di riscaldamento: **abbinata a un comando termostatico o elettrotermico mantengono costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate.**

In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura nei locali aventi maggiore esposizione agli apporti solari o caratterizzati da un alto affollamento e si ottengono consistenti risparmi energetici.

Queste valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l'ausilio di altro mezzo sigillante. Il dispositivo di comando della valvola termostatica è un regolatore proporzionale di temperatura, costituito da un soffiutto contenente uno specifico liquido termostatico. All'aumentare della temperatura, il liquido aumenta di volume e provoca la dilatazione del soffiutto. Con la diminuzione della temperatura si verifica il processo inverso; il soffiutto si contrae per effetto della spinta della molla di contrasto. I movimenti assiali dell'elemento sensibile vengono trasmessi all'attuatore della valvola tramite l'asta di collegamento, regolando così il flusso del liquido nel corpo scaldante. Durante il normale funzionamento la valvola pertanto è in continua regolazione e la quantità di fluido che attraversa il terminale è variabile, al più nulla solamente nei casi in cui la temperatura ambiente sia di molto superiore a quella impostata. In tale circostanza, dovrà transitare sulla valvola la quantità di fluido necessaria e sufficiente per far fronte alle dispersioni dell'ambiente, il risultato sarà un terminale che appare caldo nella parte alta e freddo nella parte bassa. Questa particolarità non è sinonimo di mal funzionamento, anzi, indica proprio che la valvola sta correttamente funzionando.



Data l'installazione in edifici pubblici, specialmente nelle scuole dove questi dispositivi vengono in breve tempo manomessi o danneggiati (volontariamente o meno), **si prevede di montare la versione "antimanomissione,**



antivandalo ed antiscippo" caratterizzata da un apposito guscio fissato sulla manopola mediante l'impiego di due viti dotate di testa speciale, e quindi serrabili solamente mediante l'impiego di un'apposita chiave. La regolazione delle valvole potrà avvenire solamente mediante apposito utensile e non sarà successivamente modificabile dall'utente. Si ritiene quindi opportuno che unitamente all'installazione

delle valvole termostatiche sia svolta da parte della Committenza **una serie di incontri per la sensibilizzazione e l'informazione sulle opere di risparmio energetico.**

L'impiego di valvole termostatiche nell'impianto termico rende la portata di fluido costantemente variabile a seconda del numero di terminali che in un dato momento presentano la posizione della valvola aperta piuttosto che chiusa. Per questo motivo l'intervento di sostituzione delle valvole dovrà essere accompagnato dall'installazione di nuovi elettrocircolatori elettronici a portata variabile meglio descritti nel capitolo ad essi dedicato.

7.9.2. Criteri di dimensionamento

Si calcolano in base ai valori di K_v (portata nominale) determinati per ognuna delle posizioni di prerregolazione delle valvole. Noti tali valori e le portate richieste, le perdite di carico si possono calcolare con la seguente formula:

$$\Delta H = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2$$

dove:

ΔH : perdita di carico della valvola [bar]

G: portata della valvola [m³/h]

K_v : portata nominale della valvola [m³/h]

Generalmente i produttori, oltre ai valori di K_v , forniscono anche diagrammi (in scala logaritmica e del tipo sotto riportato) che, in relazione alle portate e alle perdite di carico richieste, consentono di determinare direttamente le posizioni di taratura delle valvole.

7.9.3. Risparmi energetici ottenibili

È possibile quantificare il risparmio energetico come miglioramento del rendimento globale medio stagionale dovuto al **miglioramento del rendimento di regolazione**. In prima analisi tale valore è determinabile mediante l'uso dei rendimenti proposti al paragrafo 6.3. della UNI 11300-2:2014 sulla base della tipologia di regolazione precedentemente presente e quella prevista in progetto. Per la determinazione del rendimento globale medio stagionale sarà però necessario moltiplicare i rendimenti ottenibili da questa tabella con quelli ricavabili rispettivamente ai paragrafi 6.2.1., 6.6.2. e 6.4.3. della medesima norma.

A titolo di esempio la valutazione da fare è la seguente:

RENDIMENTI	RIFERIMENTO	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
Produzione medio	Par.6.6.2. prosp.25-28	84,0%	84,0%
Emissione	Par.6.2.1. prosp.17	90,0%	90,0%
Regolazione	Par.6.3. prosp.20	93,0%	97,0%
Distribuzione	Par.6.4.3. prosp.21-23	91,3%	91,3%
GLOBALE MEDIO STAGIONALE		64,2%	67,0%
RISPARMIO ENERGETICO		2,8%	

Per determinare il risparmio energetico infine si dovrà moltiplicare il fabbisogno attuale per il miglioramento di rendimento globale medio stagionale determinato come sopra.

7.10. Installazione bollitori ad accumulo e bollitori in pompa di calore ad accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria

7.10.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento proposto consiste **nell'installazione di un nuovo bollitore** a singolo serpentino collegato al sistema di generazione di acqua calda per il riscaldamento, in sostituzione alle apparecchiature esistenti dedicate per tale utilizzo.

Negli edifici in cui invece la richiesta di acqua calda sanitaria è molto ridotta e limitata al solo utilizzo mediante i lavabi presenti all'interno delle strutture, si propone **l'installazione di bollitori ad accumulo** di adeguata capacità in sola pompa di calore, senza serpentini aggiuntivi per il collegamento ai generatori di calore e/o eventuali futuri impianti solari termici.



In alcune casistiche particolari si è valutata anche l'installazione di un **bollitore in pompa di calore ad accumulo**, dotato di un serpentino collegato al sistema di produzione di calore, che interverrà solamente nei casi in cui il sistema in pompa di calore non riuscirà a garantire in tempo sufficiente produzione di acqua sanitaria secondo quanto richiesto dalle utenze collegate ed un serpentino per l'eventuale futuro collegamento ad un impianto solare termico.

Il **bollitore a pompa di calore** è costituito principalmente da una mini pompa di calore e da un bollitore. La mini pompa di calore, alloggiata direttamente nella parte superiore del bollitore, usa l'energia termica della produzione di acqua calda sanitaria fino a 55°C in modalità pompa calore e fino a 75°C con l'ausilio delle resistenze elettriche, per riscaldare l'acqua del bollitore. L'aria viene aspirata da un ventilatore centrifugo che permette un funzionamento della pompa di calore in ricircolo o per luoghi installativi particolari, attraverso una canalizzazione con sviluppo massimo specifico definito dalla casa costruttrice in base alla tipologia. L'energia così recuperata viene trasferita all'acqua da uno scambiatore esterno disposto circonferenzialmente sulla superficie esterna del bollitore, evitando così particolari oneri di manutenzione.



7.10.2. Criteri di dimensionamento

I nuovi sistemi di produzione di acqua calda sanitaria sono stati scelti sulla base delle effettive richieste da parte delle utenze all'interno degli stabili e dalla tipologia delle stesse.

7.10.3. Risparmi energetici ottenibili

Tali risparmi non sono calcolabili analiticamente mediante algoritmi o tabelle predeterminate, ma possono comunque essere considerati dell'ordine di qualche punto percentuale dato i sistemi ormai vetusti negli impianti esistenti.

7.11. Miscelatore per ACS

7.11.1. Descrizione dell'intervento

Negli impianti di produzione centralizzati di acqua calda per uso sanitario con accumulo, per poter **prevenire la proliferazione del pericoloso batterio Legionella**, è necessario accumulare l'acqua calda ad una temperatura non inferiore a 60°C. A questa temperatura si ha la certezza di inibire totalmente la proliferazione del batterio che può portare all'infezione denominata Legionellosi. Queste temperature però risultano troppo elevate per essere utilizzabili direttamente dall'utente; a questi valori l'acqua calda può provocare gravi ustioni. Occorre perciò ridurre la temperatura dell'acqua calda distribuita in utenza ad un valore inferiore e compatibile con l'uso. Inoltre, non solo l'accumulo, ma anche tutta la rete di distribuzione necessita dell'operazione di disinfezione termica ad intervalli periodici; in caso contrario anche in essa si formerebbe velocemente il batterio. Questo sistema non rappresenta l'unico metodo per contrastare la Legionellosi, infatti è possibile anche un dosaggio di componenti chimici sull'acqua che ne inibiscono la proliferazione. In ogni caso l'utilizzo di un miscelatore in uscita dal bollitore consente di stoccare una quantità d'acqua a temperatura superiore rispetto all'utilizzo, in questo modo si può aumentare la quantità di prelievo di acqua calda sanitaria e dunque la sua producibilità a parità di volume stoccato grazie alla miscelazione con l'acqua fredda.

A fronte di tutto ciò si **prevede l'installazione di un miscelatore elettronico** che sia in grado di:

- ridurre la temperatura dell'acqua distribuita ad un valore regolabile inferiore rispetto a quello di accumulo;
- mantenere costante la temperatura dell'acqua miscelata al variare delle condizioni di temperatura e pressione in ingresso o di portata prelevata;

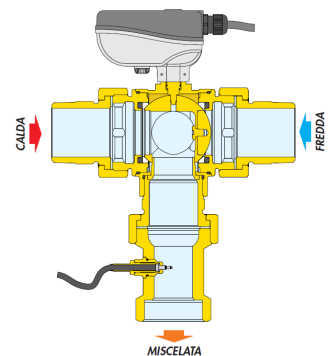
- aumentare la producibilità di acqua calda sanitaria a parità di volume stoccato;
- ridurre il rischio ustioni in caso di accoppiamento con impianto solare termico (miscelatore obbligatorio);
- permettere la programmazione della disinfezione termica con un valore di temperatura maggiore rispetto a quello di regolazione, nei tempi necessari e nei periodi con prelievi meno frequenti (ad esempio ore notturne).

Il risparmio energetico è regolamentato dal D.P.R. n.412/93 che rende obbligatorio l'impiego del miscelatore negli impianti di distribuzione dell'acqua per usi igienico-sanitari con accumulo, non diversamente regolati, per limitare a 48°C con tolleranza $\pm 5^\circ\text{C}$ la temperatura dell'acqua all'immissione nella rete di distribuzione.

Scopo della limitazione della temperatura è di **ridurre al massimo le dispersioni passive** attraverso la rete di distribuzione, oltre che di evitare l'erogazione dell'acqua a temperatura superiore al necessario.

La valvola miscelatrice ha in ingresso l'acqua calda proveniente dal bollitore e l'acqua fredda della rete idrica, la sua uscita è l'acqua di mandata miscelata. Il regolatore, mediante un'apposita sonda, rileva la temperatura dell'acqua miscelata all'uscita della valvola ed aziona la valvola miscelatrice stessa per mantenere la temperatura impostata.

Essa modifica i passaggi di acqua calda e fredda in ingresso per riportare la temperatura dell'acqua in uscita al valore regolato; anche quando si verificano cali di pressione dovuti al prelievo di acqua calda o fredda o variazioni di temperatura in ingresso, il miscelatore regola automaticamente le portate di acqua fino ad ottenere la temperatura impostata.



Il regolatore può incorporare un orologio digitale e consente di programmare interventi di disinfezione anti-legionella dell'impianto idraulico. La disinfezione dell'impianto avviene innalzando la temperatura dell'acqua ad un determinato valore per un tempo determinato.

Per il miglior controllo della disinfezione termica, in questo tipo di impianti può essere necessaria anche la misura della temperatura dell'acqua di ritorno dalla distribuzione, misura effettuata mediante la sonda di ricircolo. Questa misura, quando disponibile, è utilizzata ai fini di controllo e verifica della temperatura raggiunta su tutta o parte della rete, in quanto la sonda può essere posizionata in un punto significativo remoto dell'impianto.

La possibilità di regolare la temperatura consente di razionalizzare l'utilizzo dell'acqua calda sanitaria soprattutto in strutture sportive quando l'uso delle docce è intenso per periodi di tempo anche relativamente lunghi, qualche grado di temperatura in meno, senza compromettere il confort, consente a parità di impianto di consumare meno energia e magari mantenere a disposizione per utenza un quantitativo di acqua superiore.

7.11.2. Criteri di dimensionamento

La taglia del miscelatore viene determinata sulla base della portata d'acqua di picco dell'impianto servito e sulla base del diametro della tubazione collegata. Tipicamente risulta il miscelatore dello stesso diametro o un diametro inferiore alle tubazioni servite.

7.11.3. Risparmi energetici ottenibili

Tali risparmi non sono calcolabili analiticamente mediante algoritmi o tabelle predeterminate in quanto consistono in una riduzione della temperatura dell'acqua sanitaria inviata in rete. Il risparmio energetico risulterà tanto maggiore quanto maggiore era la temperatura precedentemente regolata sul bollitore ed il consumo di acqua calda sanitaria.

7.12. Sistemi di trattamento acqua

7.12.1. Descrizione dell'intervento

La normativa che stabilisce la definizione e la determinazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche delle acque impiegate negli impianti termici è la UNI 8065.

La norma fornisce le definizioni di tali caratteristiche (temperatura, pH, residuo fisso a 180°, durezza, alcalinità, ecc.) e ne fissa i valori limite con lo scopo di eliminare o ridurre sostanzialmente gli inconvenienti afferenti o riconducibili all'acqua non trattata. Questi inconvenienti, che pregiudicano seriamente l'efficienza degli impianti e determinano sostanziali perdite energetiche, sono riassumibili in:

- **Incrostazioni**
- **Corrosioni**
- **Depositi**
- **Crescite biologiche**

Tali inconvenienti sono spesso interdipendenti e vanno specificatamente considerati in base al tipo di impianto termico.

Le **incrostazioni** sono principalmente dovute alla precipitazione dei sali costituenti la durezza che si depositano sulle pareti in forma più o meno dura e coerente. Sono causa di riduzione dell'efficienza dell'impianto, del ridotto scambio termico, di occlusione di tubature e, spesso, sono responsabili di innesco di fenomeni corrosivi.

La **corrosione** in generale è un processo di tipo elettrochimico che si manifesta con un'asportazione superficiale del metallo che può giungere alla sua perforazione. Di norma è favorita dalla presenza di ossigeno e trae origine da caratteristiche improprie dell'acqua o situazioni di non omogeneità, dovute per esempio a contatto tra metalli diversi, strutture metallografiche dei componenti l'impianto non uniformi, sostanze solide a contatto, depositi, errori impiantistici. Tale fenomeno può essere ulteriormente favorito anche dal calore, da elevate salinità (in particolare cloruri) e da elevate velocità dell'acqua.

I **depositi** sono il risultato della precipitazione di sostanze organiche ed inorganiche insolubili. Differiscono dalle incrostazioni in quanto incoerenti. Essi sono dovuti alle caratteristiche originarie dell'acqua, all'inquinamento atmosferico (nel caso di impianti a contatto con l'atmosfera) e possono dare luogo agli stessi inconvenienti citati per le incrostazioni.

La **crescita biologica** identifica tutte quelle forme di vita organica che solitamente vengono classificate in alghe, funghi, muffe e batteri. La loro crescita è favorita dalla luce, dal calore, dalla presenza di depositi e da inquinamenti accidentali. Assumono particolare rilievo i batteri autotrofi (per esempio i ferrobatteri ed i batteri solfato-riduttori) particolarmente temibili poiché causa diretta di corrosioni localizzate.

Ne consegue che la risoluzione delle problematiche esposte, mediante un sistema di trattamento dell'acqua di carico impianto, porta ad un risparmio indiretto concreto in quanto protegge dall'usura e dal logoramento precoce le apparecchiature installate nell'impianto termico e agevola la circolazione del fluido termovettore nelle tubazioni e nei terminali favorendo lo scambio termico.

Per ciascuno di questi problemi si ricorre ad un tipo diverso di soluzione:

- Le incrostazioni vengono evitate mediante trattamenti di stabilizzazione chimica e/o di addolcimento con resine a scambio ionico;

- Le corrosioni si controllano mediante condizionamento chimico specifico o polivalente;
- I depositi si evitano mediante filtrazione dell'acqua all'ingresso, adeguato regime di spurghi e condizionamento chimico dell'acqua in circuito;
- Le crescite biologiche si prevengono mediante l'uso di biocidi;

Negli impianti di riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria, ove sia previsto verrà installato un **sistema di trattamento acqua** così congegnato:

- a monte del sistema di carico automatico dell'impianto sarà installato un filtro a maglia fine per frenare eventuali corpi solidi presenti nell'acqua affinché non penetrino nell'impianto. Inoltre sarà installato un addolcitore monocolonna con resine a scambio ionico per l'abbattimento della durezza dell'acqua fino ai valori previsti dai costruttori dei generatori di calore e dalle norme applicabili;
- a valle dell'addolcitore si installerà un sistema di dosaggio di prodotti stabilizzanti e filmanti, in quanto l'acqua addolcita risulta aggressiva per l'impianto ed il lavaggio effettuato prima dei lavori necessità di essere compensato con prodotti protettivi per le tubazioni che si vedrebbero altrimenti attaccate chimicamente compromettendone la durata. Sarà inoltre aggiunto un sistema di dosaggio di componenti chimici antilegionella, costituito da un serbatoio di accumulo con una pompa di dosaggio proporzionale ed un contaltri con lancia impulsiva da installare sulla linea di carico acqua potabile del bollitore. I componenti iniettati sono ipoclorito di sodio o similari e servono ad inibire il proliferare della legionella pneumophila all'interno del bollitore in cui l'acqua rimane per tempi relativamente lunghi a temperature ideali per il suo sviluppo.



Questo sistema risulta ottimale e consente **un forte risparmio energetico** rispetto allo shock termico che invece richiede un dispendio di energia notevole ed è soggetto a forti condizioni per garantirne l'efficacia.

Nei casi della sola produzione di acqua calda per il riscaldamento degli ambienti, si prevede **l'installazione di un gruppo di riempimento e demineralizzazione** per poter garantire che l'acqua che verrà reintegrata nell'impianto sarà trattata al fine di prevenire corrosioni e depositi di calcare all'interno dei circuiti.



7.12.2. Criteri di dimensionamento

L'impianto viene sostanzialmente dimensionato sulla portata nominale di progetto di acqua calda sanitaria per la struttura se tale sistema tratta l'acqua calda sanitaria, altrimenti se destinato al solo carico impianto è sufficiente una portata di 1 m³/h in quanto il vincolo è la portata d'acqua transigente nella tubazione di carico che solitamente è di diametro molto ridotto.

7.12.3. Risparmi energetici ottenibili

Con tale intervento non sono ottenibili risparmi energetici direttamente calcolabili in quanto il **beneficio** è tangibile principalmente **in termini manutentivi** e di **vita utile dei componenti** che mantengono quindi la loro efficienza per un periodo di tempo superiore. Il risparmio energetico è legato quindi alla maggiore efficienza che i componenti mantengono nel tempo rispetto ad impianti privi di tale trattamento.

7.13. Revisione ed implementazione sistema di termoregolazione e telecontrollo dell'impianto

7.13.1. Descrizione dell'intervento

Sugli impianti che ne sono privi, o laddove il sistema esistente risulta obsoleto o non più adeguato o funzionante, si prevede **l'installazione di un nuovo sistema di termoregolazione e telecontrollo** di caratteristiche simili ai sistemi esistenti in modo da mantenere gli stessi componenti e software di gestione. Lo scopo del sistema di telegestione e telecontrollo è quello di permettere il controllo ed il comando in tempo reale, di tutti gli impianti tecnologici:

- impianti di riscaldamento
- reti di teleriscaldamento
- impianti di condizionamento dell'aria
- contabilizzazione dell'energia
- servizi tecnici ed impianti tecnologici

Il sistema permette di **concentrare in un unico posto tutte le informazioni sul funzionamento degli impianti** ubicati sul territorio, di elaborarli in modo da ottenere maggiori indicazioni per la taratura ed i comandi degli stessi, per consentire una sensibile riduzione del personale addetto al controllo degli impianti. Inoltre offre la possibilità di **conoscere in tempo reale le anomalie presenti sugli impianti** e quindi di poter **intervenire in maniera tempestiva** per il ripristino delle condizioni ideali di funzionamento.

Obiettivo primario è il contenimento dei costi energetici con il conseguente incremento della quantità di energie disponibili all'impiego.

Il sistema proposto prevederà:

- Possibilità di interventi diretti sull'impianto, emissione di comandi automatici in funzione di tempi o eventi;
- Possibilità di creare interfacce grafiche per la migliore comprensione dell'operatore, come sinottici dinamici degli impianti dove vengono costantemente aggiornati gli stati, le misure dell'impianto ed evidenziate le anomalie;
- Possibilità di prevedere conteggi di tempi di funzionamento per organizzare una buona manutenzione preventiva;
- Possibilità della gestione degli orari extra

Il sistema di telecontrollo proposto è di tipo "ad intelligenza distribuita". Questo significa che ciascun impianto è completamente autonomo dal sistema di telegestione e funziona indipendentemente se questo è connesso o meno. Tutte le logiche di funzionamento sono residenti nei microprocessori dei singoli apparecchi installati presso gli impianti, che, per questo motivo, vengono definiti "stand alone".

Caratteristiche fondamentali del sistema sono:

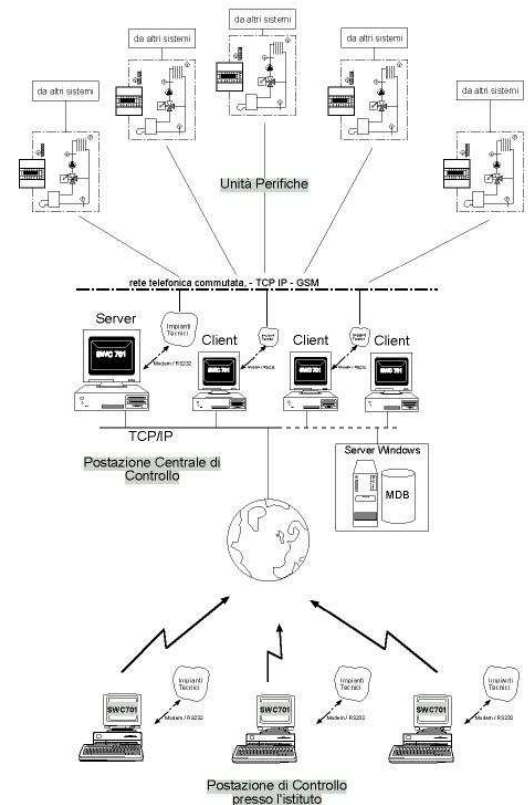
- **Semplicità:** immediatezza di comprensione e facilità di uso, sia delle apparecchiature che operano negli impianti, che nell'uso del software di gestione;
- **Modularità:** possibilità di espansione dei controlli e dei comandi sugli impianti senza rivoluzionare il sistema o sostituire le apparecchiature, quindi con costi contenuti;
- **Sicurezza:** apparecchiature in campo capaci di lavorare indipendentemente le une dalle altre e soprattutto in assenza di collegamento con il sistema (stand-alone), in modo da garantire sempre il funzionamento dell'impianto.

Tutte le apparecchiature sono dotate di sistemi di autodiagnosi per la segnalazione di eventuali manomissioni o malfunzionamenti.

7.13.2. Criteri di dimensionamento

L'architettura del sistema è basata sul concetto di "intelligenza distribuita" e prevede:

- **Unità periferiche:** sono definite unità periferiche gli impianti controllati. Sono collocate sul territorio, sono composte dalle apparecchiature preposte all'acquisizione dei dati e allo svolgimento delle procedure autonome di regolazione e comando degli impianti, secondo la logica dell'intelligenza distribuita. Configurabili secondo le proprie caratteristiche in modo da adattarle agli organi in campo da comandare e secondo le misure da effettuare. La comunicazione fra unità periferiche e la postazione centrale può avvenire indifferentemente tramite linee telefoniche commutate, tramite linee telefoniche digitali GSM oppure tramite reti ethernet con protocolli di comunicazione TCP/IP;
- **Postazione centrale:** normalmente ubicata presso la sede del gestore, dalla quale può essere controllato l'intero sistema. Composta da un singolo operatore o da più operatori collegati in rete con logica "Client - Server", ciascuno abilitato secondo il livello di accesso concesso. Comunica con le unità periferiche utilizzando i mezzi sopra descritti;
- **Postazione centrale di sola visione:** normalmente ubicata presso la sede del Committente, dalla quale sarà possibile controllare il funzionamento degli impianti. Anche questa è composta da singolo operatore o da più operatori collegati in rete con logica "Client - Server" con livelli di accesso legati a password in grado di comunicare direttamente con le unità periferiche tramite linee telefoniche commutate, tramite linee telefoniche digitali GSM oppure tramite reti ethernet con protocolli di comunicazione TCP/IP, oppure di collegarsi al server del sistema ubicato nella postazione centrale tramite rete;
- **Rete di trasmissione dati:** per il collegamento delle varie unità periferiche alla postazione centrale, costituite da bus locali, linee telefoniche, modem o reti ethernet.



Le unità periferiche comprendono una serie di apparecchiature digitali che costituiscono la struttura portante del sistema di telegestione. Le unità periferiche principali sono dotabili anche in un secondo momento di un chip di comunicazione inseribile nell'apparecchiatura senza necessità di smontarla, per attivare la comunicazione dati verso la postazione centrale. Rispondono completamente al concetto di "intelligenza distribuita", poiché ciascuna apparecchiatura è dotata di un microprocessore nel quale sono depositate tutte le funzioni specifiche necessarie alla regolazione e/o al controllo dell'impianto al quale sono installate.

Il numero delle apparecchiature che fanno parte di una postazione remota dipende unicamente dalle dimensioni dell'impianto da controllare. Grazie alla loro modularità è possibile sempre effettuare la scelta tecnico/economica più mirata per ciascun impianto, garantendone sempre l'estendibilità.

Nelle unità periferiche possono essere previsti molteplici servizi di controllo e di regolazione che riguardano tutti gli impianti che normalmente sono installati presso gli edifici ad uso civile, pubblico ed industriale.

Questi possono essere:

- Controllo e regolazione di centrali termiche;
- Controllo e regolazione di sottocentrali in impianti di teleriscaldamento;
- Controllo e regolazione di complessi alberghieri o commerciali;
- Controllo e regolazione di impianti di condizionamento;
- Controllo e gestione di impianti idraulici in generale (es. irrigazione, acqua potabile, ecc.);
- Contabilizzazione dell'energia di riscaldamento, condizionamento e di gestione calore (es. gradi giorno);
- Controllo e regolazione degli impianti elettrici: controlli del massimo carico elettrico, cicli di carico, ecc.;
- Acquisizione di stati, allarmi, conteggi (tempo e impulsi)

Le apparecchiature elettroniche a catalogo che possono comporre le unità periferiche del sistema di telegestione proposto sono assimilabili in gruppi basati su funzioni simili. Come già detto le caratteristiche comuni sono:

- **"Autonomia"**: ogni apparecchiatura svolge le sue funzioni da sola senza necessità dell'ausilio di altre apparecchiature vicine o lontane (es. nel caso di interruzione di linea telefonica o del bus di comunicazione, il funzionamento è sempre garantito). Come corollario, a garanzia del buon funzionamento dell'impianto controllato, una manomissione, un malfunzionamento o un errore di taratura di un'unità non hanno nessuna influenza sul corretto funzionamento di tutte le altre unità installate sullo stesso impianto. Le apparecchiature sono tutte dotate di memoria permanente EEPROM che garantisce il mantenimento in memoria di tutti i dati di settaggio e configurazione senza limitazione di tempo, una batteria tampone al litio manterrà, invece, per almeno 5 anni aggiornato l'orologio interno.
- **Completezza**: ogni apparecchiatura è completa di sonde, comandi, attuatori, display, tastiera di comando ed indicatori di funzionamento. Ogni apparecchiatura, inoltre, è completa di autotest, allarme e guida al collaudo dell'installazione dei collegamenti particolarmente facilitata.
- **Modularità e conseguente economia**: le funzioni di ogni singola apparecchiatura sono state raggruppate dagli usi più comuni nelle centrali termiche e di condizionamento, sono state, cioè, progettate e dimensionate per ottenere il massimo delle prestazioni con il minimo dei costi proprio per queste specifiche applicazioni.
- **Data logger**: ogni apparecchiatura è fornita di un proprio data logger che raccoglie i dati di tutte le misure fatte sull'impianto correttamente dimensionato per le caratteristiche degli impianti controllati, garantisce la copertura di un intero giorno di lavoro del regolatore, permettere lo scarico totale durante la connessione con l'impianto (es. connessione automatica notturna per risparmiare il costo della chiamata). Il data logger dell'apparecchio può essere integrato da un data-logger esterno in grado di avere frequenze di registrazioni regolabili con periodo minimo di un minuto.
- **Gradi giorno**: ogni regolatore climatico è dotato di due contatori di gradi giorno, il primo riferito ai canonici 20°C ambiente, come da normativa vigente, il secondo riferito alla temperatura ambiente reale (se misurata dalla sonda ambiente) o calcolata a regolatore stesso. Questi conteggi possono essere confrontati con i dati registrati dalle centraline di riferimento. I gradi giorno dei regolatori sono effettivamente riferiti allo stabile regolato e rappresentano la reale situazione climatica dello stesso.
- **Collaudo collegamenti**: tutte le apparecchiature digitali sono dotate di una pagina menù dedicata alla verifica dei collegamenti elettrici con gli attuatori elettrici in campo e con le sonde in campo.



7.13.3. Risparmi energetici ottenibili

Analogamente a quanto sopra indicato per i risparmi sul generatore di calore, è possibile in parte quantificare il risparmio energetico come miglioramento del rendimento globale medio stagionale dovuto al **miglioramento del rendimento di regolazione**. In prima analisi tale valore è determinabile mediante l'uso dei rendimenti proposti al paragrafo 6.3. della UNI 11300-2:2014 sulla base della tipologia di regolazione precedentemente presente e quella prevista in progetto. Per la determinazione del rendimento globale medio stagionale sarà però necessario moltiplicare i rendimenti ottenibili da questa tabella con quelli ricavabili rispettivamente ai paragrafi 6.2.1., 6.6.2. e 6.4.3. della medesima norma. A titolo di esempio la valutazione da fare è la seguente:

RENDIMENTI	RIFERIMENTO	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
Produzione medio	Par.6.6.2. prosp.25-28	84,0%	84,0%
Emissione	Par.6.2.1. prosp.17	90,0%	90,0%
Regolazione	Par.6.3. prosp.20	86,0%	98,0%
Distribuzione	Par.6.4.3. prosp.21-23	91,3%	91,3%
GLOBALE MEDIO STAGIONALE		59,4%	67,6%
RISPARMIO ENERGETICO			8,3%

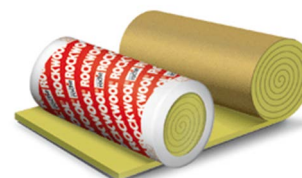
Oltre alla percentuale qui calcolata va considerata una quota parte legata **all'ottimizzazione degli orari di funzionamento e di accensione** ottenibile con sistemi evoluti di termoregolazione telecontrollo che consentono un ulteriore risparmio energetico ottimizzando gli orari di funzionamento e quindi diminuendo il consumo di combustibile. Per determinare il risparmio energetico infine si dovrà moltiplicare il fabbisogno attuale per il miglioramento di rendimento globale medio stagionale determinato come sopra.

8. INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO

8.1. Isolamento sottotetto

8.1.1. Descrizione dell'intervento

Per un edificio, l'influenza delle dispersioni verso la copertura diventa tanto maggiore quanto più lo sviluppo è del tipo orizzontale. Oltre alle dispersioni per convezione con l'aria esterna, la copertura è investita direttamente dallo scambio di calore per irraggiamento con l'ambiente esterno. Pertanto, per l'isolamento della copertura, la **presenza del sottotetto risulta la soluzione ottimale secondo il rapporto costi/benefici**. Si prevede la **posa di un materassino in lana minerale** di spessore previsto di 8 cm con trasmittanza di circa 0.040W/mK. Questo intervento risulta di notevole impatto sia per il comfort interno degli ambienti dell'ultimo piano, sia per i consumi globali dell'edificio. Inoltre l'isolamento termico porta ad un beneficio notevole nel funzionamento estivo grazie all'elevato sfasamento ed attenuazione dell'onda termica.



8.1.2. Criteri di dimensionamento

Per ogni edificio oggetto di tale intervento, la struttura solaio verso il sottotetto viene sostanzialmente ricostruita tramite apposito software di calcolo (es. EDILCLIMA EC700), e viene verificato che con l'apporto dello strato coibente sopra citato, si raggiungano i valori limite imposti dalla normativa vigente "D.M. 26/06/2015 requisiti minimi".

8.1.3. Risparmi energetici ottenibili

Tale intervento comporterà una riduzione delle dispersioni termiche da parte della struttura e pertanto una minore richiesta di potenza per il riscaldamento degli ambienti.

Per avere una stima della riduzione della potenza dispersa dalla struttura a seguito dell'intervento, si può utilizzare la seguente formula:

$$\Delta P = \frac{S \times (U - U_0) \times \Delta T}{1000}$$

Dove:

- ΔP : riduzione della potenza di picco [kW];
S: Superficie interessata dall'intervento [m²]
U: Trasmittanza parete riqualificata [W/m²K]
U₀: Trasmittanza parete originaria [W/m²K]
 ΔT : differenza di temperatura di picco tra interno ed esterno [K];

Si stima una **riduzione minima dell'ordine del 20% sul consumo energetico per il riscaldamento di ciascun immobile**. Tale valore dipende ovviamente dal rapporto di forma dell'edificio e dal numero di piani fuoriterra: valori maggiori si otterranno per edificio ad un solo piano con elevato rapporto di forma e valori inferiori per edifici con più piani fuoriterra e rapporti di forma inferiori.

8.2. Realizzazione di cappotto termico esterno

8.2.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento sulle strutture perimetrali porta un **notevole miglioramento del comfort interno** riducendo in modo considerevole le dispersioni termiche. La soluzione a cappotto esterno presa in considerazione prevede **l'installazione di lastre isolanti (EPS 100) in polistirene espanso EPS o similari**.

Prima della posa delle suddette lastre dovranno essere effettuate alcune operazioni preliminari per non incorrere in problemi di distacco del materiale dalla muratura: in prima battuta le superfici dovranno essere pulite ed in caso si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante idro-lavaggio con acqua pulita. Una volta che si è eseguito il lavaggio della muratura perimetrale si dovrà verificare se vi è la presenza di eventuali parti ammalorate della muratura esterna e ripristinarle in caso, avendo così un piano di appoggio uniforme per il cappotto.

Nel caso siano presenti vecchie pitture e/o rivestimenti, al fine di valutarne l'aderenza e quindi decidere l'eventuale rimozione o meno, si consiglia di eseguire delle prove a strappo applicando in punti campione del collante ed interporre una rete d'armatura per cappotto, a distanza di qualche giorno si procederà con una prova manuale a strappo verificando che tutto il primo strato di collante rimanga ben incollato alla muratura e che venga rimossa solamente la rete applicata.

È consigliabile prima della posa del cappotto detergere le parti di muratura nelle quali siano presenti muffe, alghe o funghi con detergenti specifici e nel caso si noti presenza dell'umidità di risalita nella parte bassa della muratura effettuare il ripristino dell'intonaco con della malta apposita per zoccolatura. Per la partenza è consigliabile utilizzare dei profili di partenza i quali dovranno essere fissati alla parete mediante appositi tasselli di fissaggio.

Una volta effettuate queste operazioni si potrà dare inizio alla posa delle lastre le quali saranno combacianti tra loro e fissate alle pareti con opportuno collante lungo il perimetro ed a punti nella parte centrale. Per maggior stabilità si provvederà anche alla loro tassellatura in un numero di circa 4 tasselli a metro quadrato.

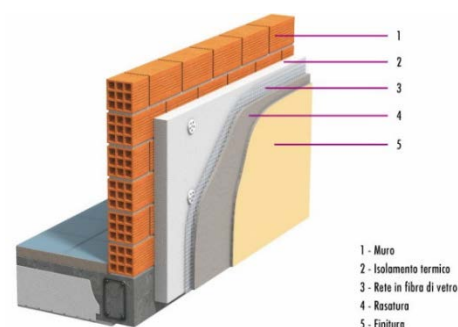
Esternamente ai pannelli si prevede:

- una prima rasatura di malta adesiva con applicazione di apposita rete di rinforzo con sovrapposizione dei bordi di almeno 10 mm e nastratura in corrispondenza dei fori;
- una successiva finitura con intonaco plastico continuo;
- l'intonacatura dello stesso con vernice per esterni.

Nella fascia perimetrale di altezza circa 2 metri al piano terra e corrispondente alla zona soggetta ad una alta probabilità di urti da parte di studenti ed operatori, sarà realizzato uno strato di rinforzo mediante l'applicazione di una rete doppia. Verrà inoltre effettuato, dove possibile, un risvolto dell'isolamento a spessore ridotto in corrispondenza dei serramenti in modo da non ostacolarne il movimento e per la riduzione dei ponti termici.

Riassumendo, nella posa saranno inclusi i seguenti componenti:

- Collante-rasante per l'incollaggio delle lastre isolanti al supporto e per la formazione del primo strato di intonaco (armato) sopra le lastre stesse;
- Tasselli per il fissaggio delle lastre isolanti;
- Rete di armatura per il rinforzo del primo strato di intonaco;
- Primer o fissativo acrilico all'acqua, quale prima protezione dell'intonaco rinforzato;
- Finitura con rivestimento continuo sottile in pasta di granulometria almeno di 1,5 mm acrilico antialga, di protezione dell'intero sistema agli agenti.



Saranno utilizzati profili verticali e orizzontali in lega leggera, come paraspigoli e angolari in pvc o alluminio con rete in fibra di vetro pre-montata, e profili di partenza in alluminio per la parte bassa del cappotto.

8.2.2. Criteri di dimensionamento

Gli spessori dell'isolamento saranno scelti caso per caso in ragione dei seguenti aspetti:

- Sporgenza delle eventuali cornici dei serramenti e davanzali;
- Trasmittanza iniziale delle strutture;
- Superficie interessata dall'intervento;
- Posizione dei serramenti

La riduzione delle trasmittanze delle pareti esaminate si ripercuote sulla riduzione della potenza di picco dispersa dalla struttura, dunque sulla potenza necessaria di generazione e di emissione. In particolar modo agisce sulla quantità di energia necessaria a mantenere le condizioni di confort interno agli ambienti riscaldati durante l'intera stagione termica, portando ad un **sensibile risparmio energetico nella gestione della struttura**.

Verranno sempre presi a riferimento i valori minimi imposti dalla normativa vigente "D.M. 11/01/2017 Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili" come da tabella riepilogativa qui di seguito:

Schema di Riferimento Strutture opache verticali						
Proprietà termiche limiti prestazionali	Zona Climatica					
	A	B	C	D	E	F
Trasmittanza strutture opache verticali (U) 2015	0.45	0.45	0.38	0.34	0.30	0.28
Trasmittanza strutture opache verticali (U) 2019	0.43	0.43	0.34	0.29	0.26	0.24

8.2.3. Risparmi energetici ottenibili

La quantità di calore dissipata all'esterno nei periodi di riscaldamento viene drasticamente ridotta con l'installazione del sistema a "cappotto". Per avere una stima della riduzione della potenza dispersa dalla struttura a seguito dell'intervento, si può utilizzare la seguente formula:

$$\Delta P = \frac{S \times (U - U_0) \times \Delta T}{1000}$$

Dove:

- ΔP : riduzione della potenza di picco [kW];
S: Superficie interessata dall'intervento [m²]
U: Trasmittanza parete riqualificata [W/m²K]
U₀: Trasmittanza parete originaria [W/m²K]
 ΔT : differenza di temperatura di picco tra interno ed esterno [K];

Si stima che il "cappotto" comporti **una riduzione tra il 8% e il 20% del consumo di combustibile necessario** per il riscaldamento di ciascun immobile. Tale valore dipende da numerosi fattori tra cui il rapporto di forma e l'estensione della superficie vetrata.

Si riporta la formula generale di calcolo, che esplicita la quantità energia primaria risparmiata in funzione della trasmittanza termica della parete "U" prima e dopo l'installazione dell'isolamento termico:

$$\Delta T_{ep} = \frac{0.024 \times S \times (U - U_0) \times GG}{\eta \times 11630}$$

Dove:

- ΔT_{ep} : risparmio energetico annuo [TEP/anno];
GG: Gradi giorno reali della località
 η : Rendimento globale medio stagionale dell'impianto

Tale formula è basata su una temperatura interna costante pari a 20°C, il risultato va poi moltiplicato per un coefficiente correttivo legato al numero di ore di effettivo utilizzo dell'impianto ed alla reale temperatura interna.

8.3. Sostituzione dei serramenti con nuovi ad elevate prestazioni termiche

8.3.1. Descrizione dell'intervento

Come per il precedente intervento anche la sostituzione dei serramenti porta ad un **notevole risparmio energetico** in quanto il miglioramento delle prestazioni del componente porta ad **elevate riduzioni di dispersioni** anche se la superficie interessata risulta di minore estensione rispetto al cappotto esterno.

Altri vantaggi, non direttamente calcolabili ma tangibili, ottenibili con la sostituzione dei serramenti sono:

- **la riduzione delle infiltrazioni d'aria** dall'esterno grazie alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi componenti;
- **la riduzione delle sovratemperature interne** degli ambienti grazie a vetri con prestazioni solari in grado di ridurre l'energia termica entrante negli ambienti soprattutto nel periodo estivo.



I serramenti saranno ad anta singola o doppia in ragione delle dimensioni degli stessi e realizzati con profilati estrusi nel rispetto delle tolleranze previste dalla norma UNI EN 12020, in lega primaria d'alluminio 6060 secondo le norme UNI EN 573 e allo stato fisico T5 secondo la normativa UNI EN 515 o similari.

Per la realizzazione di finestre e portefinestre saranno impiegati profilati complanari all'esterno con profondità del telaio fisso di 65 mm e battente a sormonto all'interno con profondità di 60 mm. La tipologia di vetrocamera scelta sarà dotata di isolante con deposito basso-emissivo e gas.

I vetri sia interni che esterni saranno di tipo stratificato di sicurezza secondo quanto previsto dalla UNI 7697- 2014 che stabilisce che i vetri esterni debbano garantire i seguenti livelli prestazionali minimi:

Serramenti esterni vetrati in genere (porte, finestre, porte-finestre interamente intelaiate) e vetrazioni in facciate continue, strutturali e a fissaggio puntuale:

- asili, scuole di ogni ordine e grado, ospedali, ambienti condominiali di edifici residenziali, anche oltre i 100 cm di altezza dal piano di calpestio.
- in ambienti adibiti ad attività sportive o ricreative anche oltre i 100 cm di altezza dal piano di calpestio.

Classe prestazionale minima: 1B1 secondo UNI EN 12600 (Anticaduta) sotto i 100 cm e 2B2 secondo UNI EN 12600 se sopra i 100 cm.

8.3.2. Criteri di dimensionamento

La normativa nazionale di cui al "D.M. 11/01/2017 Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili", in recepimento della normativa europea, impone in caso di sostituzione dei serramenti esterni, il rispetto dei limiti prestazionali relativamente all'anno 2019 per gli edifici pubblici indicati nell'appendice B del "D.M. 26/06/2015 requisiti minimi" e di seguito riportati. I serramenti esterni di nuova installazione dovranno pertanto rispondere positivamente a detti limiti oltreché alle normative inerenti sicurezza ed antincendio.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei requisiti minimi:

Schema di Riferimento Serramenti Esterni						
Tipo di vetro	Isolante					
Proprietà termiche limiti prestazionali	Zona Climatica					
	A	B	C	D	E	F
Trasmittanza Serramento (U) 2015	3.2	3.2	2.4	2.0	1.8	1.5
Trasmittanza Serramento (U) 2019	3.0	3.0	2.2	1.8	1.4	1.1
Fattore di trasmissione solare globale g_{gl+sh} 2015/2019	0.35					
Trasmissione Luminosa τ (%)	Secondo Esigenza					
Isolamento Acustico standardizzato di facciata RW (dB)	48					
Sicurezza	In conformità alla UNI 7697					
Dimensionamento spessori – carico vento, neve etc..	Secondo NTC in fase esecutiva					
Richieste specifiche – esigenze estetiche comfort cromatico, etc	Coerenza con l'esistente e/o con esigenze dichiarate dalla AC					

8.3.3. Risparmi energetici ottenibili

La quantità di calore dissipata all'esterno nei periodi di riscaldamento viene drasticamente ridotta con l'installazione di nuovi serramenti ad elevate prestazioni. Per avere una stima della riduzione della potenza dispersa dalla struttura a seguito dell'intervento, si può utilizzare la seguente formula:

$$\Delta P = \frac{S \times (U - U_0) \times \Delta T}{1000}$$

Dove:

- ΔP : riduzione della potenza di picco [kW];
- S: Superficie interessata dall'intervento [m²]
- U: Trasmittanza nuovo serramento [W/m²K]
- U₀: Trasmittanza serramento originario [W/m²K]
- ΔT : differenza di temperatura di picco tra interno ed esterno [K];

Si riporta la formula generale di calcolo, che esplicita la quantità energia primaria risparmiata in funzione della trasmittanza termica dei serramenti prima e dopo la sostituzione:

$$\Delta T_{ep} = \frac{0.024 \times S \times (U - U_0) \times GG}{\eta \times 11630}$$

Dove:

- ΔT_{ep} : risparmio energetico annuo [TEP/anno];
- GG: Gradi giorno reali della località
- η : Rendimento globale medio stagionale dell'impianto

Tale formula è basata su una temperatura interna costante pari a 20°C, il risultato va poi moltiplicato per un coefficiente correttivo legato al numero di ore di effettivo utilizzo dell'impianto ed alla reale temperatura interna.