

# COMPLETAMENTO E ADEGUAMENTO DEL CAMPO SPORTIVO DI VIA BORGHETTO SITO IN CANIPAROLA

Luogo di intervento  
Via Borghetto s.n.c. - loc. Caniparola di Fosdinovo

## PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA IMPIANTI TERMOTECNICI

Formato:A4

Scala:--



# R.01.IM

**Committente**  
Comune di Fosdinovo  
Via Roma, 2, 54035  
Fosdinovo - MS

### Progetto architettonico

Arch. Gianluca Lavallo  
Ing. Manuel Martini

### Progetto Impianti elettrici

Per.ind. Andrea Baudone  
Per.Ind.Gian Paolo Antonietti

### Progetto Impianti meccanici

Ing. Michele Codeglia  
Ing. Fabio Guida

### Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione

Ing. Alessandro Leva

### Collaboratori

Ing.. Marco Russo  
Ing. Luca Ratti  
Arch. Alessandra Del Medico  
Ing. Maria Ricco  
Dott.ing. Elena Satti

### Direttore Tecnico

Ing. Manuel Martini  
Arch. Gianluca Lavallo

### FABRICA S.c.r.l.

Società di Ingegneria  
Via Don Minzoni 9  
19020 Riccò del Golfo (SP)  
P.IVA 01482600119  
Tel.+39.0187768100  
info@fabricalab.eu

# FABRICA lab.eu

IDENTIFICATIVO	REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
COMMESSA					
TIPO DOCUMENTO					
PROGRESSIVO					
FASE					
DISCIPLINA					

Questa pagina è stata lasciata intenzionalmente bianca

## INDICE

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Descrizione generale degli impianti .....</b>	<b>3</b>
2.1	Comfort termoigrometrico .....	4
2.2	Criteri di progettazione degli impianti .....	6
<b>3</b>	<b>Normative di riferimento .....</b>	<b>8</b>
3.1	Norme tecniche aspetti energetici e di comfort interno .....	9
3.2	Impianti di climatizzazione invernale ed estiva .....	10
<b>4</b>	<b>Impianto di climatizzazione invernale ed estiva con sistema VRV.....</b>	<b>13</b>
4.1	Generalità .....	13
4.2	Unità esterna di generazione.....	13
4.3	Rete di distribuzione.....	13
4.4	Terminali di emissione .....	13
4.5	Sistemi di regolazione .....	14
<b>5</b>	<b>Adeguamento antincendio .....</b>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

## 1 Premessa

La seguente relazione tecnica illustra l'intervento di riqualificazione energetica dell'edificio a servizio degli impianti sportivi "A.B. Mulattieri" siti in via del Borghetto s.n.c., in località Caniparola, nel comune di Fosdinovo (MS).

L'edificio è organizzato su un unico livello, la cui disposizione interna è articolata in locali perlopiù destinati a spogliatoi (squadra 1, 2, arbitri) e locali accessori (infermeria, locale tecnico e magazzino); ciascuno ha sostanzialmente accesso indipendente dall'esterno.

L'edificio oggetto di intervento si trova a nord-ovest dell'area del plesso sportivo, adiacente all'edificio della protezione civile boschiva, a sud-ovest confina con via Borghetto.



Figura 1.1 - Edificio oggetto di intervento

I consumi energetici degli edifici sono dovuti dalla dispersione termica dell'involucro e alla bassa efficienza di impianti termici ed elettrici. Per ridurre i consumi energetici, e di conseguenza le spese di gestione, occorre agire in primis sull'involucro edilizio; è evidente che il modo più semplice per ottenere risparmio energetico è ridurre il fabbisogno, e ciò si raggiunge migliorando l'involucro della zona termica climatizzata. Questo tipo di intervento ha inoltre il vantaggio di garantire un miglior comfort termo-igrometrico degli ambienti interni.

L'edificio non è attualmente dotato di particolari soluzioni per il contenimento dei consumi energetici e la riduzione delle emissioni in atmosfera.

L'intervento si è pertanto concentrato su opere edili riguardanti l'isolamento termico della copertura, la sostituzione dei serramenti, il ripristino dell'impermeabilizzazione della copertura, l'installazione di impianto fotovoltaico, il retrofit

illuminotecnico degli apparecchi di illuminazione e delle lampade, la sostituzione dei generatori per la climatizzazione, la produzione dell'acqua calda sanitaria e dei terminali di emissione.

Per l'isolamento termico della copertura si prevedono pannelli di polistirene XPS all'estradosso del solaio, sul quale verrà steso un massetto con rete elettrosaldata, e impermeabilizzazione (bituminosa e ardesiata); sotto il coibente uno strato di impermeabilizzazione a perdere di sacrificio e barriera al vapore.

I serramenti e gli infissi saranno sostituiti con finestre più performanti aventi trasmittanza  $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

L'impianto termico ante operam è costituito da una caldaia a gas metano (Immergas Ares 43 Duplex) con potenza termica utile nominale  $P_n \text{ max } 100 \text{ kW}$ , per il riscaldamento con termosifoni e la produzione dell'acqua calda sanitaria. Il generatore è collocato nell'edificio limitrofo, mentre nel locale tecnico attiguo all'infermeria si trovano i dispositivi accessori: scambiatore termico, serbatoio di accumulo, vasi di espansione, collettori, pompe, circolatori, ecc.

Dalla raccolta dati relativa al profilo di gestione dell'impianto sportivo è emerso che attualmente viene utilizzato per allenamenti di squadre calcistiche a 5, 7, 9, 11 giocatori.

Nella fascia oraria 17 ÷ 19 si allenano le squadre da 5, 7, 9 giocatori (settore giovanile); successivamente 19 ÷ 21 quella da 11 (prima squadra).

Dal lunedì al venerdì vengono tenuti due corsi al giorno per un totale di 40 ÷ 60 utenti.

Il sabato e la domenica si svolgono le partite, con la frequenza di una al giorno.

L'uso futuro dell'impianto prevede un'intensificazione delle attività, che potranno accogliere ulteriori discipline come il tiro dell'arco, ecc. Mentre nel fine settimana la possibilità di svolgere complessivamente 3 partite calcistiche.

Con tale profilo di utilizzo e utenti, è stato progettato l'impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria; particolarmente gravoso il secondo dato che deve soddisfare 14 docce (6 nel primo spogliatoio, 2 in quello degli arbitri, 6 nel secondo spogliatoio) oltre ai lavabi, ad una temperatura dell'acqua di 45°C.

Il progetto di riqualificazione mira a ottenere il miglior beneficio in termini energetici – ambientali, tenuto conto dei modi di utilizzo, e valutando i costi – benefici dei possibili interventi.

Nella scelta delle soluzioni più idonee è stata prestata particolare attenzione a quelli che garantissero una maggiore riduzione dei consumi energetici, che si riflettono su quelli dei vettori energetici, e quindi nel risparmio economico.

## **2 Descrizione generale degli impianti**

La presente relazione tecnica ha lo scopo di descrivere i criteri, le norme di buona tecnica e i parametri tecnici utilizzati per la progettazione esecutiva degli impianti meccanici a servizio dell'edificio.

Nello specifico, gli interventi di efficientamento energetico presi in considerazione vengono di seguito riportati:

- L'installazione di pannelli fotovoltaici in copertura (pannelli orizzontali) 350 Wp/cad distribuiti in 6 settori con 6 pannelli ciascuno ( $6 \times 6 = 36$  pannelli), con una potenza di picco complessiva di 12,6 kWp, per una produzione di 14310 kWh annui.  
I pannelli hanno orientamento sud-est (azimut  $126^\circ$ , azimut solare  $-54^\circ$ ), e disposte orizzontalmente (tilt  $0^\circ$ )
- La sostituzione negli spogliatoi degli apparecchi di illuminazione esistenti dotati di lampade fluorescenti, con nuovi apparecchi a LED caratterizzati da un'efficienza che può raggiungere i 125 lm/W, consente un risparmio di circa il 40-50% dell'energia consumata.  
Analogamente nell'impianto sportivo saranno sostituiti gli apparecchi di illuminazione con lampade agli ioduri metallici da 2000 W ciascuna, a gruppi di 6 per ognuna delle 4 torri faro (per un totale di  $2000 \times 6 \times 4 = 48 \text{ kW}$ ), con 3 apparecchi illuminanti a LED da 1313 W cad (complessivamente 3939 W per ognuna delle 4 torri faro, per un totale di 15,75 kW).
- La climatizzazione invernale sarà garantita da una pompa di calore da 25kW, a suo servizio un accumulo inerziale da 200 l. I terminali di emissioni saranno costituiti da Fan Coil a soffitto (potenza termica 3,5 kW) o a parete sopraporta (potenza termica 2,5 kW).
- La produzione di acqua calda sanitaria sarà garantita dalla medesima pompa di calore da 25kW per la climatizzazione, a sua integrazione una caldaia a condensazione da 35kW e 8 pannelli-collettori solari termici in copertura, con due serbatoi di accumulo-bollitori da 800 litri. I pannelli-collettori saranno disposti orizzontalmente (il lato lungo poggerà sulla copertura), con orientamento sud-est (azimut  $126^\circ$ , azimut solare  $-54^\circ$ ), e inclinazione tilt  $45^\circ$ .

Per evitare il rischio di sviluppo legionella si prevede che l'acqua negli accumuli e nell'impianto di ricircolo sia portata a  $70^\circ\text{C}$  nella fascia oraria 12-17 una volta a settimana.

Gli impianti progettati, in perfetta simbiosi con l'involucro edilizio, hanno il principale scopo di garantire il comfort all'interno dei locali. Infatti secondo la teoria di Fanger, ancora oggi cardine su cui poggia la normativa, il comfort può essere calcolato analiticamente.

## 2.1 Comfort termoigrometrico

Il corpo umano è una macchina termica che a causa della propria attività metabolica trasforma l'energia chimica del cibo in lavoro ed energia termica. Immerso poi nell'ambiente il corpo scambia con esso energia, principalmente sotto forma di calore, e vapore acqueo per effetto della respirazione.

Considerando che il corpo umano accetta variazioni interne di  $0,5^\circ\text{C}$  senza avere conseguenze sulle attività vitali, si può stimare che per un uomo di 70 Kg questo si traduce in una variazione di energia interna di 120 kJ, accumulati o ceduti.

Qualora l'energia ceduta fosse superiore viene avvertita una sensazione di freddo, con conseguente diminuzione della circolazione sanguigna (pelle d'oca), riduzione dell'evaporazione superficiale e intervento dell'attività fisica involontaria (tremiti).

Nel caso in cui l'energia accumulata sia eccessiva si avverte una sensazione di caldo, aumenta la sudorazione e la circolazione dei vasi sanguigni periferici (vaso dilatazione), aumenta il ritmo respiratorio e viene limitata l'attività fisica. Risulta quindi necessario creare nell'ambiente condizioni tali per cui si verifichi un bilancio termico fra la produzione energetica metabolica e la cessione verso l'ambiente.

A tal proposito vengono analizzati i flussi termici con cui il corpo scambia calore con l'ambiente:

- Scambio termico sensibile sulla superficie esterna del corpo;
- Scambio termico latente sulla superficie esterna del corpo;
- Scambio termico sensibile nel cavo polmonare.
- Scambio termico latente nel cavo polmonare;

Si ottiene una sensazione di benessere se questi scambi termici sono in equilibrio termodinamico con le attività metaboliche.

I principali fattori che influenzano questo scambio e quindi la sensazione di benessere sono:

#### Fattori ambientali

- Velocità dell'aria, il cui valore ottimale si aggira fra i 0,10 e i 0,25 [m/s]. L'aumento di questo parametro è corrisposto ad una riduzione della temperatura percepita, per questo in estate aumenti di questo valore sono più tollerati;
- Umidità dell'aria, infatti quando l'umidità relativa scende sotto al 30% si avverte una sensazione di secchezza in corrispondenza delle vie respiratorie, mentre valori eccessivi, superiori al 70% di umidità relativa, ostacolano la normale traspirazione della pelle causando una sensazione sgradevole;
- Temperatura media radiante, è la media pesata della temperatura delle superfici che scambiano calore per irraggiamento all'interno del locale;
- Temperatura dell'aria, sulla quale si agisce attraverso gli impianti, vincolata dai limiti di legge;
- Temperatura operante, o temperatura percepita, parametro operativo funzione dei precedenti.

#### Fattori umani

- Resistenza termica del vestiario, comunemente misurata in clo (dall'inglese cloth), dove [1 clo] = 0,155 [m<sup>2</sup>·K/W], infatti come l'esperienza quotidiana ci insegna maggiore è la resistenza del vestiario che indossiamo minore sarà la dispersione termica del nostro corpo verso l'ambiente, il calore accumulato contribuirà quindi ad aumentare la sensazione di calore;
- Attività fisica, che è divisa principalmente in tre:
  - Metabolismo basale, per i processi vitali fondamentali.
  - Metabolismo dovuto ad attività interne, come attività cognitiva o digestiva.
  - Metabolismo dovuto al lavoro esterno, che può variare molto a seconda dell'attività svolta.

Il flusso metabolico è misurato in Met, dove  $1 \text{ [Met]} = 50 \text{ [kcal/h m}^2\text{]}$ , cioè la potenza dispersa per metro quadro di pelle. Valori tipici per un uomo, in funzione dell'attività svolta, sono:

- coricato: 0,8 [Met]
- seduto: 1,0 [Met]
- ginnastica: 3 [Met]

I diagrammi del benessere di Fanger individuano le condizioni di benessere in funzione di questi parametri.

La soggettiva percezione delle condizioni ambientali porta però ad un'incertezza sul risultato ottenuto dal condizionamento del microclima all'interno di un locale, a parità di condizioni infatti alcuni soggetti possono percepire differenti sensazioni, più o meno vicine alle condizioni di comfort.

Per individuare le condizioni che garantiscano la maggiore probabilità di raggiungere il comfort si utilizzano due parametri: il voto medio previsto (PMV) e la percentuale di insoddisfatti (PPD). Questi parametri sono normati nella UNI EN ISO 7730, ed in base ai valori vengono classificati i locali:

Classe A : PPD < 6%      -0,2 < PMV < +0,2

Classe B : PPD < 10%    -0,5 < PMV < +0,5

Classe C : PPD < 15%    -0,7 < PMV < +0,7

Sono inoltre rilevanti alcuni fattori, ampiamente trattati nella norma, che causano discomfort locale:

- Gradiente verticale della temperatura;
- Asimmetria della temperatura radiante;
- Pavimenti eccessivamente caldi o freddi;
- Turbolenze e correnti d'aria.

Vi è un ultimo importante fattore che determina le condizioni di benessere all'interno dei locali: la qualità dell'aria.

Nella quotidianità, infatti, una grande quantità di inquinanti si disperde nell'aria:

- CO<sub>2</sub> e altri bioeffluenti prodotti dal corpo umano;
- Prodotti di combustione derivanti da stufe, fornelli, camini o altre fonti;
- Composti organici volatili, come la formaldeide;
- Vapore acqueo.

Ricambiare l'aria all'interno dei locali risulta quindi necessario per ridurre la quantità di inquinanti disciolti in essa, il numero di ricambi d'aria è normato dalla UNI 10339.

## **2.2 Criteri di progettazione degli impianti**

Considerando i principi esposti, il progetto degli impianti è stato quindi impostato considerando i seguenti aspetti prioritari:

- garanzia di benessere termoigrometrico per i vari locali;

- contenimento dei costi energetici e di gestione/manutenzione degli impianti;
- affidabilità, sicurezza e durata nel tempo degli impianti;
- impatto acustico limitato al minimo.

La progettazione e l'esecuzione degli impianti di seguito descritti sarà soggetta all'osservanza delle norme qui di seguito riportate:

- prescrizioni fornite dalla committenza;
- prescrizioni normative e di buona norma;
- prescrizioni dei Vigili del Fuoco;
- norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- norme e raccomandazioni dell'ispettorato del Lavoro e dell'ISPESL;
- alle norme e disposizioni emanate dalla USL (Servizio di Igiene Pubblica e Territorio);
- prescrizioni delle autorità Comunali e/o Regionali nonché a quelle del Ministero per i Beni e le Attività Culturali (Soprintendenza);

Tutti gli impianti saranno dati in consegna completi in ogni loro parte, dotati di tutte le apparecchiature e gli accessori prescritti dalle norme vigenti ed occorrenti per il perfetto funzionamento, anche se non espressamente menzionati nei riferimenti normativi contenuti nell'elenchi a seguire.

### **3 Normative di riferimento**

Gli impianti previsti dall'intervento dovranno essere tutti consegnati finiti, dotati di tutto quanto necessario (apparecchiature ed accessori) prescritto dalle norme vigenti e che occorrono per il perfetto funzionamento anche se non espressamente menzionati nei riferimenti normativi contenuti di seguito.

Stante la responsabilità dell'Appaltatore circa la buona riuscita dei lavori di progetto e la collaudabilità degli impianti, nell'esecuzione degli impianti l'Appaltatore osserverà, per formale impegno, tutte le norme di legge vigenti ed in particolare:

D.M. 26 giugno 2015, "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"

D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b), del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia"

DECRETO MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2009: "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"

D.Lgs.vo 29 marzo 2010, n. 56: "Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE"

D.Lgs.vo 3 marzo 2011, n. 28: "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10" (con successive modifiche ed integrazioni)

D.M. 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"

Legge 6 dicembre 1971, n. 1083 "Norme di sicurezza per l'impiego del gas combustibile"

DM 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di installazione di impianti all'interno di edifici"

Decreto Ministeriale Ministero dell'interno del 31/03/2003 "Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione"

D.M. 1 Dicembre 2004, n. 329 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93"

D.M. del 21 maggio 1974 "Norme integrative del regolamento approvato con Regio Decreto del 12 maggio 1927 n. 824"

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"

D.M. 07/08/2012 "Regolamento in materia di procedure di Prevenzione Incendi"

D.M. 20/12/2012 "Impianti di protezione attiva antincendio"

LEGGE 1 marzo 1968, n. 186

Legge quadro sull'inquinamento acustico del 26/10/1995 n° 447 e D.P.C.M. del 14/11/1997

D.L. 4 settembre 2002 n. 262 relativo alla "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto"

D.L. 25 febbraio 2000 n. 93 relativo all'attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature in pressione

D.M. 01/12/75 e raccolta R dell'ANCC (ISPESL) e successive osservazioni e circolari di chiarimento

D.Lgs.vo 9 aprile 2008, n. 81 a s.m.i. "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro".

Le norme tecniche di seguito riportate dovranno essere seguite non solo per la realizzazione dell'impianto bensì per ogni singola parte o componente dell'impianto stesso. Tutti i materiali, accessori ed apparecchi utilizzati dovranno essere idonei all'impiego nelle condizioni ambientali in cui verranno installati essendo, inoltre, in grado di resistere alle azioni meccaniche, termiche, corrosive e legate all'umidità o di esposizione all'acqua o ai raggi solari a cui possono essere esposti durante l'esercizio.

### **3.1 Norme tecniche aspetti energetici e di comfort interno**

UNI /TS 11300-1 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale"

UNI /TS 11300-2 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali"

UNI /TS 11300-3 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva"

UNI /TS 11300-4 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria"

UNI/TS 11300-5 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili"

UNI/TS 11300-6 – "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili"

UNI EN 12831-1 – "Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3"

- UNI EN 12831-3 – “Prestazione energetica degli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto - Parte 3: Carico termico dei sistemi di acqua calda sanitaria e caratterizzazione dei fabbisogni, Moduli M8-2, M8-3”
- UNI EN ISO 6946 – “Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo”
- UNI 10355 – “Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo”
- UNI 10351 – “Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto”
- UNI EN ISO 13370 – “Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo”
- UNI EN ISO 14683 – “Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento”
- UNI EN ISO 13788 – “Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo”
- UNI EN ISO 10077-1 – “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità”
- UNI EN ISO 10077-2 – “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai”
- UNI EN 13125 – “Chiusure oscuranti e tende - Resistenza termica aggiuntiva - Assegnazione di una classe di permeabilità all'aria ad un prodotto”
- UNI EN ISO 7730 – “Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale”
- UNI EN 16798-1 – “Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6”

### **3.2 Impianti di climatizzazione invernale (e potenzialmente estiva)**

- UNI /TR 10349-2 – “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto”
- UNI EN 12828 – “Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua”
- UNI EN 15450 – “Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti di riscaldamento a pompa di calore”
- UNI EN 12098-1 – “Prestazione energetica degli edifici - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 1: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda - Moduli M3-5, 6, 7, 8”
- UNI EN 1264-3 – “Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 3: Dimensionamento”

- UNI EN 14037-3 – “Pannelli radianti sospesi a soffitto per riscaldamento e raffrescamento alimentati con acqua a temperatura minore di 120°C - Parte 3: Pannelli radianti prefabbricati a soffitto per riscaldamento - Determinazione della potenza termica nominale e valutazione della potenza termica radiante”
- UNI EN 10224 - “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”
- UNI EN 10255 - “Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura”
- UNI EN 1057 - “Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento”
- UNI EN 1555-1 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 1. Generalità”
- UNI EN 1555-2 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 2. Tubi”
- UNI EN 1555-3 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 3. Raccordi”
- UNI EN 1555-4 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 4. Valvola”
- UNI EN 1555-5 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 5. Idoneità all'impiego del sistema”
- UNI EN 1555-7 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 1. Guida per la valutazione della conformità”
- UNI 10520 - “Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto - Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”
- UNI 10521 - “Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettro fusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”
- UNI 10284 “Giunti isolanti monoblocco -  $10 \leq DN \leq 80$  - PN 10
- UNI EN 751-1 - “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta anaerobici”
- UNI EN 751-2 - “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta non indurenti”
- UNI EN 751-3 - “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda – Nastri di PTFE non sinterizzato”
- UNI EN 331 - “Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici”
- UNI EN 253 - “Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene”

UNI EN 448 - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrate di acqua calda. Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene”

UNI EN 488 - “Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene”

UNI EN 489 - “Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio della giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene”;

UNI EN 10220 - “Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche”

ISO 6761 – “Steel tubes - Preparation of ends of tubes and fittings for welding”

UNI EN 13480-6 - “Tubazioni industriali metalliche - Parte 6: Requisiti addizionali per tubazioni interrate”

## **4 Impianto di climatizzazione invernale (e potenzialmente estiva) con sistema in Pompa di Calore**

### **4.1 Generalità**

L'impianto di generazione, distribuzione, emissione, regolazione sarà completamente rifatto ex novo a sostituzione del precedente.

La pompa di calore sarà a servizio sia dell'impianti di climatizzazione invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria.

### **4.2 Unità esterna di generazione**

L'unità esterna sarà alloggiata all'esterno dell'edificio in prossimità della zona da servire (a nord-est del fabbricato), come indicato negli elaborati grafici, e avente le seguenti caratteristiche:

- Potenza in riscaldamento: 25 kW
- COP:  $\geq 4,1$  (secondo le prescrizioni del DiM 16 febbraio 2016, allegato 1)
- 

### **4.3 Rete di distribuzione**

La rete di distribuzione sarà tutta in doppio tubo multistrato giuntati e coibentati, convoglieranno il fluido dall'unità idronica della pompa di calore ai terminali di emissione interni (Fan Coil), anche mediante collettori.

Le tubazioni hanno diametri che variano dai  $\varnothing 20$  mm con spessore 2 mm (in prossimità dei Fan Coil), ai  $\varnothing 40$  mm con sp. 3,5 mm in prossimità del circuito primario, passando da  $\varnothing 26$  mm sp. 3 mm e  $\varnothing 32$  mm sp. 3 mm nei tratti intermedi.

Tutte le tubazioni saranno dotate di isolante termico con spessori idonei a soddisfare quanto riportato nella tabella dell'allegato A del D.P.R. 412/1993.

La tipologia di isolamento sarà in guaine in elastomero a celle chiuse per ciò che riguarda sia il circuito primario che secondario.

### **4.4 Terminali di emissione**

Le unità interne (terminali di emissione) saranno di tipologia:

- a 2 vie a soffitto
- a 2 vie a parete (sopraporta)

Saranno necessari in totale 6 Fan Coil, in 2 taglie in funzione degli ambienti da climatizzare:

- 2 F.C. a parete con capacità riscaldamento 2,5 kW
- 4 F.C. a soffitto con capacità riscaldamento 3,5 kW

Ogni Fan Coil è dotato di una tubazione in polietilene di scarico condensa del diametro di  $\varnothing 32$  mm, nei tratti a servizio di più terminali verranno maggiorate a  $\varnothing 50$  mm come da elaborato grafico.

Ogni Fan Coil è dotato di interruttore automatico magnetotermico per agevolare la manutenzione, consentendo di isolare il solo terminale oggetto di intervento lasciando il resto dell'impianto di climatizzazione funzionante. Gli interruttori magnetotermici dovranno essere posizionati all'interno del quadro elettrico generale.

#### **4.5 Sistemi di regolazione**

Ogni locale ha un termostato che comanda a filo i Fan Coil presenti. Tutti i 6 dispositivi sono collegati ad un sistema di controllo centralizzato con cronotermostato.

#### **4.6 Sistemi di accumulo – inerziale**

Un serbatoio di accumulo inerziale da 200 litri sarà collocato all'interno del locale tecnico, per limitare le accensioni ok/off della pompa di calore.

Il serbatoio di accumulo sarà coibentato con isolante termico secondo norme vigenti.

### **5 Impianto di produzione Acqua Calda Sanitaria**

#### **5.1 Generalità**

L'impianto di produzione Acqua Calda Sanitaria sarà completamente rifatto ex novo nella parte di generazione a sostituzione del precedente, mentre nella parte di distribuzione sarà connesso all'impianto esistente.

La pompa di calore sarà a servizio sia dell'impianti di climatizzazione invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria.

#### **5.2 Unità esterna di generazione**

Il sistema di generazione dell'acqua calda è costituito da 3 dispositivi:

- 1) una pompa di calore da 25 kW termici,  $COP \geq 4,1$  a servizio sia dell'impianti di climatizzazione invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria
- 2) una caldaia a condensazione ad alta efficienza con potenza utile di 32 kW termici (in ogni caso la potenza al focolare  $\leq 35$  kW termici). Anche la caldaia sarà alloggiata all'esterno dell'edificio in prossimità della zona da servire (a nord-est del fabbricato), come indicato negli elaborati grafici, e avente le seguenti caratteristiche:
  - Potenza in riscaldamento: 32 kW termici
  - Rendimento termico utile  $\geq 93 + 2 \cdot \log_{10} P_n$  (dove  $P_n$  è la potenza nominale del generatore, espressa in kWt, misturati secondo le norme UNI EN 15502).
- 3) 8 pannelli – collettori solari termici in copertura disposti orizzontalmente (il lato lungo poggerà sulla copertura), con orientamento sud-est (azimut  $126^\circ$ , azimut solare  $-54^\circ$ ), e inclinazione tilt  $45^\circ$ . Tipologia del collettore piana, dimensione 220x115 cm.

con due serbatoi di accumulo-bollitori da 800 litri.

### **5.3 Rete di distribuzione**

La rete di distribuzione della caldaia e della pompa di calore nel circuito primario sarà tutta in doppio tubo multistrato giuntati e coibentati, convoglieranno l'acqua nei serbatoi di accumulo e successivamente nel collettore, al quale è connessa la distribuzione alle utenze.

Le tubazioni hanno diametri che variano dai Ø 1'1/2 con spessore 3,5 mm a 1'1/4 pollice con spessore 3 mm.

La rete di distribuzione dai pannelli-collettori solari ai serbatoi di accumulo sarà in doppio tubo di rame saldati e coibentati, le tubazioni hanno diametri con Ø 22 mm.

Tutte le tubazioni saranno dotate di isolante termico con spessori idonei a soddisfare quanto riportato nella tabella dell'allegato A del D.P.R. 412/1993. La tipologia di isolamento sarà in guaine in elastomero a celle chiuse.

### **5.4 Sistemi di accumulo bollitori**

Due serbatoi di accumulo bollitori da 800 litri saranno collocati all'interno del locale tecnico, per immagazzinare il calore captato dai pannelli-collettori solari termici e generato dalla pompa di calore.

Il serbatoio di accumulo sarà coibentato con isolante termico secondo norme vigenti.

## 6 Miglioramento della classe energetica dell'edificio

Gli interventi di efficientamento energetico elencati nei paragrafi precedenti, comportano il miglioramento delle classi energetiche dell'edificio.

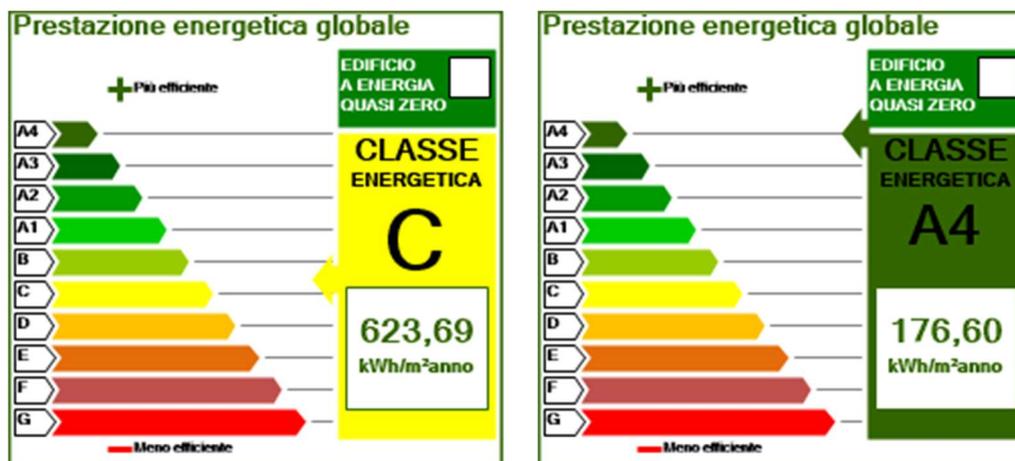
Gli attestati di prestazione pre e post intervento che dimostrano il miglioramento energetico, sono definiti "convenzionali" e sono predisposti considerando l'edificio nella sua interezza.

Le classi energetiche riportate in seguito si riferiscono al calcolo secondo il DM 26.6.2015 Requisiti minimi e l'indice di prestazione energetica è calcolato a partire dagli indici di prestazione energetica delle singole unità immobiliari.

### Indici di prestazione energetica non rinnovabile ( $EP_{n,ren}$ )

Servizi considerati	$EP_{n,ren}$ PRE [kWh/m <sup>2</sup> ]	$EP_{n,ren}$ POST [kWh/m <sup>2</sup> ]
Riscaldamento	433,85	133,72
Acqua calda sanitaria	164,61	33,57
Illuminazione	25,23	9,31
<b>Totali</b>	<b>623,69</b>	<b>176,60</b>

### Classificazione energetica a confronto



Classe PRE		$EP_{n,ren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
A4	≤	183,00
A3	≤	274,50
A2	≤	366,00
A1	≤	457,50
B	≤	549,00
C	≤	686,25
D	≤	915,00
E	≤	1189,50
F	≤	1601,25
G	>	1601,25

Classe POST		$EP_{n,ren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
A4	≤	184,52
A3	≤	276,78
A2	≤	369,04
A1	≤	461,30
B	≤	553,57
C	≤	691,96
D	≤	922,61
E	≤	1199,39
F	≤	1614,57
G	>	1614,57