



COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E MANUTENZIONE
UNITA' INTERMEDIA IMPIANTI

Scuola per l'infanzia sita nel parco urbano "Giardini Margherita"
viale Drusiani 2 Q.re S.Stefano.
Codice intervento 3223

IMPIANTI MECCANICI

PREMESSA

Il presente progetto riguarda un edificio destinato a scuola materna, da realizzarsi in un ambito urbano di particolare pregio con alcune moderne tecnologie murarie ed impiantistiche di carattere innovativo.

La committenza ha posto come vincolo progettuale l'assenza di pannelli solari o fotovoltaici sul tetto per motivi paesaggistici e la mancanza di condotte gas, nonché classe energetica A. L'impianto di riscaldamento utilizza come apporto calorico una pompa di calore geotermica alimentata da un circuito elettrico dedicato dotato di contatore Enel autonomo.

Tale scelta, unita all'installazione di U.T.A dotate di recuperatori di calore statici ad alta efficienza, che recuperano almeno il 60% del calore necessario per la ventilazione dei locali, mi consente di evitare dotazioni ausiliarie per l'utilizzo di energie rinnovabili, quali pannelli solari ad acqua e pannelli fotovoltaici, già previste in altre istituzioni, come richiesto dai decreti 192/2005 e 311/2006, e art.21 e art.22 DGR n° 1366 del 26/09/2011; infatti la normativa regionale consente di utilizzare una frazione di energia prodotta, tanto maggiore quanto più è alto il rendimento del generatore (la pompa di calore geotermica ha un C.O.P. di 4.9 in condizioni operative) e quanto è più basso il fabbisogno energetico dell'edificio, da mettere a disposizione al fine di soddisfare il requisito di "*quota di energia da fonti rinnovabili*" richiesto, ossia 35% ridotto del 50%(centri storici) maggiorato del 10% (edifici pubblici) . Dai calcoli si intende soddisfatto anche il requisito prodotto con pannelli fotovoltaici di 0,5 Kwatt x 100mq ridotto del 50% (centro storico) maggiorato del 10% (edifici pubblici) richiesto dall'art.22. Tale scelta piuttosto onerosa è richiesta come deroga consentita nei centri storici qual' ora non si voglia alterare l'aspetto tradizionale del paesaggio.

Il vano destinato esclusivamente a centrale termica contiene tutte le strumentazioni impiantistiche principali, ha la porta di accesso di ampia dimensione (150x240 cm), che si affaccia direttamente sul cavedio di accesso al piano interrato, e muri divisorii dotati di compartimentazione REI 60, in tal modo si circoscrive e si concentra in un locale apposito, defilato rispetto alle attività didattiche, accessibile esclusivamente da personale qualificato e responsabile, la maggior parte delle cause di pericolo, nonostante la mancanza di rischi specifici, nonché la quasi totalità dei lavori di manutenzione; inoltre si contengono gli oneri di conduzione potendo programmare le scadenze di manutenzione con orari indipendenti dalla conduzione della scuola.

Al fine di sfruttare al meglio questo investimento e in conformità a richieste fatte dalla committenza in passato, si prevede un impianto a pannelli radianti a pavimento per il riscaldamento dell'edificio.

L'impianto a pannelli radianti ha i seguenti vantaggi:

- eliminazione dei radiatori quali ostacoli pericolosi e maggior facilità nella disposizione degli arredi
- risparmio di combustibile fino al 20% nei locali alti 3 m circa.
- riduzione del calore fornito per ventilazione a vantaggio del calore prodotto per irraggiamento con conseguente migliore comfort.
- temperatura dell'acqua decisamente più bassa che consenta l'utilizzo ottimale della pompa di calore geotermica.

Constatata, a seguito di una frequentazione ormai quindicinale delle istituzioni per l'infanzia del

comune di Bologna, l'esistenza di un problema non risolto di ventilazione dei locali affidato comunemente all'attenzione del personale di servizio, si prevedono alcuni impianti di ventilazione meccanizzati che sostituiscano completamente la soluzione manuale e che raggiungano i seguenti obiettivi:

- garanzia assoluta di una ventilazione sufficiente e non eccessiva in tutti i locali nelle ore di utilizzo, in particolare modo nel dormitorio, evitando dimenticanze che potrebbero causare danni alla salute dei bambini e alla integrità delle attrezzature e delle murature, oppure, per contro, sprechi enormi di combustibile.

- risparmio energetico, dell'ordine almeno del 60% circa del combustibile, grazie all'installazione di un recuperatore di calore nelle macchine termo-ventilanti per consentire al fabbricato di rientrare nella classe energetica A+.

Tale scelta in questo caso si è fatta obbligatoria in quanto l'impianto geotermico è estremamente oneroso e pertanto è conveniente anche economicamente ridurre il fabbisogno energetico per contenere al massimo la potenzialità e la dimensione dell'impianto di produzione del calore.

Il piano interrato dell'edificio ha 2 destinazioni diverse: spogliatoi per il personale scolastico e spogliatoio - servizi per le attività sportive all'aperto da praticare nel parco.

I locali destinati a spogliatoi per il personale scolastico sono direttamente collegati ai piani superiori e divisi dall'altra attività con setti di compartimentazione REI 60.

L'impianto di riscaldamento è a tutt'aria al fine di ridurre al massimo i tempi di messa a regime e l'inerzia termica, per avere la massima elasticità oraria di funzionamento e per far fronte prontamente al fabbisogno termico che è quasi esclusivamente di ventilazione.

I locali destinati a servizi igienici pubblici e spogliatoi sportivi hanno un ingresso indipendente e un impianto di riscaldamento a tutt'aria completamente autonomo.

L'alto costo dell'impianto geotermico, dimensionato per una potenzialità che copra il 100% del fabbisogno di punta, mi obbliga a prevederne un suo utilizzo costante e completo per poter teorizzare un suo ammortamento in tempi ragionevoli, dovendo rispondere dell'utilizzo oculato delle risorse economiche messe a disposizione: poiché le modalità di utilizzo dello spogliatoio sportivo non sono state chiarite dalla committenza, né la frequenza di utilizzo è prevedibile dal sottoscritto, ho dovuto escludere il riscaldamento di questi locali dall'impianto generale riducendone il dimensionamento e di conseguenza l'incidenza sul costo complessivo e ho dovuto prevedere, come generatore autonomo dedicato, una pompa di calore aggiuntiva aria/acqua molto più economica, in tal modo l'ipotetico inutilizzo dell'impianto graverà di meno sulle finanze pubbliche.

Inoltre, sempre al fine di sfruttare al meglio l'alto rendimento dell'impianto geotermico tutto l'anno, la pompa di calore geotermica produce l'acqua calda anche per gli spogliatoi sportivi, in tal modo si accorcia il tempo di ammortamento della macchina che funziona anche a tutto regime d'estate.

Tale scelta paga però un pegno: ossia l'impianto non è dimensionato per un uso contemporaneo degli spogliatoi sportivi e del riscaldamento scolastico e pertanto **durante il periodo invernale, compreso fra il 15/10 e 15/4, e durante le ore scolastiche, comprese fra le ore 8 e le 18 da lunedì a venerdì, non è possibile fornire più di 10 docce complessive negli spogliatoi sportivi.**

Con queste premesse, la soluzione progettuale proposta per riscaldare l'edificio e per ventilarlo è dettata da scelte obbligate dovute alla sovrapposizione delle normative regionali DGR 1366, dai vincoli paesaggistici, e dalla presenza di un impianto sanitario sportivo che ha una enorme variabilità di utilizzo. La ricerca di armonizzare l'ammortamento dell'investimento iniziale, la normativa regionale e il probabile risparmio energetico costituiscono la linea guida, ne consegue che il progetto consente di contenere al massimo gli oneri di consumo energetico facendo affidamento sull'ottimo isolamento sia delle superfici orizzontali che verticali, sulle dotazioni impiantistiche e sulla flessibilità del funzionamento indipendente delle singole zone. Inoltre si confida sull'automatismo di funzionamento dei dispositivi di controllo e regolazione ormai presenti normalmente nelle ultime realizzazioni che garantiscono una gestione abbastanza semplice, malgrado gli obblighi e le normative cogenti.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La descrizione seguente evidenzia esclusivamente le soluzioni progettuali adottate, illustra sinteticamente le linee guida progettuali per aiutare alla lettura degli elaborati di capitolato, per quanto riguarda i particolari costruttivi, il dimensionamento e le sequenze d'installazione si rimanda alle tavole grafiche. Si possono suddividere i lavori secondo le seguenti categorie:

Impianto di adduzione GAS:

L'edificio non è provvisto di alcun impianto di alimentazione Gas.

Condotti per l'esalazione fumi di combustione.

L'edificio non è provvisto di alcuna canna fumaria.

Impianto geotermico.

Il cuore dell'impianto geotermico è costituito da una pompa di calore elettrica, con regolazione elettronica integrata per la gestione delle seguenti funzioni: marcia/arresto, commutazione estate-inverno, velocità minima-massima, termostato ambiente ed asservimento ad orologio programmatore, dotata di reversibilità del circuito Freon per il funzionamento come gruppo frigorifero in estate e generatore di calore in inverno, ovvero un sistema termodinamico reversibile inverno-estate. La pompa, tramite scambiatori, trasferisce il calore dal terreno al circuito di riscaldamento o viceversa.

La potenza di calore trasferita è di 32 Kw, sufficiente a fornire circa il 100% della potenza richiesta nei periodi di punta, questo è assolutamente dovuto alla presenza di recuperatori di calore aria/aria con rendimenti del 60%, che abbattano drasticamente la quantità di calore da fornire per la ventilazione dei locali.

Questo generatore elettrico è molto lento e necessita di accumuli ad acqua, intesi come volani termici caldo-freddo, per garantire una risposta immediata, uno di questi è dotato di stazione di produzione di acqua calda sanitaria mediante scambiatore; tali accumuli piuttosto voluminosi occupano buona parte della C.T.

Il circuito geotermico ha i collettori di partenza e d'arrivo in C.T. facilmente ispezionabili.

Per una pompa di calore di questa potenzialità occorrono 6 sonde geotermiche profonde 110 ml, poste sull'area di competenza lato Ovest e collegate direttamente ai collettori, come è possibile vedere nei disegni.

Caratteristiche generali C.T. e fabbisogno riscaldamento

Dati di progetto:

Fabbisogno locali sport Piano Interrato: potenza termica per trasmissione: 2,134 KW
potenza termica per ventilazione: 7,442 KW
maggiorazione dovuta per intermittenza: 2,755 KW

Totale 12,332 KW

+ maggiorazione di sicurezza del 5% pot. richiesta **12,948 KW**

Fabbisogno scuola: Piano interrato potenza termica per trasmissione: 0,760 KW
potenza termica per ventilazione: 1,626 KW
maggiorazione dovuta per intermittenza: 1,083 KW

Totale 3,468 KW

+ maggiorazione di sicurezza del 5% pot. richiesta **3,642 KW**

Piano Terra potenza termica per trasmissione: 5,789 KW
potenza termica per ventilazione: 13,423 KW
maggiorazione dovuta per intermittenza: 1,607 KW

Totale 20,819 KW

+ maggiorazione di sicurezza del 5% pot. richiesta **21,860 KW**

Piano Primo	potenza termica per trasmissione:	2,613 KW
potenza termica per ventilazione:	3,024 KW	
	maggiorazione dovuta per intermittenza:	0,638 KW

	Totale 6,276 KW	
+ maggiorazione di sicurezza del 5% pot. richiesta		6,589 KW

La pompa di calore aria /acqua destinata al riscaldamento dei locali sport sarà dimensionata per fornire 13 KW di potenza.

La pompa di calore geotermica dovrà fornire 32091 KW per il riscaldamento della scuola.

La potenza dei due impianti è appena sufficiente, tuttavia:

1) la scuola non è aperta nelle ore notturne quando la temperatura esterna può raggiungere quella di progetto -7°C La potenza di spunto che il programma mi calcola è una necessità teorica in quanto è possibile anticipare l'accensione (il raggiungimento della temperatura operativa mediante cronotermostato) durante la notte.

2) i consumi di acqua calda della scuola sono in realtà inferiori a quelli indicati dal programma di calcolo

3) è previsto in sede di appalto la richiesta di migliorie riguardanti il rendimento dei recuperatori di calore aria-aria che inciderebbe in modo consistente sul calore di ventilazione necessario.

4) l'accumulo di 2000 lt serve per garantire i picchi di consumo notturno di acqua calda degli spogliatoi sportivi. Tuttavia l'uso degli spogliatoi sportivi non può che concentrarsi nei mesi estivi in quanto è al servizio di attrezzature ricreative all'aperto.

Come già specificato, un maggior investimento nell'impianto di produzione calore presuppone un sicuro utilizzo continuativo degli spogliatoi, cosa tuttora improbabile.

Dati riepilogativi:

Portata termica nominale pompa di calore aria/acqua kw 13

Portata termica nominale pompa di calore geotermica kw 32

Vaso d'espansione chiuso

Destinazione: riscaldamento ambienti e produzione acqua sanitaria.

Il presente progetto non prevede l'installazione di alcun generatore di calore a combustione pertanto l'impianto **non** è soggetto alla denuncia ai V.V.F. come attività 74 (prevista dal servizio *prevenzione incendi*) e alla denuncia all'INADEL ex I.S.P.E.S.L.

Impianto di riscaldamento.

Al piano terra e al primo piano un impianto di distribuzione tipo "Modul" garantisce la temperatura dei locali immettendo il calore necessario a bilanciare le dispersioni che avvengono per trasmissione attraverso le membrature esterne e a riscaldare l'aria di ricambio che entra dalle macchine di trattamento aria nonché la quota minima di aria che filtra attraverso gli infissi anche quando la scuola è nell'orario di chiusura (volume di ricambio: 0.5 V/h), ed utilizza pannelli radianti a pavimento, come specificato negli elaborati grafici allegati, aventi caratteristiche di emissione termica conformi alle norme UNI 6514/87.

Le condotte principali di distribuzione, che alimentano i collettori, sono in acciaio nero, con giunzioni saldate, corrono a pavimento, e sono coibentate con guaine isolanti da incasso rivestite esternamente da uno strato di polietilene espanso a cellule chiuse reticolato autoadesivo.

La distribuzione del fluido termovettore avviene mediante collettori premontati, 2 o 3 per ogni piano, a 6-10 uscite, con attacchi di testa Ø ¾", Ø 1" e Ø 1¼", alloggiati in cassetta metallica per incasso a parete, munita di serratura per consentire l'accessibilità esclusivamente ai gestori, contenente anche le valvole di intercettazione di ogni singolo collettore, gli eliminatori automatici d'aria installati negli attacchi di testa.

Dai collettori si diramano le tubazioni ai pannelli radianti, realizzate in polietilene reticolato di

Ø 17, vedi disegno, annegate nel massetto del pavimento, prive di giunzioni o saldature, posate su lastre isolanti prestampate, come indicato sulle tavole grafiche e nel capitolato.

La termoregolazione avviene su 2 livelli:

1°livello: la centralina, posta nell'apposito quadro di sottocentrale oppure a bordo macchina della pompa geotermica, dotata di microprocessore, regola le seguenti funzioni:

a) mediante sonda esterna, agendo sul motore della valvola miscelatrice, adegua la temperatura dell'acqua di mandata, in modo preciso, sulla base della curva climatica impostata, al fabbisogno dell'edificio e, mediante orologio programmatore, con programmazione giornaliera-settimanale su almeno 2 livelli di temperatura, mantiene il singolo impianto in temperatura operativa oppure spegne le pompe e mantiene una temperatura attenuata .

b) mediante asservimento alle sonde di min. e max. temperatura poste nell'accumulo e ad un orologio programmatore, accende e spegne la pompa relativa al circuito sanitario primario, e quella del circuito secondario.

2°livello: una termoregolazione avviene localmente, tramite elettrovalvole a 2 vie poste sulle singole uscite dei collettori, asservite a sonde ambiente e termostati digitali posti nei singoli ambienti, e modifica anche le perdite di carico dell'impianto interessando la velocità del rotore della pompa elettronica con conseguente risparmio di corrente elettrica.

Dati di progetto riguardanti l'impianto di riscaldamento secondario:

collettore 1: zona accoglienza e sez. medi,	potenza: P = 7030 Watt.	portata: Q = 1200 l/h
collettore 2, attività collettive - atelier	potenza: P = 8316 Watt.	portata: Q = 1270 l/h
collettore 3, sezione grandi e laboratorio	potenza: P = 5656 Watt.	portata: Q = 766 l/h
collettore 4, riposo-atelier	potenza: P = 2559 Watt.,	portata: Q = 369 l/h
collettore 5, sezione piccoli	potenza: P = 4031 Watt.,	portata: Q = 672 l/h

Nelle tavole grafiche sono riportati i dati riguardanti le portate, le calorie fornite dai circuiti, il passo dei circuiti, la lunghezza dei circuiti, le perdite di carico. Tuttavia i valori sono indicativi, il fornitore dei pannelli radianti, scelto dall'impresa, dovrà fornire, come consuetudine, tutti i dati ricalcolati, sia per fare le ordinazioni, tagliare le matasse senza avere giunture, tarare le pompe elettroniche.

Temperatura esterna -5°C /umidità relativa 80%

Temperatura interna 20°C/ umidità relativa n.c.Δ

Temperatura massima fluido termovettore (acqua) 42°C

Temperatura media ritorno (acqua) 30,7°C

Salto termico max andata/ritorno: 12°C Δt

Salto termico pavimento/ambiente: Δ 9,0°C Δt , medio 7°C Δt (regolamento edilizio) pertanto la temperatura massima del pavimento sarà 27°C+/-2°C

Perdita di carico max effettiva al collettore mbar

I pannelli al servizio dei locali: attività collettive, ingresso, servizio adulti P.T., sala e ufficio adulti e disimpegno, garantiscono tutto il riscaldamento necessario, i pannelli degli altri circuiti necessitano di essere integrati dall'impianto ad aria.

Numero ricambi d'aria di ventilazione nel calcolo termico:

0,5 vol/ora per disimpegno e corridoio, depositi.

1 vol/h per atelier adulti e preparazione pasti

1,5-2 vol/h circa per attività collettive, sezioni, atelier: viene calcolato sul numero massimo di presenze moltiplicato per 30mc/h adulti e 15 mc/h bambini.

8 vol/ora per bagni , servizi, spogliatoi sport,

3-4 vol/ora circa per i dormitori, calcolato sulla presenza massima dei bambini moltiplicato per 15 mc/h.

(D.M.18/12/1975 norme tecniche relative all'edilizia scolastica).

Impianto di termoventilazione.

L'incidenza maggiore dei consumi di energia in questo edificio è data dal calore di ventilazione, pertanto al fine di perseguire il massimo risparmio energetico è previsto un ricambio d'aria

meccanizzato con recuperatore di calore.

A tal fine sono previste 7 macchine di trattamento aria con recuperatore di calore, installate ai piani in configurazione pensile verticale, alimentate e comandate dal quadro di zona per la gestione delle seguenti funzioni: marcia/arresto, commutazione estate-inverno per garantire solo l'estrazione d'aria nei locali ciechi.

Le macchine 3,4,5,6,7, sono asservite a una sonda a CO₂, posta nel locale interessato, che comanda l'inverter dei motori, le macchine 1 e 2 poste nei locali a piano interrato sono dotate di batterie di postriscaldamento e sono asservite ad un termostato ambiente inserito sul canale di ripresa, termostato di mandata regolato a 21°C, orologio programmatore; il loro dimensionamento discende dal parametro fondamentale ovvero i ricambi di aria primaria, gli altri requisiti sono ampiamente soddisfatti.

Dati di progetto:

Tasso di Umidità Relativa massima presente: n.p.

U.T.A. n°1: $1960 \text{ mc (V.)} \times X (\Delta T) \times 0,27 \text{ (calore specifico aria)} = 1983 \text{ kcal. ovvero: } 2306 \text{ Watt (valore calcolato, perdite per trasmissione)}$
da cui $\Delta T = 3,8 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura di immissione in inverno: 23,8 C°

U.T.A. n°2: $440 \text{ mc (V.)} \times X (\Delta T) \times 0,27 \text{ (calore specifico aria)} = 653,6 \text{ kcal. ovvero: } 760 \text{ Watt (valore calcolato, perdite per trasmissione)}$
da cui $\Delta T = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura di immissione in inverno: 25,5 C°

U.T.A. n°3,4,5,6,7: Temperatura di immissione in inverno: 21 C°

Velocità dell'aria a 2 mt. di altezza sul piano di stazionamento dei bimbi : 0,10 m/sec.

Filtrazione: classe 7-9, stadi di filtrazione: M+A

Valgono le seguenti prescrizioni e dotazioni:

Inverno: Temperatura esterna -5°C /umidità relativa 80%

Temperatura interna 20°C/ umidità relativa 50%

Il funzionamento della batteria di riscaldamento entra in funzione ogni qual volta la temperatura esterna scenda sotto i 14-16 °C., immettendo aria primaria a temperatura riscaldata 24-26°C per compensare le perdite per trasmissione; nel periodo estivo si consiglia di aprire le finestre.

Il prelievo dell'aria viziata avviene nei servizi, lavanderia, preparazione pasti, ripostigli, come da disegno, l'aria è convogliata tramite una condotta in lamiera zincata nello scambiatore posto all'interno delle U.T.A. e viene espulsa tramite camino sfociante oltre 0,5 mt. dall'estradosso del coperto. Il canale di prelievo, ugualmente, preleva l'aria primaria tramite camino posto sul coperto distante almeno 5 mt dall'espulsione, come indicato nelle tavole grafiche.

Sul canale di immissione è prevedibile un silenziatore di rumore costituito da doppia parete in lamiera zincata, forata internamente, con interposto materassino in lana minerale, tale installazione farà parte di possibili migliorie prestazionali richieste in sede di gara.

L'impianto di ventilazione meccanica prevede nelle due UTA poste nell'interrato solo la batteria di postriscaldamento dell'aria primaria fino al raggiungimento della temperatura necessaria per annullare le dispersioni dell'involucro, pertanto non è previsto condizionamento estivo nei piani didattici.

I canali per la realizzazione della rete di mandata, ripresa, presa d'aria esterna, espulsione, sono di classe 0 di reazione al fuoco, compresi i raccordi, realizzati in lamiera zincata a parete semplice, verniciati, nei tratti a vista, con una tinta a scelta della D.L.

Negli attraversamenti le sigillature saranno realizzate con materiali di classe 0.

Un comando manuale di blocco dei 2 ventilatori sarà installato in luogo sicuro e presidiato, il riarmo del funzionamento dei ventilatori sarà manuale .

Ventilazione.

In tutti i locali il ricambio dell'aria avviene naturalmente mediante l'apertura delle finestre, tuttavia nei mesi freddi si prescrive di utilizzare in tutti i locali l'impianto meccanico di termoventilazione.

In tutti i locali ciechi l'impianto di estrazione centralizzato deve essere funzionante sempre in continuo, anche nei mesi caldi con batteria di post-riscaldamento spenta, dove è presente, ovvero con pompa spenta.

Le portate d'aria sono determinate dall'affollamento massimo previsto di progetto per ogni locale, in base a 15 mc/h per ogni bambino e 30 mc /h per ogni adulto; nei locali dove l'affollamento non è prevedibile, per esempio gli spogliatoi sportivi, applico i volumi d'aria indicati dalla UNI 10339 per le rispettive destinazioni.

I valori sono indicati nelle tavole IM051-2

L'integrazione dell'aria avviene dai locali disimpegno mediante aperture grigliate nelle porte.

Nell'elaborato grafico sono indicate le dimensioni e la posizione delle griglie di transito per l'aria di ricambio. Il dimensionamento è fatto sulla base di una velocità di circa 1 ml/sec.

Analisi potenza installata per il dimensionamento della pompa di calore geotermica.

Il fabbisogno di riscaldamento massimo previsto orario per la parte di edificio destinato a scuola , come abbiamo visto è di : 32 Kwatt

Il consumo giornaliero di acqua calda sanitaria per la scuola, a 35-38°C, è così ipotizzato, non avendo rintracciato alcun dato presso le strutture comunali e non considerando l'utilizzo delle cucine nell'ora di punta :

$20 \text{ rubinetti} \times 6 \text{ l/min.} \times 0,5(\text{contemporaneità}) = 60 \text{ l/min.}$ (escludo il piano interrato il cui utilizzo non è contemporaneo con i piani superiori)

consumo massimo orario : $60 \text{ l} \times 60 = 3.600 \text{ l/h}$

potenza massima oraria: $3.600 \times 20 (\Delta T) = 72.000 \text{ Kcal.} = 83,7 \text{ Kwatt.}$

Per limitare la potenza del generatore, tale energia è prevista completamente nell'accumulo inerziale che può essere messo in temperatura di notte ed è di 2.000 lt , può raggiungere i 53°C di temperatura massima, per l'ora di punta si può disporre della seguente potenza:

$(53-15) (\Delta T) \times 2.000 = 76.000 \text{ Kcal} = 88,37 \text{ Kwatt.}$

Poiché la potenza massima per il riscaldamento è richiesta nelle ore notturne e di prima mattina, c'è tutto il tempo, durante la giornata, di ripristinare la temperatura dell'acqua nell'accumulo, poiché l'utilizzo è concentrato nell'ora del pasto e prima della chiusura.

Tale valore è teorico ma ritengo sia abbondantemente cautelativo.

Dalla relazione di calcolo generale allegata alla presente, relativa alla verifica del DGR 1366, perviene un consumo di 1.113 lt./d che è inferiore a quello ipotizzato precedentemente nell'ora di punta.

Impianto idrosanitario: alimentazione.

Le condotte di alimentazione dell'impianto idrosanitario, e dell'irrigazione, in polietilene (PN 10), partono dal nuovo vano per l'alloggiamento dei contatori H.E.R.A., in via Drusiani, attraversano il vialetto di accesso ed entrano infine nel fabbricato in corrispondenza del vano C.T. dopo un giunto di raccordo.

In questo vano sono previste le strumentazioni di carattere generale, soggette a manutenzione, gestione e controllo, ovvero: un disconnettore, un riduttore di pressione, adatto per una pressione massima all'origine di 25 Bar, pressione a valle regolabile da 1,5 a 6 Bar, con indicatore di pressione, filtro fine (tipo a calza) corredato di rubinetto a sfera e motore per il controlavaggio programmato, valvole di *non-ritorno*, addolcitore, dosatore, accumulo, 2 scambiatori a piastre, 2 pompe di ricircolo per il circuito primario e secondario, miscelatore, e la strumentazione minuta di corredo, come indicato nelle tavole grafiche.

La pompa del circuito di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria per la scuola è comandato dalla centralina installata sulla pompa di calore, la pompa del circuito di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria per i locali sportivi è comandato da una centralina On-off asservita ad orologio programmatore giornaliero-settimanale-stagionale.

L'accumulo in acciaio inox ha una capacità di 2.000 lt e contiene fluido di riscaldamento, è collegato al circuito primario dello scambiatore .

La tubatura principale all'interno del locale tecnico, che collega la strumentazione ed il bollitore è in acciaio zincato con giunzioni filettate, coibentato con guaine isolanti rivestite in lamierino di alluminio; si prevedono 2 ricircoli corredati di circolatore elettrico.

Le condotte dell'acqua sanitaria sono le seguenti:

1) acqua fredda così come è pervenuta dall'acquedotto comunale.

- 2) acqua calda addolcita a 45-53°C.
- 3) acqua fredda addolcita per il reintegro dell'impianto di riscaldamento.
- 4) acqua calda di ricircolo.
- 5) acqua calda addolcita e miscelata a 36-38 °C

Dimensionamento estivo:

70 rubinetti x 6 l/min. x 0,4 (contemporaneità) = 168 l/min.

15 docce x 9 l/min. x 0,4 (contemporaneità) = 54 l/min

tot. 222 l/min.

ossia 3,7 l/sec. che necessitano di una tubatura generale di diametro **Ø 2"**

Impianto idrosanitario all'interno della scuola.

Dal locale tecnico partono le condotte di alimentazione incassate a pavimento in polipropilene precoibentato per acqua calda e per il ricircolo, polipropilene per acqua fredda.

Le condotte nella C.T. sono realizzate in tubo di acciaio zincato con giunzioni filettate, coibentate con guaine isolanti rivestite in p.v.c, per le parti incassate, e coibentate con guaine isolanti rivestite in lamierino di alluminio per le parti a vista.

I tratti di tubatura all'interno dei singoli servizi igienici sono realizzati o in acciaio zincato coibentato o in polipropilene rigido, di diametro DN50, DN40, DN 32, DN 25 e DN 20, rispondente alle vigenti norme sanitarie (circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 2/12/78), posate sotto pavimento o ad incasso. La tubatura per l'acqua calda è coibentata con cappellette di materiale espanso rivestito in p.v.c.

All'ingresso dei servizi vengono installate i rubinetti a cappuccio di sezionamento e il collegamento del ricircolo come indicato nei disegni.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI

DM 1/12/75

L.584 11/11/75

Legge 46/90 e successive

DM 443/90

Legge 10/91, DM 192/05, DM 311/06, DGR n° 1366 del 26/09/2011

DPR 447/91

DPR 412/93

UNI 2013, UNI 4179, UNI 7427

UNI ISO 4200

D.M.18/5/76

UNI-CTI-5364 impianti di riscaldamento :classificazione, grandezze, collaudi.

UNI-CTI-8066 stima dei consumi

UNI-1064-1067 -8349 contatori

UNI 8318-8531- tubi in polipropilene.

UNI.8364-9317 controllo e manutenzione impianti di riscaldamento

UNI 7773/2 -6507 tubi di rame

UNI-CTI-5364 impianti di riscaldamento: classificazione, grandezze, collaudi.

UNI-CTI-8066 stima dei consumi

UNI 6363 tubi d'acciaio

UNI 8365 pompe

UNI 4542 apparecchi sanitari

UNI 6884 valvole di intercettazione

UNI 442 radiatori

ISO 209

DM: 18/5/76 Impianti di condizionamento

D.M.10/03/77 art.5

UNI EN 10142, UNI EN 10143, UNI EN 10147.

1 UNI 10339 impianti aeraulici.

2 ULTERIORI PRESCRIZIONI TECNICHE E METODOLOGICHE.

Le specifiche di seguito elencate inerenti le principali tipologie di interventi costituenti l'appalto sono da ritenersi complementari rispetto alle indicazioni fornite dal Disciplinare capo C e contengono una serie di indicazioni di carattere specifico sulla modalità di esecuzione dei lavori e sulle specifiche da apporre nelle ordinazioni delle forniture .

Impianto termico: le tubature principali saranno in acciaio nero UNI 8863, con giunzioni realizzate mediante saldatura di testa, poste a vista o incassate a pavimento, verniciate con una mano di antiruggine e poi coibentate secondo il DPR.412/93.

Dimensionamento e specifiche impianto a pannelli radianti a pavimento: il tubo è polietilene reticolato, grado di reticolazione secondo la norma EN 579, il sistema è omologato secondo la norma EN 1264. La temperatura del massetto non deve superare i 29 °C.(27°C +2°C)

La potenzialità indicata nei disegni deriva dai calcoli di fabbisogno aumentata del 5%, per tenere conto dell'intermittenza di funzionamento.

L'installatore si atterrà al dimensionamento, allo schema distributivo, al posizionamento dei componenti riscontrabile nei disegni allegati alla presente, salvo il dimensionamento dei pannelli radianti, che sarà aggiornato, insieme al disegno esecutivo degli stessi, a cura della ditta fornitrice prescelta, dovrà soddisfare i requisiti di emissione richiesti, verificare la temperatura in ingresso e in uscita, il numero di matasse di tubo e le lunghezze da tagliare, e sarà accompagnato dalla garanzia di 10 anni dell'impianto. Tale garanzia rilasciata congiuntamente dal fornitore e dall'installatore dovrà garantire sia la qualità dei materiali, sia la corretta installazione.

Impianto idrosanitario: le condotte saranno in Acciaio zincato UNI 8863, della serie media -pesante in acciaio al carbonio Fe 330, filettato, con giunzioni poste in opera con l'uso di canapa, nastro di tetrafluoroetilene, mastici idonei, quando corrono in vista, mentre le tubature incassate potranno essere in polipropilene rigido UNI 8318-8531.

N.B.le forniture e/o lavorazioni riportate nella descrizione lavori, sono da intendersi **complete di posa in opera**, di tutti gli accessori necessari al corretto funzionamento, anche se non specificati, nonché comprensive di tutti gli asservimenti, messe a punto di sistemi, regolazioni, cablaggi idraulici ed elettrici, collaudi ed avviamenti. Prima dell'inizio dei lavori per la realizzazione degli impianti meccanici, l'impresa e' tenuta a consegnare le tavole grafiche a corredo del presente progetto, debitamente firmate dal titolare, con indicato le marche e i modelli di tutti i componenti prescelti, dopo il visto della D.L. le stesse tavole saranno consegnate al capo - cantiere come **disegni di cantiere**; a tale riguardo, particolare cura si avrà nello specificare il modello e le caratteristiche prestazionali delle componenti elettroniche di regolazione anche coinvolgendo il tecnico di zona del produttore. Nel caso l'impresa volesse apporre modifiche di qualsiasi genere al progetto, anche senza aumento di spesa, dopo aver concordato con la D.L. le modifiche da apporre, fino a quel momento senza alcun impegno fra le parti, presenterà le tavole grafiche modificate, firmate da un **tecnico abilitato**, che avranno valore contrattuale solo dopo il visto della D.L. **Il completo pagamento a saldo** dei lavori si intende dovuto solo all'atto del collaudo tecnico -funzionale (in corso d'opera o alla fine dei lavori) e alla consegna delle certificazioni (nel caso di strumenti di sicurezza si devono ritenere parte integrante del valore della fornitura).

ELENCO DEGLI ELABORATI ALLEGATI AL CONTRATTO RIGUARDANTI L'IMPIANTO MECCANICO

- 1
- 2 Tav. IM01 Planimetria esterna reti Tecnologiche scala 1:200, 1:100
- 3 Tav. IM02 Schema funzionale impianti meccanici
- Tav. IM03.1 Planimetria piano interrato rete distribuzione principale sanitario e riscaldamento scala 1:50

Tav. IM03.2	Planimetria piano terra rete distribuzione principale sanitario e riscaldamento scala 1:50
Tav. IM03.3	Planimetria piano primo rete distribuzione principale sanitario e riscaldamento scala 1:50
Tav. IM04	Planimetria piano terra e piano primo pannelli radianti a pavimento scala 1:50
Tav. IM5.1	Planimetria piano interrato impianto di condizionamento scala 1:50
Tav. IM5.2	Planimetria piano terra e piano primo impianto di ventilazione scala 1:50
4	1/2 Relazione sul fabbisogno termico dell'edificio e verifica (D.LGS. 311/2006) suddiviso nei due differenti impianti.
1	3. Presente relazione.

CRITERI E CAUTELE SPECIFICHE DA TENERE NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE MECCANICHE CONCERNENTI LA SICUREZZA DEI LAVORATORI.

Descrizione dei lavori:

Costruzione di condotte in acciaio con saldature di testa, di condotte in acciaio con giunzioni filettate, di condotte in polietilene reticolato su sagome di polistirolo, di condotte in rame senza giunzioni con curve realizzate con piegatubi, di tubature in polipropilene con giunzioni saldate, installazione di sanitari e strumentazione varia, il tutto da realizzare ad altezza d'uomo fino ad un massimo di 3 mt..

Montaggio di canali in acciaio zincato per impianto di ventilazione fino al di sopra del coperto.

Stesura di tubatura di polietilene precoibentato in scavo profondo 60 cm.

Montaggio ed installazione di 7 macchine di trattamento aria e realizzazione di canali in acciaio zincato su appositi supporti appesi al soffitto o sospesi sul coperto.

Montaggio di 14 condotti di prelievo e di espulsione d'aria in acciaio zincato con giunti a flangia al di sopra del coperto.

Montaggio di 1 motocondensante di peso 50-80 kg. circa, su appositi supporti appoggiati a terra.

Attrezzature specifiche per la realizzazione degli impianti:

utensili elettrici portatili, curvatubi, tagliatubi, saldatori elettrici e ad acetilene, elevatori, utensili manuali.

Cause di rischio specifico:

taglio o schiacciamento delle dita, ustioni, proiezioni di schegge, inalazioni di gas e vapori tossici.

Misure di prevenzione e sicurezza strettamente connesse con le lavorazioni in oggetto.

Accertarsi sempre della presenza di tubature in pressione o polifore interrate prima di scavare con mezzi meccanici.

Informare i lavoratori addetti alla saldatura sulle condizioni di rischio e sulle misure e comportamenti da adottare per la prevenzione.

In ambienti chiusi provvedere sempre ad una ventilazione naturale o meccanica durante le operazioni di saldatura.

Nei locali interrati è vietato immagazzinare bombole di acetilene (D.P.R. 547/55, art.251), fra il cannello di saldatura e il serbatoio deve intercorrere una distanza di almeno 10 mt., riducibili a 5 mt. In caso di bombole protette da schermo (D.P.R. 547/55, art. 252), il cannello di saldatura deve avere un dispositivo che impedisca il ritorno di fiamma, di ossigeno o di aria, e occorre avere un controllo continuo della sua efficienza (D.P.R. 547/55, art.252).

Per le saldature elettriche devono essere rispettate le disposizioni di sicurezza (D.P.R. 547/55, art.255 – 256 – 258).

Verificare la presenza di "schede tecniche" prima di fissare gli impianti mediante tasselli, di utilizzare particolari mastici, di utilizzare particolari utensili, ecc.

Utilizzare sempre i D.P.I. richiesti dalla specifica lavorazione e sempre quelli obbligatori per muoversi in sicurezza nel cantiere.

Tutte le apparecchiature elettriche devono essere progettate e costruite in conformità a quanto disposto dalla Legge 791 del 10/10/1977 (Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro).

Tutte le macchine, così come sono definite all'Art. 1 del D.P.R. 459 del 24/07/1996, presenti in cantiere, devono essere conformi alle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE, avere la marcatura CE e le certificazioni relative rilasciate da istituti ed organismi europei riconosciuti; ciò nonostante, la stazione appaltante si riserva, sentito il parere del servizio di prevenzione e sicurezza sul lavoro, di chiedere modifiche o sostituzioni di parti o dell'intera macchina, ai sensi del D.P.R.459 Art.7, senza per questo dover sostenere alcun costo aggiuntivo.

ELENCO DEI DOCUMENTI NECESSARI PER LA REDAZIONE DEL CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE INERENTE GLI IMPIANTI MECCANICI.

Ritengo cosa utile elencare, come promemoria, i documenti necessari per dar corso alla redazione del certificato di regolare esecuzione.

Le certificazioni vanno consegnate in doppia copia, le garanzie devono essere tutte in originale o rese tali con data e firma, oppure in mancanza di garanzia occorre un attestato di acquisto (fattura), in tutte le dichiarazioni occorre la data e la firma dell'installatore.

La relazione e i documenti richiesti dovranno far parte del fascicolo e del libro di manutenzione da consegnare al gestore e alla proprietà, pertanto dovranno essere particolarmente ordinati e succinti per consentire una rapida e facile consultazione. Il materiale dovrà essere ordinato in buste trasparenti dentro un raccoglitore per consentire la sostituzione e l'integrazione futura da parte del gestore.

E' cosa utile, ma non vincolante, impostare e fornire la documentazione durante l'esecuzione dei lavori, con l'eccezione delle documentazioni che sono parte integrante del valore del dispositivo - macchina.

Impianto di riscaldamento

- 1) Relazione riepilogativa, che specifichi marca e modello di tutti i componenti, sottoscritta dal titolare dell'impresa, tale elenco è preferibile sia fatto utilizzando la leggenda predisposta sui disegni allegati alla presente..
- 2) Il disegno aggiornato e vistato, compilato in tutte le sue parti, conforme alla documentazione tecnica fornita., tale tavola grafica deve essere l'ultima versione (as built) dei disegni di cantiere.
- 3) Dichiarazione di conformità dell'impianto su apposito modulo, richiesto dalla legge 46/90 e successivo.
- 4) Verbale, redatto dall'ufficio scrivente o da professionista abilitato, riguardante le prove a freddo dell'impianto termico e idrosanitario secondo le modalità prescritte dal capitolato, debitamente vistato dal responsabile presente per l'impresa.
- 5) Certificazione riguardanti gli isolamenti delle tubazioni: conformità all'allegato B del DPR 412 del 26/8/1993.
- 6) Certificati degli esemplari, numeri di matricola di tutti i dispositivi di sicurezza: vasi di espansione, valvole di sicurezza, ecc.
- 7)) Libretto di impianto, manuale di manutenzione delle pompe di calore e impianto geotermico, certificato di conformità rilasciato dal costruttore che specifichi le caratteristiche tecniche e il rendimento con i diversi salti termici, garanzia per almeno 1 anno dalla data del certificato di regolare esecuzione, certificato di collaudo ed avviamento rilasciato dal servizio assistenza e verbale di messa a punto della centralina di regolazione indicante i parametri impostati di temperatura e orari invernali ed estivi., allegati i disegni costruttivi e certificazioni internazionali.
- 8) caratteristiche tecniche, marca e modello, garanzia in originale, libretto d'uso e manutenzione riguardante: elettropompe, ventilatori, valvole miscelatrici, accumuli inerziali, termoventilante con illustrazioni tecniche di tutti i componenti e le sezioni, ventilatori, estrattori, scambiatori a piastre, accumulo, servomotori, ecc
- 9) Caratteristiche tecniche, marca e modello riguardante: sonde, collettori, valvole di taratura per impianti e per corpi scaldanti, valvole, manometri, termometri, sfiati, contatori,

pressostato differenziale, termostato antigelo, defangatore, sfiato, filtri a cartuccia, tali specifiche è preferibile siano fornite utilizzando la leggenda predisposta sui disegni allegati alla presente.

10) Schede leggibili dei materiali utilizzati: tubo rame, tubo acciaio, tubo multistrato, tubo polietilene reticolato, tubo polietilene precoibentato, canali aeraulici, buchette di aspirazione, alette regolabili, ecc. tali specifiche è preferibile siano fornite utilizzando la leggenda predisposta sui disegni allegati alla presente.

11) verbale di messa a punto dei cronotermostati a cura della ditta produttrice o di un tecnico abilitato, fornitura degli schemi elettrici, verbale dei parametri impostati di temperatura e orari invernali ed estivi, verbale di collaudo delle pompe elettroniche.

12) verbale di messa a punto del regolatore digitale climatico a cura della ditta produttrice o di un tecnico abilitato, fornitura degli schemi elettrici, verbale dei parametri impostati di temperatura interna - esterna e orari giornalieri, settimanali, invernali ed estivi.

13) verbale di collaudo della pressione sonora dei gruppi U.T.A e dei canali aeraulici secondo le modalità previste dalla UNI 8199.

NB: i dati richiesti ai punti 1, 5, 9, 10, possono essere semplicemente citati solo nella relazione e nel disegno.

Impianto idrosanitario

15) Relazione riepilogativa, che specifichi marca e modello di tutti i componenti, sottoscritta dal titolare dell'impresa, tale elenco è preferibile sia fatto utilizzando la leggenda predisposta sui disegni allegati alla presente..

16) Il disegno aggiornato e vistato, compilato in tutte le sue parti, conforme alla documentazione tecnica fornita, tale tavola grafica deve essere l'ultima versione (as built) dei disegni di cantiere

17) Certificati degli esemplari, numeri di matricola della valvola di sicurezza e del vaso di espansione.

18) Schede leggibili dei materiali utilizzati: tubo acciaio, tubo polipropilene, rubinetteria, ceramica, valvole di intercettazione e di non ritorno, filtro a cartuccia, gruppo di riempimento, valvole di intercettazione e di non ritorno, tali specifiche è preferibile siano fornite utilizzando la leggenda predisposta sui disegni allegati alla presente.

19) caratteristiche tecniche, marca e modello, garanzia in originale, libretto d'uso e manutenzione riguardante: gli scambiatori, il riduttore di pressione, l' addolcitore, le 2 pompe dosatrici, il filtro autopulente a calza, pompe, ecc. .

NB: i dati richiesti ai punti 15, 18, possono essere semplicemente citati solo nel disegno.

Bologna 21/05/2015

Il progettista.

Ing Mario Andreoli

RISULTATI DI CALCOLO

Scuola Giardini Margherita

Copertura totale da fonte rinnovabile

Energia primaria rinnovabile totale	4626	kWh
Energia primaria non rinnovabile totale	7854	kWh
Energia primaria totale	12481	kWh
Quota percentuale di energia rinnovabile (QR)	37,1	%
Limite di legge	25,0	%
Verifica	POSITIVA	

Copertura acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile

Energia primaria rinnovabile totale	2307	kWh
Energia primaria non rinnovabile totale	5225	kWh
Energia primaria totale	7532	kWh
Quota percentuale di energia rinnovabile (QR)	30,6	%
Limite di legge	27,5	%
Verifica	POSITIVA	

RISULTATI DI CALCOLO

interrato: spogliatoio sport

Copertura totale da fonte rinnovabile

Energia primaria rinnovabile totale	7926	kWh
Energia primaria non rinnovabile totale	8374	kWh
Energia primaria totale	16300	kWh
Quota percentuale di energia rinnovabile (QR)	48,6	%
Limite di legge	17,5	%
Verifica	POSITIVA	

Copertura acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile

Energia primaria rinnovabile totale	5322	kWh
Energia primaria non rinnovabile totale	5019	kWh
Energia primaria totale	10341	kWh
Quota percentuale di energia rinnovabile (QR)	51,5	%
Limite di legge	27,5	%
Verifica	POSITIVA	