



PROVINCIA DI PISTOIA SERVIZIO PATRIMONIO, EDILIZIA SCOLASTICA E SPORTIVA

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE EDILE

IL RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO

PROGETTISTA

DISEGNATORE

COLLABORATORI

DR.ING. ALESSANDRO MORELLI
MORELLI

DR.ARCH. DONATELLA PASCUCCI

PER. IND. LUCARELLI MATTEO

GEOM. MARCO PAOLIERI
GEOM. STEFANO NICCOLI
LUCIA SALVI

OGGETTO

LICEO SCIENTIFICO "DUCA D'AOSTA"

PROGETTO ESECUTIVO
RISTRUTTURAZIONE ED AMPLIAMENTO
LICEO SCIENTIFICO "DUCA D'AOSTA"
DI PISTOIA



PROGETTAZIONE IMPIANTI

ingegneri riuniti S.p.A.

PROGETTI e STUDI di INGEGNERIA
via G.Pepe n.15 - 41100 MODENA
Tel.059-335208 - Fax.059-333221
E-mail: info@ingegneririuniti.it
web: http://www.ingegneririuniti.it



DOTT.ING.
L.REGGIANI

DOTT.ING.
G.B.TENTI

PROGETTAZIONE IMPIANTI



Ing. A. BORTOLAZZI CONSULTING S.R.L.

Società d'Ingegneria con sistema di qualità certificato ISO 9001:2000 Uffici: Via Maestri del Lavoro, 5 - 44100 Ferrara
Tel. 0532/770512 Fax. 0532/770361 E-mail info@bortolazzi.it, amministrazione@bortolazzi.it, URL http://www.bortolazzi.it

COORDINATORE TECNICO: ARCH. SERGIO CARIANI



ELABORATO

RELAZIONE DI CALCOLO - OPERE TERMOIDRAULICHE

Rev.	Data	Descriz.	Prog	Drw	Codice	TAVOLA
0	DICEMBRE 2005	EMISSIONE			2473/ESE/1A0/ Tipologia	
					Scala	

INDICE

1 - Premessa	pag.	2
2 - Leggi e decreti	pag.	2
3 - Dati tecnici	pag.	4
4 - Descrizione degli impianti termomeccanici	pag.	6
4.1 - Descrizione degli impianti esistenti nel plesso scolastico	pag.	6
4.2 - Impianti termomeccanici previsti nell'ampliamento	pag.	7
5 - Impianto di riscaldamento	pag.	11
6 - Calcolo vasi chiusi	pag.	14
7 - Riassunto dispersioni e calcolo corpi scaldanti	pag.	15
8 - Impianto idrico acqua potabile	pag.	16
9 - Impianto di scarico acque nere	pag.	17

1 - PREMESSA

Nel presente progetto vengono descritti gli interventi necessari alla realizzazione degli impianti termomeccanici (riscaldamento idrico sanitario e scarichi, antincendio) relativi all'ampliamento e ristrutturazione del piano terra dell'edificio scolastico denominato Liceo Scientifico "Duca D'Aosta" in Pistoia.

Il progetto è stato sviluppato facendo costante riferimento sia alle norme UNI che alle norme CEI, nonché alle circolari e decreti legge vigenti.

Le dispersioni di calore stimate per le parti di edificio esistente, sommate a quelle relative all'ampliamento previsto nel presente intervento, determinano la potenza complessivamente necessaria, ma di valore inferiore alla potenza massima erogabile dai tre generatori di calore esistenti.

Sono state rispettate tutte le leggi, decreti e norme attualmente in vigore con maggior riguardo a quelle specificate nelle voci seguenti.

2 – LEGGI E DECRETI

Il progetto è stato sviluppato rispettando tutte le leggi, decreti, circolari, norme UNI, e norme CE attualmente in vigore con maggior riguardo a quelle specificate nelle voci seguenti:

LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI, NORME DI BUONA ESECUZIONE

- D.P.R. n. 547 del 27/04/1955: Norma per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.P.R. n. 164 del 07/01/1956: Norma per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nella costruzione;
- D.P.R. n. 303 del 19/3/56 "Norme generali per l'igiene del lavoro;
- Circolare n. 103 del 27/10/1964: Norme di sicurezza da applicarsi nella progettazione, installazione ed esercizio di centrali termiche ad olio combustibile, a gasolio, a gas di città;
- Legge n. 186 del 1/03/1968 "Impianti a regola d'arte";
- Legge n° 615 del 13/07/69 Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e relativi regolamenti di attuazione per l'esecuzione di cui al D.P.R. 24/10/67 n. 1288 e D.P.R. 28/12/70 n. 1391
- D.M. 23/11/1972: Approvazione di tabelle UNI-CIG di cui alla Legge 06/12/1971, n. 1083, sulle norme per la sicurezza dell'impiego di gas combustibili;
- D.M. 18/12/1972: Approvazione di tabelle UNI-CIG di cui alla Legge 06/11/1971, n. 1083, sulle norme per la sicurezza dell'impiego di gas combustibili (2 gruppi);
- D.M. 07/06/1973: Approvazione di tabelle UNI-CIG di cui alla Legge 06/12/1971, n. 1083, sulle norme per la sicurezza dell'impiego di gas combustibili;
- L.C. 14/01/1975, n. 33831/4183: Edifici industriali - Impianti termici a gas di rete;
- D.M. 01/12/1975: Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione, e successivi aggiornamenti; raccolta R edizione 1982; D.M. 29/02/88, regole tecniche riguardanti i dispositivi di sicurezza termici atti ad intercettare il fluido primario negli scambiatori;
- D.M. 12.04.96 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti alimentati da combustibili gassosi;
- D. M. 1/03/1977: Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici di dispersione termica;
- Legge 03/01/1978: norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche, di impianti e costruzioni generali;
- D.M. 30/07/1986 "Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici.
- Legge n° 13 del 09/01/1989: disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici privati;
- D.M. n° 246 del 14/06/1989, "Prescrizione tecniche";
- C. n. 1669/U.L del 22/06/1989. Circolare esplicativa;
- Legge n° 46 del 05/03/1990: Norme per la sicurezza degli impianti ;
- Legge n° 55 del 10/03/1990: Nuove disposizioni della delinquenza di tipo mafioso e di altre

- grave forme di manifestazione di pericolosità sociale;
- Legge n° 10 del 09/01/1991: Norme in materia di uso razionale dell'energia;
- D.P.R. 412 del 26/08/1993: Regolamento di esecuzione alla legge 10 relativa al consumo energetico per usi termici degli edifici;
- Legge antinfortunistica n°626 del 19/09/94
- Prescrizioni del locale Comando Provinciale dei V.V.F.;
- Raccomandazioni e prescrizioni dell'Ente fornitore dell'energia elettrica
- Raccomandazioni e prescrizioni della società telefonica
- Nuove disposizioni della delinquenza di tipo mafioso e di altre grave forme di manifestazione di pericolosità sociale.

NORME I.S.P.E.S.L.

- Norme e disposizioni emanate dall'I.S.P.E.S.L.

NORME UNI

- n° 6514 del settembre 1969: Corpi scaldanti alimentati ad acqua calda o a vapore bassa pressione - prova termica;
- n° 5364 del settembre 1976: Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta ed il collaudo;
- n° 6665-70 Aprile 1970 Superficie coibentate - Metodo di misura;
- n° 7357-74 del dicembre 1976: Impianto di riscaldamento ad acqua calda, regole per il calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici;
- n° 8062 - Gruppi di termoventilazione - Caratteristiche e metodi di prova;
- n° 8094 - Riscaldatori d'acqua calda per usi sanitari;
- n° 8199 - Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione;
- n° 9183: Sistemi di scarico delle acque usate - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- n° 9184: Sistemi di scarico delle acque meteorologiche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- n° 9615 - Calcolo delle dimensioni interne del camino;
- n° 10344...10349 - Riscaldamento degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia;
- n° 10355 - Muratura e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- n° 10381-1-1996 - Impianti aeraulici - Condotte - Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera;
- n° 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- n° 10375 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti;
- n° 10339 - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta di offerta, l'offerta e la fornitura;
- n° 10379 - Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato - Metodo di calcolo e verifica;

NORME CEI

- CEI 64/12: guida per l'esecuzione degli impianti di messa a terra;
- CEI 64/2 del 03/2001: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione ed incendio, e relative varianti;
- CEI 64/8: norme per impianti elettrici utilizzatori e relative varianti;
- CEI 64/52: guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici;
- Norme CEI in generale riferite ai materiali elettrici impiegati.

Qualora venissero emanate nuove disposizioni modificative o sostitutive delle norme sopra richiamate, anche nel corso dell'esecuzione dell'appalto, si obbliga l'impresa ad uniformarsi.

3 - DATI TECNICI

3.1 - IMPIANTO DI RISCALDAMENTO CON VENTILCONVETTORI

Metodologia di calcolo.

Il calcolo delle dispersioni è stato eseguito con il metodo "stazionario" raccomandato dalla legge 10/91 e relative norme UNI.

Per quanto riguarda le portate d'aria esterna, le condizioni termoigrometriche interne agli ambienti ed il grado di purezza dell'aria, sono stati presi quali riferimenti le norme UNI.

La verifica termoigrometrica delle strutture dell'edificio è stata eseguita con il metodo grafico del diagramma di GLASER.

Parametri termoigrometrici esterni

Per la definizione dei vari parametri climatici si è fatto riferimento ai dati riportati nelle seguenti pubblicazioni:

- Legge 09/01/1991 n. 10 - Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici;
- D.P.R. 26/08/1993 n. 412 - Regolamento di esecuzione alla Legge n. 10 relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici;
- Norme UNI in vigore.

Condizioni esterne

- Altitudine 65 mt.
- Zona climatica D
- Durata periodo riscaldamento 166 giorni
- Gradi giorno 1885
- Temperatura
 - inverno (calcolo dispersioni calore) 0°C
 - estate + 31,5°C
- Umidità relativa corrispondente:
 - inverno 80%
 - estate 50%

Parametri termoigrometrici interni

Le condizioni termoigrometriche interne saranno correlate alla destinazione d'uso dei locali riscaldati, come qui di seguito indicato.

Le sigle utilizzate hanno i seguenti significati:

N.C. non controllato

Locali	Inverno		Estate	
	t.b.s.	U.R.	t.b.s.	U.R.
- aule	20°C	N.C.	N.C.	N.C.
- corridoi	20°C	N.C.	N.C.	N.C.
- Servizi igienici e corridoi	20°C	N.C.	N.C.	N.C.
- uffici didattici e segreteria	20°C	NC.	26°C.	NC.

Tassi di ventilazione

Nei locali saranno assicurati i seguenti fattori di ventilazione minimi con immissione di aria trattata esterna.

- aule: ricambio pari a 5 volumi-ambiente/ora.
- corridoi: ricambio pari a 0,5 volumi-ambiente/ora.
- servizi igienici con solo estrazione: ricambio pari a 5 volumi orari a funzionamento continuo e condizione di pressione negativa rispetto a tutti i locali adiacenti.

4 - DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI TERMOMECCANICI

4.1 - DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ESISTENTI NEL PLESSO SCOLASTICO

4.1.1 - Impianti di riscaldamento

La struttura scolastica è attualmente dotata di:

- a) centrale termica di recente realizzazione, localizzata sul lato OVEST in corpo di fabbrica a sé stante all'esterno del complesso scolastico, composta da:
- n. 1 gruppo termico di potenza nominale 642/580 kW
 - n. 1 gruppo termico di potenza nominale 321/291 Kw
 - n. 1 gruppo termico di potenza nominale 129/116 Kw
 - vasi di espansione chiusi per caldaie
 - n. 1 impianto di addolcimento acqua.

Sulla tubazione di ritorno di ogni caldaia sono inserite valvole a farfalla servocomandate, per il loro funzionamento in sequenza.

Esiste sistema di telecontrollo delle principali funzioni e grandezze fisiche.

La centrale termica risulta essere stata realizzata secondo norma.

- b) sottocentrale (ex centrale termica) sottostante il fabbricato, situata al piano seminterrato nel lato ovest dell'edificio, composta da:
- n. 7 circuito fan - coil
 - vasi di espansione chiusi per circuiti vari

I circuiti non sono dotati di sistema di regolazione automatica per il controllo della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna, con regolazione della temperatura effettuata da valvole a tre vie.

La circolazione dell'acqua in ogni circuito è assicurata da gruppi pompe gemellari.

L'edificio esistente viene riscaldamento da impianto a ventilconvettori.

La distribuzione dell'acqua per gli impianti di riscaldamento è del tipo a due tubi, con partenza dal collettore di sottocentrale.

La rete di distribuzione, costituita da tubazioni d'acciaio nero, è in parte posata entro cunicoli ed in parte entro l'intercapedine esistente al piano seminterrato.

4.1.2 - Rete di distribuzione del gas metano

Esiste una cabina contenente un contatore del gas metano.

Dal contatore del gas metano parte una rete di distribuzione. La rete gas è realizzata in acciaio, in vista, per i tratti in centrale termica.

Valvole d'intercettazione poste all'esterno del locale caldaia ed in corrispondenza d'ogni bruciatore, consentono di escludere l'erogazione del gas.

Dal medesimo contatore di gas metano è stata derivata una rete di distribuzione del gas verso i Laboratori; la rete è stata realizzata in PEHD interrato.

4.1.3 - Impianto idrico sanitario e scarichi per i servizi igienici

Dal contatore dell'acqua potabile installato a cura dell'ente erogatore è stata derivata una rete di distribuzione interrata.

Da collettore predisposto nel vano tecnico è stata derivata una rete dell'acqua fredda di consumo, con percorso entro cunicoli ed intercapedine.

Dalla distribuzione principale si derivano le colonne montanti alimentanti i servizi igienici.

4.1.4 - Impianto antincendio

L'edificio è dotato di una rete di distribuzione antincendio interrata all'esterno dei fabbricati.

L'impianto è composto da idranti UNI 45 (all'interno dell'edificio) e da idranti UNI 70 posti all'esterno.

4.2 - IMPIANTI TERMOMECCANICI PREVISTI NELL'AMPLIAMENTO

Saranno realizzate le seguenti opere:

- circuito direzione e segreteria a ventilconvettori per la climatizzazione estiva ed invernale.
- installazione di gruppo refrigerante collegato al circuito direzione e segreteria
- circuito aule a ventilconvettori per la climatizzazione invernale.
- sistemi di regolazione automatica centralizzata, mediante controllo della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna;
- impianto idrico sanitario e scarichi nei nuovi servizi igienici al piano terra;
- impianto idrico sanitario nei servizi igienici al piano primo;
- impianto idrico antincendio;
- impianto di estrazione aria nei nuovi servizi igienici sprovvisti di aerazione naturale.

4.2.1 - Centrale termica e distribuzione principale

Dai collettori di mandata e ritorno della centrale termica, previo opportuna modifica, saranno staccate le condotte di mandata e ritorno per il trasporto dei fluidi liquidi per il riscaldamento dei locali della direzione e segreteria.

L'energia termica invernale, necessaria, sarà prodotta dalla centrale termica esistente e verrà erogata mediante il circuito di distribuzione alle unità terminali costituite da ventilconvettori.

Il circuito sarà realizzato in tubo nero preverniciato con resine epossidiche e coibentato con gomma sintetica di classe 1 di reazione al fuoco, inoltre sarà dotato di opportune valvole, di intercettazione e valvole di bilanciamento automatico delle portate.

Le tubazioni saranno posate in parte interrata ed in parte entro il controsoffitto

La circolazione dell'acqua sarà garantita da un gruppo pompe gemellare, posta in centrale termica.

il controllo della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna verrà mantenuto da un sistema di regolazione climatica con possibilità di telegestione.

Verrà installato un vaso di espansione del tipo a membrana collegato al nuovo circuito.

4.2.2 - Centrale frigorifera e rete acqua refrigerata

Per la climatizzazione estiva dei locali direzione e segreteria, l'energia frigorifera sarà prodotta da gruppo frigorifero condensato ad aria (non previsto nell'appalto e nel computo), da installare all'esterno, collocato in copertura in corrispondenza del terrazzo della centrale termica, e verrà erogata tramite lo stesso circuito di distribuzione fluido caldo alle unità terminali costituite da ventilconvettori.

In questa fase sarà predisposta la tubazione di distribuzione opportunamente coibentata e rivestita con lamierino di alluminio, tra il gruppo ed il circuito "A", corredata di valvole di intercettazione.

La struttura del gruppo frigorifero di futura installazione sarà costituita da pannelli sandwich smontabili, corredata di sportello apribile dovrà contenere le sottoelencate apparecchiature fornite assieme al gruppo frigorifero e precisamente:

- le elettropompe centrifughe idonee a far circolare l'acqua refrigerata entro le condotte di distribuzione in tubazione nera sino alle utenze terminali;
- il vaso di espansione;
- il serbatoio inerziale ed il gruppo di riempimento dell'impianto.

4.2.3 - Sottocentrale termica

Dal collettori di mandata e ritorno della sottocentrale termica, previo opportuna modifica, saranno staccate le condotte di mandata e ritorno per il trasporto del fluido per il riscaldamento delle nuove aule site al piano terra.

Il circuito sarà realizzato in tubo nero preverniciato con resine epossidiche e coibentato con gomma sintetica di classe 1 di reazione al fuoco, inoltre sarà dotato di opportune valvole, di intercettazione e valvole di bilanciamento automatico delle portate.

Le tubazioni saranno posate in parte interrata ed in parte entro il controsoffitto.

La circolazione dell'acqua sarà garantita da un gruppo pompe gemellare, posta in centrale termica. il controllo della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna verrà mantenuto da un sistema di regolazione climatica con possibilità di telegestione.

Verrà installato un vaso di espansione del tipo a membrana collegato al nuovo circuito.

I due circuiti saranno realizzati in tubo nero preverniciato con resine epossidiche e coibentato con gomma sintetica di classe 1 di reazione al fuoco..

La temperatura dell'acqua prodotta in caldaia, ovvero quella utilizzata da tutti i circuiti, sarà proporzionalmente ridotta con l'aumentare della temperatura esterna (Regolazione compensata).

Tale funzione di controllo, attraverso l'ausilio di una sonda esterna ed una sonda di mandata posta sulla tubazione principale, sarà espletata dal pannello elettronico fornito a corredo del gruppo termico stesso.

Tutte le tubazioni convoglianti fluidi riscaldati (andate e ritorni) saranno adeguatamente isolate con l'applicazione di coppelle in lana minerale di spessore adeguato alla normativa vigente (D.P.R. 412/93); quale finitura esterna sarà applicato un lamierino d'alluminio opportunamente calandrato di spessore 6/10.

4.2.4 - Sistema distributivo

Tutte le tubazioni di distribuzione esistenti, poste a vista o all'interno dei cunicoli, se non più riutilizzabili saranno rimosse.

Le nuove dorsali di alimentazione delle Aule (circuito "B") del complesso scolastico attraverseranno l'intercapedine esistente al piano seminterrato, per distribuirsi successivamente lungo il corridoio, a soffitto del piano terra, mentre le dorsali di alimentazione direzione e segreteria (circuito "A") del complesso scolastico passeranno entro uno scavo predisposto, per distribuirsi successivamente lungo il corridoio, a soffitto del piano terra;

Per quanto attiene l'alimentazione delle zone della direzione e segreteria come rilevabile dagli elaborati progettuali, saranno installate sia delle tubazioni di tipo preisolato (poste in apposito scavo) che delle tubazioni isolate con coppelle di lana minerale posizionate lungo il corridoio in prossimità del soffitto, in aderenza alla parete.

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo in acciaio nero preverniciato con giunzioni meccaniche di tipo Gruvlok o Victaulic (Bordate) per i diametri fino a DN32 compreso e di tipo a pressione (Dalmine – Blockfitting) con 4 oring di tenuta per i diametri inferiori in quanto la presenza di pavimenti in palladiana ed arredi infiammabili esclude l'utilizzo delle saldature ad arco e/o ossiacetileniche.

Tutte le saldature che si rendessero necessarie saranno eseguite all'esterno dei locali in luogo sicuro e privo di materiali infiammabili così come prescritto dal D.L. 626/94.

Le tubazioni di piccolo diametro, fino al DN25 compreso, potranno essere sagomate a freddo seguendo le indicazioni del fornitore in merito al diametro minimo di curvatura.

Al fine di bilanciare i rami dei vari circuiti sono state previste idonee valvole di taratura.

Le dorsali di distribuzione, e le condotte ai singoli ventilconvettori, saranno adeguatamente isolate con guaina in gomma sintetica non contenente alogeni, cloro e bromo, in classe 1 di reazione al fuoco, di spessore prescritto dal D.P.R. 412/93 e con le caratteristiche opacità e tossicità dei fumi prodotti conformi a quanto indicato nel capitolato tecnico.

La finitura esterna di tutte le coibentazioni situate a vista sarà realizzata con lastra in PVC di colore chiaro tipo Isogenopak o equivalente (Classe 1 di reazione al fuoco) e/o lamierino di alluminio.

Tutti i punti bassi dei circuiti realizzati saranno dotati di rubinetti di scarico completi di porta gomma e tappo di sicurezza; nei punti alti dovranno essere formati dei barilotti di raccolta e sfiato dell'aria

convogliati ad altezza utile attraverso idonee tubazioni, incassate ove richiesto e/o necessario, complete di rubinetti a sfera inseriti in apposita cassetta da incasso con coperchio rimovibile.

4.2.5 - Isolamento termico del fluido caldo e del fluido refrigerato

L'isolamento termico delle tubazioni e' distinto in funzione del fluido e del luogo di posa, e precisamente:

- tubazioni posate in vista entro vani tecnici ed all'esterno: guaine a cellule chiuse di classe 1 e rivestita con lamierino di alluminio;
- tubazioni calda posate in vista staffata sulla parete esterna del piano seminterrato: isolamento di guaine a cellule chiuse di classe 1 con protezione esterna con lamierino di alluminio;
- tubazioni posate a pavimento ed entro controsoffitti: guaine a cellule chiuse.

4.2.6 - Staffaggio tubazioni e provvedimenti antisismici

Il sistema di staffaggio indicato in progetto si propone di assicurare le tubazioni contro le sollecitazioni dovute ad un evento sismico anche se di forte intensità.

In particolare si prevede di utilizzare delle mensole prefabbricate in acciaio zincato con robusta base di fissaggio.

I tasselli utilizzati per l'ancoraggio a parete saranno del tipo ad iniezione di resina, con certificato di resistenza al fuoco, e di caratteristiche adeguate alla struttura interessata (muratura piena / calcestruzzo / muratura forata, ecc..).

I collari reggenti le tubazioni saranno del tipo pesante, omologato per impianti antincendio (si esclude l'utilizzo di collari con dado saldato), con gomma interna che consenta le normali dilatazioni dovute alle variazioni di temperatura.

Il sistema di tubazioni dovrà essere libero di dilatare in lunghezza durante i cicli di riscaldamento; le dilatazioni saranno preferibilmente convogliate verso cambi di direzione, saranno quindi realizzati, con la supervisione della D.L., idonei punti fissi che non pongano sotto sforzo le derivazioni di grande diametro.

Nell'eventualità che quanto sopra non sia realizzabile con il pericolo che le dilatazioni possano arrecare danni alle strutture o alle tubazioni stesse, l'impresa sarà tenuta ad installare idonei compensatori in acciaio inox.

La mensola di sostegno delle tubazioni sarà successivamente assicurata al soffitto tramite l'utilizzo di una staffa più leggera saldamente collegata, dotata di una base di ancoraggio larga che porti ad un irrigidimento del sistema ed impedisca di fatto alle tubazioni di fuoriuscire dal sistema di supporto anche in caso di rottura dei collari.

Gli attraversamenti delle pareti e dei solai, come meglio indicato sugli elaborati grafici di progetto, dovranno essere completi di tubo guaina che impedisca di fatto l'urto tra le tubazioni e le strutture in caso di evento sismico.

Per quanto attiene alla distanza che dovrà intercorrere tra il tubo guaina e la tubazione che lo attraversa, si è fatto riferimento alle normative americane che prescrivono 50 mm per tubi fino a De.80 mm. e di 100 mm. per tubi più grandi.

Il sistema tubo / guaina sarà successivamente mascherato con l'applicazione di idonee rosette in lamierino d'alluminio fissate con tasselli plastici.

Lo spazio vuoto tra guaina e tubo, in caso di attraversamento di strutture REI, dovrà essere riempito con idonea schiuma sigillante termoespandente REI 120.

In corrispondenza dell'attraversamento dei giunti sismici dell'edificio, le tubazioni dovranno essere dotate di giunti flessibili o sistemi equivalenti che consentano di assorbire lo scostamento tra le strutture in caso di evento sismico.

4.2.7 - Sistemi di regolazione delle temperature

Come accennato in precedenza i sistemi di regolazione saranno diversi, in particolare:

Regolazione della temperatura di mandata dell'acqua di riscaldamento del collettore di distribuzione installato in sottocentrale: Sarà gestita dal pannello elettronico, corredato di sonda esterna, sonda di mandata e valvola a tre vie servoazionata posta sulla mandata del circuito primario che alimenta il collettore di distribuzione.

Regolazione della temperatura di mandata dell'acqua di riscaldamento del nuovo circuito di

distribuzione servente la direzione e la segreteria, installata in centrale: Sarà gestita dal pannello elettronico, corredato di sonda esterna, sonda di mandata e valvola a tre vie servoazionata posta sulla mandata del circuito "A".

Regolazione della temperatura ambiente dei locali serviti da circuito "A": Ogni locale avrà un telecomando a raggi infrarossi con display a cristalli liquidi per il controllo di tutte le funzioni dell'unità, tranne che i termoventilanti posti nei corridoi ove si prevede un controllo di temperatura tramite termostato elettronico con commutazione automatica della velocità del ventilatore per assicurare una modulazione graduale della potenza erogata, fissato a parete

Regolazione della temperatura ambiente: i locali serviti da circuito "B" Si prevede un controllo di temperatura tramite termostato elettronico con commutazione automatica della velocità del ventilatore per assicurare una modulazione graduale della potenza erogata, fissato a parete in ogni locale.

5 – IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

5.1 - DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI ACQUA CALDA

Le reti di distribuzione del fluido caldo si compongono di tratti orizzontali del tipo "a due tubi" con colonne montanti poste per lo più in corrispondenza delle pareti che delimitano i corridoi; a dette colonne sono allacciati i collettori di distribuzione i quali alimentano mediante condotte in rame rivestite, posate entro il pavimento, le utenze terminali posti in ogni locale riscaldato.

Il moto dei liquidi nelle tubazioni dà luogo a resistenze che agiscono in direzione contraria al moto stesso. Tali resistenze si distinguono in continue ed accidentali.

Per il dimensionamento delle tubazioni si è fatto riferimento ad appositi diagrammi dove la caduta di pressione del fluido nella tubazione, dovuta alle resistenze continue, è espressa dall'equazione:

$$(P1 - P2) = f \times l/d \times s \times V^2/2$$

con i seguenti significati:

DATI TECNICI

(P1 – P2) = caduta di pressione dovuta alle resistenze continue (Pa)

f = coefficiente di attrito = 0,020

l = lunghezza della tubazione (mt)

d = diametro interno della tubazione (mt)

s = densità del fluido (kg/mc)

V = velocità del fluido (m/sec)

Il coefficiente di attrito "f" è funzione del numero di Reynolds "Re", coefficiente del moto del fluido in questione, e della scabrosità della superficie; per valori di "Re" inferiori a 2.300 circa, il moto diventa laminare ed il coefficiente di attrito risulta indipendente dalla scabrosità della superficie.

La caduta di pressione attraverso raccordi, pezzi speciali e valvole (resistenze accidentali), è stata calcolata, secondo opportuni coefficienti di perdite localizzate (K) reperibili in letteratura, utilizzando la seguente espressione:

$$Z = K \times s \times V^2/2$$

con i seguenti significati:

DATI TECNICI

Z = caduta di pressione dovuta alle resistenze accidentali (Pa)

K = coefficiente di perdita localizzata

s = densità del fluido (kg/mc)

V = velocità media del fluido (m/sec)

Le tubazioni sono dimensionate per perdite di carico continue comprese tra 8 e 20 mm.c.a./m.

Le tubazioni, a seconda del fluido trasportato, sono dimensionate per i seguenti valori indicativi delle velocità di convogliamento, in funzione sia delle perdite di carico ammissibili nel circuito che del livello di rumorosità che si vuole mantenere nell'impianto:

a) Tubazioni dell'acqua

- rete principale orizzontale di distribuzione: velocità compresa tra 0,5 e 2,5 mt/sec.

- rete secondaria di distribuzione: velocità compresa tra 0,35 e 1,1 mt/sec.

La somma algebrica delle resistenze continue ed accidentali dà la resistenza globale del circuito idraulico cui deve corrispondere la prevalenza della pompa, onde mantenere in movimento la portata stabilita.

A piè di colonna si è ricorso all'installazione di una valvola di taratura in grado di aumentare le perdite di carico sulla colonna in modo da portarle ai valori relativi a quelli del tratto più sfavorito.

Adottando tali valori si sono ricavati i diametri riportati negli elaborati grafici.

**DETERMINAZIONE PERDITE DI CARICO NELLE RETI DI
DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA**

FOGLIO DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA CALDA

fluido	Acqua
temperatura t (°C)	70
densità ρ [kg/m ³]	978
viscosità cinematica ν [m ² /s]	1,90E-06

Le perdite di carico distribuite vengono calcolate con le seguenti formule

Per tubi lisci a bassa rugosità (rame, polietilene):

$$r = 14,68 \nu^{0,25} \rho \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Per tubi a media rugosità (acciaio nero, zincato e dolce):

$$r = 3,3 \nu^{0,13} \rho \frac{Q^{1,87}}{D^{5,01}}$$

in cui

r = perdita di carico per unità di lunghezza [mmCA/m]

ν = viscosità cinematica dell'acqua [m²/s]

ρ = massa volumica dell'acqua [kg/m³]

Q = portata [l/h]

D = diametro interno del tubo

DICEMBRE 2005

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A"

tratto

Q portata l/h	DN diametro nominale tipo	Di diametro interno mm
-------------------------	------------------------------------	---------------------------------

mat.

L sviluppo m	ξ coeff. perdite concentrate	r perdite su metro lin. mmCA/m	v velocità m/s	R perdite distribuite mH2O	Z perdite concentrate mH2O	$P_{tot}=R+Z$ perdite totali mH2O	P_{prog} totale progressivo mH2O
------------------------	--	---	--------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	---

Calcolo delle perdite di carico del circuito primario dalla caldaia al collettore posto in centrale

CALDAIA - COLLETTORI

51775	5	128,8	A	20	12	10,22	1,104	0,204	0,746	0,950	6,026
-------	---	-------	---	----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A" dal collettore posto in centrale all'unità terminale

valvola a tre vie
stabilizzatore e valvola
A1 - A2
A2 - A3
A3 - A4
A4 - A5
A5 - A6
A6 - A7
A7 - A8
A8 - termoconvettore

5450	1" 1/2	42,0	A	0,5	19	41,63	1,093	0,021	1,157	1,178	4,848
5450	2"	53,0	A	0,1	72	12,98	0,687	0,001	1,730	1,731	3,117
5450	2"	53,0	A	52	24	12,98	0,687	0,675	0,577	1,252	1,865
3470	1" 1/2	42,0	A	3	6	17,90	0,696	0,054	0,148	0,202	1,664
2950	1" 1/2	42,0	A	24	4	13,21	0,592	0,317	0,071	0,388	1,275
2140	1"1/4	36,0	A	11	2	15,69	0,584	0,173	0,035	0,207	1,068
1300	1"1/4	36,0	A	36	2	6,18	0,355	0,222	0,013	0,235	0,832
800	1"	27,0	A	15	2	10,53	0,388	0,158	0,015	0,173	0,659
400	3/4"	21,0	A	4	2	10,15	0,321	0,041	0,011	0,051	0,608
400	3/4"	21,0	A	3	110	10,15	0,321	0,030	0,578	0,608	0,000

TOTALE

168,6

1,896	5,080	6,977
-------	-------	-------

Prevalenza manometrica della pompa **76,74 kPa**

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A"

tratto

Q	DN	Di
portata	diametro nominale	diametro interno
l/h	tipo	mm

mat.

L	ξ	r	v	R	Z	$P_{tot}=R+Z$	P_{prog}
sviluppo	coeff. perdite concentrate	perdite su metro lin.	velocità	perdite distribuite	perdite concentrate	perdite totali	totale progressivo
m		mmCA/m	m/s	mH2O	mH2O	mH2O	mH2O

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A" dal "A2" all'unità terminale (A12)

A2 - A9
A9 - A10
A10 - A11
A11 - A12
A12 -termoconvettore

1835	1" 1/4	36,0	A	4	17	0,00	0,501	0,000	0,218	0,218	1,446
1650	1" 1/4	36,0	A	9	24	11,77	0,451	0,106	0,248	0,354	1,092
850	1"	27,0	A	8	6	9,65	0,413	0,077	0,052	0,129	0,963
425	3/4"	21,0	A	8	10	11,80	0,341	0,094	0,059	0,154	0,809
425	3/4"	21,0	A	2	95	11,37	0,341	0,023	0,563	0,586	0,223

TOTALE

31

0,300 1,140 1,440

tratto

Calcolo delle perdite di carico del circuito "B" dal collettore posto in centrale all'unità terminale

Q portata l/h	DN diametro nominale tipo	Di diametro interno mm	mat.	L sviluppo m	ξ coeff. perdite concentrate	r perdite su metro lin. mmCA/m	v velocità m/s	R perdite distribuite mH2O	Z perdite concentrate mH2O	$P_{tot}=R+Z$ perdite totali mH2O	P_{prog} totale progressivo mH2O
---------------------	------------------------------------	---------------------------------	------	--------------------	--	---	----------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	---

Calcolo delle perdite di carico del circuito "B"

Calcolo delle perdite di carico del circuito primario dalla caldaia al collettore posto in sottocentrale

CALDAIA - COLLETTORI
VALVOLA A TRE VIE

51775	5	128,8	A	40	16	10,22	1,104	0,409	0,995	1,404	3,468
51775	4	105,0	A	0,5	7	28,45	1,662	0,014	0,985	0,999	2,468

Calcolo delle perdite di carico del circuito "B" dal collettore posto in sottocentrale all'unità terminale

B1 - B2
B2 - B3
B3 - B4
B4 - B5
B5 - B6
B6 - B7
B7 - termoconvettore

3910	1" 1/2	42,0	A	47	24	22,37	0,784	0,094	0,059	0,154	2,315
2570	1" 1/2	42,0	A	4	6	10,21	0,516	0,041	0,081	0,122	2,192
1930	1" 1/4	36,0	A	16	47	12,93	0,527	0,207	0,665	0,872	1,320
1020	1"	27,0	A	28	4	16,59	0,495	0,464	0,050	0,514	0,806
775	1"	27,0	A	16	2	9,92	0,376	0,159	0,014	0,173	0,633
260	3/4"	27,0	A	12	3	1,29	0,126	0,015	0,002	0,018	0,615
260	1/2"	16,0	A	2	88	17,71	0,359	0,035	0,579	0,615	0,000

TOTALE

165,5

1,439 3,432 4,871

Prevalenza manometrica della pompa 53,58 kPa

**DETERMINAZIONE PERDITE DI CARICO NELLE RETI DI
DISTRIBUZIONE ACQUA REFRIGERATA**

FOGLIO DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA REFRIGERATA

fluido	Acqua
temperatura t (°C)	9
densità ρ [kg/m ³]	1000
viscosità cinematica ν [m ² /s]	1,34E-06

Le perdite di carico distribuite vengono calcolate con le seguenti formule

Per tubi lisci a bassa rugosità (rame, polietilene):

$$r = 14,68 \nu^{0,25} \rho \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Per tubi a media rugosità (acciaio nero, zincato e dolce):

$$r = 3,3 \nu^{0,13} \rho \frac{Q^{1,87}}{D^{5,01}}$$

in cui

r = perdita di carico per unità di lunghezza [mmCA/m]

ν = viscosità cinematica dell'acqua [m²/s]

ρ = massa volumica dell'acqua [kg/m³]

Q = portata [l/h]

D = diametro interno del tubo

DICEMBRE 2005

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A" - periodo estivo con acqua refrigerata

tratto

Q portata l/h	DN diametro nominale tipo	Di diametro interno mm
-------------------------	------------------------------------	---------------------------------

mat.

L sviluppo m	ξ coeff. perdite concentrate	r perdite su metro lin. mmCA/m	v velocità m/s	R perdite distribuite mH2O	Z perdite concentrate mH2O	$P_{tot}=R+Z$ perdite totali mH2O	P_{prog} totale progressivo mH2O
------------------------	--	---	--------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	---

Calcolo delle perdite di carico del circuito primario dalla caldaia al collettore posto in centrale

EVAPORATORE -

5450	2"	54,0	A	3	110	11,55	0,661	0,035	2,452	2,487	5,919
------	----	------	---	---	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A" dal collettore posto in centrale all'unità terminale

valvola a tre vie
stabilizzatore e valvola
A1 - A2
A2 - A3
A3 - A4
A4 - A5
A5 - A6
A6 - A7
A7 - A8
A8 - termoconvettore

5450	1" 1/2	42,0	A	0,5	19	40,70	1,093	0,020	1,157	1,178	4,741
5450	2"	54,0	A	0,1	72	11,55	0,661	0,001	1,605	1,606	3,134
5450	2"	54,0	A	52	24	11,55	0,661	0,601	0,535	1,136	1,999
3470	1" 1/2	42,0	A	3	6	17,49	0,696	0,052	0,148	0,201	1,798
2950	1" 1/2	42,0	A	24	4	12,91	0,592	0,310	0,071	0,381	1,417
2140	1"1/4	37,0	A	11	2	13,37	0,553	0,147	0,031	0,178	1,238
1300	1"1/4	37,0	A	36	2	5,26	0,336	0,190	0,012	0,201	1,037
800	1"	27,0	A	15	2	10,29	0,388	0,154	0,015	0,170	0,868
400	3/4"	21,0	A	4	2	9,92	0,321	0,040	0,011	0,050	0,817
400	3/4"	21,0	A	3	150	9,92	0,321	0,030	0,788	0,817	0,000

TOTALE

151,6

1,580	6,826	8,405
-------	-------	-------

Prevalenza manometrica della pompa 92,46 kPa

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A"

tratto

Q	DN	Di
portata	diametro nominale	diametro interno
l/h	tipo	mm

mat.

L	ξ	r	v	R	Z	$P_{tot}=R+Z$	P_{prog}
sviluppo	coeff. perdite concentrate	perdite su metro lin.	velocità	perdite distribuite	perdite concentrate	perdite totali	perdite progressivo
m		mmCA/m	m/s	mH2O	mH2O	mH2O	mH2O

Calcolo delle perdite di carico del circuito "A" dal "A2" all'unità terminale (A12)

A2 - A9
A9 - A10
A10 - A11
A11 - A12
A12 -termoconvettore

1835	1" 1/4	37,0	A	4	17	0,00	0,474	0,000	0,195	0,195	1,603
1650	1" 1/4	37,0	A	9	24	10,03	0,426	0,090	0,222	0,313	1,290
850	1"	27,0	A	8	6	8,22	0,413	0,066	0,052	0,118	1,172
425	3/4"	21,0	A	8	10	11,53	0,341	0,092	0,059	0,152	1,021
425	3/4"	21,0	A	2	130	11,11	0,341	0,022	0,771	0,793	0,228

TOTALE

31

0,271 1,299 1,570

6 - CALCOLO VASI CHIUSI

VASI DI ESPANSIONE CHIUSI CON DIAFRAMMA CALCOLO DELLA CAPACITA' TOTALE

Il volume del vaso di espansione viene calcolato con la seguente formula:
Raccolta R dell'A.N.C.C. (I.S.P.E.S.L.)

$$V = \frac{kC}{1 - \frac{P_i}{P_f}}$$

- in cui
- V = volume del vaso di espansione [litri]
 - P_i = pressione assoluta [bar] a cui è precaricato il cuscinio di gas. Deve essere superiore alla pressione idrostatica nel punto in cui viene installato il vaso.
 - P_f = pressione massima assoluta [bar] di esercizio, pari alla pressione di taratura della valvola di sicurezza diminuita di una quantità corrispondente al dislivello di quota esistente tra vaso di espansione e valvola di sicurezza se quest'ultima è posta più in basso, ovvero aumentata se posta più in alto.
 - k = 0,035 coefficiente di espansione dell'acqua da 10°C a 100°C (Normativa I.S.P.E.S.L.)
 - C = contenuto d'acqua dell'impianto [litri].

Il prodotto k x C equivale al volume di espansione dell'impianto

dati generali

Pressione atmosferica	P _a	1,00	bar
Pressione massima di esercizio dell'impianto		5,00	bar
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	P _v	3,00	bar
Altezza idrostatica impianto	H _i	1,20	bar
Pressione iniziale assoluta di precarica (H _i va incrementata di un valore compreso tra 0,15 e 0,5 bar)	P _i = H _i + 0,5 + P _a	2,70	bar
Dislivello valvola di sicurezza e vaso di espansione (positivo se la valvola è più in alto del vaso) (negativo se la valvola è più in basso del vaso)	h	0,15	bar
Pressione massima assoluta	P _f = P _v + h + P _a	4,15	bar

CONTENUTO D'ACQUA NEI DUE NUOVI CIRCUITI			
Contenuto d'acqua nei nuovi circuiti			
circuito "A" direzione e segreteria	C	240	litri
Volume di espansione dell'acqua del circuito	$E = k \times C$	8,40	litri
Volume del vaso di espansione		24	litri
circuito "B" aule	C	180	litri
Volume di espansione dell'acqua del circuito	$E = k \times C$	6,30	litri
Volume del vaso di espansione		18	litri

				Capacità totale dei vasi	
<u>per espansione circuit</u>					
vasi di espansione	n.	1	24	24	
vasi di espansione	n.	1	35	35	
				59	

7 - RIASSUNTO DISPERSIONI E CALCOLO CORPI SCALDANTI

LOCALE n.	DESTINAZIONE	VOLUME mc.	POTENZIALITA' IN WATT		FAN-COIL		POTENZA MAX		portata H2O (l/h)	
			TERMICA	FRIGORIFERA	n.	Tipo	Pt (W)	Pf (W)	calda	refrigerata
ZONA DIREZIONALE										
1	Segreteria	56,05	1 818	2 224	1	FCW 30	6 600	2 990		421
2	Segreteria	113,23	3 151	2 086	1	FCW 30	6 600	2 990		395
3	Segreteria	104,75	2 624	2 195	1	FCW 30	6 600	2 990		415
4	Ufficio segretario	41,90	1 148	1 505	1	FCW 20	3 400	2 100		285
5	Ufficio Vice presidenza	40,85	1 477	1 489	1	FCW 20	3 400	2 100		282
6	locale a disposizione	54,57	1 911	1 546	1	FCW 20	3 400	2 100		293
7	corridoio	105,60	4 338	1 703	1	FCX-PO 22	3 400	1 500		322
8	Sala ricevimenti	80,39	1 899	3 460	1	FCW 30	6 600	2 990		655
9	Sala insegnanti	117,90	1 955	2 794	1	FCW 30	6 600	2 990		529
10	servizi igienici	34,10	1 261	-		RADIATORI				-
11	ripostiglio	21,32	614	-		RADIATORI				-
12	locale fotocopia	30,40	864	851	1	FCXU 17	2 490	1 000		161
13	Portineria	52,57	1 588	1 629	1	FCXU 32	4 975	2 400		308
14	Presidenza	108,75	2 794	2 627	1	FCW 30	6 600	2 990		497
15	Presidenza	120,83	2 768	4 170	2	FCW 30	6 600	2 990		789
		1083,19	30 210	28 279	14			32 130		5 350
ZONA AULE										
16	aula	113,57	2 563		1	FCXU 22	3 400		242	
17	aula	113,57	2 354		1	FCXU 22	3 400		223	
18	aula	113,57	2 723		1	FCXU 22	3 400		258	
19	corridoio	267,96	5 999		2	FCX-PO 22	3 400		568	
20	servizi igienici	49,33	1 301			RADIATORI			-	
21	servizi igienici	54,81	1 440			RADIATORI			-	
22	aula	112,64	3 711		1	FCXU 32	4 975		351	
23	aula	112,64	3 711		1	FCXU 32	4 975		351	
24	aula	112,64	3 711		1	FCXU 32	4 975		351	
25	servizi igienici direzione	20,51	790			RADIATORI			-	
26	ingresso	351,40	11 287		2	FCX-PO 42	7 400		1 068	
27	locale fotocopie	93,80	1 718		1	FCXU 17	2 490		163	
		1516,45	41 308		11				3 574	

8 – IMPIANTO IDRICO ACQUA POTABILE

8.1 - CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA

Il procedimento di calcolo delle reti di distribuzioni d'acqua fredda è stato eseguito in accordo con le disposizioni delle norme UNI 9182 che si basa da un lato dalla conoscenza delle portate contemporanee e dall'altro dai valori minimi delle pressioni dinamiche da garantire a monte delle utenze.

Il calcolo delle portate massime contemporanee viene eseguito con il sistema delle "Unità di carico" (UC). Unità di carico è il valore di portata convenzionale che tiene conto della portata di un punto d'erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali, nonché della sua frequenza d'uso.

Ad ogni punto di erogazione corrisponde un determinato valore di unità di carico.

L'impianto è stato dimensionato con l'assunzione delle unità di carico e delle portate corrispondenti agli apparecchi idrosanitari sottoelencati:

8.2 - PORTATA DI CARICO DEI SINGOLI APPARECCHI IDROSANITARI

Ogni punto di erogazione è caratterizzato da una propria grandezza di portata, che nelle norme UNI 9182 assume convenzionalmente un determinato valore di "Unità di carico" (UC). in funzione della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche e della frequenza d'uso, utilizzato per il calcolo delle portate massime contemporanee in una distribuzione d'acqua.

Tipo di apparecchio	Portata (l/s)		Unità di carico
	<i>Acqua fredda</i>	<i>Acqua calda</i>	
- lavabo	0,10	0,10	1,50
- bidet	0,10	0,10	1,50
- doccia	0,15	0,15	3,00
- vasca da bagno	0,20	0,20	3,00
- orinatoio	0,10	0,10	0,75
- vasi	0,10	0,10	5,00
- combinazione vaso, lavabo, bidet, vasca da bagno	0,30	0,30	4,50

8.3 - DETERMINAZIONE DELLA PORTATA E DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI

Per determinare il diametro della tubazione è necessario conoscere la quantità di acqua da erogare che risulta dalla somma dei valori di acqua erogata di ogni singolo apparecchio.

Sommando tutti i valori UC e/o portata in l/s. si ottiene la portata necessaria in ogni colonna e condotta di distribuzione.

Con la formula riduttiva della contemporaneità di utilizzo, si determina il carico di progetto.

La formula riduttiva di contemporaneità per scuole risulta dal prospetto F.4.2.3 appendice F delle norme sopracitate.

9 – IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE

9.1 - CONDOTTE E COLLETTORI DI SCARICO

Per lo smaltimento delle acque nere di scarico all'interno del complesso scolastico, relativo ai servizi igienici, saranno previste condotte di scarico verticali collegate alle colonne di ventilazione principali sfocianti sul tetto. Le colonne di scarico confluiranno nei collettori che andranno a scaricare nella rete fognaria, mentre i servizi igienici del piano seminterrato saranno posate sotto il pavimento del medesimo piano ed andranno a scaricare anch'essi nella rete fognaria esterna. Le colonne verticali ed i collettori orizzontali interni al fabbricato, saranno realizzate con tubazioni in polietilene rigido ad alta densità, saldabile, con impiego dei relativi pezzi speciali.

Nella posa in opera delle stesse si dovrà osservare tutte le disposizioni particolari della casa costruttrice, soprattutto per quanto attiene alla compensazione delle dilatazioni.

A tal riguardo è da ritenersi tassativa l'installazione di giunti di dilatazione a bicchiere in corrispondenza di ogni attraversamento di solaio da parte delle colonne montanti di scarico.

Le colonne montanti disporranno di sfiato primario fino in copertura, eseguito con tubazione del medesimo diametro della colonna di scarico stessa, nonché di sfiato parallelo di collegamento tra base e sommità della colonna.

Tutti i collettori orizzontali o spostamenti di colonne montanti posizionati entro controsoffitti, saranno isolati acusticamente con materiali idonei.

I raccordi di scarico dei singoli apparecchi sanitari, fino alle colonne montanti o ai collettori di raccolta, verranno eseguiti sempre con tubazioni in polietilene (posate nel massetto) di diametro non inferiore a 40 mm.

Al piede di ciascuna colonna di scarico ed alle estremità di ciascun collettore orizzontale, verranno installate braghe d'ispezione con tappo a vite.

Oltre alla ventilazione primaria, parallela alla colonna di scarico verticale, sarà prevista una ventilazione secondaria per ogni singolo apparecchio e l'aerazione della vasca di decantazione.

9.2 - DETERMINAZIONE DEL CARICO DI ACQUE USATE DA SCARICARE

9.2.1 - Dimensionamento

Per dimensionare le tubazioni dell'impianto di scarico delle acque usate è necessario conoscere:

- il numero degli apparecchi sanitari serviti;
- la loro portata;
- la loro possibile contemporaneità d'uso;
- il carico totale (Q.T.);
- la portata massima contemporanea di acque usate da smaltire o carico di progetto (Q.P.).

9.2.2 - Portata di scarico dei singoli apparecchi

Ogni apparecchio è caratterizzato da un proprio valore di portata di scarico, grandezza che nelle norme UNI 9183 assume convenzionalmente un determinato valore di "Unità di scarico" (US), in funzione della portata, delle sue caratteristiche geometriche, della sua funzione e della probabile contemporaneità del suo uso con quelli di altri apparecchi, utilizzato per il dimensionamento delle diverse parti di un impianto di scarico.

Portata di scarico di apparecchi idrosanitari

Tipo di apparecchio	Portata di deflusso	Unità di scarico
- lavabo	0,50	2
- bidet	0,50	2
- doccia	0,50	2
- vasca da bagno	1,00	4
- lavabo a canale 3 ereg.	1,00	4
- orinatoio	1,00	2
- vasi	2,50	10
- combinazione vaso, lavabo, bidet, vasca da bagno	4,5	18

Massimo numero di Unità di scarico (US) in relazione al diametro

Diametro diramazione in mm	Carico totale US
- dn. 40	0,50
- dn. 50	0,50
- dn. 65	0,50
- dn. 80	1,00
- dn. 100	1,00
- dn. 125	1,00
- dn. 150	2,50
- dn. 200	4,5

Massima distanza dell'attacco del raccordo di ventilazione secondaria dalla piletta di scarico dell'apparecchio

Diametro della piletta in mm	Massima distanza
- dn. 32	0,50
- dn. 40	0,50
- dn. 50	0,50
- dn. 80	1,00
- dn. 100	1,00

Raccordi di ventilazione secondaria ai singoli apparecchi

minimo diametro:

- vasi : 40 mm.
- altri apparecchi : 32 mm.

Determinazione del carico di progetto Q.P.

Per determinare il diametro della tubazione di scarico è necessario conoscere la quantità di acque usate (Q.T. l/s) da evacuare, che risulta dalla somma dei valori di scarico di ogni singolo apparecchio.

Sommando tutti i valori U.D.S. si ottiene il carico totale Q.T. che affluisce in una colonna o in un collettore.

Con la formula riduttiva della contemporaneità di utilizzo, si determina il carico di progetto (Q.P. l/s).

Nel determinare la scelta del diametro delle tubazioni, va tenuto in considerazione il tipo di ventilazione da adottare, la pendenza ed il rapporto di riempimento da raggiungere nelle condotte.

La formula riduttiva di contemporaneità per scuole (con intensità di scarico prolungate) risulta la seguente:

$$Q.P. = 0,7 \times \sqrt{Q.T.} \text{ (l/s)}$$

Colonne di scarico

Le colonne di scarico provvedono a convogliare le acque, provenienti dalle diramazioni di scarico, ai collettori orizzontali. Esse devono avere diametro costante dalla base alla estremità superiore. Gli spostamenti devono essere eseguiti con curve ad ampio raggio.

Nel loro dimensionamento, influenzato dalla presenza e dal tipo di impianto di ventilazione, si tiene conto:

- della portata di scarico del piano;
- della portata totale, portata Q.P. di progetto, evacuata dalla colonna;
- della lunghezza della colonna;
- della presenza o meno di vasi.

TABELLA "A"

Colonna	Portata di flusso Q.T. (l/s)	Portata di flusso di progetto Q.P. (l/s)	Diametro esterno mm.
Tratto A – B	9	2,01	110
Tratto B – C	18	2,56	110
Tratto C – D	27	3,45	110
Tratto D – E	36	4,14	110
Tratto E - F	45	4,86	110

Collettori orizzontali di scarico interno

I collettori orizzontali di scarico costituiscono quella parte dell'impianto che convoglia, ai punti di smaltimento, le acque provenienti dalle colonne alla rete fognante esterna.

I collettori sono percorsi da masse liquide che ne riempiono parzialmente la sezione e sono da considerarsi come condotte a pelo libero a debole pendenza.

La pendenza assegnata ad una tubazione di scarico è tale che, al passaggio della portata massima del liquame, la velocità risulti vicina ai valori ottimali di circa 1,5 m/s e comunque mai inferiore di 0,6 m/s.

Velocità minori delle minime consigliate, non assicurano il trascinarsi dei depositi solidi contenente liquami.

Nei collettori la velocità del liquame, e quindi la portata, dipende dalla pendenza della tubazione e dal grado di riempimento "r" di questa, definita come rapporto tra l'altezza "h" del liquido che scorre nella tubazione ed il diametro "D".

Il dimensionamento del collettore è stato eseguito servendosi della formula di PRANDTL-COLEBROOK la quale calcola la velocità media del movimento d'acqua nelle condotte circolari in PVC e/o PEAD.

Mediante i prospetti ottenuti dallo sviluppo della formula sopracitata si ricavano i valori delle portate in funzione delle pendenze e grado di riempimento.

I quantitativi massimi di acque usate, ammessi per i vari diametri e le diverse pendenze, corrispondono ad un'altezza di riempimento $h/D = 0,70$ (70%).