AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA
PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETÀ DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

CLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:

Dott. Ing. Guido Fiorini

PROGETTO ESECUTIVO – FASE 2 E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

CALCOLI ESECUTIVI - IMPIANTI MECCANICI

MI010P-PE-I-M-R-1002-C0

DATA				
Aprile 2014		ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA		U.GENCHI	U.GENCHI	G. FIORINI
REVISIONE	1			
	2			
	3			

NOME FILE

MI010P-PD-I-M-R-1002-C0
calcoli impianti meccanici.doc

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

CALCOLI ESECUTIVI
IMPIANTI MECCANICI

I N D I C E

1. INTRODUZIONE GENERALE 5
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI 6
   2.1. UNI - Impianti Di Riscaldamento 7
   2.2. UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento 9
   2.3. UNI - Impianti Idrosanitari 10
   2.4. UNI - Impianti Di Scarico 12
   2.5. UNI - Impianti Antincendio 12
3. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE EDIFICIO AMMINISTRATIVO 14
4. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI AERAULICHE 26
   4.1. Distribuzione Dell'aria 26
   4.2. Dimensionamento Canalizzazioni 26
   4.3. Dispositivi di immissione dell'aria 27
   4.4. Diffusori Elicoidali 29
   4.5. Diffusori a coni fissi 30
   4.6. Bocchette di mandata/ripresa dell'aria 31
   4.7. Esempio di dimensionamento di un tronco di canalizzazione 31
5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI TERMO FLUIDICHE 33
   5.1. Generalità 33
   5.2. Esempio di dimensionamento di un circuito 34
6. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO SANITARIO 37
   6.1. Valutazioni circa il fabbisogno idrico dell'edificio amministrativo 37
   6.2. Calcolo della perdita di carico per l'utenza più sfavorita 38
   6.3. Tabelle di calcolo impianto produzione a.c.s. e solare termico 40
   6.4. Tabelle di calcolo verifica capacità ciclica addolcitore 40
7. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE 42
8. IMPIANTO SCARICO ACQUE METEORICHE 44
9. TABELLE DI CALCOLO ADDUZIONE GAS METANO C.T. 45
10. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO UFFICI 47
11. TABELLE DI CALCOLO CENTRALI TRATTAMENTO ARIA 48
12. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO PIASTRA 60
   12.1. Calcolo antincendio banchina container 60
   12.2. Calcolo antincendio autorimessa 62

13. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO BANCHINE 64
13.1. Calcolo approvvigionamento idrico banchina container 64
13.2. Calcolo approvvigionamento idrico banchina rinfuse 66
13.3. Calcolo approvvigionamento idrico banchina petroli 67

1. INTRODUZIONE GENERALE

In questo documento vengono riportate, ordinandole per sezioni/argomenti, le tabelle di calcolo sviluppate ed alla base della progettazione esecutiva. A differenza di quanto riportato nella Relazione Tecnica Specialistica in questo documento sono riportate tutte le tabelle sviluppate e che si ritiene possano fornire elementi utili ad una completa comprensione del progetto.

Si rimanda alla relazione tecnica specialistica laddove si desideri un inquadramento descrittivo dell'impianto oggetto di analisi anche al fine di meglio comprendere il significato delle tabelle di calcolo.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI

Gli impianti tecnologici che si andranno a realizzare saranno conformi alle prescrizioni ed alle disposizioni di legge competenti nel territorio nazionale e per la Provincia di Savona ed in particolare si osserveranno:

- D.P.R. del 27.04.1955 n. 547 - "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro" e s.m.i.;
- Legge n. 186 del 01.03.1968 - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. 37/2008;
- D.lgs. 81/2008 – Testo unico in materia di sicurezza;
- Direttiva europea 2006/42/CE – Direttiva Macchine.
- D.M. 10 marzo 1998 " Criteri per la sicurezza antincendio e la gestione di emergenza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n. 151 – "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi";
- D.M. 16/02/1982 "Determinazione delle attività soggette a visite di prevenzione incendi";
- D.M.12/04/1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi**";**
- D.M. 01/02/1986 "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili";
- D.M. 15/09/2005 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi**";**
- D.M. 22/10/2007 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi;
- Legge 109 del 11/02/1994 "Legge quadro in materia dei lavori pubblici";

- Legge 216 del 02/06/1995 “Modifica alla Legge 109/94”;
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n.192 e s.m.i.;
- D.Lgs. 29/12/2006, n.311 “Disposizioni integrative e correttive al D.Lgs. 192/05, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”;
- Legge Regionale 29 maggio 2007 n.22 “Norme in materia di energia” e s.m.i.;
- Regolamento Regione Liguria 22/01/2009 n. 01 e s.m.i.;
- Prescrizioni e raccomandazioni emanate dal locale comando dei Vigili del Fuoco, ISPESL, ULSS, ARPAV;
- Regolamenti locali emanati da Enti Locali e/o con funzioni ispettive;
- Norme UNI, CEI, C.N.R. in vigore ed in particolare:

2.1. UNI - Impianti Di Riscaldamento

- UNI EN 12831:2006. Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto;
- UNI EN ISO 13790/2008 Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI 10351/1994 - Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI 10355/1994 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI 10349/94 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI EN ISO10077-1/2007 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO10077-2/2012 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;

- UNI/TS 11300-1:2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1. Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2008, - Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di a.c.s.;
- UNI/TS 11300-3:2010, - Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2010, - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI EN 15316-2-1:2008 – Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell' impianto - Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti;
- UNI EN 15316-3-1:2008 – Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell' impianto - Parte 3-1: Impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, caratterizzazione dei fabbisogni (fabbisogni di erogazione);
- UNI EN 14114/2006 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- UNI 10412/2006 – Parte 1 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici;
- UNI EN 12098/2013-1, Regolazioni per impianti di riscaldamento Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;
- UNI EN 442-1/2/3, 2004 – Radiatori e convettori – Metodi di prova – Valutazione della conformità;
- UNI 8199/98 – Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;

- UNI 5364/76 – Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- UNI 9511/89 - Disegni tecnici - Rappresentazione delle installazioni, segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.

2.2. UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento

- UNI 10339/95 – Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI EN 13779/2008 - Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione;
- UNI 11169/2006 – Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo;
- UNI EN 1505/2000 - Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare – Dimensioni;
- UNI EN 1506/2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare - Dimensioni;
- UNI EN 13180/2004 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili;
- UNI ENV 12097/2007 – Ventilazione negli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- UNI EN 1822 -1/2/3/4/5 – 2010 - Filtri per l'aria ad alta efficienza (EPA, HEPA e ULPA);
- UNI EN 779/2012 – Filtri d'aria antipolvere per ventilazione generale - Determinazione della prestazione di filtrazione;
- UNI EN 378/2012-1/2/3/4 – Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali;

- UNI EN 14511/2013 – 1/2/3/4 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti;
- UNI 8199/98 – Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;
- UNI EN ISO 11820/1999 – Acustica – Misurazioni su silenziatori in sito;
- UNI ENV 12102/2008 – Condizionatori, pompe di calore e deumidificatori con compressori azionati elettricamente – Misurazione del rumore aereo – Determinazione del livello di potenza sonora;

2.3. UNI - Impianti Idrosanitari

- UNI 9182/2008 (e s.m.i.) - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI EN 806 - 2008/2010/2012 – 1/2/3/4/5 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano;
- UNI EN 13443-1/2, 2007 – Filtri meccanici nel trattamento domestico dell'acqua potabile;
- UNI 14652/2007 – Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici - Dispositivi di separazione a membrana - Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova;
- UNI 8065/1989 – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 8349/1982 – Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove;
- UNI EN 12729/2003 Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A;
- UNI EN 1111/2000 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali;

- UNI EN 1112/2008 – Rubinetteria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 1113/2008 – Rubinetteria sanitaria - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 200/2008– Rubinetteria sanitaria - Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 274 -1/2/3, 2004 Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Requisiti – Metodi di prova – Controllo qualità;
- UNI EN 997 / 2012 - Apparecchi sanitari - Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato;

2.4. UNI - Impianti Di Scarico

- UNI 12056/2001-1: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;
- UNI 12056/2001 2: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-3: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-4: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;
- UNI EN 752/2008 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici.
- UNI EN 858/2005 – Impianti di separazione per liquidi leggeri

2.5. UNI - Impianti Antincendio

- UNI 10779/2007 - Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio;
- UNI 11292/2008 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali;
- UNI EN 12485/2009 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI/TR 11438 – Rapporto Tecnico – Gruppi di Pompaggio – Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 12845;
- UNI EN 671-1:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide;
- UNI EN 671-2:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Idranti a muro con tubazioni flessibili;

- UNI EN 671-3:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili;
- UNI 9487/2006 - Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa;
- UNI EN 14540/2007 - Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.

Il sopra indicato elenco non esime, peraltro, l'Appaltatore, dalla completa conoscenza ed applicazione di tutta la normativa esistente.

3. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE EDIFICIO AMMINISTRATIVO

| Tabella riassuntiva Potenze complessive in Riscaldamento e Raffrescamento Edificio Amministrativo/Officina | | |

TABELLA CIRCUITI RISCALDAMENTO IN PARTENZA DALLA CENTRALE TERMICA

Livello	Zona:	Tipologia Corpo Scaldante	Tipo Regolazione	Condizionamento Estivo (SI/NO)
Piano Terra	Officina	Aerotermi	Termostato Ambiente	NO
	Blocco W.C.	Radiatori	Valvola Termostatica	NO
	Uffici/Sale Riunioni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Lab. Riparazione Elettr.	Impianto dedicato (split)	Sonda + Potenziometro	SI
	Corridoi/Androni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
Piano Mezz.	Ambulatori/Pronto Socc.	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Uffici/Sale Riunioni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Server Room	Impianto dedicato	Sonda + U.R.%	SI
Piano Primo	Blocco W.C.	Radiatori	Valvola Termostatica	NO
	Zone spogliatoi	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	NO
	Zona Mensa	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Cucina	Impianto ad aria (termoventilante) + cappe	Sonda + Potenziometro	SI
	Corridoi/Androni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
Piano secondo	Blocco W.C.	Radiatori	Valvola Termostatica	NO
	Uffici/Sale Riunioni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Corridoi/Androni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
Piano Terzo	Blocco W.C.	Radiatori	Valvola Termostatica	NO
	Uffici/Sale Riunioni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Corridoi/Androni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
Piano Quarto	Blocco W.C.	Radiatori	Valvola Termostatica	NO
	Sala Polifunzionale	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI
	Corridoi/Androni	Ventilconvettori a 4 vie	Sonda + Potenziometro	SI

TABELLA CIRCUITI RISCALDAMENTO IN PARTENZA DALLA CENTRALE TERMICA

Numero Progr.	Tipologia corpo scaldante	Zone/Piani	Portata Stimata (mc/h)	Condizionamento estivo (SI/NO)	Acronimo Pompe
1	Primario Caldaie	Terzo/Centrale termica	56	NO	P01
2	Radiatori	Tutti i piani	4	NO	P02
3	Fan coils	Terra/Mezzanino/Primo	18	SI	P03
4	Fan coils	Secondo	35	SI	P04
5	Fan coils	Terzo/Quarto	24	SI	P05
6	Aerotermi	Terra/Officina	16	NO	P06
7	Batterie Calde UTA	Terzo/Centrale termica	27	NO	P07
8	Carico Bollitori	Terzo/Centrale termica	10	NO	P08
9	Circuito solare termico	Terzo/Centrale termica	2	NO	P09
22	Circuito recupero termico	Terzo/Centrale termica	0,5	NO	P22

TABELLA CIRCUITI ACQUA REFRIGERATA IN PARTENZA DALLA CENTRALE FRIGORIFERA

Numero Progr.	Tipologia corpo scaldante	Zone/Piani	Portata Stimata (mc/h)	Condizionamento estivo (SI/NO)	Acronimo Pompe
12	Batterie Fredde UTA	Terzo/Centrale termica	111	SI	P12
13	Fan coils	Terzo/Quarto	24	SI	P13
14	Fan coils	Secondo	35	SI	P14
15	Fan coils	Terra/Mezzanino/Primo	18	SI	P15
16	Primario GF01 - 1/2 Q	Terzo/Centrale Frigorifera	65	SI	P16
17	Primario GF01 - 1/2 Q	Terzo/Centrale Frigorifera	65	SI	P17
18	Primario GF02 - 1/2 Q	Terzo/Centrale Frigorifera	65	SI	P18
19	Primario GF02 - 1/2 Q	Terzo/Centrale Frigorifera	65	SI	P19
20	Torre GF01	Terzo/Centrale Frigorifera	151	SI	P20
21	Torre GF02	Terzo/Centrale Frigorifera	151	SI	P21

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO TERRA

Piano Terra

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)	Aerotermi (n. + taglia)
1	Ingresso e distributivo	42,44	3	128	4,0	300		2,3		N. 1 X GR 02	
2	Sicurezza	57,65	3	173	12,0	600	400	3,5	2,3	N. 2 X GR 02	
3	Antibagno	2,70	4	11							
4	WC	3,40	3	11			100		9,1		
5	Zona filtro	2,55	5	13							
6	Corridoio	23,42	3	71						N. 1 X GR 01	
7	Ufficio di controllo	31,85	3	96	6,0	300	200	3,1	2,1	N. 1 X GR 03	
8	Laboratorio riparazioni elettroniche	26,36	3	80	6,0	300	200	3,8	2,5	N. 1 X GR 02	
9	Ufficio reparto	14,37	3	44	3,0	150	150	3,4	3,4	N. 1 X GR 01	
10	Antibagno	5,18	3	16							
11	WC	1,08	3	4			50		12,5		
12	WC	1,07	3	4			50		12,5		
13	Antibagno	16,00	3	48							
14	Ripostiglio	1,50	3	5							
15	WC	1,09	3	4			50		12,5		
16	WC	1,09	3	4			50		12,5		
17	WC	1,09	3	4			50		12,5		
18	WC	1,70	3	6			50		8,3		
19	Urinatoi	3,30	3	10			100		10,0		
20	Deposito	45,48	3	137			150		1,1	N. 1 X GR 01	
21	Locale aspetto Bus navetta	4,00	4	16						N. 1 X GR 01	
22	Officina (P.T. + Soppalco)	1025,00	(12-8)	11648							N. 15
		1312,32		12.533		1.650	1.600				
						Bilanciamento edificio:		3,0%			

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO MEZZANINO

Piano Mezzanino

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)	Aerotermi (n. + taglia)
23	Ambulatorio	10,04	3	30,12	3,0	150		5,0			
24	Ambulatorio	4,65	3	13,95	2,0	100		7,2			
25	Pronto soccorso	11,01	3	33,03	3,0	150		4,5		N. 1 X GR 01	
26	Bagno	2,77	3	8,31			100		12,0		
27	Wc	2,9	3	8,7			100		11,5		
28	Bagno	3,5	3	10,5			100		9,5		
29	Corridoio	21,3	3	63,9							
30	Ufficio	26,95	3	80,85	2,0	100	100	1,2	1,2	N. 1 X GR 01	
		83,12		249,36		500	400				
					Bilanciamento edificio:		20,0%				

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO PRIMO

Piano Primo

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)	Aerotermi (n. + taglia)
31	Spogliatoio femminile	52,7	3	158,1	76,0	1140	1.000	7,2	6,3	N. 2 X GR 01	
32	Bagno	12,64	3	37,92		800		21,1			
33	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
34	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
35	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
36	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
37	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
38	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
39	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
40	WC	1,41	3	4,23			50		11,8		
41	Docce	8,91	3	26,73			300		11,2		
42	Spogliatoio maschile	201,15	3	603,45	325,0	4875	4.300	8,1	7,1	N. 6 X GR 03	
43	Antibagno	19,7	3	59,1		1300		22,0			
44	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
45	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
46	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
47	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
48	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
49	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
50	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
51	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
52	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
53	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
54	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
55	WC	1,23	3	3,69			50		13,6		
56	Docce	16,09	3	48,27			600		12,4		
57	Corridoio	189	3	567						N. 1 X GR 01	
58	Corridoio cucina	9,5	3	28,5						N. 5 X GR 01	
59	Ufficio cucina	26,4	3	79,2	3,0	150	150	1,9	1,9	N. 1 X GR 01	
60	Spogliatoio cucina	21,55	3	64,65	13,0	200	150	3,1	2,3	N. 1 X GR 01	
61	Antibagno	5,8	3	17,4							
62	WC	2,7	3	8,1			50		6,2		
63	Mensa privata	51,2	3	153,6	16,0	800	700	5,2	4,6	N. 1 X GR 01	
64	Mensa pubblica	369	3	1107	146,0	7300	6.500	6,6	5,9	N. 13 X GR 02	
65	Rac	18,47	3	55,41			200		3,6		
66	WC	4,4	3	13,2			100		7,6		
67	Antibagno	13,5	3	40,5							
68	WC	1,1	3	3,3			50		15,2		
69	WC	1,1	3	3,3			50		15,2		
70	WC	1,1	3	3,3			50		15,2		
71	WC	1,1	3	3,3			50		15,2		
72	WC	1,1	3	3,3			50		15,2		
73	Urinatoi	2,6	3	7,8			100		12,8		
74	Antibagno	4,2	3	12,6							
75	WC	1,4	3	4,2			50		11,9		
76	WC	1	3	3			50		16,7		
77	WC	1	3	3			50		16,7		
		1323,25		3.031		16.565	15.550				
				Bilanciamento edificio:			6,1%				



| TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO CONDIZIONAMENTO CUCINA | | |

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO SECONDO

Piano Secondo

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)	Aerotermi (n. + taglia)
79	Controllo degli accessi	75,85	3	227,55	12,0	600	600	2,6	2,6	N. 3 X GR 03	
80	Ufficio	15,46	3	46,38	3,0	150	150	3,2	3,2	N. 1 X GR 01	
81	Ufficio	17,16	3	51,48	3,0	150	150	2,9	2,9	N. 1 X GR 01	
82	Ufficio	20	3	60	3,0	150	150	2,5	2,5	N. 1 X GR 01	
83	Ufficio operativo della piastra	277,07	3	831,21	29,0	1460	1.400	1,8	1,7	N. 9 X GR 02	
84	Archivio	6	3	18		0	60		3,3		
85	Ufficio	37,9	3	113,7	4,0	200	200	1,8	1,8	N. 2 X GR 01	
86	Ufficio - Libreria	51,1	3	153,3	6,0	300	300	2,0	2,0	N. 2 X GR 01	
87	Ufficio manutenzioni	21,41	3	64,23	6,0	300	150	4,7	2,3	N. 1 X GR 01	
88	Ufficio manutenzioni	28,4	3	85,2	6,0	300	300	3,5	3,5	N. 1 X GR 02	
89	Sala riunioni	56,65	3	169,95	18,0	900	900	5,3	5,3	N. 2 X GR 02	
90	Ufficio esterno	27,16	3	81,48	3,0	150	150	1,8	1,8	N. 1 X GR 02	
91	Fotocopie ufficio manutenzioni	21,22	3	63,66		150	150	2,4	2,4	N. 1 X GR 01	
92	Cucina	12,65	3	37,95	2,0	100	100	2,6	2,6	N. 1 X GR 01	
93	Archivio	29,75	3	89,25		150	150	1,7	1,7	N. 1 X GR 02	
94	Utility	26,61	3	79,83		150	150	1,9	1,9	N. 1 X GR 01	
95	Ufficio IT	32,58	3	97,74	6,0	300	300	3,1	3,1	N. 1 X GR 03	
96	Vano tecnico	60,8	3	182,4		500	500	2,7	2,7	N. 2 X GR 03	
97	Rac	37,25	3	111,75			200		1,8	N. 4 X GR 01 + N. 12 X GR 02	
98	Open space	398	3	1194	24,0	1200	750	1,0	0,6		
99	Bagno	4,4	3	13,2			100		7,6		
100	Vano tecnico	4,8	3	14,4							
101	Antibagno	12,13	3	36,39			50		15,3		
102	WC	1,09	3	3,27			50		15,3		
103	WC	1,09	3	3,27			50		15,3		
104	WC	1,09	3	3,27			50		15,3		
105	WC	1,09	3	3,27			50		15,3		
106	Orinatoio	2,6	3	7,8			100		12,8		
107	Ripostiglio	1,09	3	3,27							
108	Antibagno	4,1	3	12,3			50		11,6		
109	WC	1,44	3	4,32			50		16,7		
110	WC	1	3	3			50		16,7		
111	WC	1	3	3			50		16,7		
112	Ufficio esterno	20,33	3	60,99	3,0	150	150	2,5	2,5	N. 1 X GR 01	
113	Ufficio treni	21,74	3	65,22	3,0	150	150	2,3	2,3	N. 1 X GR 01	
114	Ufficio assistenza treni	22,13	3	66,39	3,0	150	150	2,3	2,3	N. 1 X GR 01	
115	Ufficio esterno	21,7	3	65,1	3,0	150	150	2,3	2,3	N. 1 X GR 02	
116	Ufficio di pianificazione del terminal	88,43	3	265,29	12,0	600	600	2,3	2,3	N. 3 X GR 02	
117	Ufficio resposabile degli spostamenti	36,49	3	109,47	4,0	200	200	1,8	1,8	N. 1 X GR 03	
118	Ufficio ass. operativo	22,64	3	67,92	3,0	150	150	2,2	2,2	N. 1 X GR 01	
119	Ufficio resposabile operativo del terminal	24,48	3	73,44	3,0	150	150	2,0	2,0	N. 1 X GR 01	
120	Ufficio resposabile operativo del terminal	22,09	3	66,27	6,0	300	300	4,5	4,5	N. 1 X GR 01	
121	Training room	68,8	3	206,4	36,0	1900	1.900	9,2	9,2	N. 3 X GR 01	
122	Ufficio per visitor	34,42	3	103,26	3,0	150	150	1,5	1,5	N. 1 X GR 03	
123	Archivio	30,17	3	90,51		150	150	1,7	1,7	N. 1 X GR 02	
124	Fotocopie	33,56	3	100,68		150	150	1,5	1,5	N. 1 X GR 03	
125	Utility	40,2	3	120,6		150	150	1,2	1,2	N. 1 X GR 03	
126	Archivio	36,37	3	109,11		150	150	1,4	1,4	N. 1 X GR 03	
127	Ufficio	38,53	3	115,59	4,0	200	200	1,7	1,7	N. 1 X GR 03	
128	Sala riunioni direzione generale	40,7	3	122,1	12,0	600	600	4,9	4,9	N. 2 X GR 01	
129	Libreria	22,5	3	67,5	2,0	100	100	1,5	1,5	N. 1 X GR 01	
130	Cucina	14,5	3	43,5	2,0	100	150	2,3	3,4	N. 1 X GR 01	
131	Reception	37,38	3	112,14	4,0	200		1,8			
132	Open space	292,72	3	878,16	16,0	1000	800	1,1	0,9	N. 12 X GR 01	
		2259,82		6.779		14.060	13.860				
							1,4%				

Bilanciamento edificio:

GRANDI LAVORI FINCOSIT

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO TERZO

Piano Terzo

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)
133	Rac	9,68	3	29			150		5,2	
134	Utility	23,37	3	70		150	150	2,1	2,1	N. 1 X GR 03
135	Ufficio esterno	33,70	3	101	3,0	150	150	1,5	1,5	N. 1 X GR 03
136	Ufficio personale sviluppo lavoro	36,58	3	110	3,0	150	150	1,4	1,4	N. 1 X GR 03
137	Ufficio responsabile tecnico e Ufficio H.sse	71,37	3	214	6,0	300	300	1,4	1,4	N. 2 X GR 03
138	Ufficio responsabile commerciale e Ufficio responsabile finanziario	71,37	3	214	12,0	600	600	2,8	2,8	N. 2 X GR 03
139	Ufficio esterno	23,92	3	72	3,0	150	100	2,1	1,4	N. 1 X GR 03
140	Ufficio direttore generale	37,40	3	112	6,0	300	200	2,7	1,8	N. 2 X GR 01
141	Postazioni ass. direzione generale	8,73	3	26	2,0	150		5,7		N. 1 X GR 01
142	Attesa direzione generale	13,54	3	41	3,0		150		3,7	N. 1 X GR 01
143	Sala riunioni direzione generale	44,11	3	132	12,0	600	600	4,5	4,5	N. 3 X GR 01
144	Archivio direzione generale	30,10	3	90		150	150	1,7	1,7	N. 1 X GR 01
145	Archivio risorse umane	21,71	3	65		150	150	2,3	2,3	N. 1 X GR 01
146	Fotocopie	16,00	3	48		150	150	3,1	3,1	N. 1 X GR 01
147	Ufficio risorse umane	31,84	3	96	3,0	150	150	1,6	1,6	N. 1 X GR 03
148	Ufficio responsabile risorse umane	52,00	3	156	6,0	300	200	1,9	1,3	N. 2 X GR 01
149	Ufficio colloqui risorse umane	26,42	3	79	3,0	150	150	1,9	1,9	N. 2 X GR 01
150	Cucina	16,21	3	49	2,0	100	100	2,1	2,1	N. 1 X GR 01
151	Sala riunioni 16 posti	41,14	3	123	16,0	800	800	6,5	6,5	N. 2 X GR 01
152	Sala riunioni 12 posti	37,77	3	113	12,0	600	600	5,3	5,3	N. 2 X GR 01
153	Ripostiglio	2,05	3	6						
154	Antibagno	12,16	3	36					15,2	
155	WC	1,10	3	3			50		15,2	
156	WC	1,10	3	3			50		15,2	
157	WC	1,10	3	3			50		15,2	
158	WC	1,10	3	3			50		12,8	
159	Urinatoi	2,60	3	8			100			
160	Antibagno	4,00	3	12					11,9	
161	WC	1,40	3	4			50		16,7	
162	WC	1,00	3	3			50		16,7	
163	WC	1,00	3	3			50		16,7	
164	Reception	42,46	3	127	4,0	200		1,6		N. 1 X GR 01
165	Ripostiglio	4,70	3	14						
166	Sala riunioni 36 posti	52,44	3	157	36,0	1.800	1.800	11,4	11,4	N. 3 X GR 01
167	Open space	119,83	3	359	18,0	810	750	2,3	2,1	N. 6 X GR 01
168	Connettivo	113,63	3	341	6,0	400	0	1,2		N. 3 X GR 01
169	WC	4,04	2,7	11			100		9,2	
		1012,67		3.037		8.310	6.100			
				Bilanciamento edificio:					2,5%	

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PIANO QUARTO

Piano Quarto

N. locale	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	N. persone	Portata Aria Mandata (m³/h)	Portata Aria Ripresa (m³/h)	Volumi ora effettivi aria mandata	Volumi ora effettivi aria ripresa	F.C. (n. + taglia)
170	WC	3,89	3	11,67			100		8,6	
171	Antibagno	6,69	3	20,07						
172	WC	1,35	3	4,05			50		12,3	
173	WC	1,35	3	4,05			50		12,3	
174	WC	1,35	3	4,05			50		12,3	
175	Ripostiglio	2,35	3	7,05						
176	Antibagno	1,08	3	3,24						
177	WC	1,52	3	4,56			50		11,0	
178	WC	1,08	3	3,24			50		15,4	
179	Spazio polivalente	322	3	966	50	2500	2.000	2,6	2,1	N. 11 X GR 03
180	Cucina	9,16	3	27,48	2	100	100	3,6	3,6	N. 1 X GR 01
		351,82		1.055		2.600	2.450			
						Bilanciamento edificio:			5,8%	

Tabella riassuntiva Portate aria Immesse ed Estratte Edificio Amministrativo

Bilanciamento portate aria edificio:					
1.650	1.600	3,0%	P.T.		
500	400	20,0%	P.M.		
16.565	15.550	6,1%	P.P.	(Esclusa Cucina)	
14.500	13.860	1,4%	P.S.		
8.310	8.100	2,5%	P.III		
2.600	2.450	5,8%	P. IV		
44.125	41.960	5,16%	in sovrappressione		
Totali:					

4. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI AERAULICHE

Come già spiegato nella relazione tecnica specialistica, dal punto di vista della climatizzazione l'intervento più importante riguarda senz'altro l'edificio amministrativo. L'impianto previsto di tipo "misto" comprende essenzialmente una rete termofluidica a 4 tubi di alimentazione ventilconvettori ed una rete aeraulica per la distribuzione dell'aria trattata di rinnovo.
In questa sezione si vuole dare contezza dei criteri alla base delle scelte e del dimensionamento dell'impianto aeraulico.

4.1. Distribuzione Dell'aria

La distribuzione dell'aria avviene, a partire dalle centrali di trattamento, attraverso l'impiego di opportune canalizzazioni a sezione rettangolare che, scorrendo per la maggior parte del loro percorso all'interno dei controsoffitti, convogliano l'aria ai terminali di diffusione dislocati in ambiente, siano essi diffusori o bocchette.
In analogia alle reti termofluidiche, anche quelle aerauliche possono annoverare sul loro percorso, l'impiego di apparecchiature per la regolazione della portata quali serrande di taratura (manuali o motorizzate), o elementi speciali quali serrande tagliafuoco (nel caso la canalizzazione si trovi ad attraversare compartimentazioni REI).

4.2. Dimensionamento Canalizzazioni

Normalmente nel dimensionare le canalizzazioni dell'aria si procede secondo il metodo cosiddetto "a perdita di carico specifica costante", verificando tuttavia che le velocità nei vari tratti si mantengano entro valori prestabiliti al fine di non generare rumore. Più in dettaglio si fissa in 0.6 mm il DP (ovvero la perdita di carico) per una lunghezza di 10 mt di condotta e si dimensiona, nota la portata desiderata, il tratto di canalizzazione determinando le dimensioni in altezza e larghezza.

Per quanto concerne i limiti di velocità da non superare vale la tabella sotto indicata[1]:

	velocità dell'aria [m/s]			
	canali rettangolari		canali circolari	
	al di sopra del controsoffitto	all'interno dell'ambiente	al di sopra del controsoffitto	all'interno dell'ambiente
Depositi, servizi, corridoi	12,7	10,2	22,9	19,8
Sale per conferenze, sale per ricevimento, aule scolastiche, uffici *open-space*	8,9	7,4	15,2	13,2
Uffici privati, camere private di alberghi o ospedali, teatri, biblioteche	6,1	4,8	10,2	8,6

4.3. Dispositivi di immissione dell'aria

Nella grande maggioranza degli ambienti previsti a progetto, la tipologia di immissione dell'aria è quella cosiddetta a "flusso turbolento", tale tipo di distribuzione rappresenta la modalità tecnicamente più semplice per immettere aria in un ambiente ed è descrivibile macroscopicamente mediante i seguenti parametri:

- Velocità di uscita – ovvero la velocità valutata sull'area frontale lorda della bocchetta (b x h);

1 Naturalmente possono sussistere situazioni particolari legate alla configurazione delle canalizzazioni per le quali, e limitatamente a queste le velocità possono essere leggermente superiori (ad esempio è il caso di problematiche localizzate legate allo spazio di passaggio delle canalizzazioni entro i controsoffitti di determinati locali);

- Lancio - ovvero la distanza alla quale la massima velocità dell'aria si è ridotta ad un valore predefinito;
- rapporto d'induzione - ovvero il rapporto tra la portata d'aria immessa e quella ambiente trascinata;
- caduta – ovvero la tendenza del getto d'aria ad innalzarsi o abbassarsi in relazione alla differenza di temperatura con l'aria ambiente;
- effetto soffitto (coanda) – ovvero l'effetto che si ottiene lanciando aria con una bocchetta in vicinanza del soffitto, il getto tende ad aderire al soffitto per depressione; tale fenomeno provoca un allungamento del lancio e contemporaneamente una riduzione della caduta;

Tipologia di terminale	Velocità di uscita (m/s) da-a	Rapporto induzione da-a	Lancio			Posizionamento		
			L	M	B	Parete	Soff.	Pav.
Bocchette ad alette	2 ÷ 8	2 ÷ 4		■	■	■		■
Diffusori a coni	1,2 ÷ 4	3 ÷ 8		■	■		■	
Diffusori spiroidali	2 ÷ 6	4 ÷ 12		■	■		■	■
Diffusori lineari	2 ÷ 6	4 ÷ 12			■		■	
Ugelli	4 ÷ 20	5 ÷ 50	■	■		■	■	■

L=lungo – **M**=medio – **B**=breve

I dispositivi di immissione dell'aria così previsti a progetto per questo tipo di tecnica di diffusione, possono essenzialmente riassumersi nei punti sotto elencati:

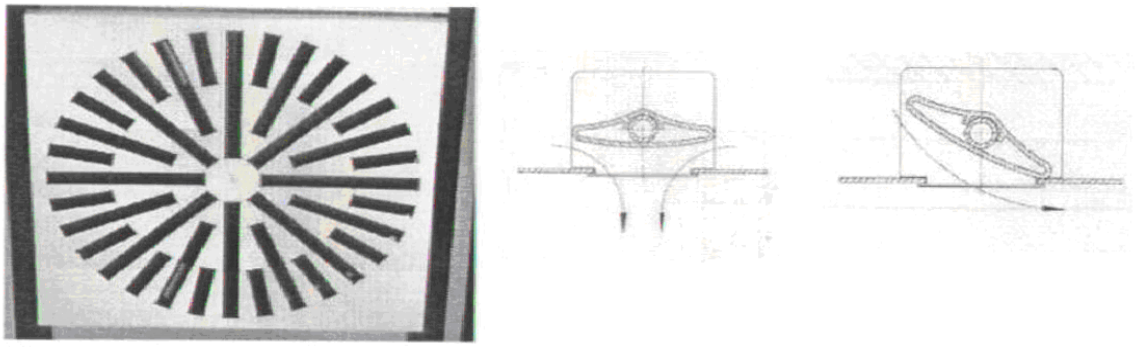
- Diffusori di mandata aria del tipo elicoidale ad elevata induzione;
- Diffusori di ripresa aria del tipo a "coni fissi";

- Bocchette di mandata dell'aria del tipo a doppio ordine di alette;
- Bocchette/griglie di ripresa dell'aria del tipo a singolo filare di alette;

Di seguito, vengono elencati alcuni criteri che stanno alla base della scelta e del dimensionamento delle bocchette e dei diffusori.

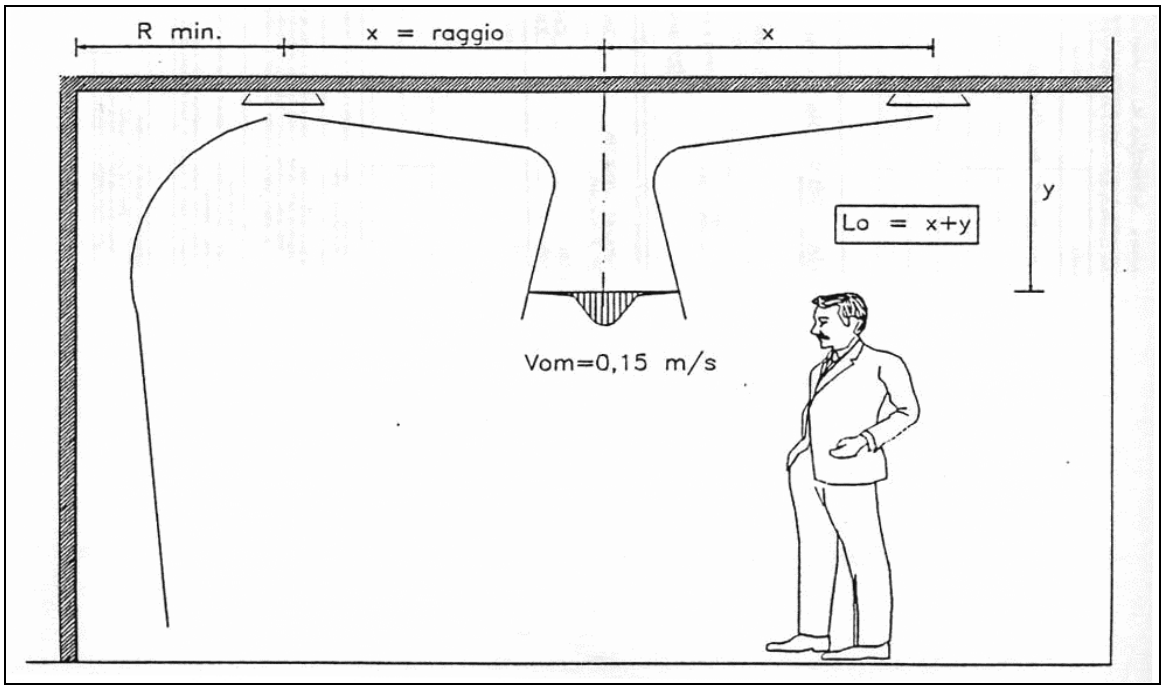
4.4. Diffusori Elicoidali

Laddove è necessario diffondere ingenti quantitativi di aria è preferibile utilizzare i diffusori di mandata del tipo "elicoidale ad elevata induzione". Tale diffusore, infatti è equipaggiato di speciali alette direzionali che consentono non soltanto di direzionare l'aria nelle varie direzioni



- Diffusore a soffitto a flusso elicoidale con alette direzionali mobili interne

ma soprattutto di creare quell'effetto "induttivo" tale per cui l'aria in immissione "richiama" aria ambiente creando un effetto di miscelazione e consentendo pertanto una rapida omogeneizzazione delle temperature che fa si che anche con DT elevati (9÷10°C) non si generino discomfort nella zona occupata sia in termini di differenziali di temperature (tra aria immessa e quella ambiente) sia in termini di velocità residue come dimostra la figura seguente:



Pertanto, una volta nota la portata da immettere in un determinato ambiente (calcolata sulla base di quanto indicato nei prospetti allegati nelle sezioni precedenti) si procede nel determinare la taglia ed il modello del diffusore (sulla scorta di cataloghi tecnici forniti dalle più note case produttrici) in base a criteri estetici (ovvero dimensione del quadrotto di controsoffitto), economici (numero di diffusori), e di rumorosità generata. Una volta noti tutti questi parametri si definisce il "passo" ovvero la distanza minima alla quale possono essere posizionati due diffusori in modo da non creare interferenze tra due flussi in immissione (diffusori di mandata troppo vicini) o da non creare cortocircuitazioni tra diffusori di mandata e ripresa troppo vicini. In generale si tende a non collocare diffusori a distanze inferiori ai 2.5÷3 m l'uno dall'altro.

4.5. Diffusori a coni fissi

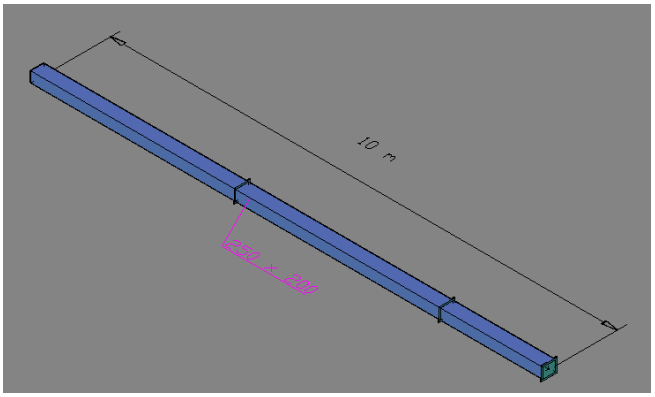
Questa tipologia di diffusore viene in realtà impiegata nella grande maggioranza dei casi per la sola ripresa dell'aria viziata dagli ambienti. L'economicità e la semplicità realizzativa (a fronte ovviamente di una minore performance se utilizzati per l'immissione di aria) è la loro caratteristica peculiare.

4.6. Bocchette di mandata/ripresa dell'aria

Anche per le bocchette, la scelta ed il dimensionamento partono dalla individuazione della portata d'aria da inviare nel singolo ambiente. Una volta noto questo parametro, si procede, noti fattori quali la velocità del lancio desiderata (valore che cambia in relazione anche al tipo di ambiente in cui si va ad immettere aria), il rapporto di induzione, la tipologia di installazione (a parete o a soffitto) alla determinazione della sezione utile in funzione del desiderato valore di perdita di carico e/o di rumorosità (attraverso l'impiego di abachi specializzati e forniti dai produttori di bocchette).

4.7. Esempio di dimensionamento di un tronco di canalizzazione

A titolo di esempio, e per completezza espositiva, si vuole qui riportare un esempio di dimensionamento di un tronco di canalizzazione.
Per fare questo si è ricorsi ad un programma di calcolo per il dimensionamento di reti aerauliche a perdita di carico costante (pari a 0.6 Pa/m).
Si supponga di voler dimensionare una canalizzazione rettangolare in grado di convogliare una portata d'aria pari a 550 mc/h, con una perdita di carico lineare pari a 0.6 Pa/m.
Le dimensioni adeguate del condotto fornite dal programma di calcolo, corrispondono ad una canalizzazione rettangolare avente base pari a 250 mm ed altezza pari a 200 mm, come riportato di seguito.



La tabella fornita dal programma di calcolo fornisce i seguenti dati:

ELEMENTO	Portata	Diam.	Base	Altezza	Lungh.	$\Delta p_f/L$	Fonte	Ashrae	Ashrae	Coeff.	Veloc.	P.Dinam	Perdita
	Q	DN/D_e	A	B	L		Tab	X	Y	C_e	V	P_d	Δp_f o Δp_c
N. pz.	[m³/h]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[Pa/m]	n.	-	-	-	[m/s]	[Pa]	[Pa]
1	550	244	250	200	10	0,6					3,01	5,79	5,96

Con questo criterio si è proceduto al dimensionamento di tutta la rete di canalizzazioni d'aria, cercando di rispettare, dove possibile, anche i limiti di velocità riportati in precedenza.

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI TERMO FLUIDICHE

5.1. Generalità

Con il termine, reti dei fluidi termovettori, si intendono le reti (costituite da tubazioni) per il trasporto dell'acqua calda (per climatizzazione) ed acqua refrigerata.

Le reti termofluidiche sono state dimensionate mantenendo costante un prefissato valore massimo di perdita di carico specifica e pari a 30 mm di colonna d'acqua per metro di tubazione. In sostanza, nota la portata da convogliare, si sceglie il diametro della tubazione che garantisce di rimanere al di sotto di quel prefissato valore di perdita di carico unitaria attraverso l'ausilio di semplici abachi di dimensionamento rapido.

Una volta determinato il diametro di una condotta si può calcolare la perdita di carico totale effettiva, applicando la formula di *Darcy-Weisbach* ovvero:

Formula di Darcy-Weisbach

$$J = \frac{\lambda v^2}{2g\ D}$$

Questa formula richiede l'utilizzo del coefficiente di scabrezza (detto anche coefficiente di frizione) che va calcolato secondo l'equazione di Prandtl-Colebrook:

Formula di Prandtl-Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_e\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71}\right)$$

avendo indicato con D il diametro della condotta, v la velocità media del fluido, g l'accelerazione di gravità e con λ un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds (Re=rvD/m) con r = densità e m = viscosità dinamica del fluido. Il procedimento per la risoluzione di questa formula si configura come iterativo. Attraverso l'impiego di un programma informatico si giunge ad ottenere comunque la sua soluzione potendo pertanto stimare la perdita di carico specifica reale in mm c.a. al metro di tubazione stante la portata convogliata. Per quanto attiene poi alla determinazione delle varie accidentalità (valvole di intercettazione, di non ritorno, riduzioni di diametro ed altri elementi di linea) si adotta il sistema delle lunghezze equivalenti applicando poi il medesimo criterio sopra riportato moltiplicando la lunghezza equivalente associata a ciascuna accidentalità per la perdita di carico specifica calcolata con la formula di Darcy-Weisbach.
Il valore di perdita di carico complessivo così ottenuto, servirà poi a caratterizzare le varie pompe/circolatori che hanno il compito di far circolare l'acqua all'interno delle reti termofluidiche.

5.2. Esempio di dimensionamento di un circuito

Per quanto attiene quindi al dimensionamento della prevalenza associata a ciascuna unità di circolazione (acronimi pompe da P01 a P22 per quanto riguarda le reti termofluidiche) si propone di seguito a titolo esemplificativo la seguente serie di tabelle che implementano il procedimento di calcolo sopra descritto per il circuito alimentazione acqua calda ed acqua refrigerata ventilconvettori a servizio del piano Terra – Primo e Mezzanino – serviti rispettivamente dalla pompa P03 (caldo) e P15 (freddo) :

VADO LIGURE - EDIFICIO AMMINISTRATIVO

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO

Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito

Circuito Ventilconvettori - Pompa P03 - Funzionamento in Caldo

TEMPERATURA ACQUA (10 o 80)	°C =	50	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	85,26
PESO SPECIFICO ACQUA	γ =	992,2	tipo terminale:	Ventilconvettore Cassette - GR 01								perdita di carico	kPa	15,0
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	ε =	0,007	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
VISCOSITA' CINEMATICA	ν =	0,55	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	

TRATTO	Φ	Q	Φ_i	V	Re	f	L	R	Pd	ζ	LxR	Z	ΔP	ΔPprogr.
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A - B	Ø 2"1/2	18.000	68,90	1,34	171336	0,016812	15,00	219,7	910,38	37	3,295	33,68	36,98	36,98
B - C	Ø 2"1/2	18.000	68,90	1,34	171336	0,016812	17,00	219,7	910,38	14,8	3,73	13,47	17,21	54,19
C- D	Ø 2"	5.000	53,10	0,63	61755	0,020400	150,00	75,7	199,12	18	11,35	3,58	14,93	69,12
D - E	Ø 1/2"	170	16,10	0,23	6925	0,034996	13,00	58,6	27,24	13,7	0,76	0,37	1,13	70,26

Tabella 2 - Perdite di carico localizzate nei raccordi e pezzi speciali

Circuito Ventilconvettori - Pompa P03

VALORI ζ ⟶			CURVE			Te DERIVAZIONE			Te PASSAGGIO DIRETTO			Te CORR. OPP.		Te a "Y"	CAMBI SEZIONE		TOTALE
			4	3	7	3,7	3,6	8,3	0,5	0,8	2	2,2	3,2	7,3	1	0,5	
TRATTO	Q	Φ	90°	90°	90°	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ						ζ
	kg/h	mm	D>50x4,5	18x2<D<63x6	D<20x2,5	D>50x4,5	8x2<D<63x	D<20x2,5	D>50x4,5	18x2<D<63x6	D<20x2,5	D>50x4,5	8x2<D<63x	D<20x2,5			
A - B	18000	68,9		6													18
B - C	18000	68,9		2			2										13,2
C- D	6000	53,1		6													18
D - E	170	16,1					2									2	8,2

Tabella 3 - Perdite di carico localizzate nel valvolame

Circuito Ventilconvettori - Pompa P03

VALORI ζ			GIUNTO			VALVOLE A SFERA			VALVOLE A FARFALLA			SARACINESCHE			VALV.SQUADRA		VALV.REGOLAZ		FILTRI	RITEGNO A MOLLA			TOTALE
			1,2	1,2	1,5	1,5	1,3	1	3,5	2	1,5	1,2	1	0,8	4	3	2,5	5	10	3	5	7	
TRATTO	Q	>	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	ζ
	kg/h	mm	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 25	> 25	< 25	> 25	TUTTI	< 20	20 - 25	> 25	
A - B	18000	68,9			2									5				1				1	19
B - C	18000	68,9												2									1,6
C- D	6000	53,1																					
D - E	170	16,1				2											1						5,5

Come si evince dalle tabelle di calcolo allegate la prevalenza associata alla pompa P03 così calcolata non deve risultare inferiore a circa 8.5 m c.a. Nell'individuare le specifiche tecniche delle pompe si è previsto comunque un aumento di circa il 5% nella prevalenza della pompa per supplire ad eventuali imprevisti di installazione (curve e/o elementi di linea aggiuntivi).

VADO LIGURE - EDIFICIO AMMINISTRATIVO

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO

Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito

Circuito Ventilconvettori - Pompa P015 - Funzionamento in Freddo

TEMPERATURA ACQUA (10 o 80)	°C =	10	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	83,74
PESO SPECIFICO ACQUA	γ =	999,6	tipo terminale:	Ventilconvettore Cassette - GR 01								perdita di carico	kPa	30,0
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	ε =	0,007	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
VISCOSITA' CINEMATICA	ν =	1,306	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	

TRATTO	Φ	Q	Φ_i	V	Re	f	L	R	Pd	ζ	LxR	Z	ΔP	ΔPprogr.
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A - B	Ø 3"	18.000	80,90	0,97	61453	0,020222	75,00	119,3	482,54	42	8,947	20,27	29,21	29,21
B - C	Ø 3"	18.000	80,90	0,97	61453	0,020222	17,00	119,3	482,54	14,8	2,03	7,14	9,17	38,38
C- D	Ø 2"1/2	7.500	68,90	0,56	30065	0,023674	150,00	54,1	159,23	18	8,12	2,87	10,98	49,37
D - E	Ø 1/2"	326	16,10	0,45	5593	0,037169	13,00	230,4	100,91	13,7	3,00	1,38	4,38	53,74

Tabella 2 - Perdite di carico localizzate nei raccordi e pezzi speciali

Circuito Ventilconvettori - Pompa P015 - Funzionamento in Freddo

VALORI ζ →			CURVE			Te DERIVAZIONE			Te PASSAGGIO DIRETTO			Te CORR. OPP.		Te a "Y"	CAMBI SEZIONE		TOTALE
			4	3	7	3,7	3,6	8,3	0,5	0,8	2	2,2	3,2	7,3	1	0,5	
TRATTO	Q	Φ	90°	90°	90°	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ	SEPARAZ						ζ
	kg/h	mm	D>50x4,5	18x2<D<63x6	D<20x2,5	D>50x4,5	8x2<D<63x	D<20x2,5	D>50x4,5	18x2<D<63x6	D<20x2,5	D>50x4,5	8x2<D<63x	D<20x2,5			
A - B	18000	68,9		6													18
B - C	18000	68,9		2			2										13,2
C- D	7500	53,1		6													18
D - E	326	16,1					2									2	8,2

Tabella 3 - Perdite di carico localizzate nel valvolame

Circuito Ventilconvettori - Pompa P015 - Funzionamento in Freddo

VALORI ζ			GIUNTO			VALVOLE A SFERA			VALVOLE A FARFALLA			SARACINESCHE			VALV.SQUADRA		VALV.REGOLAZ		FILTRI	RITEGNO A MOLLA			TOTALE
			1,2	1,2	1,5	1,5	1,3	1	3,5	2	1,5	1,2	1	0,8	4	3	2,5	5	10	3	5	7	
TRATTO	Q	>	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	ζ
	kg/h	mm	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 25	> 25	< 25	> 25	TUTTI	< 20	20 - 25	> 25	
A - B	18000	68,9			2									5					1			1	24
B - C	18000	68,9												2									1,6
C- D	7500	53,1																					
D - E	326	16,1				2											1						5,5

Anche in questo caso come si evince dalle tabelle di calcolo allegate la prevalenza associata alla pompa P15 così calcolata non deve risultare inferiore a circa 8.3 m c.a. Nell'individuare le specifiche tecniche delle pompe si è previsto comunque un aumento di circa il 5% nella prevalenza della pompa per supplire ad eventuali imprevisti di installazione (curve e/o elementi di linea aggiuntivi).

6. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO SANITARIO

6.1. Valutazioni circa il fabbisogno idrico dell'edificio amministrativo

La tabella sotto riportata implementa quanto contenuto nella norma UNI 9182 relativamente al calcolo della massima portata contemporanea stante le utenze previste a progetto.
La portata massima contemporanea così calcolata (G progetto) viene poi ridotta tramite un coefficiente K = 0.5 valutato congruo dal progettista nel rispetto della effettiva contemporaneità stimata e dopo attento confronto con edifici realizzati della stessa tipologia.

FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' EDIFICIO								
SERVIZI		AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.
LAVABO		1,5	1,5	2	54	81	81	108
DOCCIA		3	3	4	26	78	78	104
VASO CON CASSETTA		5		5	61	305	0	305
ORINATOIO		0,75	0,75	6	24	18	18	144
	UCTotali					482	177	661
	Gtot (l/s)							
Gprogetto UNI 9182	Gprogetto (l/s)					8,796	4,577	10,612
	Gprogetto(l/h)					31.664	16.479	38.201
Coefficiente di correzione k= 0,5 per ridotta contemporaneità	Gprogetto corretta (l/s)					4,40	2,29	5,31
	Gprogetto corretta (l/h)					15.832	8.239	19.101

Come si evince dalla tabella ci si attende un valore massimo di consumo idrico totale pari a circa 19 mc/h, mentre per quanto concerne il consumo idrico destinato alla produzione di a.c.s. si attende un valore massimo di circa 8.2 mc/h (dato che sarà poi utilizzato per il dimensionamento dell'addolcitore).

6.2. Calcolo della perdita di carico per l'utenza più sfavorita

Il primo tratto A-B è costituito dalla tubazione di adduzione interrata DN 125 che dal contatore giunge sino in prossimità della diramazione a tee DN 80 che alimenta l'edificio. Il secondo tratto B-C è costituito dalla tubazione interrata DN 80 che collega la dorsale DN125 esterna al piede della colonna montante che dal piano terra giunge sino al piano terzo dell'edificio. Infine il tratto C-D è quello che dal montante al piano terzo giunge sino al collegamento del filtro meccanico situato in centrale termica (vedere elaborati grafici allegati al progetto).

Tipo di accessorio	**DN**										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
	Lunghezza tubazione equivalente, m										
Curva a 45°	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**2,1**	**2,7**	**3,3**
Curva a 90°	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**1,8**	**2,1**	**3**	**3,6**	**4,2**	**5,4**	**6,6**
Curva a 90° a largo raggio	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**1,8**	**2,4**	**2,7**	**3,9**	**4,8**
Pezzo a T o racc. a croce	**1,5**	**1,8**	**2,4**	**3**	**3,6**	**4,5**	**6**	**7,5**	**9**	**10,5**	**15**
Saracinesca	-	-	-	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**
Valvola di non ritorno	**1,5**	**2,1**	**2,7**	**3,3**	**4,2**	**4,8**	**6,6**	**8,3**	**10,4**	**13,5**	**16,5**
Nota:	Il prospetto è valido per coefficiente di Hazen Williams C = 120 (accessori di acciaio); per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1,32; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1,51.										

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (ml)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (ml)	Lungh. Tot. (ml)
A--B	102,2	102		2		1	2		15,9	117,9
B--C	61,4	20		1			1		2,4	22,4
C--D	68,8	70		9			1		16,5	86,5

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO						
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)
A--B	102,2	117,9	318	120	6,008061629	0,71
B--C	61,4	22,4	318	120	71,84230767	1,61
C--D	68,8	86,5	318	120	41,27665992	30,07
						32,39

Come si evince dalla tabella, le perdite di carico stimate (somma delle perdite di carico distribuite e concentrate e del dislivello geodetico) ammontano a circa 3.2 Bar. Se si pensa che le perdite concentrate relative al filtro meccanico sono contenute e pari a circa 0.2 Bar (per la portata nominale di circa 20 mc/h) otteniamo che a valle del filtro meccanico insiste una prevalenza residua pari a: Pres = 6.5 – 3.2 – 0.2 = 3.1 Bar, sufficiente per garantire l'alimentazione idrica calda e fredda di ogni utilizzatore.

6.3. Tabelle di calcolo impianto produzione a.c.s. e solare termico

Tabella dimensionamento accumuli a.c.s. e solare termico									
Si stimano 150 persone per ogni turno di 6 ore di cui :									
30	Colletti Bianchi								
120	Colletti Blu								
30	lt/doccia persona								
70%	Percentuale di colletti blu che si fanno la doccia al termine di ogni turno								
	Pertanto:	2.520	lt	di a.c.s. per ogni turno di 6 ore.					
	In totale otteniamo:	10.080	lt	di a.c.s. per ogni giornata lavorativa (4 turni di 6 ore)					
	e quindi:	385.056	MJ	energia necessaria in un anno owero pari a:				106.960	kWh
Se ipotizziamo di installare n.			22	Pannelli solari piani selettivi					
di cui ciascun pannello:			2,53	mq	Superficie Lorda				
			2,3	mq	Superficie Netta				
Si ottiene una superficie totale:			55,66	mq	Superficie Lorda				
			50,6	mq	Superficie Netta				
Con una inclinazione zenitale di:			35	°					
Con un orientamento azimutale:			S-SO						
Otteniamo una apporto annuo di:			53.635	kWh	pari al:	50%	del fabbisogno annuo.		

6.4. Tabelle di calcolo verifica capacità ciclica addolcitore

Sulla scorta del calcolo effettuato nella sezione precedente e che prevede in sostanza un consumo idrico di a.c.s. di circa 10 mc al giorno con un picco di portata massima pari a circa 8.2 mc/h si può procedere a dimensionare l'impianto di addolcimento.

Come è noto la capacità ciclica indica la quantità di acqua addolcita che l'apparecchio è in grado di erogare tra due successive rigenerazioni ed è identificabile con la nota formula: Cc(m^3 x °Fr) = m^3 x °Fr ove con "m^3" si intende appunto l'acqua erogata tra due successive rigenerazioni e con "° Fr" la durezza dell'acqua.

TABELLA DIMENSIONAMENTO ADDOLCITORE		
Portata massima di punta a.c.s.:	**8.239**	lt/h
Durezza dell'acqua :	**30**	°Fr
Consumo giornaliero a.c.s. (stimato)	**10**	mc
Tempo desiderato tra due rigenerazioni:	**2,5**	gg
Capacità ciclica desiderata:	**750**	**mcx°Fr**
Portata massima di punta desiderata:	**8.500**	**lt/h**

Ipotizzando un tempo desiderato di 2.5 giorni tra due successive rigenerazioni (il massimo è di 4 giorni per norma) si ottiene dalla tabella sopra riportata che l'addolcitore dovrà avere una capacità ciclica non inferiore a 750 m^3x°Fr ed una portata di punta non inferiore ai 8.500 lt/h (valore questo che si ritiene atteso solo per pochi momenti durante la giornata).

7. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE

Vengono qui riproposte le tabelle di calcolo sviluppate secondo la norma UNI 12056 relative al dimensionamento della colonna di scarico C1 (caso più gravoso per l'edificio amministrativo).

UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - PIANO QUARTO - COLONNA C1				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	6	3
DOCCIA		0,6	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	5	12,5
ORINATOIO		0,2	0	0
				15,5
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			2,0

UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - PIANO TERZO - COLONNA C1				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	6	3
DOCCIA		0,6	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	8	20
ORINATOIO		0,2	6	1,2
				24,2
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			2,5

UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - PIANO SECONDO - COLONNA C1				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	6	3
DOCCIA		0,6	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	8	20
ORINATOIO		0,2	6	1,2
				24,2
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			2,5

UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - PIANO PRIMO - COLONNA C1				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	6	3
DOCCIA		0,6	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	8	20
ORINATOIO		0,2	6	1,2
				24,2
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			2,5

UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - TOTALE USC COLONNA C1				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	24	12
DOCCIA		0,6	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	29	72,5
ORINATOIO		0,2	18	3,6
				88,1
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			4,7

Per quanto riguarda invece il calcolo della portata massima attesa di scarico acque nere relativamente a tutto l'edificio e quindi convogliata attraverso il collettore ø 160 alla stazione di sollevamento ubicata nell'autorimessa è possibile riferirsi alla tabella sotto riportata:

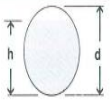
UNITA' DI SCARICO PER SISTEMI CON VENTILAZIONE PRIMARIA - TOTALE CONTEMPORANEITA' EDIFICIO				
SERVIZI		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	54	27
DOCCIA		0,6	26	15,6
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	61	152,5
ORINATOIO		0,2	24	4,8
				199,9
Qww = K x RADQ(USCtot)	Con K = 0,5 (Uffici - UNI 12056)			7,1

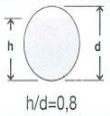
Come di evince dalla tabella, la portata totale di scarico di progetto risulta pari a circa 7.1 l/s; il collettore esterno risulta avere un diametro esterno pari a ø 160 mm (e quindi ø interno pari a 147 mm) con una pendenza longitudinale di progetto non inferiore allo 1.0% e con un grado di riempimento y/d=0.8, in grado quindi di convogliare una portata di scarico massima pari a circa 15 lt/sec e dunque più che sufficiente allo scopo.

 h/d=0,8	pendenze in %							
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%
ø mm	portata Q in l/sec							
69/75	1,3	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2
83/90	2,0	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9	5,6	6,3
101/110	3,6	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9	10,2	11,5
115/125	5,2	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9	14,9	16,7
147/160	10,0	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0	30,0	33,0
187/200	19,0	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0	54,3	60,8
234/250	34,5	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2	98,4	110,1
295/315	62,8	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4	181,8	203,3

8. IMPIANTO SCARICO ACQUE METEORICHE

Per quanto concerne il dimensionamento dei pluviali e dei collettori esterni in relazione alla portata scaricata ed alla pendenza e grado di riempimento si sono utilizzate le tabelle di dimensionamento sotto riportate:

 h/d=0,8	pendenze in %							
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%
ø mm	portata Q in l/sec							
69/75	1,3	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2
83/90	2,0	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9	5,6	6,3
101/110	3,6	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9	10,2	11,5
115/125	5,2	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9	14,9	16,7
147/160	10,0	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0	30,0	33,0
187/200	19,0	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0	54,3	60,8
234/250	34,5	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2	98,4	110,1
295/315	62,8	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4	181,8	203,3

 h/d=0,8	pendenze in %							
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%
ø mm	portata Q in l/sec							
69/75	1,3	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2
83/90	2,0	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9	5,6	6,3
101/110	3,6	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9	10,2	11,5
115/125	5,2	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9	14,9	16,7
147/160	10,0	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0	30,0	33,0
187/200	19,0	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0	54,3	60,8
234/250	34,5	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2	98,4	110,1
295/315	62,8	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4	181,8	203,3

Come si evince dagli elaborati di progetto il numero dei pluviali verticali previsti è tale da che la superficie afferente a ciascuno di essi sia sempre molto inferiore al valore di 152 mq valutata per condotti di diametro ø 90 mm

9. TABELLE DI CALCOLO ADDUZIONE GAS METANO C.T.

CALCOLO PERDITA DI CARICO PER GROSSE TUBAZIONI METANO

FORMULA RIDOTTA DARCY

$$\Delta P = \frac{1{,}2 \times Q^2 \times L}{D^5}$$

DOVE:

ΔP = perdita di carico. mm H_2O

L = Lunghezza tubazione. m

Q = Portata metano. m^3/h

D = Diametro tubazione. mm

VALORI di D^5

Diametro reale mm	Diametro nominale	Valori di D^5
	1"	169
	1" ¼	656
	1" ½	1.386
53	2"	4.181
68,8	2" ½	15.414
80,8	3"	34.439
107,9	100	146.253
132,5	125	408.394
160,3	150	1.058.443
209,1	200	3.997.331
261,8	250	12.298.388

VERIFICA CADUTA DI PRESSIONE GAS METANO - FORMULA DI DARCY							
TRATTO A--B							
DP	4,016342	mm C.A.	(si ricava)		DP	0,388804	mbar
Vs	3,767774	m/s	(si ricava)		Inferiore a 5 m/s		
Q	135	Nmc/h	nota			0,04	Nmc/sec
L	75	m	nota		S	0,009953	mq
D^5	408394	mm	noto		DN 125	112,60	mm
TRATTO B--C							
DP	1,692483	mm C.A.	(si ricava)		DP	0,163842	mbar
Vs	3,349132	m/s	(si ricava)		Inferiore a 5 m/s		
Q	120	Nmc/h	nota			0,03	Nmc/sec
L	40	m	nota		S	0,009953	mq
D^5	408394	mm	noto		DN 125	112,60	mm
TRATTO C--D (doppio condotto)							
DP	7,847411	mm C.A.	(si ricava)		DP	0,759672	mbar
Vs	4,485411	m/s	(si ricava)		Inferiore a 5 m/s		
Q	60	Nmc/h	nota			0,02	Nmc/sec
L	28	m	nota		S	0,003716	mq
D^5	15414	mm	noto		ø2"1/2	68,80	mm
TRATTO D--E							
DP	2,363028	mm C.A.	(si ricava)		DP	0,228754	mbar
Vs	3,647256	m/s	(si ricava)		Inferiore a 5 m/s		
Q	120	Nmc/h	nota			0,03	Nmc/sec
L	20	m	nota		S	0,009139	mq
D^5	146253	mm	noto		ø 4"	107,90	mm
TOTALE PERDITA DI CARICO TRATTO A--D:				**1,54 mbar**			

10. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO UFFICI

PROSPETTO C.1 - NORMA UNI 10779 - 2002											
Tipo di accessorio	**DN**										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
	Lunghezza tubazione equivalente, m										
Curva a 45°	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**2,1**	**2,7**	**3,3**
Curva a 90°	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**1,8**	**2,1**	**3**	**3,6**	**4,2**	**5,4**	**6,6**
Curva a 90° a largo raggio	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	**1,8**	**2,4**	**2,7**	**3,9**	**4,8**
Pezzo a T o racc. a croce	**1,5**	**1,8**	**2,4**	**3**	**3,6**	**4,5**	**6**	**7,5**	**9**	**10,5**	**15**
Saracinesca	-	-	-	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**1,2**	**1,5**
Valvola di non ritorno	**1,5**	**2,1**	**2,7**	**3,3**	**4,2**	**4,8**	**6,6**	**8,3**	**10,4**	**13,5**	**16,5**
Nota:	Il prospetto è valido per coefficiente di Hazen Williams C = 120 (accessori di acciaio); per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1,32; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1,51.										

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (ml)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (ml)	Lungh. Tot. (ml)
A--B	102,2	35		0		4	3		25,8	60,8
B--C	73,6	2		0		1			3,6	5,6
C--D	80	42,5		0		1	1		4,8	47,3
D--E	42	35		2		1	1		5,1	40,1

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO - LINEA M3-M4							
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-	p (mm/m) (Hazen-William)	Pres o DH g (m c.a.)	DH (m)
A--B	102,2	60,8	480	120	12,86887244	--	0,78
B--C	73,6	5,6	480	120	63,66069898	--	0,36
C--D	80	47,3	480	120	42,41486821	26	28,01
D--E	42	40,1	120	120	75,25430174	20	23,02
PRESSIONE TOTALE DA GARANTIRE (m c.a.)							52,16

11. TABELLE DI CALCOLO CENTRALI TRATTAMENTO ARIA

UTA N. 1 - Servizio: Piano Terra, Mezzanino, Primo									
Portata:	20.000	mc/h							
Prevalenza utile mandata:	450	Pa							
Prevalenza utile ripresa:	400	Pa							
Condizioni termoigrometriche esterne: Inverno:	-1 C° / 80 % U.R.								
Estate:	+32 C° / 60 % U.R.								
Condizioni termoigrometriche interne: Inverno:	20 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.							
Estate:	26 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.							
Volume specifico medio Aria:	0,8	mc/kg							
Recuperatore di calore - Regime Invernale					**Recuperatore di calore - Regime Estivo**				
t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)	t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)
-1	20	60	11,6	88	32	26	60	28,4	25
Batteria preriscaldamento (Considerando il recupero)					**Batteria preriscaldamento (Non considerando il recupero)**				
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
11,6	32,5	146	15,0	8	-1	32,5	234	15,0	13
Batteria raffreddamento (Considerando il recupero)					**Batteria raffreddamento (Non considerando il recupero)**				
hi °C	hu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	hi °C	hu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
75	43	232	5,0	40	78	43	243	5,0	42
Sezione di Umidificazione									
ti g/kg	tu g/kg	D(tu-ti) g/kg	Qtot lt/h						
2	7,2	5,2	130						
Batteria Post Riscaldamento									
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h					
15	26	77	15,0	4					

UTA N. 2 - Servizio: Piano Secondo, Terzo, Quarto									
Portata:	30.000	mc/h							
Prevalenza utile mandata:	400	Pa							
Prevalenza utile ripresa:	400	Pa							
Condizioni termoigrometriche esterne:	Inverno:	-1 C° / 80 % U.R.							
	Estate:	+32 C° / 60 % U.R.							
Condizioni termoigrometriche interne:	Inverno:	20 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.						
	Estate:	26 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.						
Volume specifico medio Aria:		0,8	mc/kg						

Recuperatore di calore - Regime Invernale					Recuperatore di calore - Regime Estivo				
t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)	t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)
-1	20	60	11,6	132	32	26	60	28,4	38

Batteria preriscaldamento (Considerando il recupero)					Batteria preriscaldamento (Non considerando il recupero)				
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
11,6	32,5	219	15,0	13	-1	32,5	351	15,0	20

Batteria raffreddamento (Considerando il recupero)					Batteria raffreddamento (Non considerando il recupero)				
hi °C	hu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	hi °C	hu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
75	43	348	5,0	60	78	43	365	5,0	63

Sezione di Umidificazione			
ti g/kg	tu g/kg	D(tu-ti) g/kg	Qtot lt/h
2	7,2	5,2	195

Batteria Post Riscaldamento				
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
15	26	115	15,0	7

UTA N. 3 - Servizio: Piano Primo - Cucina									
Portata:	5.500	mc/h							
Prevalenza utile mandata:	160	Pa							
Condizioni termoigrometriche esterne: Inverno:	-1 C° / 80 % U.R.								
Estate:	+32 C° / 60 % U.R.								
Condizioni termoigrometriche interne: Inverno:	20 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.							
Estate:	26 °C ± 1 °C	50% ± 5% U.R.							
Volume specifico medio Aria:	0,8	mc/kg							
Temperatura di immissione aria in abiente:	35°C								

Recuperatore di calore - Regime Invernale					Recuperatore di calore - Regime Estivo				
t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)	t-ingresso °C	t-exp °C	eff (%)	tu °C	Pot. Rec. (kW)
-1	20	50	9,5	20	32	26	50	29,0	6

Batteria preriscaldamento (Considerando il recupero)					Batteria preriscaldamento (Non considerando il recupero)				
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
9,5	32,5	44	15,0	3	-1	35	69	15,0	4

Batteria raffreddamento (Considerando il recupero)					Batteria raffreddamento (Non considerando il recupero)				
ti °C	tu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h	hi °C	hu °C	P kW	DT Circ. °C	Q Circ. mc/h
29,0	15	64	5,0	11	78	43	67	5,0	11

UTA 1 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di mandata				
Ventilatore di mandata - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	160	0,6	96
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	96	0,6	58
Perdite di carico per Griglia P.A.E.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	1	60	60
Perdite di carico per RPM	(Pa)	1	50	50
Perdite di carico per STR	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per Bocchetta /Diffusore	(Pa)	1	30	30
Prevalenza statica Utile	(Pa)			404
Maggiorazione Sicurezza	%	5		424
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**424**

UTA 1 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di Ripresa				
Ventilatore di Ripresa - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	164	0,6	98
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	98,4	0,6	59
Perdite di carico per Griglia EXP.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	1	60	60
Perdite di carico per RPM	(Pa)	1	50	50
Perdite di carico per STR	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	41	41
Perdite di carico per Bocchetta /Diffusore	(Pa)	1	30	30
Prevalenza statica Utile	(Pa)			408
Maggiorazione Sicurezza	%	5		429
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**429**

UTA 2 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di mandata				
Ventilatore di mandata - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)	PERDITA CARICO TOTALE (Pa)
Perdite lineari nei canali	m	115	0,6	69
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	69	0,6	41
Perdite di carico per Griglia P.A.E.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	1	60	60
Perdite di carico per RPM	(Pa)	1	50	50
Perdite di carico per STR	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per Bocchetta /Diffusore	(Pa)	1	30	30
Prevalenza statica Utile	(Pa)			360
Maggiorazione Sicurezza	%	5		378
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**378**

UTA 2 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di Ripresa				
Ventilatore di Ripresa - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	120	0,6	72
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	72	0,6	43
Perdite di carico per Griglia EXP.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	1	60	60
Perdite di carico per RPM	(Pa)	1	50	50
Perdite di carico per STR	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	41	41
Perdite di carico per Bocchetta /Diffusore	(Pa)	1	30	30
Prevalenza statica Utile	(Pa)			366
Maggiorazione Sicurezza	%	5		385
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**385**

UTA 3 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di mandata				
Ventilatore di mandata - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	30	0,6	18
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	18	0,6	11
Perdite di carico per Griglia P.A.E.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	0	60	0
Perdite di carico per RPM	(Pa)	0	50	0
Perdite di carico per STR	(Pa)	0	40	0
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per innesto cappa	(Pa)	1	50	50
Prevalenza statica Utile	(Pa)			149
Maggiorazione Sicurezza	%	5		156
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**156**

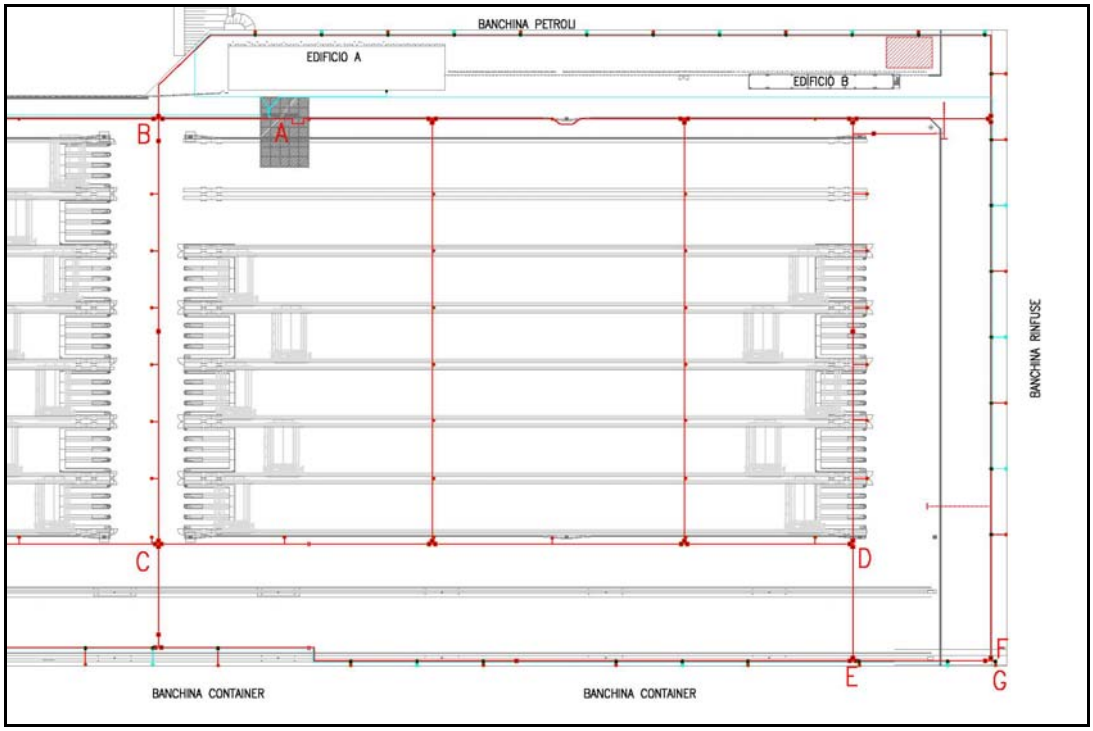
UTA 4 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di mandata				
Ventilatore di mandata - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	50	0,6	30
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	30	0,6	18
Perdite di carico per Griglia P.A.E.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	0	60	0
Perdite di carico per RPM	(Pa)	0	50	0
Perdite di carico per STR	(Pa)	0	40	0
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	40	40
Perdite di carico per innesto cappa	(Pa)	1	50	50
Prevalenza statica Utile	(Pa)			168
Maggiorazione Sicurezza	%	5		176
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**176**

UTA 5 - Tabella valutazione prevalenza statica ventilatore di Ripresa				
Ventilatore di Ripresa - Analisi delle perdite di carico				
COMPONENTE	**UNITA' DI MISURA**	**QUANTITA'**	**PERDITA CARICO UNITARIA (Pa)**	**PERDITA CARICO TOTALE (Pa)**
Perdite lineari nei canali	m	120	0,6	72
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	72	0,6	43
Perdite di carico per Griglia EXP.	(Pa)	1	30	30
Perdite di carico per Silenziatore	(Pa)	0	60	0
Perdite di carico per RPM	(Pa)	0	50	0
Perdite di carico per STR	(Pa)	0	40	0
Perdite di carico per STF	(Pa)	1	41	41
Perdite di carico per Bocchetta /Diffusore	(Pa)	1	30	30
Prevalenza statica Utile	(Pa)			216
Maggiorazione Sicurezza	%	5		227
Prevalenza statica Utile Totale della Rete			**Pa**	**227**

12. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO PIASTRA

12.1. Calcolo antincendio banchina container

Precisamente è stato effettuato il calcolo ipotizzando il percorso A-B-C-D-E-F-G indicato nella seguente figura:



Applicando i coefficienti per il calcolo delle lunghezze equivalenti dei pezzi speciali che si trovano su tale percorso ideale, secondo la seguente tabella (ricavata dalla norma UNI 10779):

PROSPETTO C.1 - NORMA UNI 10779 - 2007											
Tipo di accessorio	DN										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
	Lunghezza tubazione equivalente, m										
Curva a 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3
Curva a 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6
Curva a 90° a largo raggio	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8
Pezzo a T o racc. a croce	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15
Saracinesca	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5
Valvola di non ritorno	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5
Nota:	Il prospetto è valido per coefficiente di Hazen Williams C = 120 (accessori di acciaio); per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1,32; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1,51.										

è possibile calcolare la lunghezza totale equivalente del percorso A-B-C-D-E-F-G:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A–B	204,6	61		1		2	4	1	59,1	120,1
B–C	204,6	194				1	3		19,5	213,5
C–D	204,6	315				1	6		24	339
D–E	184	54				1	2		18	72
E–F	204,6	65		1			2		9,6	74,6
F–G	61,4	2,5		1			1		2,4	4,9

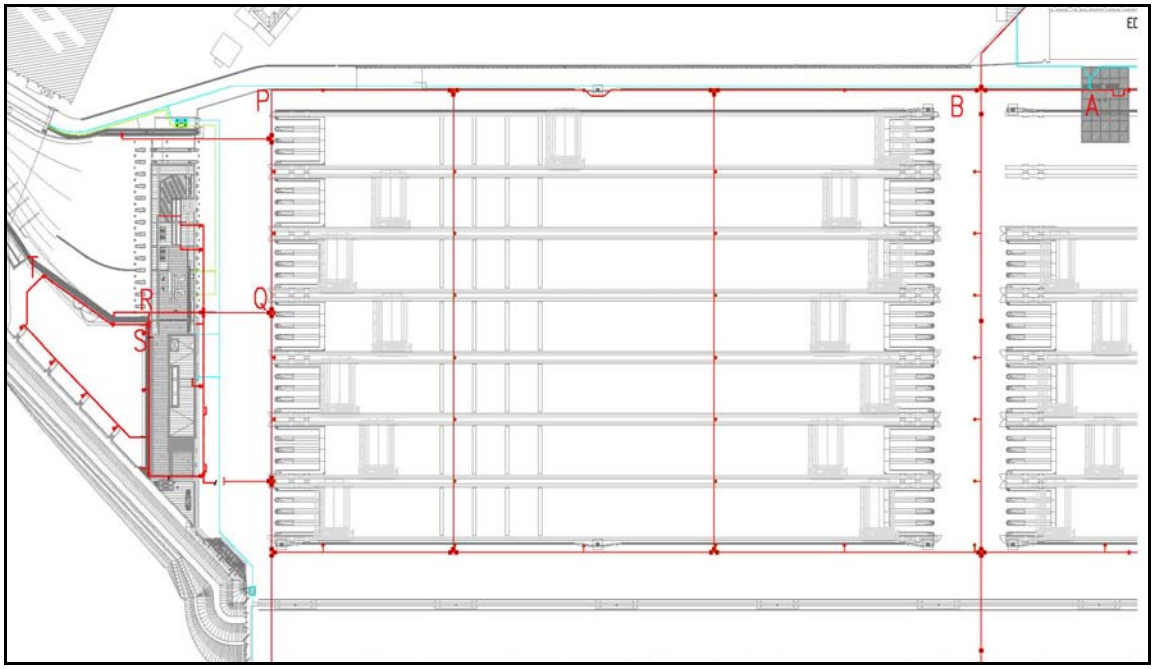
Nota la lunghezza totale si applica la formula di Hazen Williams, ottenendo il seguente risultato:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (m)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Dislivello Geodetico (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua necessaria (m)	**Prevalenza gruppo di spinta (m)**
A–B	204,6	120,1	3600	150	12,05	1,45	3	**4,45**		**4,45**
B–C	204,6	213,5	3600	150	12,05	2,57		**2,57**		**7,02**
C–D	204,6	339,0	3600	150	12,05	4,09		**4,09**		**11,11**
D–E	184	72,0	3600	150	20,21	1,45		**1,45**		**12,56**
E–F	204,6	74,6	3600	150	12,05	0,90		**0,90**		**13,46**
F–G	61,4	4,9	3600	150	4234,15	20,75	1	**21,75**	41	**76,21**

Da cui si evince che la perdita di carico è pari a circa 76,21 metri di colonna d'acqua.

12.2. Calcolo antincendio autorimessa

Un calcolo analogo è stato effettuato all'altra estremità della rete ovvero in corrispondenza dell'idrante UNI45 più sfavorito dell'autorimessa i calcoli sono di seguito riportati.
Il "percorso" A-B-P-Q- R-S-T-V ipotizzato è riportato nella figura seguente:



Il calcolo delle lunghezze equivalenti è il seguente:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A–B	204,6	61		1		2	4	1	59,1	120,1
B–P	204,6	327		1			5		14,1	341,1
P–Q	204,6	94				1	3		19,5	113,5
Q–R	102,2	57				1	2		8,7	65,7
R–S	102,2	5				1	1		8,1	13,1
S–T	90	55	1			1	1		7,8	62,8
T–V	40,8	2		3			1		4,8	6,8

E di conseguenza applicando la formula di Hazen Williams:

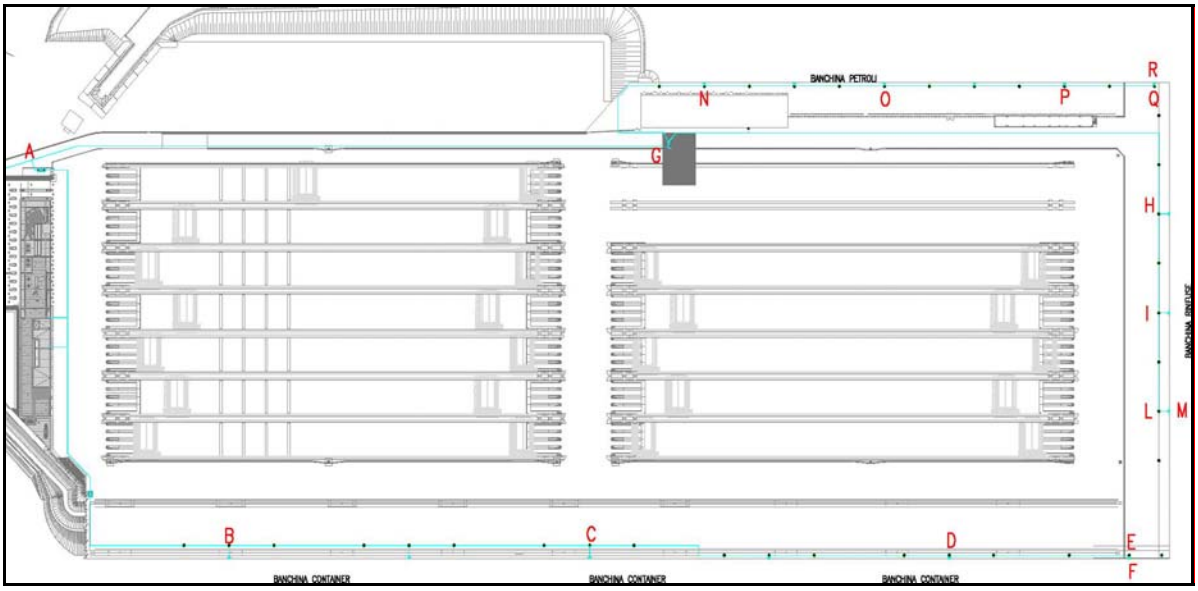
CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Dislivello Geodetico (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua necessaria (m)	**Prevalenza gruppo di spinta (m)**
A–B	204,6	120,1	480	150	0,29	0,03	3	**3,03**		**3,03**
B–P	204,6	341,1	480	150	0,29	0,10		**0,10**		**3,13**
P–Q	204,6	113,5	480	150	0,29	0,03		**0,03**		**3,17**
Q–R	102,2	65,7	480	150	8,52	0,56		**0,56**		**3,73**
R–S	102,2	13,1	480	150	8,52	0,11		**0,11**		**3,84**
S–T	90	62,8	480	150	15,82	0,99		**0,99**		**4,83**
T–V	40,8	6,8	480	150	745,36	5,07	1	**6,07**	41	**51,90**

Da cui si evince che la perdita di carico è pari a circa 51,90 metri di colonna d'acqua.

13. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO BANCHINE

13.1. Calcolo approvvigionamento idrico banchina container

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-B-C-D-E-F, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A–B	102,2	356	3	2			4	1	22,4	378,4
B–C	102,2	240							0	240
C–D	102,2	246		2					7,2	253,2
D–E	102,2	120		1					3,6	123,6
E–F	61,4	2		2			1		4,5	6,5

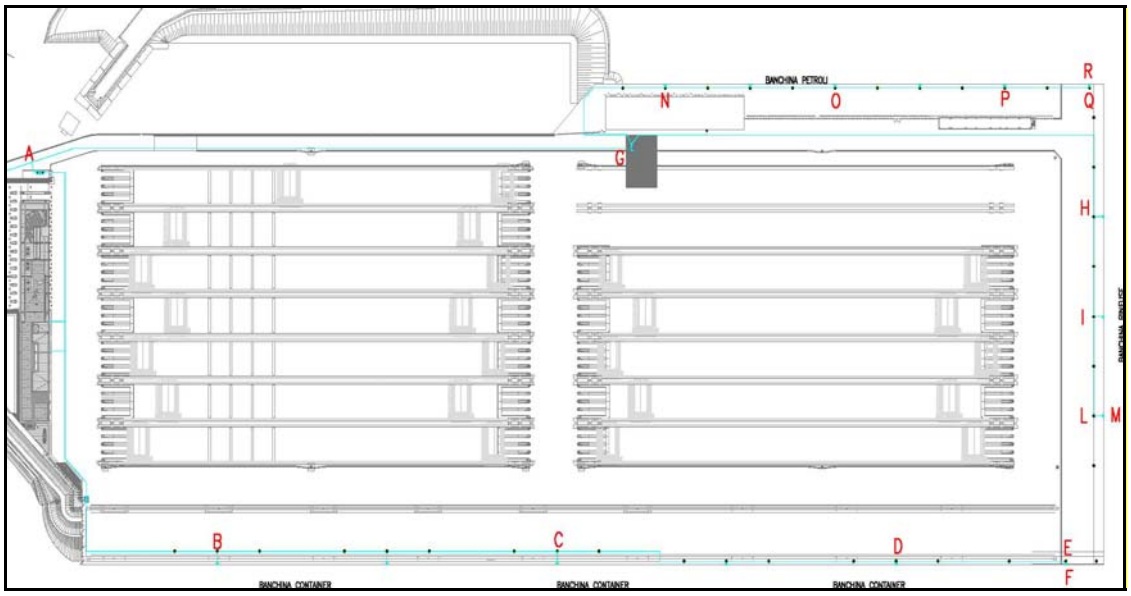
Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-Williams)	p (mm/m) (Hazen-Williams)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A–B	102,2	378,4	1200	150	46,39	17,55	66	**48,45**		**48,45**
B–C	102,2	240,0	900	150	27,25	6,54		**-6,54**		**41,91**
C–D	102,2	253,2	600	150	12,87	3,26		**-3,26**		**38,65**
D–E	102,2	123,6	300	150	3,57	0,44		**-0,44**		**38,21**
E–F	61,4	6,5	300	150	42,69	0,28		**-0,28**	25	**12,93**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 13 m.c.a. .

13.2. Calcolo approvvigionamento idrico banchina rinfuse

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-G-H-I-L-M, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A–G	163,6	423	1						1,5	424,5
G–H	102,2	382	2	2		1	2	1	27,2	409,2
H–I	102,2	60				1			7,5	67,5
I–L	102,2	60		1					3,6	63,6
L–M	61,4	7		1			1		2,4	9,4

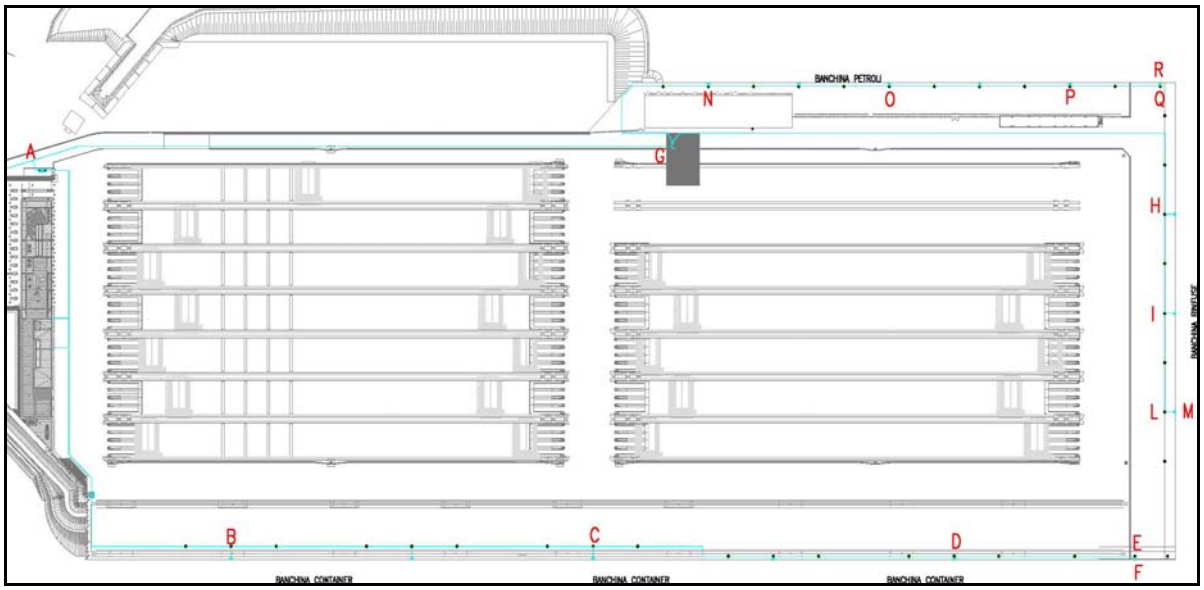
Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A–G	163,6	424,5	900	150	2,76	1,17	66	**64,83**		**64,83**
G–H	102,2	409,2	900	150	27,25	11,15		**-11,15**		**53,68**
H–I	102,2	67,5	600	150	12,87	0,87		**-0,87**		**52,81**
I–L	102,2	63,6	300	150	3,57	0,23		**-0,23**		**52,59**
L–M	61,4	9,4	300	150	42,69	0,40		**-0,40**	25	**27,18**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 27 m.c.a. .

13.3. Calcolo approvvigionamento idrico banchina petroli

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-G-N-O-P-Q-R, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	ς tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	ς Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A--G	163,6	423	1						1,5	424,5
G--N	102,2	122	4	1		1	2	1	26,6	148,6
N--O	102,2	120				1			7,5	127,5
O--P	102,2	120				1			7,5	127,5
P--Q	102,2	60				1			7,5	67,5
Q--R	61,4	2		1			1		2,4	4,4

Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A--G	163,6	424,5	1200	150	4,69	1,99	66	**64,01**		**64,01**
G--N	102,2	148,6	1200	150	46,39	6,89		**-6,89**		**57,11**
N--O	102,2	127,5	900	150	27,25	3,47		**-3,47**		**53,64**
O--P	102,2	127,5	600	150	12,87	1,64		**-1,64**		**52,00**
P--Q	102,2	67,5	300	150	3,57	0,24		**-0,24**		**51,76**
Q--R	61,4	4,4	300	150	42,69	0,19		**-0,19**	25	**26,57**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 27 m.c.a. .