



**COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA DELLA  
MOBILITA' RIGUARDANTE LA A4 (TRATTO VENEZIA - TRIESTE)  
ED IL RACCORDO VILLESSE - GORIZIA**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri  
n° 3702 del 05 settembre 2008 e s.m.i.

VIA LAZZARETTO VECCHIO, 26 - 34123 TRIESTE  
Tel 040 3189542 - 0432 925542 - Fax 040 3189545 commissario@autovie.it

**AUTOSTRADA A4  
RIFACIMENTO BARRIERE ESISTENTI  
ADEGUAMENTO FUNZIONALE BARRIERA DEL LISERT  
  
PROGETTO DEFINITIVO  
(Decreto Comm. Delegato n°231 del 22 marzo 2013)**

## IMPIANTI

Impianti meccanici  
Relazione tecnico-specialistica

## TEMATICA

L

N. ALLEGATO e SUB.ALL.

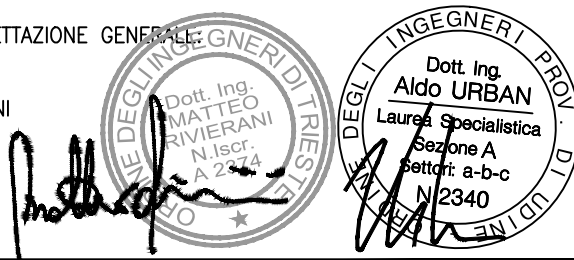
01.00.0.0

| REV. | DATA       | DESCRIZIONE DELLA REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-----------------------------|---------|------------|-----------|
| 3    |            |                             |         |            |           |
| 2    |            |                             |         |            |           |
| 1    |            |                             |         |            |           |
| 0    | 18/11/2013 | PRIMA EMISSIONE             | EC      | EC         | MR        |

## COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE GENERALE:

S.p.A. AUTOVIE VENETE :

dott. ing. Matteo RIVIERANI  
dott. ing. Aldo URBAN



## PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:

IMPIANTI - ing. Enrico CAFORIO

## SUPPORTO TECNICO OPERATIVO LOGISTICO

## S.p.A. AUTOVIE VENETE

34143 TRIESTE - Via V. Locchi, 19 - tel. 040/3189111  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento da parte di  
Friulia S.p.A. - Finanziaria Regionale Friuli-Venezia Giulia

CONCESSIONARIA AUTOSTRADE  
A4 VENEZIA - TRIESTE  
A23 PALMANOVA UDINE  
A28 PORTOGRUARO CONEGLIANO

IL CAPO COMMESSA:  
dott.ing. Edoardo PELLA

IL DIRETTORE AREA OPERATIVA:  
dott.ing. Enrico RAZZINI

COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
dott.ing. Enrico RAZZINI



*(Signature of Enrico Razzini)*

NOME FILE:  
1319L0100000.pdf

DATA PROGETTO:  
02.06.2014

21A193

CODICE MASTRO

13

19

0

ANNO N.PROGETTO REVISIONE

## INDICE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | INTRODUZIONE .....  | 4  |
| 1.1    | OGGETTO .....   | 4  |
| 1.2    | SCOPO .....   | 4  |
| 1.3    | PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO .....   | 4  |
| 2      | DESCRIZIONI DEGLI STATI DI FATTO E DI PROGETTO E INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO ..... | 5  |
| 2.1    | STATO DI FATTO .....  | 5  |
| 2.1.1  | Situazione edilizia .....   | 5  |
| 2.1.2  | Impianti meccanici .....  | 5  |
| 2.2    | STATO DI PROGETTO .....   | 6  |
| 2.2.1  | Interventi edilizi .....  | 6  |
| 2.2.2  | Impianti meccanici .....  | 6  |
| 2.3    | INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....  | 8  |
| 3      | PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE E FUNZIONALI DELLE OPERE IN PROGETTO .....                | 10 |
| 3.1    | DATI CARATTERISTICI .....   | 10 |
| 3.2    | COMPONENTI ED INSTALLAZIONI .....   | 10 |
| 3.2.1  | Componenti ed installazioni in genere .....   | 10 |
| 3.2.2  | Impianto di climatizzazione - Generatori .....  | 10 |
| 3.2.3  | Impianto di climatizzazione - Elettropompe .....  | 10 |
| 3.2.4  | Impianto di climatizzazione - Tubazioni .....   | 10 |
| 3.2.5  | Impianto di climatizzazione - Split-systems .....   | 11 |
| 3.2.6  | Impianto di climatizzazione - Regolazione .....   | 11 |
| 3.2.7  | Impianto gas (g.p.l.) .....   | 11 |
| 3.2.8  | Impianto idrico - Tubazioni .....   | 11 |
| 3.2.9  | Impianto di ventilazione meccanica - Canalizzazioni aria .....                                | 11 |
| 3.2.10 | Impianto di ventilazione meccanica - Unità trattamento aria .....                             | 11 |
| 3.3    | ASPETTI NORMATIVI .....   | 12 |
| 3.3.1  | Energia da fonti rinnovabili (D.L.vo n. 28/2011) .....  | 12 |
| 3.3.2  | Impianto di adduzione del gas (g.p.l.) ai generatori di calore .....                          | 12 |
| 4      | PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI DI PROGETTO .....  | 15 |
| 4.1    | CARICHI TERMICI DEI LOCALI .....  | 15 |
| 4.1.1  | Dati climatici della località .....   | 15 |
| 4.1.2  | Carichi termici dei locali .....  | 15 |
| 4.2    | TRATTAMENTI ARIA .....  | 16 |
| 4.2.1  | Trattamenti estivi (per singola cabina di esazione) .....                                     | 16 |
| 4.2.2  | Trattamenti invernali (per singola cabina di esazione) .....                                  | 17 |
| 4.2.3  | Unità trattamento aria "primaria" (UP) .....  | 18 |
| 4.2.4  | Unità trattamento aria "satellite" (US) .....   | 18 |
| 4.3    | PERDITE DI CARICO NEI PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA .....     | 19 |

4.4 PERDITE DI CARICO NEI PRINCIPALI CIRCUITI IDRAULICI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ..... 19

--- ● ---

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto gli impianti meccanici da installare nell'ambito dei lavori generali di adeguamento funzionale della barriera del Lisert sull'autostrada A4 Venezia-Trieste esercita, in regime di concessione, dalla società Autovie Venete SpA con sede legale in Via Locchi 19 a Trieste.

## 1.2 SCOPO

La presente relazione è redatta allo scopo di descrivere e individuare le opere in progetto, illustrarne le principali caratteristiche tecniche e funzionali ed esporre i principali risultati dei calcoli effettuati.

## 1.3 PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO

L. n. 10/1991 e s.m.i. ....«Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.»

D.M. n. 37/2008 e s.m.i. ....«Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 14-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.»

D.L.vo n. 28/2011 e s.m.i. ....«Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.»

Norma UNI 10339 .....«Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.»

Norme UNI/TS 11300 .....«Prestazioni energetiche degli edifici.»

--- ● ---

## 2 DESCRIZIONI DEGLI STATI DI FATTO E DI PROGETTO E INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

### 2.1 STATO DI FATTO

#### 2.1.1 Situazione edilizia

La barriera autostradale del Lisert consta attualmente dei seguenti principali fabbricati.

- N. 1 “fabbricato servizi”, posto tra le piste di ingresso ed uscita autostrada della barriera, ospitante locali tecnologici (centrale termo-frigorifera, locale quadri elettrici e locale apparati informatici) ed uffici del personale della Società operante in loco.
- N. 9 “cabine esazione pedaggio”, poste su altrettante isole in corrispondenza delle piste di uscita autostrada della barriera.
- N. 1 “fabbricato tecnologico”, posto nella zona N-E della barriera, ospitante un locale impianti ed una nicchia contatori energia elettrica.

#### 2.1.2 Impianti meccanici

A servizio dei fabbricati di cui sopra sono installati i seguenti principali impianti meccanici.

- Impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici “fabbricato servizi”.
- Impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici “fabbricato servizi”.
- Impianto idrico-sanitario zona uffici “fabbricato servizi”.
- Impianto di ventilazione meccanica (climatizzazione estiva/invernale e pressurizzazione) n. 6 “cabine esazione pedaggio” nord.
- Impianto di ventilazione meccanica (climatizzazione estiva/invernale e pressurizzazione) n. 3 “cabine esazione pedaggio” sud.

#### Centrale tecnologica termo-frigorifera e di produzione acqua calda sanitaria

Gli impianti a servizio della zona uffici del “fabbricato servizi” e delle “cabine esazione pedaggio” nord (per la sola funzionalità di climatizzazione cabine) fanno capo a una centrale tecnologica allestita in un locale dedicato del “fabbricato servizi” e alimentata da n. 2 pompe di calore reversibili elettriche aria-acqua a quattro tubi (alimentazione principale), funzionanti alternativamente e poste sulla copertura del fabbricato, o da n. 1 caldaia a gasolio (back-up invernale), posta nella centrale.

La centrale, in particolare, ospita apparecchiature di termo-regolazione generale, quelle atte alla distribuzione del fluido termovettore ai vari terminali di impianto serviti e quelle atte alla produzione dell'acqua calda ad uso sanitario.

La termo-regolazione della centrale è gestita da apposito sistema di regolazione/supervisione tipo DDC.

L'acqua necessaria per usi impiantistici o sanitari è approvvigionata da un contatore entro pozzetto situato nella zona del piazzale neve della barriera e trasportata, mediante apposita tubazione interrata, nella centrale tecnologica, ove sono installate le varie apparecchiature atte alla sua diversificazione di utilizzo.

#### Impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici “fabbricato servizi”

È del tipo a radiatori e ventilconvettori ed è alimentato dalla centrale tecnologica di cui sopra mediante apposito circuito termo-frigorifero a due tubi (con inibizione manuale estiva dell'alimentazione dei radiatori).

La termo-regolazione locale di radiatori e ventilconvettori è realizzata rispettivamente mediante valvola termostatica posta sulla mandata o mediante termostato bordo-macchina agente sul ventilatore.

#### Impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici “fabbricato servizi”

È costituito da n. 2 mono-split a pompa di calore reversibile, con unità esterne poste sulla copertura del fabbricato.

Impianto idrico-sanitario zona uffici “fabbricato servizi”

È alimentato dalla centrale tecnologica e, mediante apposite tubazioni, serve gli apparecchi sanitari della zona.

Impianto di ventilazione meccanica n. 6 “cabine esazione pedaggio” nord

È di tipo centralizzato, costituito dai seguenti componenti principali.

- n. 1 unità trattamento aria denominata “primaria”, posta sulla copertura del “fabbricato servizi”, che preleva l'aria esterna (in corrispondenza del “fabbricato tecnologico”), la tratta termo-igrometricamente e la invia alle cabine (aria primaria).
- n. 6 unità trattamento aria denominate “satelliti”, poste in corrispondenza di ciascuna cabina sulla sovrastante pensilina, che recepiscono quotaparte dell'aria primaria in arrivo, prelevano aria dalla sottostante cabina, miscelano le portate (correggendo eventualmente la temperatura) ed immettono la miscela nella sottostante cabina abbattendone i carichi termici e ponendola in sovrappressione rispetto alla viabilità circostante.
- Canali di mandata/ripresa aria, transitanti prevalentemente all'esterno, sulle coperture dei fabbricati.

Le unità trattamento aria sono tutte dotate di batterie di scambio termico aria-acqua, alimentate dalla centrale tecnologica mediante appositi circuiti termo-frigoriferi e termo-regolate localmente da controllori DDC pilotati da sonde di misura e agenti su apposite elettrovalvole a tre vie.

Impianto di ventilazione meccanica n. 3 “cabine esazione pedaggio” sud

Ciascuna cabina è dotata di un impianto autonomo, costituito da unità trattamento aria con batterie ad espansione diretta posta sulla copertura cabina, che espleta le funzionalità descritte nel paragrafo precedente.

## 2.2 STATO DI PROGETTO

### 2.2.1 Interventi edilizi

L'adeguamento funzionale della barriera del Lisert prevede sommariamente l'esecuzione dei seguenti interventi edilizi (elencati in ordine cronologico di esecuzione).

- Realizzazione, in corrispondenza dell'area S-W dell'attuale barriera, di un nuovo “fabbricato servizi” ed annesso fabbricato scala (denominata “scala sud”) e contestuale allargamento dell'attuale piazzale di stazione. Il nuovo “fabbricato servizi” ospiterà, in particolare, una nuova zona uffici per il personale della Società operante in loco ed alcuni locali tecnici in cui verranno via via allestite una nuova centrale termo-frigorifera, un nuovo locale quadri elettrici, un locale gruppo elettrogeno ed un nuovo locale apparati informatici a servizio della barriera autostradale.
- Realizzazione, sull'allargamento del piazzale di stazione, di n. 2 nuove “cabine esazione pedaggio” (in batteria con le attuali n. 6 cabine nord) con relative isole spartitraffico e sovrastante pensilina (quest'ultima di nuova tipologia costruttiva ed accessibile internamente mediante apposita passerella pedonale).
- Demolizione progressiva delle n. 6 “cabine esazione pedaggio” nord esistenti (incluse isole spartitraffico e sovrastante pensilina) e loro ricostruzione (per la copertura di nuove isole spartitraffico e cabine verrà via via prolungata la nuova pensilina).
- Demolizione degli attuali “fabbricato servizi” e “fabbricato tecnologico”.
- Realizzazione, in corrispondenza dell'area N-E dell'attuale barriera, di un nuovo fabbricato scala (denominato “scala nord”) e di una passerella pedonale aerea di interconnessione tra esso e la nuova pensilina di cui sopra.

### 2.2.2 Impianti meccanici

A servizio dei nuovi fabbricati di cui sopra verranno installati i seguenti principali nuovi impianti meccanici.

- Impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici nuovo “fabbricato servizi”.
- Impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici nuovo “fabbricato servizi”.
- Impianto idrico-sanitario zona uffici nuovo “fabbricato servizi”.
- Impianto di ventilazione meccanica (climatizzazione estiva/invernale e pressurizzazione) n. 8 nuove “cabine esazione pedaggio” nord.

Con il progredire delle opere edili in progetto e la progressiva messa in esercizio degli impianti di cui sopra verranno dismessi e demoliti i seguenti impianti meccanici esistenti.

- Impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici “fabbricato servizi” esistente.
- Impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici “fabbricato servizi” esistente.
- Impianto idrico-sanitario zona uffici “fabbricato servizi” esistente.
- Impianto di ventilazione meccanica (climatizzazione estiva/invernale e pressurizzazione) n. 6 “cabine esazione pedaggio” nord esistenti.

#### Nuova centrale tecnologica termo-frigorifera e di produzione acqua calda sanitaria

Ultimati i nuovi fabbricati “servizi” e “scala sud” verrà allestita, in un apposito locale del primo, una nuova centrale tecnologica, alimentata da una delle pompe di calore reversibili esistenti (alimentazione principale), all'uopo rilocata sulla copertura del “fabbricato scala sud”, e da una caldaia a gas (g.p.l.) a condensazione (back-up invernale), installata in apposito locale dedicato del “fabbricato servizi” adiacente alla centrale (per problematiche connesse alla prevenzione incendi).

La caldaia verrà alimentata mediante tubazione in acciaio a vista derivata da un serbatoio fuoriterra da 3000 l collocato, ad una opportuna distanza dal “fabbricato servizi”, entro apposito manufatto edile di protezione perimetrale.

La centrale tecnologica ospiterà le apparecchiature di termo-regolazione generale, quelle per la distribuzione del fluido termovettore ai terminali di impianto serviti e quelle atte alla produzione dell'acqua calda ad uso sanitario.

La termo-regolazione della centrale verrà gestita da un nuovo sistema di regolazione/supervisione tipo DDC.

L'acqua necessaria per usi impiantistici o sanitari verrà approvvigionata dal contatore idrico esistente della barriera autostradale e trasportata, mediante apposita tubazione interrata e successivamente transitante a vista in cunicolo, nella centrale tecnologica, ove verranno installate le varie apparecchiature atte alla sua diversificazione di utilizzo.

In sede di demolizione dell'attuale “fabbricato servizi” di barriera anche la seconda pompa di calore reversibile esistente (che permarrà nell'originaria posizione fintantochè necessaria per alimentare gli impianti di climatizzazione esistenti) verrà dapprima rilocata sulla copertura del nuovo “fabbricato scala sud” e quindi interconnessa alla nuova centrale tecnologica.

#### Impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici nuovo “fabbricato servizi”

Verrà realizzato contestualmente alla costruzione del fabbricato e messo in esercizio ad ultimazione di esso.

Sarà del tipo a radiatori e ventilconvettori e verrà alimentato dalla centrale tecnologica di cui sopra mediante appositi circuiti termico (radiatori) e termo-frigorifero (ventilconvettori) a due tubi, transitanti inizialmente a vista e quindi a pavimento.

La termo-regolazione locale dei terminali di impianto verrà realizzata da valvole termostatiche poste sulle mandate (radiatori) o da termostato bordo-macchina agente sul ventilatore (ventilconvettori).

#### Impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici nuovo “fabbricato servizi”

Verrà realizzato contestualmente alla costruzione del fabbricato e messo in esercizio ad ultimazione di esso.

Per esigenze della Società concessionaria sarà costituito da n. 2 mono-split a pompa di calore reversibile (uno in servizio ed uno in back-up), con unità esterne poste nel tratto di intercapedine retrostante il fabbricato adiacente il locale.

Impianto idrico-sanitario zona uffici nuovo “fabbricato servizi”

Verrà realizzato contestualmente alla costruzione del fabbricato e messo in esercizio ad ultimazione di esso.

Alimentato dalla centrale tecnologica servirà, mediante apposite tubazioni (acqua fredda/calda/ricircolo) transitanti inizialmente a vista e quindi a pavimento, appositi collettori di zona (il ricircolo “chiuderà” prima delle derivazioni a essi) e, attraverso questi, gli apparecchi sanitari in progetto.

Impianto di ventilazione meccanica n. 8 nuove “cabine esazione pedaggio” nord

Verrà realizzato durante la costruzione delle nuove cabine e sovrastante nuova pensilina e messo in esercizio, progressivamente, alla loro successiva ultimazione ed entrata in servizio.

Sarà di tipo centralizzato, costituito dai seguenti componenti principali.

- n. 1 unità trattamento aria denominata “primaria”, posta internamente alla nuova pensilina in progetto, che preleverà l'aria esterna (in corrispondenza del “fabbricato scala sud”), la tratterà termo-igrometricamente e la invierà alle nuove cabine (aria primaria).
- n. 8 unità trattamento aria denominate “satelliti”, poste anch'esse nella nuova pensilina in progetto in corrispondenza di ciascuna cabina, che recepiranno quotate dell'aria primaria in arrivo, preleveranno aria dalla sottostante cabina, misceleranno le portate (correggendo eventualmente la temperatura) ed immetteranno la miscela in cabina abbattendone i carichi termici e ponendola in sovrappressione rispetto alla viabilità circostante.
- Canali di mandata/ripresa aria, transitanti prevalentemente all'interno della nuova pensilina, in posizioni opportune.

Le nuove unità trattamento aria saranno tutte dotate di batterie di scambio termico aria-acqua, alimentate direttamente dai gruppi idronici delle pompe di calore reversibili (batterie “fredde”) ovvero dalla centrale tecnologica (batterie “calde”) mediante appositi circuiti e termo-regolate localmente da controllori DDC pilotati da sonde di misura e agenti su apposite elettrovalvole a tre vie.

## 2.3 INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere impiantistico-meccaniche in progetto sono quelle di seguito sommariamente elencate.

- Rilocazione successiva delle pompe di calore reversibili elettriche aria-acqua esistenti dalla copertura del “fabbricato servizi” esistente a quella del nuovo “fabbricato scala sud”.
- F.p.o., in apposito locale del nuovo “fabbricato servizi”, di caldaia murale a gas (g.p.l.) a condensazione, completa di fumisteria ed accessori di funzionamento.
- F.p.o., entro apposito manufatto edile di protezione, di serbatoio fuori-terra in acciaio protetto per gas g.p.l., completo di accessori di funzionamento e linea in tubo di acciaio zincato a vista alla caldaia (dispositivi di regolazione e sicurezza inclusi).
- Allestimento, in apposito locale del nuovo “fabbricato servizi”, di centrale tecnologica, completa di tubazioni, valvolame, ed apparecchiature quali bollitori, elettropompe, serbatoi, termo-regolazione, ecc.. Inclusive le interconnessioni funzionali tra la centrale, il contatore idrico, le pompe di calore reversibili elettriche e la caldaia a gas nonché la formazione della rete di scarico acque tecniche della centrale fino al più vicino pozzetto della fognatura.
- Realizzazione, in derivazione dalla nuova centrale tecnologica, di impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici nuovo “fabbricato servizi”, completo di tubazioni, valvolame e terminali di impianto con relativi dispositivi di termo-regolazione. Inclusa la rete di scarico condense dei ventilconvettori fino al più vicino pozzetto della fognatura.
- Realizzazione di impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici nuovo “fabbricato servizi”, completo di mono-splits in pompa di calore reversibile. Inclusa la rete di scarico condense delle unità interne ed esterne dei sistemi split fino al più vicino pozzetto della fognatura.



- Realizzazione, in derivazione dalla nuova centrale tecnologica, di impianto idrico-sanitario zona uffici nuovo “fabbricato servizi”, completo di collettori, tubazioni, valvolame ed apparecchi sanitari con relative rubinetterie.
- Realizzazione di impianto di ventilazione meccanica nuove “cabine esazione pedaggio” nord, completo di unità trattamento aria e relativi accessori (giunti elastici, serrande, ecc.), canali di mandata/ripresa aria, apparecchiature di termo-regolazione, ecc.. Inclusive le interconnessioni funzionali tra unità trattamento aria, pompe di calore reversibili e centrale tecnologica nonché la formazione della rete di scarico condense delle unità trattamento aria fino al più vicino pozzetto della fognatura.
- F.p.o. di sistema di regolazione/supervisione tipo DDC per impianti meccanici, completo di controllori/plc (posti nella centrale tecnologica ed in corrispondenza di ciascuna unità trattamento aria) e relativi collegamenti bus, sonde parametriche di misura e relativi collegamenti ai controllori/plc, elettrovalvole di regolazione e relative alimentazioni/comandi, programmazione e attivazione. Inclusa la remotizzazione dei comandi e stati al centro servizi di Palmanova (UD) della Società concessionaria.
- Progressiva dismissione e demolizione dei seguenti impianti meccanici esistenti: impianto di climatizzazione estiva/invernale zona uffici “fabbricato servizi” esistente; impianto di climatizzazione estiva/invernale locale apparati informatici “fabbricato servizi” esistente; impianto idrico-sanitario zona uffici “fabbricato servizi” esistente; impianto di ventilazione meccanica (climatizzazione estiva/invernale e pressurizzazione) n. 6 “cabine esazione pedaggio” nord esistenti. Inclusi il lievo, asporto e smaltimento in discarica dei materiali di risulta (oneri inclusi).

--- ● ---

### 3 PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE E FUNZIONALI DELLE OPERE IN PROGETTO

#### 3.1 DATI CARATTERISTICI

Si rimanda al successivo p.to 4 della relazione.

#### 3.2 COMPONENTI ED INSTALLAZIONI

##### 3.2.1 Componenti ed installazioni in genere

Gli impianti in progetto dovranno essere installati in conformità alle norme vigenti, che si intendono pertanto integralmente trascritte nel presente elaborato, ed alle indicazioni riportate nei seguenti paragrafi.

Tutti i componenti da utilizzare per le installazioni in progetto dovranno essere preferibilmente muniti di marchio di conformità alle norme di uno dei paesi della Unione Europea. In assenza di marchio, attestato o relazione di conformità rilasciata da un organismo autorizzato i suddetti componenti, ai sensi dell'art. 7 della legge n. 791/1977, dovranno essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal relativo costruttore.

##### 3.2.2 Impianto di climatizzazione - Generatori

Le pompe di calore reversibili elettriche aria-acqua a 4 tubi esistenti (Climaveneta mod. NECS Q 0302,  $P = 73 \text{ kW a } 7/12 \text{ }^{\circ}\text{C} - P = 83 \text{ kW a } 45/40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), complete di rispettivi gruppi idronici integrati, verranno riutilizzate, rilocandole dall'attuale loro posizione alla copertura del nuovo "fabbricato scala sud".

Il nuovo generatore di calore da installare in apposito locale del nuovo "fabbricato servizi" di barriera sarà del tipo C, murale, a gas g.p.l., a condensazione, con portata termica al focolare modulabile (max 85 kW a 50/30 °C).

Esso verrà posto in opera saldamente fissato alle strutture murarie del fabbricato, collegato alle alimentazioni elettrica e gas ed alle tubazioni di apposito circuito primario, dotato di idoneo sistema di scarico delle condense completo di apparecchiatura per la loro neutralizzazione, collegato al sistema di regolazione e supervisione degli impianti termici della barriera ed equipaggiato con appositi condotti di evacuazione dei fumi all'esterno del fabbricato.

##### 3.2.3 Impianto di climatizzazione - Elettropompe

Le elettropompe dei circuiti climatizzazione in progetto saranno del tipo monoblocco in linea con rotore immerso, caratteristica variabile, temperatura di impiego  $-10 \div +80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , PN 6, complete di raccordi a tre pezzi o controflange con guarnizioni e bulloni, ed avranno le seguenti caratteristiche.

- Circuito "primario caldaia" : portata max 7138 l/h con prevelenza max 15 kPa circa.
- Circuito "radiatori fabbricato servizi" : portata max 86 l/h con prevelenza max 60 kPa circa.
- Circuito "bollitore a.c.s." : portata max 86 l/h con prevelenza max 60 kPa circa.
- Circuito "batterie calde u.t.a." : portata max 6880 l/h con prevelenza max 125 kPa circa.
- Circuito "ventilconvettori fabbricato servizi" : portata max 1892 l/h con prevelenza max 85 kPa circa.

##### 3.2.4 Impianto di climatizzazione - Tubazioni

Le tubazioni dell'impianto di climatizzazione in progetto saranno generalmente in acciaio nero a norma UNI EN 10255, con giunti filettati o saldati, complete dei necessari pezzi speciali ed isolate ai sensi delle norme vigenti.

Esse verranno generalmente installate a vista, saldamente fissate (con appositi collari/staffe) alle strutture murarie dell'edificio,

e, qualora poste all'esterno dei fabbricati, verranno dotate di cavo scaldante autoregolante ( $P=10$  W/m) applicato tra tubazione ed isolamento quale protezione addizionale anti-gelo.

Le tubazioni sviluppantisi a pavimento nella zona uffici del nuovo "fabbricato servizi" saranno del tipo pre-isolato in polietilene reticolato.

### 3.2.5 Impianto di climatizzazione - Split-systems

I mono-splits da installare nel locale apparati informatici del nuovo "fabbricato servizi" saranno dotati di unità esterna con pompa di calore del tipo ad inverter, di unità interna ventilante del tipo a parete e di pannello di comando del tipo a parete, ed avranno potenza nominale di 18000 btu.

Essi verranno posti in opera saldamente fissati alle strutture murarie del fabbricato.

### 3.2.6 Impianto di climatizzazione - Regolazione

La regolazione del funzionamento delle varie apparecchiature facenti parte dell'impianto di climatizzazione in progetto verrà realizzata mediante sistema DDC tipo Sauter o equivalente, costituito da unità intercomunicanti a mezzo bus dati installate nei quadri elettrici della centrale termo-frigorifera e delle unità trattamento aria "primaria" (UP) e "satellite" (US).

Ciascuna unità gestirà la porzione di impianto di competenza, inviando i comandi agli attuatori delle apparecchiature sovrintese (batterie u.t.a., generatori, elettropompe, elettrovalvole, etc.) sulla base dei dati provenienti da apposite sonde di misura ad essa collegate.

L'unità posta nella centrale termo-frigorifera verrà configurata per la telegestione e supervisione dell'impianto dal Centro Servizi di Palmanova (UD) di Autovie Venete SpA.

### 3.2.7 Impianto gas (g.p.l.)

Si rimanda al successivo p.to 3.3.2 della relazione.

### 3.2.8 Impianto idrico - Tubazioni

Le tubazioni dell'impianto idrico in progetto saranno generalmente in acciaio inox a norma DIN 17455, con giunzioni sistema presfitting, complete dei necessari pezzi speciali ed isolate ai sensi delle norme vigenti.

Esse verranno generalmente installate a vista, saldamente fissate (con appositi collari/staffe) alle strutture murarie dell'edificio, e, qualora poste all'esterno dei fabbricati, verranno dotate di cavo scaldante autoregolante ( $P=10$  W/m) applicato tra tubazione ed isolamento quale protezione addizionale anti-gelo.

Le tubazioni sviluppantisi a pavimento nella zona uffici del nuovo "fabbricato servizi" saranno del tipo pre-isolato in polietilene reticolato.

### 3.2.9 Impianto di ventilazione meccanica - Canalizzazioni aria

Le canalizzazioni per aria in progetto saranno in genere del tipo a sezione rettangolare in lamiera di acciaio zincata, con giunti a flange muniti di guarnizione in materiale elastico a tenuta, completi dei necessari pezzi speciali, installati a vista saldamente fissati (mediante apposite staffe) alle strutture murarie degli edifici ed isolati ai sensi delle norme vigenti.

### 3.2.10 Impianto di ventilazione meccanica - Unità trattamento aria

Le unità trattamento aria in progetto, tutte del tipo da esterno, saranno del tipo Wolf o equivalente e saranno costituite dai seguenti componenti principali.

Unità trattamento aria "primaria" (UP) - Portata max 3600 m<sup>3</sup>/h

- Sezione filtrazione (filtro piano zig-zag e filtro a tasche F7).
- Batteria calda ad acqua (riscaldamento invernale) con potenzialità di 37,6 kW circa.
- Batteria fredda ad acqua con potenzialità di 47,2 kW circa.
- Umidificatore a vapore con portata massica di vapore di 24,8 kg/h.
- Batteria calda ad acqua (post-riscaldamento estivo) con potenzialità di 2,4 kW circa.
- Ventilante a portata variabile 0÷3600 m<sup>3</sup>/h circa.
- Giunti elastici anti-vibranti, serrande, sonde, etc.
- Quadro elettrico di alimentazione e comando completo di apparecchiature ed unità DDC per la gestione dell'u.t.a..

Unità trattamento aria "satellite" (US) - Portata max 900 m<sup>3</sup>/h

- Sezione di miscelazione aria cabina e primaria.
- Sezione filtrazione (filtro piano zig-zag e filtro a tasche F7).
- Batteria calda ad acqua (riscaldamento invernale) con potenzialità di 4,7 kW circa.
- Batteria fredda ad acqua con potenzialità di 5,9 kW circa.
- Batteria calda elettrica (backup riscaldamento invernale e post-riscaldamento estivo) con potenzialità di 6,0 kW circa (inseribili in n. 3 gradini da 2 kW/cad).
- Ventilante a portata variabile 0÷900 m<sup>3</sup>/h circa.
- Giunti elastici anti-vibranti, serrande, sonde, etc.
- Quadro elettrico di alimentazione e comando completo di apparecchiature ed unità DDC per la gestione dell'u.t.a..

### 3.3 ASPETTI NORMATIVI

#### 3.3.1 Energia da fonti rinnovabili (D.L.vo n. 28/2011)

Le pompe di calore elettriche aria-acqua utilizzate alternativamente per la produzione del fluido termovettore da impiegare per il riscaldamento di ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria sono in grado di garantire, anche alla temperatura minima di progetto del sito di installazione (-5 °C), la potenza termica totale necessaria al corretto funzionamento degli impianti in progetto ( $P_t = 62,7 \text{ kW} > 48,7 \text{ kW}$ ).

Esse inoltre, durante il periodo convenzionale di riscaldamento ed alla temperatura media mensile dell'aria esterne della località, presentano un fattore di rendimento stagionale medio stimato (SPF) pari a:

$$SPF = 3,041 > 1,15 * (1/0,4) = 2,875$$

e pertanto possono essere considerate ai fini del computo dell'energia aerotermica (da fonte rinnovabile) catturata durante il loro periodo di funzionamento (cfr. Allegato 1, p.to 4 del D.L.vo).

Poichè l'energia termica totale stimata prodotta dalle pompe di calore durante il periodo di funzionamento ( $Q_{usable}$ ) risulta essere

pari a 1.254.312 MJ, la quotaparte di essa catturata da fonti rinnovabili ( $E_{RES}$ ) risulta essere pari a:

$$E_{RES} = 1254312 * (1 - 1/3,041) = 841.845 \text{ MJ}$$

La percentuale di energia termica da fonti rinnovabili catturata dalle pompe di calore nel periodo convenzionale di riscaldamento della località di installazione risulta quindi pari a:

$$(841845/1254312) * 100 = 67 \% > 35 \%$$

Estendendo il bilancio energetico delle pompe di calore anche al periodo estivo (durante il quale esse, poichè reversibili, operano quale gruppo frigorifero) si può affermare che la percentuale di energia prodotta da fonti rinnovabili (aria) rispetto a quella totale prodotta dalle macchine supera il limite imposto dall'Allegato 3, p.to 1, del D.L.vo n. 28/2011.

Un tanto vale anche per l'acqua calda sanitaria, prodotta esclusivamente mediante le pompe di calore fatti salvi i cicli operativi anti-legionella durante i quali opera altra sorgente di energia.

### 3.3.2 Impianto di adduzione del gas (g.p.i.) ai generatori di calore

L'impianto dovrà venir realizzato secondo quanto prescritto dal D.M. 12/04/1996 e «Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.» e dalle altre norme tecniche vigenti.

#### Materiali delle tubazioni

I tubi di acciaio potranno essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e dovranno avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI 8863. I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, dovranno avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI 8488.

#### Giunzioni, raccordi, pezzi speciali e valvole

L'impiego di giunti a tre pezzi sarà ammesso esclusivamente per i collegamenti iniziale e finale dell'impianto interno.

Le giunzioni dovranno essere realizzate mediante raccordi con filettature o a mezzo saldatura di testa per fusione o a mezzo di raccordi flangiati.

Nell'utilizzo di raccordi con filettatura sarà consentito l'impiego di mezzi di tenuta quali nastro di tetrafluoroetilene e mastici idonei per lo specifico gas mentre. Sarà invece vietato l'uso di biacca, minio o altri materiali simili.

Tutti i raccordi ed i pezzi speciali dovranno essere realizzati di acciaio oppure di ghisa malleabile, quelli di acciaio con estremità filettate o saldate, quelli di ghisa malleabile con estremità unicamente filettate.

Le valvole dovranno essere di facile manovrabilità e manutenzione e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso. Esse dovranno essere di acciaio o di ottone, con sezione libera di passaggio non minore del 75 % di quella del tubo sul quale verranno inserite.

#### Posa in opera delle tubazioni

##### *Generalità*

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori sarà il più breve possibile e si svilupperà all'esterno dei fabbricati, interrato o in vista, nonché nei locali di installazione degli apparecchi, in vista.

Le tubazioni dovranno essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti. È vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso. È altresì vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie.

Eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno dovranno essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. In tal caso esse dovranno essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti

È vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto già funzionante.

All'esterno dei locali di installazione degli apparecchi dovrà essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas ed in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90 ° ed arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso.

Per il collegamento dell'impianto interno finale, e iniziale (se alimentato tramite contatore), dovranno essere utilizzati tubi metallici flessibili continui.

Nell'attraversamento di muri la tubazione non dovrà presentare giunzioni o saldature e dovrà essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas dovrà inoltre essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno.

È vietato l'attraversamento di giunti sismici.

Le condotte, comunque installate, dovranno distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio.

Fra le condotte ed i cavi o tubi di altri servizi dovrà essere adottata una distanza minima di 10 cm. Nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, dovrà comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Qualora, nell'incrocio, il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso dovrà essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma.

*Posa in vista delle tubazioni all'esterno dei fabbricati ed all'interno dei locali di installazione degli apparecchi*

Le tubazioni installate in vista dovranno essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Esse dovranno essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e ove necessario, adeguatamente protette.

Le tubazioni dovranno essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non dovranno presentare giunti meccanici.

#### Prova di tenuta dell'impianto

La prova di tenuta dovrà essere eseguita prima di mettere in servizio l'impianto interno e di collegarlo al punto di consegna ed agli apparecchi. Se qualche parte dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta dovrà precedere la copertura della tubazione.

La prova verrà effettuata adottando gli accorgimenti necessari per l'esecuzione in condizioni di sicurezza e con le seguenti modalità:

- si taperanno provvisoriamente tutti i raccordi di collegamento agli apparecchi e al contatore;
- si immetterà nell'impianto aria od altro gas inerte fino a che sia raggiunta una pressione pari a 0,1 bar per tubazioni non interrate ovvero 1 bar per tubazioni interrate;
- dopo il tempo di attesa necessario per stabilizzare la pressione (comunque non minore di 15 min) si effettuerà una prima lettura della pressione, mediante un manometro ad acqua od apparecchio equivalente di idonea sensibilità minima;
- dopo almeno 30 min dall'esecuzione della prima lettura della pressione di effettuerà una seconda lettura della stessa.

La prova, della quale andrà redatto apposito verbale, sarà considerata favorevole qualora non si verificano cadute di pressione tra le letture iniziale e finale.

Se si verificassero invece delle perdite, queste dovranno essere ricercate con l'ausilio di soluzione saponosa o prodotto equivalente ed eliminate. Le parti difettose dovranno essere sostituite e le guarnizioni rifatte (è vietato riparare dette parti con mastici, ovvero cianfrinarle). Eliminate le perdite, occorrerà eseguire di nuovo la prova di tenuta dell'impianto.

--- ● ---

## 4 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI DI PROGETTO

### 4.1 CARICHI TERMICI DEI LOCALI

#### 4.1.1 Dati climatici della località

##### Dati generali

- Comune : Doberdò del Lago (GO)
- Altitudine : 92 mslm
- Latitudine : 45° 50' N
- Longitudine : 13° 32' E
- Escursione termica giornaliera : 13,0 °C
- Zona climatica : E (2365 GG)
- Zona di vento : 3
- Temperature & irradiazioni medie mensili

| Mese      | Te<br>[°C] | Hbh<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Hdh<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Hs<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Hso/se<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | He/o<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Hno/ne<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Hn<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] |
|-----------|------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| gennaio   | 4,7        | 2,1                         | 2,4                         | 7,9                        | 6,2                            | 3,6                          | 1,8                            | 1,6                        |
| febbraio  | 5,6        | 3,7                         | 3,4                         | 9,7                        | 8,1                            | 5,5                          | 3,0                            | 2,4                        |
| marzo     | 8,2        | 6,3                         | 5,0                         | 11,0                       | 10,4                           | 8,2                          | 5,2                            | 3,6                        |
| aprile    | 11,9       | 9,3                         | 6,7                         | 10,6                       | 11,7                           | 11,0                         | 7,9                            | 5,4                        |
| maggio    | 16,7       | 11,9                        | 7,9                         | 9,9                        | 12,1                           | 13,0                         | 10,5                           | 7,6                        |
| giugno    | 19,9       | 13,1                        | 8,3                         | 9,6                        | 12,1                           | 13,8                         | 11,8                           | 9,1                        |
| luglio    | 22,0       | 15,4                        | 7,7                         | 10,6                       | 13,5                           | 15,2                         | 12,4                           | 9,0                        |
| agosto    | 22,2       | 13,4                        | 6,7                         | 11,8                       | 13,9                           | 13,8                         | 10,1                           | 6,5                        |
| settembre | 18,6       | 9,2                         | 5,5                         | 12,6                       | 12,6                           | 10,6                         | 6,7                            | 4,2                        |
| ottobre   | 13,2       | 5,5                         | 3,9                         | 12,1                       | 10,4                           | 7,3                          | 3,8                            | 2,9                        |
| novembre  | 9,2        | 2,6                         | 2,6                         | 9,0                        | 7,1                            | 4,2                          | 2,1                            | 1,8                        |
| dicembre  | 4,7        | 1,9                         | 2,0                         | 7,4                        | 5,7                            | 3,2                          | 1,5                            | 1,4                        |

##### Dati termo-igrometrici estivi di progetto

- Temperatura esterna : +34,0 °C
- Umidità relativa esterna : 55 %

##### Dati termo-igrometrici invernali di progetto

- Temperatura esterna : -5,0 °C
- Umidità relativa esterna : 60 %

#### 4.1.2 Carichi termici dei locali

##### Dati termo-igrometrici estivi di progetto

- Temperatura interna : +26,0 °C
- Umidità relativa interna : 50 %

##### Dati termo-igrometrici invernali di progetto

- Temperatura interna : +20,0 °C
- Umidità relativa interna : 50 %

##### Carichi termici dei locali

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i carichi termici estivi e invernali toali calcolati per le diverse zone termiche servite dall'impianto di climatizzazione in progetto, facente capo alla centrale tecnologica posta nel nuovo "fabbricato servizi" di barriera.

| Zona termica         | S <sub>u</sub><br>(m <sup>2</sup> ) | H <sub>u</sub><br>(m) | V <sub>u</sub><br>(m <sup>3</sup> ) | N <sub>ric</sub><br>(1/h) | Estate         |              |             |                |              |             | Inverno |                |                |        |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|---------|----------------|----------------|--------|
|                      |                                     |                       |                                     |                           | Q <sub>e</sub> |              |             | Q <sub>v</sub> |              |             | Σ Q     | Q <sub>e</sub> | Q <sub>v</sub> | Σ Q    |
|                      |                                     |                       |                                     |                           | Lat.<br>(W)    | Sens.<br>(W) | Tot.<br>(W) | Lat.<br>(W)    | Sens.<br>(W) | Tot.<br>(W) | (W)     | (W)            | (W)            |        |
| Fabbricato servizi   | 304,0                               | 2,9                   | 882                                 | 0,5                       | --             | --           | 9.638       | --             | --           | 1.199       | 10.837  | 6.427          | 3.747          | 10.174 |
| N. 8 cabine esazione | 69,6                                | 3,2                   | 223                                 | 16,1                      | 512            | 9.704        | 10.216      | 24.352         | 9.848        | 34.200      | 44.416  | 7.696          | 30.479         | 38.175 |
| Σ ...                | 373,6                               |                       | 1.104                               |                           | 512            | 9.704        | 19.854      | 24.352         | 9.848        | 35.399      | 55.253  | 14.123         | 34.226         | 48.349 |

Legenda

S<sub>u</sub> : superficie utile del locale

H<sub>u</sub> : altezza utile del locale

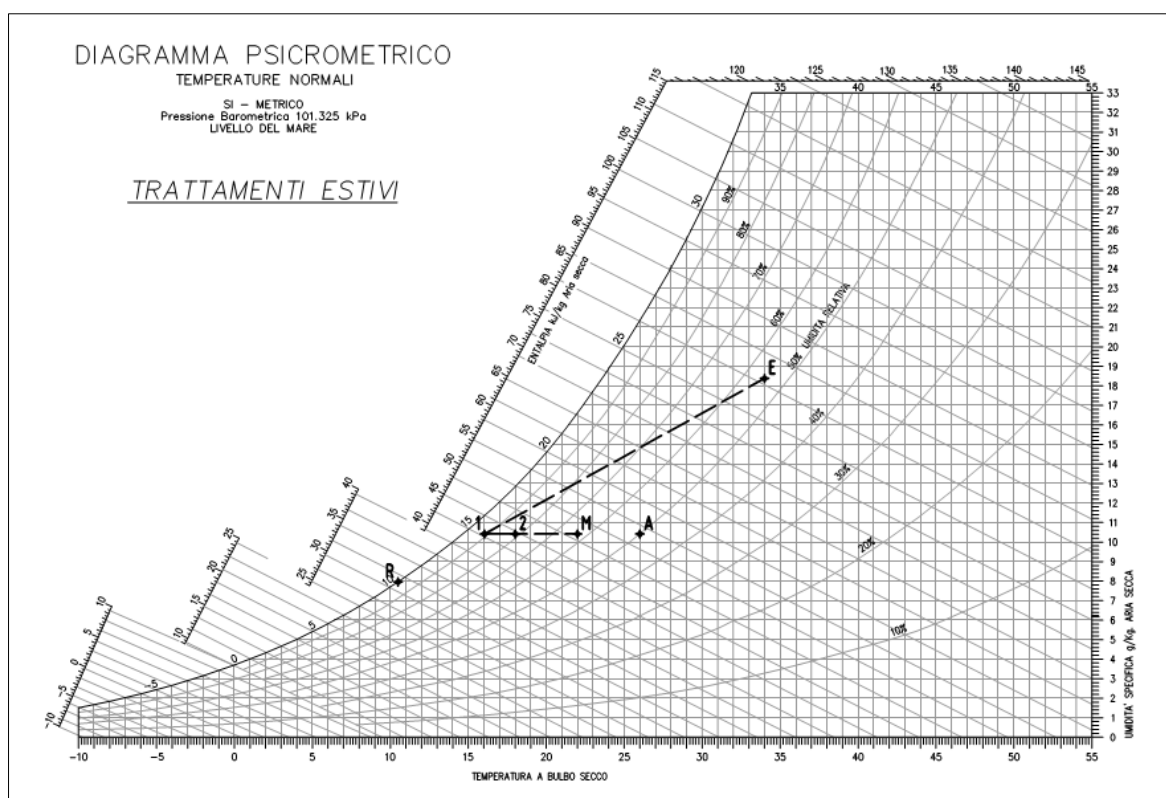
V<sub>u</sub> : volume utile del locale

Q<sub>e</sub> : carico termico "endogeno" del locale (trasmissione, irraggiamento, etc.)

Q<sub>v</sub> : carico termico di "ventilazione" del locale

## 4.2 TRATTAMENTI ARIA

### 4.2.1 Trattamenti estivi (per singola cabina di esazione)



| P.to | Descrizione                              | T <sub>bs</sub><br>(°C) | x<br>(g/kg) | UR<br>(%) | h<br>(kJ/kg) |
|------|--|-------------------------|-------------|-----------|--------------|
| E    | Aria esterna                             | 34,0                    | 18,4        | 55        | 81,8         |
| 1    | Fine raffreddamento con deumidificazione | 16,0                    | 10,4        | 90        | 42,4         |
| R    | Batteria fredda                          | 10,5                    | --          | --        | --           |
| 2    | Fine post-riscaldamento                  | 18,0                    | 10,4        | 81        | --           |
| M    | Miscela 50 % aria primaria e aria cabina | 22,0                    | 10,4        | 62        | --           |
| A    | Aria ambiente                            | 26,0                    | 10,4        | 50        | --           |



L'aria esterna ( $G_v=450 \text{ m}^3/\text{h}$ , p.to E) viene captata dalla u.t.a. "primaria" (UP) e sottoposta ad un trattamento di raffreddamento con deumidificazione (da p.to E a p.to 1) in una batteria fredda ad acqua delle seguenti caratteristiche.

- Temperatura superficiale (p.to R):  $(7+12)/2+1 = 10,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Potenza frigorifera:  $(450/3600)*1,2*(81,8-42,4) = 5,9 \text{ kW}$
- Fattore di by-pass:  $\sim 0,24$

L'aria in uscita dalla batteria fredda viene quindi sottoposta, sempre nella u.t.a. "primaria", ad un trattamento di post-riscaldamento (da p.to 1 a p.to 2) in una batteria calda ad acqua delle seguenti caratteristiche.

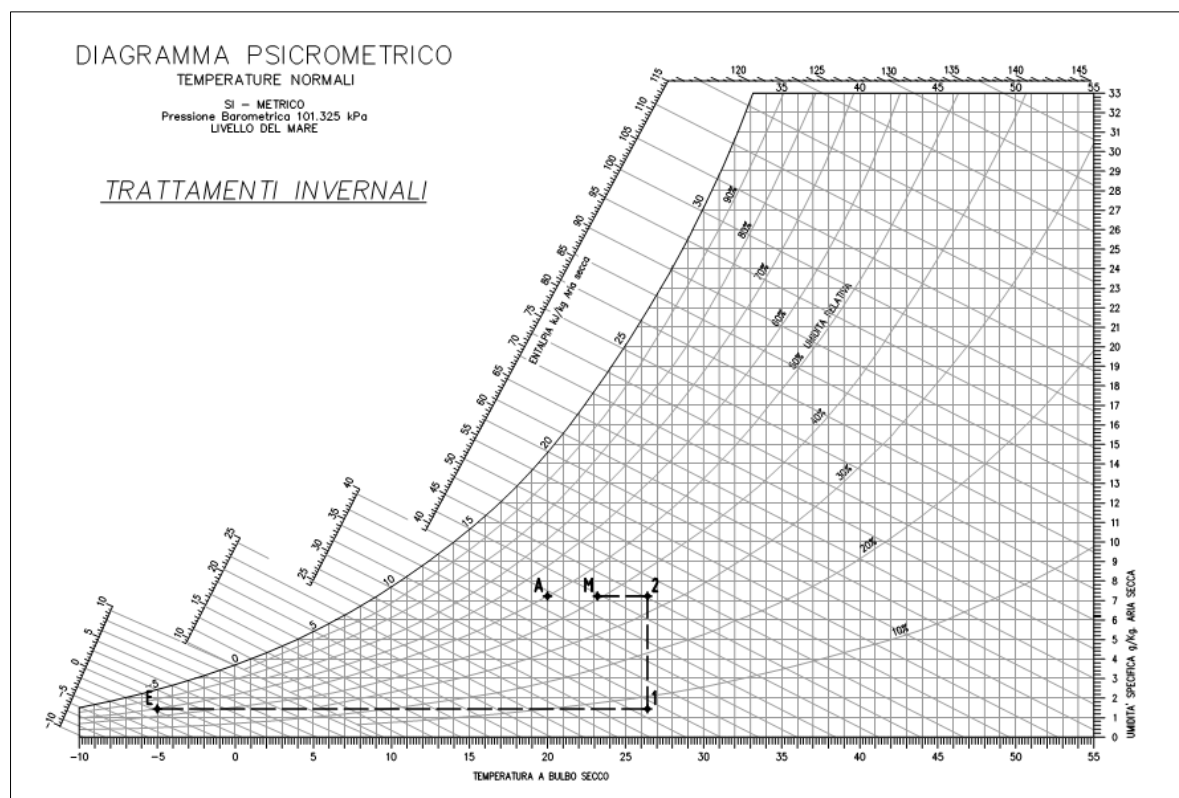
- Potenza termica:  $(450/3600)*1,2*(18,0-16,0) = 0,3 \text{ kW}$

L'aria primaria (p.to 2) viene quindi inviata dalla u.t.a. "primaria" a quella "satellite" (US), ove viene dapprima miscelata con aria ambiente in proporzione del 50 % (da p.to 2 a p.to M) e quindi immessa in cabina ( $G_v=900 \text{ m}^3/\text{h}$ , p.to M).

Pervenuta in cabina l'aria si porta infine alle condizioni ambiente (p.to A), abbattendo il carico termico endogeno ( $Q_e$ ) del locale, di natura sostanzialmente "sensibile".

$$(900/3600)*1,2*(26,0-22,0) = 1,2 \text{ kW}$$

#### 4.2.2 Trattamenti invernali (per singola cabina di esazione)



| P.to | Descrizione                              | T <sub>bs</sub><br>(°C) | x<br>(g/kg) | UR<br>(%) | h<br>(kJ/kg) |
|------|--|-------------------------|-------------|-----------|--------------|
| E    | Aria esterna                             | -5,0                    | 1,4         | 60        | --           |
| 1    | Fine riscaldamento                       | 26,4                    | 1,4         | 8         | --           |
| 2    | Fine umidificazione a vapore             | 26,4                    | 7,2         | 34        | --           |
| M    | Miscela 50 % aria primaria e aria cabina | 23,2                    | 7,2         | 41        | --           |
| A    | Aria ambiente                            | 20,0                    | 7,2         | 50        | --           |

L'aria esterna ( $G_v=450 \text{ m}^3/\text{h}$ , p.to E) viene captata dalla u.t.a. "primaria" (UP) e sottoposta ad un trattamento di riscaldamento (da p.to E a p.to 1) in una batteria calda ad acqua delle seguenti caratteristiche.

- Potenza termica:  $(450/3600)*1,2*(26,4+5,0) = 4,7 \text{ kW}$

L'aria in uscita dalla batteria calda viene quindi sottoposta, sempre nella u.t.a. "primaria", ad un trattamento di umidificazione a vapore (da p.to 1 a p.to 2) in un umidificatore delle seguenti caratteristiche.

- Portata massica di vapore:  $450*1,2*(7,2-1,4)/1000 = 3,1 \text{ kg/h}$

L'aria primaria (p.to 2) viene quindi inviata dalla u.t.a. "primaria" a quella "satellite" (US), ove viene dapprima miscelata con aria ambiente in proporzione del 50 % (da p.to 2 a p.to M) e quindi immessa in cabina ( $G_v=900 \text{ m}^3/\text{h}$ , p.to M).

Pervenuta in cabina l'aria si porta infine alle condizioni ambiente (p.to A), abbattendo il carico termico endogeno ( $Q_e$ ) del locale.  
 $(900/3600)*1,2*(23,2-20,0) = 1,0 \text{ kW}$

#### 4.2.3 Unità trattamento aria "primaria" (UP)

L'unità, del tipo da esterno, con portata variabile da 0 a  $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ , è dimensionata per supportare n. 8 cabine di esazione e sarà costituita dalle seguenti "sezioni".

- Filtrazione (filtro piano + filtro a tasche).
- Batteria calda ad acqua n. 1 (riscaldamento invernale) con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza termica:  $4,7*8 = 37,6 \text{ kW}$
  - Portata massica acqua di alimentazione:  $(37,6*860)/5 = 6467 \text{ kg/h}$
- Batteria fredda ad acqua con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza frigorifera:  $5,9*8 = 47,2 \text{ kW}$
  - Portata massica acqua di alimentazione:  $(47,2*860)/5 = 8118 \text{ kg/h}$
- Umidificatore a vapore con le seguenti caratteristiche:
  - Portata massica di vapore:  $3,1*8 = 24,8 \text{ kg/h}$
- Batteria calda ad acqua n. 2 (post-riscaldamento estivo) con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza termica:  $0,3*8 = 2,4 \text{ kW}$
  - Portata massica acqua di alimentazione:  $(2,4*860)/5 = 413 \text{ kg/h}$
- Ventilante a portata variabile.

L'unità trattamento aria "primaria" effettuerà, in condizioni ordinarie, tutti i trattamenti aria previsti nei precedenti diagrammi psicrometrici, ad eccezione della miscelazione tra aria primaria e cabina che verrà invece realizzata in ciascuna unità "satellite" (US).

#### 4.2.4 Unità trattamento aria "satellite" (US)

L'unità, del tipo da interno con portata variabile da 0 a  $900 \text{ m}^3/\text{h}$ , è dimensionata per supportare la singola cabina di esazione, anche in condizioni di fuori esercizio delle batterie calde e fredde dell'unità "primaria", e sarà costituita dalle seguenti "sezioni".

- Miscelazione.
- Filtrazione (filtro piano + filtro a tasche).
- Batteria calda ad acqua (riscaldamento invernale) con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza termica:  $4,7 \text{ kW}$
  - Portata massica acqua di alimentazione:  $(4,7*860)/10 = 404 \text{ kg/h}$
- Batteria fredda ad acqua con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza frigorifera:  $5,9 \text{ kW}$

- Portata massica acqua di alimentazione:  $(5,9 \cdot 860)/5 = 1015 \text{ kg/h}$
- Sezione vuota.
- Batteria calda elettrica (back-up riscaldamento invernale e post-riscaldamento estivo) con le seguenti caratteristiche:
  - Potenza termica: 6 kW (inseribile in tre gradini da 2 kW/cad)
- Ventilante a portata variabile.

#### 4.3 PERDITE DI CARICO NEI PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Si riportano, nella seguente tabella, i valori delle perdite di carico calcolate, alle portate di progetto, nei principali componenti (canalizzazioni e unità trattamento aria) dell'impianto di ventilazione meccanica in progetto.

Si evidenzia che le canalizzazioni in genere dell'impianto sono state dimensionate contenendone la perdita di carico unitaria, alla portata di progetto, entro il valore di 0,6 Pa/m.

| Apparecchiatura/canalizzazione | $G_v$<br>(m <sup>3</sup> /h) | B<br>(m) | H<br>(m) | D<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | v<br>(m/s) | L<br>(m) | $\Delta p_d$<br>(Pa) | $\Sigma \xi$<br>(-) | $\Delta p_c$<br>(Pa) | $\Sigma \Delta p$<br>(Pa) |
|--------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------|------------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| Canale di aspirazione "UP"     | 3.600                        | 0,500    | 0,400    |          | 0,200                  | 5,0        | 8        | 5                    | 3,1                 | 47                   | 51                        |
| Unità trattamento aria "UP"    |                              |          |          |          |                        |            |          |                      |                     |                      | 400                       |
| Canale di mandata "UP"         | 3.600                        | 0,500    | 0,400    |          | 0,200                  | 5,0        | 45       | 27                   | 1,2                 | 18                   | 45                        |
| Canale di aspirazione "US"     | 450                          | 0,250    | 0,200    | 0,000    | 0,050                  | 2,5        | 10       | 6                    | 0,4                 | 2                    | 8                         |
| Unità trattamento aria "US"    | 0                            | 0,000    | 0,000    | 0,000    | -                      | -          | 0        | 0                    | -                   | 0                    | 400                       |
| Canale di mandata "US"         | 900                          | 0,000    | 0,000    | 0,400    | 0,126                  | 2,0        | 10       | 6                    | 0,4                 | 1                    | 7                         |

Legenda

$G_v$  : portata volumica della canalizzazione

B, D, H : dimensioni lineari della canalizzazione

v : velocità dell'aria nella canalizzazione

L : lunghezza della canalizzazione

$\Delta p_d$  : perdita di carico distribuita totale nella canalizzazione

$\Sigma \xi$  : somma dei coefficienti di perdita localizzata nella canalizzazione

$\Delta p_c$  : perdita di carico localizzata totale nella canalizzazione

$\Sigma \Delta p$  : perdita di carico totale nell'apparecchiatura o canalizzazione

Le prevalenze da fornire, alle portate di progetto, da parte delle ventilanti delle unità trattamento aria in progetto saranno, pertanto, le seguenti.

- Ventilante unità trattamento aria "primaria" (UP):  $(51+400+45) = 496 \text{ Pa} \sim 500 \text{ Pa}$
- Ventilante unità trattamento aria "satellite" (US):  $(8+400+7) = 415 \text{ Pa} \sim 420 \text{ Pa}$

#### 4.4 PERDITE DI CARICO NEI PRINCIPALI CIRCUITI IDRAULICI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Si riportano, nella seguente tabella, i valori delle perdite di carico calcolate, alle portate di progetto, nei principali circuiti idraulici dell'impianto di climatizzazione in progetto.

Si evidenzia che le tubazioni in genere dell'impianto sono state dimensionate contenendone la perdita di carico distribuita unitaria, alla portata di progetto, entro il valore di 0,3 kPa/m e che i coefficienti di perdita localizzata computati per il singolo circuito tengono conto anche delle perdite di carico che si verificano in corrispondenza di particolari componenti quali generatori, batterie di raffreddamento/riscaldamento ad acqua, etc..

| Circuito                     | $G_v$<br>(l/h) | L<br>(m) | $\Delta H_d$<br>(kPa) | $\Delta H_c$<br>(kPa) | $\Sigma \Delta H$<br>(kPa) |
|------------------------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| Primario caldaia             | 7.138          | 10       | 3,0                   | 9,7                   | 13                         |
| Radiatori fabbricato servizi | 86             | 112      | 33,6                  | 22,8                  | 56                         |
| Batterie calde u.t.a.        | 6.880          | 204      | 61,2                  | 61,9                  | 123                        |

| Circuito                            | $G_v$<br>(l/h) | L<br>(m) | $\Delta H_d$<br>(kPa) | $\Delta H_c$<br>(kPa) | $\Sigma \Delta H$<br>(kPa) |
|-------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| Ventilconvettori fabbricato servizi | 1.892          | 128      | 38,4                  | 44,6                  | 83                         |

Legenda

$G_v$  : portata volumica della tubazione

A : area della sezione interna della tubazione

v : velocità dell'acqua nella tubazione

L : lunghezza della tubazione

$\Delta H_d$  : perdita di carico distribuita totale nella tubazione

$\Sigma \xi$  : somma dei coefficienti di perdita localizzata nella tubazione

$\Delta H_c$  : perdita di carico localizzata totale nella tubazione

$\Sigma \Delta H$  : perdita di carico totale nella tubazione

Le prevalenze da fornire, alle portate di progetto, da parte delle elettropompe dei circuiti saranno, pertanto, le seguenti.

- Circuito "primario cakldaia" : 13 kPa - 15 kPa
- Circuito "radiatori fabbricato servizi" : 56 kPa - 60 kPa
- Circuito "batterie calde u.t.a." : 123 kPa - 125 kPa
- Circuito "ventilconvettori fabbricato servizi" : 83 kPa - 85 kPa

-----●-----