

PROGETTO ESECUTIVO  
per la realizzazione di due tensostrutture

COMMITTENTE:  
Amministrazione Comunale di Ciserano

OGGETTO:  
Relazione impianto Meccanico

PROGETTISTA  
Ing. Andrea Baroni  
Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia  
di Bergamo al n° 3019  
  
Via G.B. Moroni n. 143  
24122 - Bergamo (BG)  
Tel e Fax 035-0792241

II PROGETTISTA

Data: Settembre 2020

Agg.:

ALL. RM



## 1 INTRODUZIONE

L'intervento oggetto della presente relazione interessa la realizzazione di due palestre coperte e di un nuovo spogliatoio prefabbricato da inserire all'interno dell'impianto sportivo di Via Cabina.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti meccanici saranno progettati nel rispetto delle vigenti disposizioni legislative in materia e con riferimento alle indicazioni e prescrizioni fornite dalle normative tecniche di settore. Di seguito si riporta un sommario elenco delle leggi e norme di maggior interesse.

### *Leggi e norme di carattere generale*

- Decreto 22 Gennaio 2008 n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.Lvo 14 agosto 1996, n° 493 – “Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro.”
- D.M. Int. 12 aprile 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. Int. 18 Marzo 1996 –Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi e successive modifiche ed integrazioni.
- D.lgs 81/2008 “Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro”;

### *Riscaldamento e climatizzazione*

- UNI EN 264 - Dispositivi di arresto di sicurezza per impianti di combustione a combustibili liquidi. Requisiti di sicurezza e prove.
- UNI 7357-74 e F.A. Calcolo dei fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.
- UNI 10345 - Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati.
- UNI 10349 - Dati climatici.
- UNI 10376 - Isolamento degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

La normativa vigente in Regione Lombardia, il Regolamento Attuativo denominato “**Decreto del dirigente unità organizzativa n. 6480 del 30/07/2015**” intitolato “DISPOSIZIONI IN MERITO ALLA DISCIPLINA PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI E PER IL RELATIVO ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA, A SEGUITO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015” recita al punto “3. AMBITO DI APPLICAZIONE”:

*“Sono escluse dall'applicazione integrale del presente provvedimento le seguenti categorie di edifici e di impianti: (.....) d) gli edifici che risultano non compresi nelle categorie di edifici classificati sulla base della destinazione d'uso di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, il cui utilizzo standard non prevede l'installazione e l'impiego di sistemi tecnici di climatizzazione, quali box, cantine, autorimesse, parcheggi multipiano, depositi, strutture stagionali a protezione degli impianti sportivi; per questa categoria di edifici il presente dispositivo si applica limitatamente alle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili, purché scorporabili ai fini della valutazione di efficienza energetica”*

Questo aspetto è stato ribadito dalla D.G.R. Regione 176/2017, nell'allegato punto 3.2 d):

*“Sono escluse dall'applicazione integrale del presente provvedimento le seguenti categorie di edifici e di impianti:*

*(omissis)*

*d) gli edifici che risultano non compresi nelle categorie di edifici classificati sulla base della destinazione d'uso di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, il cui utilizzo standard non prevede l'installazione e l'impiego di sistemi tecnici di climatizzazione, quali box, cantine, autorimesse, parcheggi multipiano, depositi, strutture rivestite da un involucro interamente rimovibile quali quelle stagionali a protezione degli impianti sportivi, anche se sostenute da strutture portanti fisse; per*

*questa categoria di edifici il presente dispositivo si applica limitatamente alle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili, purché scorporabili ai fini della valutazione di efficienza energetica”;*

Con il Decreto n. 224 del 18-01-2016, infatti, la Regione Lombardia chiarisce alcuni punti ancora dubbi sull'applicazione delle nuove regole di efficienza energetica in vigore dal 1 gennaio 2016. Le indicazioni qui riportate vanno a integrare quanto approvato con il decreto Regionale n.6480 del 30.7.2015 e riguardano gli ambiti di applicazione dei requisiti minimi e indicazioni su nuovi modelli APE.

In particolare, al punto 19 della norma, intitolato “Strutture a protezione degli impianti sportivi” si riporta: *“Le strutture a protezione degli impianti sportivi sono considerate stagionali e, pertanto, sono esenti dagli obblighi di rispetto dei requisiti di prestazione energetica e di dotazione dell’Attestato di Prestazione Energetica qualora esse, anche se sostenute da strutture portanti fisse, siano completamente rivestite da un involucro che può essere, a momenti alterni, tolto o rimesso”.*

Considerato che il campo polivalente, dotato di struttura portante fissa e di involucro di copertura rimovibile per utilizzo stagionale costituito dal telo in pvc, ricade nell’ambito di applicazione della normativa sopra citata.

Inoltre, si specifica che, la struttura in progetto cerca per quanto possibile di sfruttare tutte le tecnologie disponibili in questo campo, prevedendole nel progetto posto a base di gara questi accorgimenti:

- la tecnologia della condensazione applicata al generatore di calore alimentato a gas metano;
- il telo di copertura a doppia membrana in pvc con intercapedine d’aria;
- un destratificatore d’aria canalizzato per rimescolare l’aria calda che altrimenti tenderebbe a stratificare nella parte alta della struttura.

Questi elementi consentono, per quanto possibile, un risparmio energetico rispetto ad un analogo edificio che ne è sprovvisto.

La scelta di porre a base di gara una struttura polivalente costituita da arcate in legno lamellare e telo di pvc appare come un buon compromesso tra costi di realizzazione e costi gestionali. Parimenti, un edificio vero e proprio, a fronte di caratteristiche prestazionali decisamente superiori (dal punto di vista energetico, in primis, e secondariamente per durata dei suoi componenti) presenta da un lato costi di realizzazione decisamente superiori dall’altro costi gestionali inferiori.

Va sottolineato che spesso l’utilizzo di queste strutture è discontinuo, concentrato prettamente nelle ore serali diversamente da quanto accade con le palestre scolastiche. In quest’ottica, la bassa inerzia termica della struttura di copertura costituita da un doppio telo in pvc costituisce un limite tutto sommato accettabile se abbinato ad un impianto termico con grandi capacità di riscaldamento in tempi brevi, caratteristica tipica di un impianto a tutt’aria come quello che equipaggia il campo polivalente coperto a progetto.

### **3 CONDIZIONI DI PROGETTO**

Le condizioni di progetto con le quali sono stati dimensionati gli impianti meccanici sono le seguenti:

#### **2.A IMPIANTO DI RISCALDAMENTO**

Nella presente fase di progettazione esecutiva, nella quale sono previsti solo i calcoli completi degli impianti, sono state impostate le caratteristiche di dispersione dei componenti di involucro e sono state calcolate le dispersioni dei singoli ambienti. I risultati dei calcoli sono riportati in allegato. Per i calcoli invernali si sono supposte le seguenti condizioni invernali limite:

##### Dati climatici:

Comune: Ciserano

Comune di riferimento: Bergamo

Zona climatica: E

Gradi giorno 2340

##### Condizioni termoigrometriche aria esterna

Inverno temperatura = -4,5°C

umidità relativa = 60%

### Condizioni termoigrometriche ambienti interni

Con riferimento alle norme CONI per l'impiantistica Sportiva approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25/06/2008, di seguito si indicano le caratteristiche ambientali per i vari locali interessati all'intervento.

| Attività      | Temperatura (°C) |
|---------------|------------------|
| Sala Attività | 16-20            |

Per i campi coperti, considerata la riduzione di dispersioni dovute al doppio telo con camera d'aria, la richiesta di picco di calore sarà di circa 113 kW. Le due palestre saranno riscaldate da due gruppi termici ad aria soffiata a condensazione aventi potenza di circa 122 kW.

## **2.B IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

### Portate di progetto

La determinazione delle portate massime contemporanee viene effettuata mediante il concetto delle unità di carico (UC) (rif. 8.5.3 della UNI 9182).

Per ogni tubazione si determina la somma delle unità di carico associate a ciascun apparecchio servito dal tratto, con riferimento ai prospetti D.1 e D.2 della UNI 9182; il corrispondente valore della portata di progetto (o massima contemporanea) si ricava dai prospetti da D.3 a D.6 della UNI 9182.

### Dimensionamento delle tubazioni

Il dimensionamento delle tubazioni viene effettuato in modo da non superare il limite delle velocità massime consentite in base alla portata di progetto per ciascun tratto dell'impianto. Per fare ciò si utilizza il metodo delle velocità massime. Le tubazioni sono sottoposte a verifica per evitare che si superino i valori eccessivi. Il metodo si utilizza indifferentemente per le tubazioni di acqua fredda e calda.

### Calcolo delle perdite di carico

Il calcolo della pressione utilizzabile è effettuato in modo da garantire la minima pressione di esercizio all'utenza posta nella condizione più sfavorevole. La perdita di carico tra il punto di erogazione e ciascun punto di prelievo viene determinata come somma delle perdite di carico distribuite e concentrate in ogni tratto dell'impianto.

Per le perdite di carico distribuite si utilizza la formula:

$$\Delta P = J \times L$$

in cui J è calcolato secondo la formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \lambda \cdot v^2 \cdot \rho / 2 \cdot D_i$$

dove:

$\Delta P$  è la perdita di carico distribuita (kPa)

J è la perdita di carico per unità di lunghezza (kPa/m)

L è la lunghezza della tubazione (m)

$D_i$  è il diametro interno della tubazione (m)

v è la velocità del fluido (m/s)

$\rho$  è la densità dell'acqua (kg/m<sup>3</sup>)

$\lambda$  è il coefficiente adimensionale ricavabile dal Diagramma di Moody (fig. I.3 UNI 9182)

Per il calcolo corretto del valore  $\lambda$  dal Diagramma di Moody utilizziamo il numero di Reynolds Re che dipende dalla viscosità cinematica e, quindi, dalla temperatura dell'acqua, e la rugosità relativa per la tubazione in esame. Per facilitare il calcolo si utilizzano le rugosità assolute dei materiali (prospetto I.1 UNI 9182) e le viscosità cinematiche dell'acqua in funzione della temperatura (prospetto I.2 UNI 9182).

Per le perdite di carico concentrate si utilizza la formula:

$$\Delta P = K \cdot \rho \cdot (v^2/2)$$

dove:

$\Delta P$  è la perdita di carico concentrata (kPa)

$K$  è il coefficiente di perdita che può essere dovuta alla geometria dell'elemento

$v$  è la velocità dell'acqua (m/s)

$\rho$  è la densità dell'acqua (kg/m<sup>3</sup>)

#### Dimensionamento dei preparatori

Il dimensionamento è effettuato utilizzando le indicazioni presenti nelle appendici E, F e G della UNI 9182.

In particolare, usando i dati in appendice E si calcolano i fabbisogni medi giornalieri di acqua calda, con le informazioni presenti in appendice F si determina il periodo di punta dei consumi di acqua calda e, infine, mediante l'appendice G, si dimensiona il volume lordo del preparatore e la potenza.

Nel caso di preparatore istantaneo la potenza istantanea è calcolata secondo:

$$P = qM (T_m - T_f) / 860$$

dove:

$P$  è la potenza istantanea (kW)

$qM$  è il consumo orario di acqua calda (l/h)

$T_m$  è la temperatura nel periodo di punta (°C)

$T_f$  è la temperatura dell'acqua fredda in entrata (°C)

#### Dimensionamento rete di ricircolo

Il dimensionamento della rete di ricircolo è effettuato con riferimento all'appendice L, procedura B, della norma UNI 9182.

Le linee di ricircolo e i tratti collettori sono realizzati con tubi aventi diametro interno pari ad almeno 10 mm.

Le dispersioni termiche specifiche  $q_w$  per le tubazioni di acqua calda, basandosi su valori medi, si possono quantificare in 7 W/m.

La portata  $V_p$  della pompa di ricircolo viene determinato nel modo seguente:

$$V_p = \Sigma (l \cdot q_w) / (\rho \cdot c \cdot \Delta T)$$

dove:

$l$  è la lunghezza della tubazione di acqua calda (m)

$q_w$  è la dispersione termica della tubazione di acqua calda (W/m)

$\rho$  è la massa volumica dell'acqua (kg/m<sup>3</sup>)

$c$  è la capacità termica specifica dell'acqua (Wh/kgK)

$\Delta T$  è la differenza di temperatura (°K)

Per prima cosa, si impostano sul preparatore la differenza di temperatura e la modalità di calcolo, cioè se il salto termico è da considerarsi sul punto più sfavorito dell'impianto di ricircolo o sul punto di ritorno al preparatore. La portata volumetrica della pompa, calcolata applicando la formula precedente, corrisponde alla quantità d'acqua che deve essere tenuta in circolo nell'impianto per mantenere costante la differenza di temperatura. Ad ogni diramazione si calcola la portata in volume nel tratto che dirama nel modo seguente:

$$V_a = V \cdot Q_a / (Q_a + Q_d)$$

dove:

$V$  è la portata in ingresso alla diramazione (m<sup>3</sup>/h)

$V_a$  è la portata della tubazione che dirama (m<sup>3</sup>/h)

$Q_a$  è la dispersione termica di tutte le tubazioni a valle della tubazione che dirama (W)

Qd è la dispersione termica di tutte le tubazioni a valle della tubazione che prosegue (W)

Determinate le portate volumetriche tratto per tratto, si calcolano i diametri interni delle tubazioni di ricircolo in modo che la velocità dell'acqua non superi il limite di 0.30 m/s per ciascun tratto.

#### Trattamento dell'acqua

Il trattamento dell'acqua avverrà secondo il DPR n. 59/09 che prevede che per impianti con potenza inferiore a 100 kW si debba prevedere:

- un filtro di sicurezza non inferiore a 50 micron
- un dosatore di un prodotto protettivo antincrostante e anticorrosivo.

In centrale termica si prevede l'installazione di un dosatore di polifosfati, inoltre si prevede la sola predisposizione per la successiva installazione di un addolcitore che avverrà nel secondo lotto relativo alla palestra.

## **2.C IMPIANTO DI SCARICO**

#### Metodo per il dimensionamento delle tubazioni di scarico (UNI EN 12056-2)

Le tubazioni di scarico sono dimensionate secondo UNI EN 12056-2. La formula per il calcolo della portata che interessa ciascun tratto di tubazione è la seguente:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

dove:

$Q_{tot}$  è la portata totale (l/s)

$Q_{ww}$  è la portata delle acque reflue (l/s)

$Q_c$  è la portata continua (l/s)

$Q_p$  è la portata di pompaggio (l/s)

La portata  $Q_{ww}$  è calcolata a partire dalla formula:

$$Q_{ww} = k * \sqrt{\sum DU}$$

dove:

$Q_{ww}$  è la portata delle acque reflue (l/s)

k è il coefficiente di frequenza tipo

$\sum DU$  è la somma delle unità di scarico

Il coefficiente di frequenza tipo (K) può assumere i seguenti valori

| Utilizzo degli apparecchi   | Coefficiente K |
|---|----------------|
| Uso intermittente (per esempio abitazioni, locande uffici)            | 0.5            |
| Uso frequente (per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi) | 0.7            |
| Uso molto frequente (per esempio in bagni e/o docce pubbliche)        | 1.0            |
| Uso speciale (per esempio laboratori)                                 | 1.2            |

#### Dimensionamento delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio è almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente tubo di scarico, senza superare i 50 mm. Quando una diramazione di ventilazione raccoglie la ventilazione singola di più apparecchi, il suo diametro è almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione è costante e determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non è inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

### Dimensionamento delle diramazioni e delle colonne di scarico

Per le diramazioni di scarico senza ventilazione sono stati applicati i vincoli specificati dalla UNI EN 12056-2 nei prospetti 4 e 5, per i sistemi di scarico di tipo diverso dal Sistema III e nel prospetto 6 per i rimanenti.

Per le diramazioni di scarico con ventilazione, invece, sono stati applicati i vincoli e i criteri di progetto specificati dalla UNI EN 12056-2 nei prospetti 7 e 8, per i sistemi di scarico di tipo diverso dal Sistema III e nel prospetto 9 per i rimanenti.

Le valvole di aerazione di diramazioni sono dimensionate secondo il prospetto 10 della suddetta normativa e più precisamente rispettano il seguente schema:

| Sistema | $Q_a$ (l/s)        |
|---------|--------------------|
| I       | $1 \times Q_{tot}$ |
| II      | $2 \times Q_{tot}$ |
| III     | $2 \times Q_{tot}$ |
| IV      | $1 \times Q_{tot}$ |

dove:

$Q_a$  è la portata aria minima in litri al secondo (l/s)

$Q_{tot}$  è la portata totale in litri al secondo (l/s)

I diametri delle colonne di scarico sono, invece, calcolati utilizzando i prospetti 11 e 12 della UNI EN 12056-2.

## **4 DESCRIZIONI DELLE OPERE**

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo blocco spogliatoi prefabbricato a servizio delle palestre, sono previsti i seguenti servizi:

Spogliatoi:

- Impianto di riscaldamento costituito da:
  - o split posizionati a parete per gli spogliatoi;
  - o impianto di termoregolazione di zona costituito da termostati programmabili;
  - o impianto termico per la produzione di calore costituito da una pompa di calore ad espansione diretta;
- Impianto idrico sanitario costituito da:
  - o wc sanitari;
  - o lavandini a parete dotati di erogatore miscelato di tipo temporizzato;
  - o docce con miscelatore manuale, incassato a muro, di tipo temporizzato e soffione antivandalo;
  - o rete di tubazioni dotata di ricircolo sanitario e distribuzione a collettore;
  - o impianto di produzione di acqua calda costituito da bollitore da 500 lt collegato ad un generatore in pompa di calore;
  - o impianto di addolcimento e trattamento acqua.
- Impianto di scarico acque nere costituito da:
  - o pilette per le docce;
  - o rete di tubazioni di scarico fino all'allaccio al collettore fognario comunale.

Palestre:

- Impianto di riscaldamento costituito da:
  - o generatore aria calda a condensazione;
  - o destratificatore d'aria;
- Impianto gas metano costituito da:
  - o rete di tubazioni di adduzione a partire dal contatore gas di nuova installazione;
  - o impianto rilevazione fughe gas metano.

## **5 ALLACCIAMENTI**

### **1) Impianto metano**



Il progetto prevede di richiedere un nuovo contatore del gas che verrà alloggiato all'interno di un apposito vano tecnico esterno alla struttura esistente. Poiché per lo spogliatoio il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria sarà tutto elettrico, gli unici elementi alimentati a gas saranno i generatori di aria calda delle palestre che complessivamente avranno un carico termico di circa 250 kW, si ritiene che il nuovo contatore debba avere una portata non inferiore a 25 mc/h

## **2) Impianto scarico**

Il progetto prevede, per quanto riguarda le acque nere provenienti dagli spogliatoi, di allacciarsi al collettore stradale in corrispondenza del pozzetto di ispezione presente all'incrocio tra via Cabina e via Olimpiadi, visto il dislivello tra collettore e arrivo della fognatura interna sarà necessario realizzare un sistema di pompaggio. Per lo scarico delle sole acque meteoriche saranno previsti dei pozzi perdenti opportunamente dimensionati.

## **3) Impianto idrico**

Si prevede di richiedere un nuovo contatore da alloggiare in corrispondenza del contatore dell'impianto antincendio. La portata di acqua richiesta è di circa 15 mc/h, per far fronte anche al possibile futuro ampliamento degli spogliatoi.

Bergamo, 11/09/2020

IL TECNICO

# INVARIANZA IDRAULICA

## RELAZIONE TECNICA

Attualmente l'area oggetto d'intervento è occupata da un capo sportivo in erba. Con riferimento all'art. 3 comma 2 del Regolamento Regionale 19 Aprile 2019 n.9 l'intervento rientra in quelli identificati alla lettera b) ovvero le nuove costruzioni.

### PROGETTO

Per quanto riguarda lo scarico delle acque meteoriche dei nuovi spogliatoi e delle palestre queste verranno infiltrate e laminate attraverso pozzi perdenti. Le nuove aree esterne oggetto di intervento saranno costituite da coperture piane con guaina. L'area di infiltraggio/laminazione è stata individuata all'esterno delle palestre in corrispondenza del confine ovest con l'edificio, tra i pozzi perdenti e il confine si prevede di lasciare un margine di almeno 2 metri.

### CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento ricade nel Comune di Ciserano che risulta essere inserito nell'ambito territoriale B (criticità media), la superficie interessata dall'intervento risulta pari a circa 1560 m<sup>2</sup>, con coefficiente di deflusso medio ponderale superiore a 0,4, pertanto confrontando la tabella 1 risulta che la modalità di calcolo per l'invarianza idraulica sia quella prevista dall'art. 11 comma 2 lettera d) ovvero il "Metodo delle sole piogge".

### TIPOLOGIA DEL TERRENO

Con riferimento alla relazione geologica a firma del Geologo Michela Pecchio che a seguito della prova di permeabilità effettuata alla quota di 3-4 mt dal piano campagna e dell'analisi del terreno individua un coefficiente di permeabilità del terreno a lungo termine pari a:

$$K = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

ovvero che il terreno ha una buona permeabilità tipica dei terreni con sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie.

### CALCOLO CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

Per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica si fa riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni, mentre per le precipitazioni di progetto si fa riferimento ai dati ARPA Lombardia (c.f.r. Schede allegate). Sulla base delle pavimentazioni previste a progetto risulta che il coefficiente di deflusso medio ponderale utilizzato per la determinazione della superficie scolante dia il seguente:

| Tipologia superficie | Coefficiente di deflusso | Superficie |
|----------------------|--------------------------|------------|
|----------------------|--------------------------|------------|

|                             |     |        |
|-----------------------------|-----|--------|
| Copertura piana con guaina  | 1,0 | 1460,0 |
| Copertura inclinata lamiera | 1,0 | 100,0  |
| Valore medio ponderale      | 1,0 | -----  |

Risulta che il coefficiente medio ponderale di deflusso sia pari a 1,0.

Calcolando il volume di invaso minimo con il metodo delle sole piogge come indicato al punto 3.2 dell'Allegato G, con riferimento ai dati Arpa Lombardia per la zona interessata.

Considerando che nel nostro caso utilizziamo come elemento disperdente nel terreno dei pozzi perdenti aventi diametro netto interno di 2,0 mt e strato esterno minimo di rivestimento in ghiaia di 0,5 mt. Dimensioniamo i pozzi perdenti e il relativo volume di accumulo considerando un terreno che sia mediamente permeabile e calcoliamo la portata uscente ( $Q_u$ ) come la superficie perimetrale per la velocità di infiltrazione a lungo termine, così facendo otteniamo il dimensionamento del vaso come sotto riportato:

| Ore | H    | Vscaric. | V corretto | Vu pozzo |
|-----|------|----------|------------|----------|
| 1   | 60,4 | 45,0     | 45,00      | 94,2     |
| 4   | 90,2 | 67,2     | 67,20      | -42,3    |

dove:

H = altezza pioggia TR 50 anni

$V_{scaric} = H \times St$  [mc]

$V_{corretto} = V_{scaric} \times Y$  [mc]

$V_{vasca} = V_{corretto} - Q_u \times ore$  [mc]

Permeabilità 7,06E-05 m/sec

Indice vuoti 0,4 ( $V_v/V$ )

| Sigla pozzo | Sup. rifer. [m <sup>2</sup> ] | Y    | N. pozzi | Diam. [m] | h. utile (H1) [m] | Sp. Ghiai [m] | V lordo [m <sup>3</sup> ] | V anelli [m <sup>3</sup> ] | V netto [m <sup>3</sup> ] |
|-------------|-------------------------------|------|----------|-----------|-------------------|---------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Pz.1        | 1560                          | 1,00 | 6        | 2,00      | 3,00              | 0,50          | 148,37                    | 56,52                      | 93,26                     |

T svuotam. = 4,74 ore

Visto la natura del terreno sono sufficienti 6 pozzi perdenti co altezza utile di 3 mt per garantire la corretta gestione delle acque meteoriche con un tempo di svuotamento pari a circa 5 ore. Considerando che per il Comune di Ciserano la norma richiede che il volume specifico d'invaso sia paria ad almeno 500 mc/ha, ne consegue che per l'intervento il volume netto di invaso debba essere di:

$$V_{min} = 500 \text{ mc/ha} \times 0,1560 \text{ ha} = 78 \text{ mc}$$

Nel caso specifico il volume netto d'invaso, considerando anche i vuoti della ghiaia è di circa 93 mc superiore alle richieste del Regolamento Regionale. Inoltre, come richiesto dalla lettera f del punto 2 dell'art. 11 lo svuotamento del pozzo avviene entro le 48 ore.

Se andiamo a considerare un tempo di ritorno di 100 anni il volume da invasare sarebbe maggiore, nel caso tale volume eccedente andrebbe ad occupare la parte di pozzo perdente eccedente la quota di imbocco della tubazione di ingresso ed eventualmente si considera accettabile che si possa allagare parzialmente l'area verde esterna agli spogliatoi e palestre. Per quanto riguarda i percorsi esterni vista l'esigua dimensione si prevede che questi scolino le acque meteoriche direttamente sul terreno circostante.

## **INDICAZIONI MANUTENZIONE**

Il sistema di invarianza idraulica è costituito da:

- n. 2 blocchi costituiti da n. 3 pozzi perdenti ciascuno;
- tubazioni e pozzetti di adduzione dell'acqua ai pozzi perdenti.

I manufatti risultano semplici e la manutenzione dovrà consistere in:

Manutenzione Ordinaria

| Intervento                                      | Periodicità  |
|---|--------------|
| Controllo dei pozzi                             | Ogni 6 mesi  |
| Pulizia dei pozzi                               | Ogni 2 anni  |
| Rifacimento dei pozzi e ripristino permeabilità | Ogni 10 anni |

Bergamo, 11/09/2020

IL TECNICO

# CALCOLO DEL CARICO TERMICO INVERNALE DI PROGETTO UNI EN 12831

## RELAZIONE TECNICA

### 1 CARICO TERMICO DI PROGETTO DELL'EDIFICIO

#### ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: CALCOLO DEL CARICO TERMICO INVERNALE

##### **Calcolo del carico termico di progetto per impianti di riscaldamento negli edifici.**

Di seguito si riportano i dettagli dei carichi termici per le unità immobiliari, le zone e i locali costituenti l'edificio. Il calcolo è eseguito secondo i principi della norma UNI EN 12831 e si riferisce al salto termico di progetto tra la temperatura interna e la temperatura esterna di progetto definita dalla UNI.

Nel dettaglio si analizza il fabbisogno di picco delle sole palestre in quanto essendo gli spogliatoi prefabbricati il progetto dell'impianto di riscaldamento degli stessi è demandato al prefabbricatore.

*Il calcolo è da supporto alla progettazione dell'impianto di riscaldamento. Secondo le indicazioni di norma, il valore del carico è valutato secondo tre componenti: trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa.*

#### Carico termico invernale richiesto per le unità immobiliari dell'edificio

| Unità immobiliare       | Sup,utile              | Carico totale | Carico specifico         |
|-------------------------|------------------------|---------------|--------------------------|
| Nuovo Impianti sportivo | 1 420,0 m <sup>2</sup> | 191 608,4 W   | 134,935 W/m <sup>2</sup> |

#### Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle unità immobiliari

| Unità immobiliare       | $\phi_{\text{trasm}}$ | $\phi_{\text{vent}}$ | $\phi_{\text{ripresa}}$ |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| Nuovo Impianti sportivo | 156 980,4 W           | 13 328,0 W           | 21 300,0 W              |

### 2 CARICO TERMICO PER SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE

#### Nuovo Impianti sportivo

#### Carico termico invernale richiesto per singola zona riscaldata

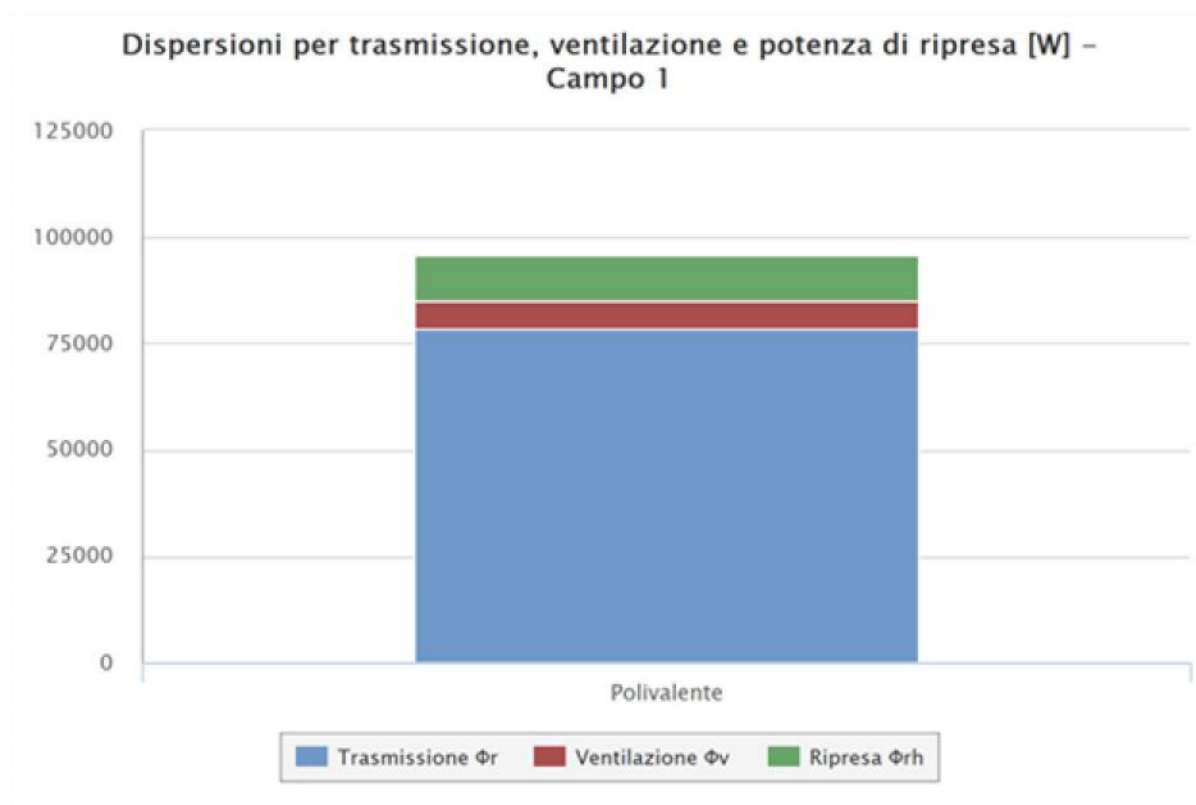
| Zona riscaldata | Sup,utile            | Carico totale     | Carico specifico         |
|-----------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Campo 1         | 710,0 m <sup>2</sup> | <b>95 802,5 W</b> | 134,933 W/m <sup>2</sup> |
| Campo 2         | 710,0 m <sup>2</sup> | <b>95 805,8 W</b> | 134,938 W/m <sup>2</sup> |

### Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle zone riscaldate

| Unità immobiliare | $\phi_{trasm}$ | $\phi_{vent}$ | $\phi_{ripresa}$ |
|-------------------|----------------|---------------|------------------|
| Campo 1           | 78 488,5 W     | 6 664,0 W     | 10 650,0 W       |
| Campo 2           | 78 491,8 W     | 6 664,0 W     | 10 650,0 W       |

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare

#### Campo 1



#### Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

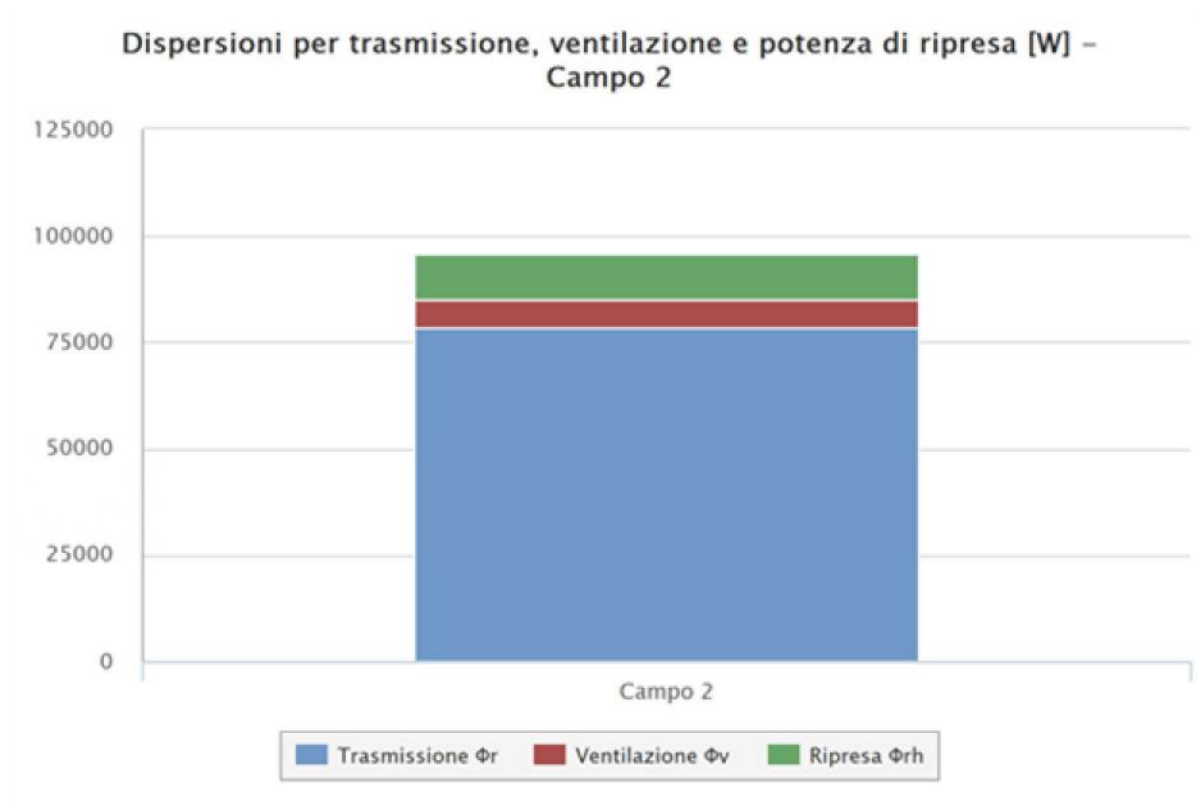
| Locale             | Sup,utile       | Carico totale     | Carico specifico    |
|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| <b>Polivalente</b> | <b>710,0 m²</b> | <b>95 802,5 W</b> | <b>134,933 W/m²</b> |

#### Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

| Locale             | $\phi_{trasm}$    | $\phi_{vent}$    | $\phi_{ripresa}$  |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| <b>Polivalente</b> | <b>78 488,5 W</b> | <b>6 664,0 W</b> | <b>10 650,0 W</b> |

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare

## Campo 2



## Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

| Locale         | Sup,utile       | Carico totale     | Carico specifico    |
|----------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| <b>Campo 2</b> | <b>710,0 m²</b> | <b>95 805,8 W</b> | <b>134,938 W/m²</b> |

## Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

| Locale         | $\phi_{trasm}$    | $\phi_{vent}$    | $\phi_{ripresa}$  |
|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| <b>Campo 2</b> | <b>78 491,8 W</b> | <b>6 664,0 W</b> | <b>10 650,0 W</b> |

Nuovo Impianti sportivo - Campo 1 - Polivalente -  $\Delta\theta_{\text{progetto}} = 24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Elemento disperdente                | Verso   | Or | e    | An o l | U o $\psi$ | Hix       | btrx                | $\phi T$   |
|-------------------------------------|---------|----|------|--------|------------|-----------|---------------------|------------|
| Pareti                              | Esterno | E  | 1,15 | 177,48 | 2,465      | 437,409   | 1,00                | 12 321,162 |
| Uscite di emergenza                 | Esterno | E  | 1,15 | 2,52   | 1,400      | 3,528     | 1,00                | 99,379     |
| Pareti                              | Esterno | W  | 1,10 | 180,00 | 2,465      | 443,619   | 1,00                | 11 952,799 |
| Copertura                           | Esterno | -  | 1,00 | 744,96 | 2,803      | 2 088,376 | 1,00                | 51 153,487 |
| Uscite di emergenza                 | Esterno | -  | 1,00 | 5,04   | 1,400      | 7,056     | 1,00                | 172,832    |
| Campo da gioco                      | Terreno | -  | 1,00 | 714,24 | 0,333      | 238,188   | 0,48                | 2 788,883  |
| <b>TOTALE Campo 1 - Polivalente</b> |         |    |      |        |            |           | <b>78 488,543 W</b> |            |

Nuovo Impianti sportivo - Campo 2 - Campo 2 -  $\Delta\theta_{\text{progetto}} = 24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Elemento disperdente            | Verso   | Or | e    | An o l | U o $\psi$ | Hix       | btrx                | $\phi T$   |
|---------------------------------|---------|----|------|--------|------------|-----------|---------------------|------------|
| Pareti                          | Esterno | E  | 1,15 | 180,00 | 2,465      | 443,619   | 1,00                | 12 496,108 |
| Pareti                          | Esterno | W  | 1,10 | 177,48 | 2,465      | 437,409   | 1,00                | 11 785,460 |
| Uscite di emergenza             | Esterno | W  | 1,10 | 2,52   | 1,400      | 3,528     | 1,00                | 95,058     |
| Copertura                       | Esterno | -  | 1,00 | 744,96 | 2,803      | 2 088,376 | 1,00                | 51 153,487 |
| Uscite di emergenza             | Esterno | -  | 1,00 | 5,04   | 1,400      | 7,056     | 1,00                | 172,832    |
| Campo da gioco                  | Terreno | -  | 1,00 | 714,24 | 0,333      | 238,188   | 0,48                | 2 788,883  |
| <b>TOTALE Campo 2 - Campo 2</b> |         |    |      |        |            |           | <b>78 491,828 W</b> |            |

Nuovo Impianti sportivo - Campo 1

Volume netto totale dell'edificio Vn: 12 268,8 m<sup>3</sup>

Zona: Campo 1

| Locale                | Vn             | V'i          | HV           | $\Delta\theta p$ | $\phi V$         |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|------------------|------------------|
| Polivalente           | 6 134,4        | 800,2        | 272,1        | 24,5             | 6 664,0          |
| <b>TOTALE Campo 1</b> | <b>6 134,4</b> | <b>800,2</b> | <b>272,1</b> | <b>-</b>         | <b>6 664,0 W</b> |

Nuovo Impianti sportivo - Campo 2

Volume netto totale dell'edificio Vn: 12 268,8 m<sup>3</sup>

Zona: Campo 2

| Locale                | Vn             | V'i          | HV           | $\Delta\theta p$ | $\phi V$         |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|------------------|------------------|
| Campo 2               | 6 134,4        | 800,2        | 272,1        | 24,5             | 6 664,0          |
| <b>TOTALE Campo 2</b> | <b>6 134,4</b> | <b>800,2</b> | <b>272,1</b> | <b>-</b>         | <b>6 664,0 W</b> |

Zona: Campo 1 - fRH = 15,0

| Locale      | Su                   | $\phi RH$  |
|-------------|----------------------|------------|
| Polivalente | 710,0 m <sup>2</sup> | 10 650,0 W |



Zona: Campo 2 - fRH = 15,0

| Locale  | Su                   | $\phi_{RH}$ |
|---------|----------------------|-------------|
| Campo 2 | 710,0 m <sup>2</sup> | 10 650,0 W  |

# IMPIANTO GAS

## RELAZIONE TECNICA

### NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

#### Norme

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>UNI 7128</b>      | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da reti di distribuzione - Termini e definizioni   |
| <b>UNI 7129-1</b>    | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 1: Impianto interno  |
| <b>UNI 7129-2</b>    | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione |
| <b>UNI 7129-3</b>    | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione   |
| <b>UNI 7129-4</b>    | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi   |
| <b>UNI 7129-5</b>    | Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 5: Sistemi di scarico delle condense   |
| <b>UNI 7131</b>      | Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione  |
| <b>UNI 7140</b>      | Apparecchi a gas per uso domestico - Tubi flessibili non metallici per allacciamento di apparecchi a gas per uso domestico e similare   |
| <b>UNI 7141</b>      | Apparecchi a gas per uso domestico - Portagomma e fascette  |
| <b>UNI EN 751-1</b>  | Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1a, 2a e 3a famiglia e con acqua calda - Parte 1: Composti di tenuta anaerobici   |
| <b>UNI EN 751-2</b>  | Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1a, 2a e 3a famiglia e con acqua calda - Parte 2: Composti di tenuta non indurenti  |
| <b>UNI EN 751-3</b>  | Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1a, 2a e 3a famiglia e con acqua calda - Parte 3: Nastri di PTFE non sinterizzato   |
| <b>UNI EN 1057</b>   | Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento   |
| <b>UNI EN 1254-1</b> | Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare   |
| <b>UNI EN 1254-2</b> | Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione  |
| <b>UNI EN 1254-4</b> | Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione  |
| <b>UNI EN 1254-5</b> | Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare   |
| <b>UNI EN 1775</b>   | Trasporto e distribuzione di gas - Tubazioni di gas negli edifici - Pressione massima di esercizio $\leq 5$ bar – Raccomandazioni funzionali  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>UNI EN ISO 3183</b>   | Tubi di acciaio per i sistemi di trasporto per mezzo di condotte   |
| <b>UNI EN 10240</b>      | Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici   |
| <b>UNI EN 10242</b>      | Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile  |
| <b>UNI EN 10241</b>      | Raccordi di acciaio filettati per tubi   |
| <b>UNI EN 10255</b>      | Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura   |
| <b>UNI EN 10305-3</b>    | Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 3: Tubi saldati calibrati a freddo   |
| <b>UNI EN 10312</b>      | Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura  |
| <b>UNI EN 1555-2</b>     | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi   |
| <b>UNI EN 1555-3</b>     | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi   |
| <b>UNI EN 1555-4</b>     | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole  |
| <b>UNI EN 11344</b>      | Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici e raccordi per il trasporto di combustibili gassosi per impianti interni   |
| <b>UNI EN 10088-3</b>    | Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali |
| <b>UNI EN 15266</b>      | Kit di tubi ondulati pieghevoli di acciaio inossidabile per il trasporto del gas negli edifici con una pressione di esercizio minore o uguale a 0,5 bar  |
| <b>UNI ISO 5256</b>      | Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrato o immerse - Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame  |
| <b>CEI EN 60335-2-31</b> | Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare Parte 2: Norme particolari per cappe da cucina   |
| <b>UNI 8827</b>          | Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte compresa fra 0,04 e 5 bar - Progettazione, costruzione e collaudo   |
| <b>UNI 9036</b>          | Gruppi di misura con contatori a pareti deformabili - Prescrizioni di installazione  |
| <b>UNI 9165</b>          | Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento                             |
| <b>UNI EN 437</b>        | Gas di prova - Pressioni di prova - Categorie di apparecchi  |
| <b>UNI 9860</b>          | Impianti di derivazione di utenza del gas - Progettazione, costruzione e collaudo  |
| <b>UNI 9165</b>          | Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento                             |
| <b>UNI 10682</b>         | Piccole centrali di GPL per reti di distribuzione - Progettazione, costruzione, installazione, collaudo ed esercizio   |
| <b>UNI EN 10226-1</b>    | Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 1: Filettature esterne coniche e interne parallele - Dimensioni, tolleranze e designazione   |
| <b>UNI EN 10226-2</b>    | Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 2: Filettature esterne coniche e interne coniche - Dimensioni, tolleranze e designazione   |
| <b>UNI 11528</b>         | Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio   |
| <b>UNI 11137</b>         | Impianti a gas per uso domestico e similare - Linee guida per la verifica e per il ripristino della tenuta di impianti interni - Prescrizioni generali e requisiti per i gas della II e III famiglia           |

# PREMESSA

Il progetto della rete gas è stato eseguito considerando anche la realizzazione del secondo lotto consistente nella costruzione della palestra polivalente e del relativo generatore di aria calda.

## Installazione degli apparecchi di utilizzazione

---

Per ogni tipologia di installazione sono scelti e utilizzati materiali, componenti e apparecchi dichiarati idonei all'impiego previsto e conformi alle norme applicabili, nel rispetto della legislazione vigente.

Non è consentita l'installazione di apparecchi privi di dispositivi di sorveglianza di fiamma nei nuovi impianti, nella sostituzione di apparecchi in impianti esistenti, nel rifacimento/trasformazione/ampliamento di impianti esistenti.

L'installazione degli apparecchi a gas devono essere installati nel totale rispetto delle prescrizioni in materia di sicurezza elettrica.

Gli apparecchi a gas sono installati ad una distanza di almeno 1,5 m da eventuali contatori, siano essi elettrici o del gas ovvero sono realizzati dei setti separatori tra apparecchio e contatore in modo da evitare che eventuali fughe di gas possano trovare punti di innesco.

## Materiali

---

I materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto fanno riferimento a norme tecniche di prodotto e sono dichiarati idonei dal fabbricante e conformi a quanto previsto dalla legislazione vigente in materia.

Inoltre, i materiali utilizzati sono idonei alla tipologia e al luogo di installazione, sono integri, privi di danni visibili cagionati dal trasporto, stoccaggio o da particolari eventi.

## Definizioni

---

**Apparecchio di Tipo A:** apparecchio non previsto per il collegamento a camino/canna fumaria o a dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione avvengono nel locale di installazione.

**Apparecchio di Tipo B:** apparecchio previsto per il collegamento a camino/canna fumaria o a dispositivo che evacua i prodotti della combustione all'esterno del locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente avviene nel locale d'installazione e l'evacuazione dei prodotti della combustione avviene all'esterno del locale stesso.

**Apparecchio di Tipo C:** apparecchio il cui circuito di combustione (prelievo dell'aria comburente, camera di combustione, scambiatore di calore e evacuazione dei prodotti della combustione) è a tenuta rispetto al locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione avvengono direttamente all'esterno del locale.

**Apparecchio di cottura:** apparecchi destinati alla cottura dei cibi quali forni a gas e piani di cottura siano essi ad incasso, separati fra loro oppure incorporati in un unico apparecchio chiamato solitamente "cucina a gas".

**Apparecchio di cottura con sorveglianza di fiamma:** apparecchio di cottura dotato di dispositivo di sorveglianza di fiamma che, in risposta a un segnale del rivelatore di fiamma, mantiene aperta l'alimentazione del gas, e la interrompe in assenza della fiamma.

**Q<sub>A</sub>:** portata termica nominale massima complessiva espressa in kW, riferita agli apparecchi di tipo A installati nel locale.

**Q<sub>B</sub>:** portata termica nominale massima complessiva espressa in kW, riferita agli apparecchi di tipo B installati nel locale.

**Q<sub>TipoC</sub>:** portata termica nominale massima complessiva espressa in kW, riferita agli apparecchi di tipo C installati nel locale.

**Q<sub>C</sub>**: portata termica nominale massima complessiva espressa in kW, riferita agli apparecchi di cottura preesistenti, senza dispositivo di sorveglianza di fiamma, installati nel locale.

**Q<sub>CS</sub>**: portata termica nominale massima complessiva espressa in kW riferita, agli apparecchi di cottura con dispositivo di sorveglianza di fiamma, installati nel locale.

## Idoneità dei locali di installazione

Sulle pareti, nei soffitti e nei pavimenti dei locali di installazione non devono esservi crepe, fessurazioni e fori, tali da consentire accidentali infiltrazioni di gas nelle strutture edili. I locali non presidiati devono essere sempre aerati e, se necessario, ventilati.

Gli apparecchi possono essere installati in vani tecnici opportunamente aerati, individuati all'interno o all'esterno dell'edificio. Tali vani tecnici devono essere dotati di un'apertura permanente di aerazione, rivolta verso l'esterno, di sezione non inferiore a 100 cm<sup>2</sup> ovvero essere areati tramite canali di aerazione di sezione non minore a 150 cm<sup>2</sup>. Nel caso di installazione di apparecchi di tipo diverso dal C, i vani tecnici devono essere opportunamente ventilati.

Nei locali adibiti a camera da letto è vietata l'installazione di apparecchi di cottura e quelli di tipo A e B, fatta eccezione nei monolocali nei quali sono consentiti se dotati del dispositivo di sorveglianza di fiamma. Nei locali uso bagno, nei gabinetti non è possibile installare apparecchi di tipo A e di tipo B; se non è possibile installare un equivalente apparecchio di tipo C collegato ad un nuovo sistema fumario, è sempre possibile installare un apparecchio di tipo B maggiorando del 50% l'apertura di ventilazione prevista con un minimo di 200 cm<sup>2</sup>.

Nei locali in cui sono presenti generatori di calore a combustibile solido e in quelli direttamente comunicanti è vietata l'installazione di apparecchi di tipo A e B.

Nel caso di apparecchi alimentati con gas aventi densità relativa maggiore di 0,8, i locali di installazione non possono avere il pavimento al di sotto del piano di campagna ovvero essere comunicanti anche tramite scale o rampe con locali aventi pavimenti al di sotto del piano di campagna, salvo le seguenti eccezioni:

- il locale di installazione sia aerato;
- la soglia, tra il locale di installazione e gli altri locali con pavimento sotto il piano di campagna posti in comunicazione con esso, sia rialzata di almeno 15 cm rispetto al filo inferiore dell'apertura di aerazione;
- l'apertura di aerazione consenta l'evacuazione del gas verso l'esterno e non siano presenti ostacoli posti entro un raggio di 1,5 m nell'ambiente esterno.

In ogni caso l'ubicazione degli apparecchi deve consentire una idonea evacuazione dei prodotti della combustione, l'eventuale scarico/trattamento delle condense e il facile accesso per la manutenzione.

L'ubicazione è condotta in considerazione di:

- tipologia degli apparecchi;
- tipologia del gas combustibile utilizzato;
- posizione dei sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione;
- eventuale ubicazione dei sistemi di scarico dei reflui;
- compartimentazione del/dei locali di installazione del/degli apparecchi.

## **UNI 11528**

La UNI 11528 fornisce i criteri per la progettazione, l'installazione e la messa in servizio degli impianti civili extradomestici a gas della 1a, 2a e 3a famiglia, nonché alla installazione di apparecchi installati in batteria o in cascata qualora la portata termica complessiva risulti maggiore di 35 kW. La norma si applica anche ai rifacimenti di impianti civili extradomestici o parte di essi. La norma non si applica agli impianti a gas realizzati specificatamente per essere inseriti in cicli di lavorazione industriale e a quelli trattati dalla UNI 8723.

L'impianto civile extradomestico è un impianto gas asservito ad almeno un apparecchio avente singola portata termica nominale massima maggiore di 35 kW oppure apparecchi installati in batteria con portata termica complessiva maggiore di 35 kW. L'impianto è funzionale ad uno o più dei seguenti effetti utili:

- a) climatizzazione di edifici ed ambienti;
- b) produzione di acqua calda sanitaria;
- c) cottura di cibi (con esclusione dell'ospitalità professionale, di comunità e ambiti simili).

## METODI DI CALCOLO

### Premessa

Il dimensionamento delle tubazioni di adduzione dei combustibili gassosi, degli accessori, dei dispositivi, dei pezzi speciali e degli eventuali riduttori di pressione, facenti parte dell'impianto interno, deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione, nel rispetto delle pressioni stabilite per ciascun apparecchio dal rispettivo fabbricante. A questo scopo devono essere opportunamente determinate le perdite di carico sotto elencate:

- a) perdite di carico distribuite dovute all'attrito interno nel tratto di tubazione considerato;
- b) perdite di carico localizzate dovute a giunti, cambi di sezione, curve, gomiti, ecc.;
- c) variazione di pressione dovuta all'eventuale differenza di livello tra il punto di inizio e l'apparecchio utilizzatore.

Oltre a quanto sopra riportato, sono tenuti in considerazione eventuali altri fattori che possono influenzare il corretto dimensionamento: pressione di erogazione del gas combustibile fornito immediatamente a monte del punto di inizio, caratteristiche del gas utilizzato, contemporaneità di funzionamento degli apparecchi alimentati dall'impianto alla portata massima nominale, effetti delle variazioni della pressione sui dispositivi di controllo nelle fasi di accensione dei bruciatori.

### Calcolo perdite di carico

Sulla base della potenza termica di ogni utenza e del potere calorifico del gas, viene determinata la quantità totale di gas da erogare, vengono quindi calcolate le lunghezze equivalenti relative ad ogni tratto e la caduta di pressione distinguendo se siamo in bassa o alta pressione. Per il calcolo delle perdite di carico  $\Delta P_d$  si utilizzano le formule di Renouard valide per valori  $Q/D < 150$  [ $\text{m}^3/(\text{h} \times \text{mm})$ ]:

- per gas a bassa pressione, della 7ª specie (o pressione non superiore a 50 mbar nel caso della UNI 11528):

$$\Delta P_d = P_A - P_B = 2.275 \times 10^4 \times Q^{1.82} \times D_N^{-4.82} \times d \times l_d \quad [\text{mbar}]$$

- per gas ad alta e media pressione, dalla 1ª alla 6ª specie (o pressione superiore a 50 mbar nel caso della UNI 11528):

$$P_A^2 - P_B^2 = 46.737 \times 10^6 \times Q^{1.82} \times D_N^{-4.82} \times d \times l_d \quad [\text{mbar}^2]$$

dove:

|       |  |
|-------|--|
| Q     | portata [ $\text{Sm}^3/\text{h}$ ]   |
| d     | densità del gas relativa all'aria [a 15 °C e pressione atmosferica pari a 1 013.25 mbar] |
| $l_d$ | lunghezza del tratto di condotta [m]   |
| $P_A$ | pressione all'ingresso della tubazione [bar]   |
| $P_B$ | pressione alla fine della tubazione [bar]  |
| $D_N$ | diametro interno della tubazione [mm]  |

Il diametro di ogni tratto è quindi determinato in modo tale che la perdita di carico, ottenuta come somma del contributo delle perdite distribuite e di quelle localizzate, non superi la perdita di carico massima o la velocità del fluido non superi la massima velocità imposta.

## Calcolo delle variazioni di pressione dovute a dislivelli

Per calcolare la perdita di carico complessiva occorre sommare algebricamente alle perdite di carico distribuite e localizzate la differenza di pressione relativa ( $\Delta P_h$ ), qualora esistente.  
Nel caso di tratti di tubazione verticali,  $\Delta P_h$ , misurata rispetto all'aria, si ottiene dall'applicazione della formula seguente:

$$\Delta P_h = (\gamma_g - \gamma_a) \times h \times g \quad [\text{Pa}]$$

dove:

|            |   |
|------------|---|
| $\gamma_g$ | massa volumica del gas (a 15 °C e 1 013.25 mbar) [kg/m <sup>3</sup> ]         |
| $\gamma_a$ | massa volumica dell'aria (a 15 °C e 1 013.25 mbar) [kg/m <sup>3</sup> ]       |
| h          | differenza di quota tra la base e il punto terminale del tratto verticale [m] |
| g          | accelerazione di gravità (pari a 9.81 m/s <sup>2</sup> ).                     |

## RISULTATI CALCOLO

Installazione nuovi generatori di calore per il riscaldamento delle palestre.  
L'impianto è suddiviso in sezioni in funzione delle classificazioni utilizzate, del gas e delle reti o sorgenti in esso presenti. Nel successivo paragrafo vengono trattate le singole sezioni in modo più approfondito.

### Sezione dall'alimentazione "ACG1"

La sezione inizia dal nodo di alimentazione denominato "ACG1"; di seguito sono riportati i dati:

| DATI DEL GAS                |   |
|-----------------------------|---|
| Nome del gas                | Metano G20                                |
| Descrizione                 |   |
| Famiglia                    | Seconda                                   |
| Potere calorifico inferiore | 34 020 (kJ/m <sup>3</sup> )               |
| Potere calorifico superiore | 37 764 (kJ/m <sup>3</sup> )               |
| Densità relativa all'aria   | 0.555                                     |
| Viscosità cinematica        | 15.7 (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s) |
| Massa volumica              | 0.6768 (kg/m <sup>3</sup> )               |

| DATI DELLA SEZIONE          |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Normativa                   | UNI 11528             |
| Pressione massima esercizio | 100.00 (mbar)         |
| Velocità massima esercizio  | 15.00 (m/sec)         |
| Tipo di condotte            | CONDOTTE DI 6ª SPECIE |

### Utenze della sezione - "ACG1"

| Codice | Descrizione | Portata (m <sup>3</sup> /h) | Potenza (kW) | P. residua (mbar) | $\Delta P_s$ (mbar) | $\Delta P_r$ (mbar) |
|--------|-------------|-----------------------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| GEG1   |             | 12.91                       | 122.00       | 39.99             | 0.57                | 0.57                |
| GEG2   |             | 12.91                       | 122.00       | 39.99             | 0.75                | 0.75                |

### Legenda

$\Delta P_s$ : differenza di pressione rispetto alla sorgente

$\Delta P_r$ : differenza di pressione rispetto alla rete

## Dimensionamento della sezione - "ACG1"

Le tubazioni utilizzate nella sezione sono riportate di seguito:

| Codice   | Tubazione                                       | Materiale          |
|----------|---|--------------------|
| TG.A.001 | ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Media Gas | Acciaio non legato |
| TG.A.015 | POLIETILENE PE 80 ISO 4437-2007 SDR11 PN12.5    | Polietilene        |

I dati relativi al dimensionamento dei tratti di tubazione sono riportati nella seguente tabella:

| Tubazione     | Codice   | Piano   | Posa      | DN | DI (mm) | Filett. | Lungh. (m) | P (mbar) | Q (m³/h) | ΔP (mbar) |
|---------------|----------|---------|-----------|----|---------|---------|------------|----------|----------|-----------|
| ACG1 --> RBG1 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 65 | 68.90   | 2 1/2 " | 0.15       | 99.999   | 25.82    | 0.00      |
| RBG1 --> EGG1 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 65 | 68.90   | 2 1/2 " | 1.00       | 99.936   | 25.82    | 0.06      |
| EGG1 --> EGG2 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 10 | 12.60   | 3/8 "   | 0.10       | 99.931   | 0.00     | 0.01      |
| EGG1 --> GNG6 | TG.A.015 | Piano 1 | Interrato | 63 | 51.40   |         | 1.45       | 99.856   | 25.82    | 0.08      |
| GNG6 --> EGG3 | TG.A.015 | Piano 1 | Interrato | 50 | 40.80   |         | 4.90       | 99.702   | 12.91    | 0.15      |
| GNG6 --> EGG5 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 50 | 53.10   | 2 "     | 50.45      | 99.530   | 12.91    | 0.33      |
| EGG3 --> EGG4 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 10 | 12.60   | 3/8 "   | 0.10       | 99.707   | 0.00     | 0.00      |
| EGG3 --> RBG2 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 0.55       | 99.710   | 12.91    | -0.01     |
| EGG5 --> EGG6 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 10 | 12.60   | 3/8 "   | 0.10       | 99.535   | 0.00     | 0.00      |
| EGG5 --> RBG3 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 0.58       | 99.539   | 12.91    | -0.01     |
| RBG2 --> RPG1 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 4.25       | 99.44    | 12.91    | 0.27      |
| RBG3 --> RPG2 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 4.27       | 99.26    | 12.91    | 0.28      |
| RPG1 --> GEG1 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 0.25       | 39.990   | 12.91    | 59.45     |
| RPG2 --> GEG2 | TG.A.001 | Piano 1 | A vista   | 32 | 36.00   | 1 1/4 " | 0.20       | 39.992   | 12.91    | 59.27     |

I pezzi speciali utilizzati nella sezione sono riportati di seguito:

| Codice   | Tipo Elemento         | Materiale | Descrizione                          | Materiali compatibili | Sistemi di giunzione |
|----------|-----------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| RB.D.001 | Rubinetto             | Generico  | Rubinetto                            | Generico              | Generico             |
| GD.D.001 | Giunto dielettrico    | Generico  | Giunto dielettrico                   | Generico              | Generico             |
| EG.D.001 | Giunto di transizione | Generico  | Giunto di transizione                | Generico              | Generico             |
| GN.A.062 | TEE                   | Generico  | Giunto a "T": per tubazione generica | Generico              | Generico             |
| RP.D.001 | Regolatore pressione  | Generico  | Regolatore di pressione a 40 mbar    | Generico              | Generico             |

I dati relativi al dimensionamento dei pezzi speciali sono riportati nella seguente tabella:

| Elemento                | Codice   | Piano   | Posa    | DN  | DI (mm) | Filett. | ΔP (mbar) |
|-------------------------|----------|---------|---------|-----|---------|---------|-----------|
| Rubinetto               | RB.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 68.9    |         | 0.009     |
| Giunto dielettrico      | GD.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 68.9    |         | ---       |
| Giunto di transizione   | EG.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 12.6    |         | ---       |
| Giunto a "T"            | GN.A.062 | Piano 1 | A vista | --- | 51.4    |         | 0.049     |
| Giunto di transizione   | EG.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 36      |         | ---       |
| Giunto di transizione   | EG.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 53.1    |         | ---       |
| Giunto dielettrico      | GD.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 12.6    |         | ---       |
| Rubinetto               | RB.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 36      |         | 0.031     |
| Giunto dielettrico      | GD.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 12.6    |         | ---       |
| Rubinetto               | RB.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 36      |         | 0.031     |
| Regolatore di pressione | RP.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 36      |         | ---       |
| Regolatore di pressione | RP.D.001 | Piano 1 | A vista | --- | 36      |         | ---       |



Piegature della sezione - "ACG1"

| Giunto | Tubazione     | Tipo giunto | Descrizione | $\Delta P$ (mbar) |
|--------|---------------|-------------|-------------|-------------------|
| GNG2   | RBG1 --> EGG1 | Curva       | Curva       | 0.005             |
| GNG5   | EGG1 --> GNG6 | Curva       | Curva       | 0.012             |
| GNG7   | GNG6 --> EGG3 | Curva       | Curva       | 0.011             |
| GNG20  | GNG6 --> EGG5 | Curva       | Curva       | 0.003             |
| GNG8   | GNG6 --> EGG3 | Curva       | Curva       | 0.011             |
| GNG21  | GNG6 --> EGG5 | Curva       | Curva       | 0.003             |
| GNG9   | GNG6 --> EGG3 | Curva       | Curva       | 0.011             |
| GNG22  | GNG6 --> EGG5 | Curva       | Curva       | 0.003             |
| GNG12  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG25  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG13  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG26  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG14  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG27  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG15  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG28  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG16  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG29  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG17  | RBG2 --> RPG1 | Curva       | Curva       | 0.019             |
| GNG30  | RBG3 --> RPG2 | Curva       | Curva       | 0.019             |

# TABULATI

| Codice   | Tubazione                                       | Materiale          | Marca    | Modello  |
|----------|---|--------------------|----------|----------|
| TG.A.001 | ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Media Gas | Acciaio non legato | Generica | Generico |
| TG.A.015 | POLIETILENE PE 80 ISO 4437-2007 SDR11 PN12.5    | Polietilene        | Generica | Generico |

| Tubazione     | Codice   | Lungh. (m) | Lunghezza equivalente (m) | Q (m³/h) | DN | Ø int. (mm) | ΔP <sub>a</sub> (mbar) | ΔP <sub>c</sub> (mbar) | ΔP <sub>h</sub> (mbar) | ΔP <sub>t</sub> (mbar) | V (m/s) |
|---------------|----------|------------|---------------------------|----------|----|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
| ACG1 --> RBG1 | TG.A.001 | 0.15       | ---                       | 25.82    | 65 | 68.90       | 0.001                  | ---                    | ---                    | 0.001                  | 1.92    |
| RBG1 --> EGG1 | TG.A.001 | 1.00       | ---                       | 25.82    | 65 | 68.90       | 0.006                  | 0.014                  | 0.043                  | 0.063                  | 1.92    |
| EGG1 --> GNG6 | TG.A.015 | 1.45       | ---                       | 25.82    | 63 | 51.40       | 0.036                  | 0.012                  | 0.032                  | 0.080                  | 3.46    |
| GNG6 --> EGG3 | TG.A.015 | 4.90       | ---                       | 12.91    | 50 | 40.80       | 0.104                  | 0.082                  | -0.032                 | 0.154                  | 2.74    |
| EGG3 --> RBG2 | TG.A.001 | 0.55       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.021                  | ---                    | -0.029                 | -0.008                 | 3.52    |
| RBG2 --> RPG1 | TG.A.001 | 4.25       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.164                  | 0.145                  | -0.040                 | 0.269                  | 3.52    |
| RPG1 --> GEG1 | TG.A.001 | 0.25       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.010                  | ---                    | ---                    | 0.010                  | 3.52    |
| GNG6 --> EGG5 | TG.A.001 | 50.45      | ---                       | 12.91    | 50 | 53.10       | 0.300                  | 0.058                  | -0.032                 | 0.326                  | 1.62    |
| EGG5 --> RBG3 | TG.A.001 | 0.58       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.022                  | ---                    | -0.031                 | -0.009                 | 3.52    |
| RBG3 --> RPG2 | TG.A.001 | 4.27       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.165                  | 0.145                  | -0.033                 | 0.277                  | 3.52    |
| RPG2 --> GEG2 | TG.A.001 | 0.20       | ---                       | 12.91    | 32 | 36.00       | 0.008                  | ---                    | ---                    | 0.008                  | 3.52    |

## Legenda

- ΔP<sub>d</sub>: perdita di carico distribuita sulla tubazione  
 ΔP<sub>c</sub>: perdita di carico concentrata sulla tubazione  
 ΔP<sub>h</sub>: perdita di carico dovuta alla differenza di quota tra la base e il punto terminale della tubazione  
 ΔP<sub>t</sub>: perdita di carico totale sulla tubazione  
 Q: portata  
 v: velocità del gas all'interno della tubazione

| Nodo  | Tipo Elemento           | Sottorete | Q (m³/h) | Pe (mbar) | Le (m) | k   | Ø int. (mm) | ΔP <sub>c</sub> (mbar) | ΔP <sub>s</sub> (mbar) | ΔP <sub>r</sub> (mbar) | Quota (cm) |
|-------|-------------------------|-----------|----------|-----------|--------|-----|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| ACG1  | Attacco al contatore    | ---       | 25.82    | 100.000   | ---    | --- | ---         | ---                    | ---                    | ---                    | 80         |
| RBG1  | Rubinetto               | ACG1      | 25.82    | 99.999    | ---    | --- | 68.900      | 0.009                  | 0.001                  | ---                    | 80         |
| GNG2  | Curva                   | ACG1      | 25.82    | 99.989    | ---    | --- | 68.900      | 0.005                  | 0.011                  | ---                    | 80         |
| EGG1  | Giunto dielettrico      | ACG1      | 25.82    | 99.936    | ---    | --- | 68.900      | ---                    | 0.064                  | ---                    | 0          |
| EGG2  | Giunto di transizione   | ACG1      | ---      | 99.931    | ---    | --- | 12.600      | ---                    | 0.069                  | ---                    | -10        |
| GNG5  | Curva                   | ACG1      | 25.82    | 99.889    | ---    | --- | 51.400      | 0.012                  | 0.111                  | ---                    | -60        |
| GNG6  | Giunto a "T"            | ACG1      | 25.82    | 99.856    | ---    | --- | 51.400      | 0.049                  | 0.144                  | ---                    | -60        |
| GNG7  | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.768    | ---    | --- | 40.800      | 0.011                  | 0.232                  | ---                    | -60        |
| GNG8  | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.708    | ---    | --- | 40.800      | 0.011                  | 0.292                  | ---                    | -60        |
| GNG9  | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.694    | ---    | --- | 40.800      | 0.011                  | 0.306                  | ---                    | -60        |
| EGG3  | Giunto di transizione   | ACG1      | 12.91    | 99.702    | ---    | --- | 36.000      | ---                    | 0.298                  | ---                    | 0          |
| EGG4  | Giunto dielettrico      | ACG1      | ---      | 99.707    | ---    | --- | 12.600      | ---                    | 0.293                  | ---                    | 10         |
| GNG12 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.690    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.310                  | ---                    | 130        |
| GNG13 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.663    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.337                  | ---                    | 130        |
| GNG14 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.590    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.410                  | ---                    | 130        |
| GNG15 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.525    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.475                  | ---                    | 80         |
| GNG16 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.477    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.523                  | ---                    | 80         |
| GNG17 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.466    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.534                  | ---                    | 130        |
| RPG1  | Regolatore di pressione | ACG1      | 12.91    | 99.44     | ---    | --- | 36.000      | ---                    | 0.559                  | ---                    | 130        |
| GEG1  | Generatore Tipo B       | ACG1      | 12.91    | 39.990    | ---    | --- | ---         | ---                    | 0.569                  | ---                    | 130        |
| GNG20 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.778    | ---    | --- | 53.100      | 0.003                  | 0.222                  | ---                    | -60        |
| GNG21 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.518    | ---    | --- | 53.100      | 0.003                  | 0.482                  | ---                    | -60        |
| GNG22 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.505    | ---    | --- | 53.100      | 0.003                  | 0.495                  | ---                    | -60        |
| EGG5  | Giunto di transizione   | ACG1      | 12.91    | 99.530    | ---    | --- | 53.100      | ---                    | 0.470                  | ---                    | 0          |
| EGG6  | Giunto dielettrico      | ACG1      | ---      | 99.535    | ---    | --- | 12.600      | ---                    | 0.465                  | ---                    | 10         |
| GNG25 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.517    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.483                  | ---                    | 120        |
| GNG26 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.488    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.512                  | ---                    | 120        |
| GNG27 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.415    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.585                  | ---                    | 120        |
| GNG28 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.350    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.650                  | ---                    | 70         |
| GNG29 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.300    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.700                  | ---                    | 70         |
| GNG30 | Curva                   | ACG1      | 12.91    | 99.289    | ---    | --- | 36.000      | 0.019                  | 0.711                  | ---                    | 120        |
| RPG2  | Regolatore di pressione | ACG1      | 12.91    | 99.26     | ---    | --- | 36.000      | ---                    | 0.738                  | ---                    | 120        |
| GEG2  | Generatore Tipo B       | ACG1      | 12.91    | 39.992    | ---    | --- | ---         | ---                    | 0.746                  | ---                    | 120        |
| RBG2  | Rubinetto               | ACG1      | 12.91    | 99.710    | ---    | --- | 36.000      | 0.031                  | 0.290                  | ---                    | 55         |

|      |           |      |       |        |     |     |        |       |       |     |    |
|------|-----------|------|-------|--------|-----|-----|--------|-------|-------|-----|----|
| RBG3 | Rubinetto | ACG1 | 12.91 | 99.539 | --- | --- | 36.000 | 0.031 | 0.461 | --- | 58 |
|------|-----------|------|-------|--------|-----|-----|--------|-------|-------|-----|----|

- Legenda
- Q:** portata
  - Pe:** pressione sul nodo
  - Le:** lunghezza equivalente
  - $\Delta P_c$ :** perdita di carico dovuta alla lunghezza equivalente del nodo.
  - $\Delta P_s$ :** perdita di carico complessiva a partire dalla sorgente
  - $\Delta P_r$ :** perdita di carico complessiva a partire dalla rete