



# COMUNE DI RAVENNA

AREA INFRASTRUTTURE CIVILI  
SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA



## RIFACIMENTO DELLA COPERTURA DELLA PIASTRA POLIVALENTE PRESSO IL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI SAVARNA

Via dell'Artiglio, 18 - Savarna - Ravenna

### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO



CUP: C63B19000240004

Segretario Generale  
DOTT. PAOLO NERI

Sindaco  
MICHELE DE PASCALE

Assessore ai LL.PP.  
ROBERTO GIOVANNI FAGNANI

Capo Servizio: Ing. LUCA LEONELLI

Capo Area: Ing. MASSIMO CAMPRINI

Responsabile Unico del Procedimento: ing. Luca Leonelli

Coordinatore della progettazione: ing. Elisabetta Canella

Coord. sicurezza in fase di prog.: ing. Elisabetta Canella

Progettisti opere edili: arch. Massimo Dalla Torre

geom. Antonio Giacinto

Progettista opere strutturali: ing. Elisa Trombini

Progettista opere termiche: ing. Chiara Polito

Progettista impianti elettrici: p.i. Alessandro Somma

Rilievo topografico: geom. Michele Minguzzi

Elaborazione grafica: U.E.G.

0		C. Polito	E. Canella	L. Leonelli	AGOSTO 2020
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

ELABORATO:

**PRESTAZIONI OPZIONALI**

### RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI

Codice Intervento: FASCICOLO 2019/6.5/397	Codice Edificio: D053	Codice Fase: DE	Codice Elaborato: RC_IM
Scala:	File: D053-2019_6.5_397-DE-RC_IM-R0	Data: AGOSTO 2020	Revisione: R0

# **RELAZIONE TECNICA**

## **PROGETTO IMPIANTO DI ADDUZIONE GAS E RISCALDAMENTO**

**INTERVENTO:** RIFACIMENTO DELLA COPERTURA DELLA PIASTRA POLIVALENTE PRESSO IL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI SAVARNA

**EDIFICIO:** Centro Sportivo Comunale di Savarna

**INDIRIZZO:** Via dell'Artiglio,18 – Savarna - Ravenna

**COMMITTENTE:** Comune di Ravenna – U.O. Edilizia Sportiva

**DESCRIZIONE:** Rete di adduzione gas e impianto di riscaldamento a servizio della Piastra Polivalente, del Bar-Ristorazione e degli spogliatoi

**DATA:** AGOSTO/2020

**PROGETTISTA:** Ing. Chiara Polito

## 1. STATO DI FATTO

La presente relazione tecnica si riferisce al progetto di un nuovo impianto interno di adduzione e distribuzione di gas Metano destinato ad alimentare il generatore di calore di nuova installazione presso la piastra polivalente del Centro Sportivo di Savarna e le apparecchiature preesistenti.

É presente n. 1 punto di consegna gas metano, di cui si riportano le caratteristiche tecniche:

CLASSE	PORTATA MIN mc/ora	PORTATA MASSIMA mc/ora
BK-G25	0.25	40

Tale contatore è dedicato alla linea di alimentazione di tutti i generatori e dispositivi presenti nel Centro Sportivo e la portata risulta sufficiente per l'attuale fabbisogno di combustibile.

L'impegno di potenza totale attuale pertanto è stimato a circa 250 kW, così riportato nei diversi dispositivi installati ed alimentati dalla rete gas esistente:

- **C.T. SPOGLIATOI:** Caldaia a condensazione marca ROTEX mod. RKOMBG33AAV1, avente potenza termica nominale al focolare pari a 33,2 kW, dedicata alla climatizzazione invernale e produzione di acs;
- **PIASTRA ESISTENTE:** Generatore di aria calda a gas a servizio della pressostruttura preesistente divelta da un evento meteorologico, potenza termica nominale al focolare 115 kW. Tale impianto è supportato da modulo di emergenza alimentato a diesel e un ventilatore avente portata di 10.000 mc/h. L'impianto termico e le opere accessorie saranno oggetto di smantellamento e di sostituzione.



*Figura 1- Generatore d'aria calda esistente*

- **BAR-RISTORAZIONE:** disponendo dei dati tecnici relativi unicamente al bollitore cuoci-pasta marca SILKO mod. DG72128 (pot. nom. al focolare 10,5 kW), rilevati il numero di apparecchiature e le dimensioni delle tubazioni di adduzione del combustibile all'interno del fabbricato, si è proceduto con la stima della potenzialità dei fuochi della cucina. Si è calcolato che in condizioni pieno regime di funzionamento il fabbisogno di combustibile è pari a 100 kW.



*Figura 2- Bollitore cuocipasta*

Si rileva un buono stato di conservazione delle condotte di adduzione gas e buono stato di manutenzione apparecchiature appartenenti alla centrale termica a servizio degli spogliatoi.

Visto quanto rilevato si rende necessario la verifica dei fabbisogni termici per la nuova tensostruttura e delle condotte gas di alimentazione delle singole apparecchiature.

## 2. GENERALITÀ

Le sezioni delle tubazioni costituenti l'impianto devono essere tali da garantire una fornitura di gas sufficiente a coprire la massima richiesta, limitando la perdita di pressione fra il contatore e qualsiasi apparecchio di utilizzazione a valori non maggiori di:

**0,5 mbar per i gas della 1 a famiglia (gas manifatturato)**

**1,0 mbar per i gas della 2a famiglia (gas naturale)**

**2,0 mbar per i gas della 3a famiglia (GPL)**

Qualora a monte del contatore sia installato un regolatore di pressione, si ammettono perdite di carico doppie di quelle sopra riportate.

## 3. STATO DI PROGETTO

Pur rilevando un buono stato di conservazione del generatore di calore e della linea di adduzione esistente si è proceduto con la verifica dei fabbisogni energetici necessari per il riscaldamento della tensostruttura di nuova realizzazione.

Le motivazioni che hanno spinto al dimensionamento di nuove linee interrate di alimentazione per le apparecchiature esistenti sono da ritrovare nelle nuove esigenze:

- Realizzazione di una nuova copertura per la piastra polivalente caratterizzata da maggiori dimensioni in pianta e volumetria;
- nuova posizione del generatore di aria calda a servizio dell'ambiente da riscaldare, rispettando i vincoli architettonici ed acustici ambientali;
- predisposizione della linea gas a servizio del bar-ristorazione.

Pertanto si è proceduto con il calcolo dei fabbisogni per il riscaldamento ed effettuato la verifica della consistenza dell'attuale impianto di riscaldamento: dai risultati si evince che il precedente generatore di aria calda risulta insufficiente.

Si riportano le caratteristiche tecniche del nuovo generatore di calore a condensazione da installare:

<b>tipo BLOWTHERM</b>	<b>Mod. IH/AS 250 K o equiv.</b>
Pot. Termica nom. utile [kW] max - min	272 - 91,6
Pot. al focolare [kW]	290,7
Portata aria [mc/h]	18.500
Pressione statica [Pa]	250
Pot. elettrica installata [kW]	5.5
Livello sonoro [dBA] con canal. a 1,5 mt	70 +/- 3

Esso è costituito da:

- incastellatura portante in profilato omega di alluminio;
- pannelli in doppia parete in acciaio zincato con parete a vista in preverniciato a forno, isolati con materiale termoacustico, spessore mm 25;
- scambiatore di calore costituito da fascio tubiero in acciaio, con due collettori di raccolta condensa, ispezionabili dall'esterno;

- ventilatori centrifughi a pale avanti, giranti disallineate ad alta prevalenza;
- motore elettrico IP 65 classe F 4 poli;
- pulegge di trasmissione in ghisa, bussola di auto registrazione;
- cinghie di tipo trapezoidale con dentatura antisfregamento;
- slitta motore su doppia piastra e vite senza fine di registrazione;
- quadro elettrico con cassetta esterna IP 44 completa di tutti gli organi di supervisione e di controllo a norme UNI Cei – dotato di sezione generale;
- commutatore di ventilazione estiva (esclusione bruciatore) invernale, spie di funzionamento;
- quadrotto di ripresa aria ambiente in lamiera zincata, con fascia stringitelo per il canale in telo pvc;
- kit di protezione per bruciatore e quadro elettrico per installazione esterna, con portine di ispezione, telaio in alluminio, tetto isolato termoacusticamente, anticondensa;
- griglia di ripresa aria esterna;
- canna fumaria in acciaio INOX, doppia parete, diametro mm 250, coibentata internamente, completa di TEE, terminale e staffaggio;
- n.2 serranda tagliafuoco REI 120 con fusibile e microinterruttore, omologate;
- n.1 serranda terza via di sfogo fiamme;
- termostato ambiente a lamelle, agente sul bruciatore per la regolazione della temperatura;
- bruciatore a gas, ad aria soffiata, mod. LOW NOX classe 3 serie X 5/2TC o equiv. completo di rampa gas e valvole di controllo a norma CE;
- kit controllo umidità.

Onde poter permettere la distribuzione e la destratificazione dell'aria che circola internamente viene realizzato un tubolare in membrana pvc bispalmato con inserto tessile ad alta tenacità classificato autoestinguente ed incombustibile, forato opportunamente e fissato tramite cavo acciaio e tenditori. Come riportato negli elaborati grafici verrà posizionato all'interno della copertura in sommità, al fine di uniformare in verticale, in orizzontale e nel tempo, temperatura e umidità dell'ambiente, riducendo fino il consumo energetico necessario per il riscaldamento ed il fenomeno della condensa.

Il sistema ad alta induzione garantisce il rispetto della velocità dell'aria ad altezza uomo secondo normative **(UNI 10339 – EN 13182)**.

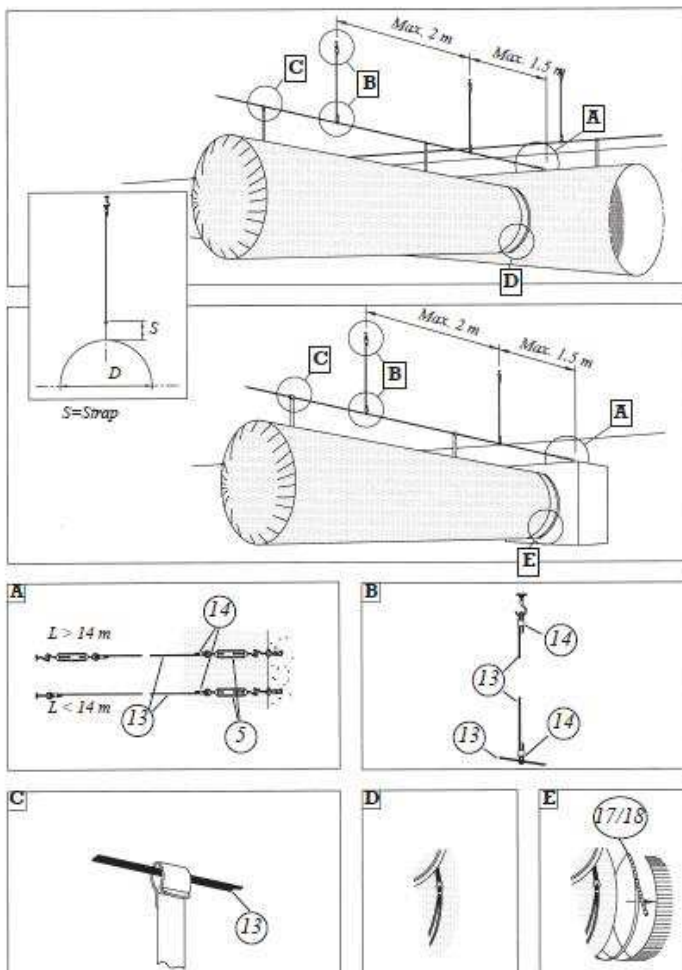
Prima di avviare il generatore, è necessario far verificare da personale professionalmente qualificato:

- che i dati delle reti di alimentazione elettrica e gas siano rispondenti a quelli di targa.
- la corretta funzionalità del condotto di evacuazione dei fumi.
- che l'adduzione dell'aria comburente e l'evacuazione dei fumi avvengano in modo corretto secondo quanto stabilito dalle norme vigenti.
- il controllo della tenuta interna ed esterna dell'impianto di adduzione del combustibile.
- la regolazione della portata del combustibile secondo la potenza richiesta dal generatore.
- che il generatore sia alimentato dal tipo di combustibile per il quale è predisposto.
- che la pressione di alimentazione del combustibile sia compresa nei valori riportati in targa.
- che l'impianto di alimentazione del combustibile sia dimensionato per la portata necessaria al generatore e che sia dotato di tutti i dispositivi di sicurezza e controllo prescritti dalle norme vigenti.

L'impianto dovrà essere corredato da dichiarazione di conformità CE, e manuale di installazione, uso e manutenzione.

# Installation Type:

1



min/lin.m



## Standard



Figura 3 - Schema installazione condotta microforata

## 4. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO GAS

L'impianto in oggetto ha origine dal gruppo di misura dell'azienda erogatrice e comprende: il punto di inizio, la rete di distribuzione, gli apparecchi di utenza, le valvole di intercettazione ed eventuali altri componenti aggiuntivi richiesti dalle normative di sicurezza vigenti.

Il punto di inizio dell'impianto sarà costituito da un dispositivo di intercettazione in posizione visibile e facilmente raggiungibile; nello specifico sarà una valvola manuale con manovra per la chiusura rapida con rotazione di 90° ed arresto di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso e che permetta la chiusura totale della fornitura di gas in caso di emergenza. A valle del dispositivo di intercettazione sarà necessario prevedere un o più prese di pressione accessibili e ad uso esclusivo del singolo impianto. In ogni caso deve essere possibile effettuare la verifica di tenuta di ogni singolo tratto.

Eventualmente la presa di pressione può essere prevista direttamente nel dispositivo di intercettazione.

Il progetto dell'impianto è eseguito in conformità alle seguenti normative:

- UNI 11528:2014 Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW. Progettazione, installazione e messa in servizio.
- UNI EN 1555:2011 Tubi di PE - SDR 11
- UNI EN 10225:2007 Tubi di acciaio - serie media

Per il gas combustibile metano, si assumono i seguenti parametri:

Tipologia	Metano G20	
Potere calorifico superiore	38.311	kJ/Smc
Potere calorifico inferiore	34.560	kJ/Smc
Massa Volumica	0,678	kg/Smc
Pressione critica	46.040	Mbar
Temperatura critica	-82,57	°C
Viscosità cinematica	$15,7 \cdot 10^{-6}$	Smq/s
Pressione di consegna (nominale)	20	Mbar

### Dati apparecchi:

Descrizione	Potenza nom. al foc.[kW]	Portata [m³/h]
Generatore aria calda Tipo BLOWTHERM mod. IH/AS 250 o equivalente	290,7	33,74
Caldaia ROTEX mod. RKOMBG33AAV1	33,2	3,46
APPARECCHIATURE CUCINA	100	10,42
<b>Totale</b>	<b>404,9</b>	<b>42,18</b>

Le tubazioni dell'impianto possono essere classificate come **di settima specie**, in quanto tutti gli apparecchi verranno alimentati con una pressione non superiore a 40 mbar.



La linea di alimentazione della cucina è stata dimensionata tenendo conto dell'attuale fabbisogno per l'alimentazione dei piani cottura e bollitore, pertanto verrà predisposta al fine di coprire un impegno di 100 kWt. Tuttavia **la classe del contatore attualmente installato non garantisce la sufficiente portata per l'uso contemporaneo e a pieno regime delle apparecchiature: sarà fatto divieto alla Società Sportiva gestrice degli immobili del Centro Sportivo Comunale di Savarna di attivare il servizio bar-ristorazione quando il generatore di aria calda risulta in funzione, fintantoché non verrà potenziata la relativa rete di distribuzione del combustibile del tratto terminale di Via dell'Artiglio n. 18.**

#### 4.1. CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI

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  $Q/D < 150$  [ $m^3/(h \times mm)$ ]

Gli impianti interni della 7° specie possono essere dimensionati calcolando le perdite di carico nelle tubazioni  $\Delta p$ , che sono date dal contributo delle perdite distribuite  $\Delta p_d$ , delle perdite localizzate  $\Delta p_l$  e di quelle dovute al dislivello  $\Delta p_h$ , secondo la formula seguente:

$$\Delta p = \Delta p_d + \Delta p_l + \Delta p_h$$

Nel caso di gas con pressione di alimentazione non maggiore di 50 mbar, si utilizza la formula semplificata seguente

$$(\Delta p_d + \Delta p_l) \text{ [mbar]} = 2,275 \times 10^6 \times d \times Q^{1,82} \times D_i^{-4,82} \times L_{et} \times 10^{-2}$$

$d$  = densità relativa dell'aria

$Q$  = portata di gas [Smc/ora]

$D_i$  = diametro interno della condotta [mm]

$L_{et}$  = lunghezza equivalente totale [m]

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

$$\Delta p_h \text{ [mbar]} = (\gamma_g - \gamma_a) \times h \times g \times 10^{-2}$$

$\gamma_g$  = massa volumica del gas [kg/Smc]

$\gamma_a$  = massa volumica dell'aria [kg/Smc]

$h$  = differenza di quota del tratto verticale [m]

$g$  = accelerazione di gravità [m/sq]

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.

La perdita di carico complessiva tra il punto di inizio dell'impianto e l'apparecchiatura utilizzatrice deve essere non superiore a quella ammissibile e comunque tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi a tutti i regimi. Si farà riferimento ai valori indicati dalla norma UNI 7129:2015 – Parte 1

PERDITA DI CARICO AMMISSIBILE		
Gas di città	0,5	mbar
<b>Metano</b>	<b>1</b>	<b>mbar</b>
GPL	2	mbar

La velocità del gas nelle tubazioni, deve risultare rispettivamente non maggiore dei seguenti valori:

VELOCITA' AMMISSIBILI		
<b>Condotte di 7a specie</b>	<b>5</b>	<b>m/s</b>

#### 4.2. CALCOLO DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI

Di seguito si scelgono i coefficienti K relativi ai vari tratti delle tubazioni del circuito di adduzione gas, scegliendo i valori che rendono più conservativo il dimensionamento. Sulla base del prospetto A.1 della Appendice A della UNI 11528, si ottiene quanto di seguito riportato:

Il valore del coefficiente K=2 per la deviazione a T è stato scelto in modo particolarmente cautelativo, poiché il caso in oggetto non è esplicitamente indicato nel prospetto della norma.

Il coefficiente di attrito  $\lambda$  per ogni singolo tratto, dipendente dal numero di Reynolds, si calcola come indicato al punto A.1.2 dell'Appendice A della norma UNI11528:

Le lunghezze equivalenti dei diversi tratti, si determinano con la formula seguente:

$$L_e = K \times (D_i / 1000) \times \lambda$$

e la lunghezza equivalente totale di ogni singolo tratto  $L_{et}$  si determina con la formula:

$$L_{et} = L + \sum L_e$$

TRATTO	Gomito			Curvatura			Valvola			Derivazione a T			$\sum L_e$ m	L m	$L_{et}$ m
	n	K	$L_e$ m	n	K	$L_e$ M	n	K	$L_e$ m	n	K	$L_e$ m			
OA	3	0,51	4,1	1	0,34	0,9	1	0,12	0,3	1	2,00	5,3	10,6	2,0	12,6
AB	1	0,51	1,4	1	0,34	1,0	0	---	0,0	2	2,00	11,3	13,8	50,0	63,8
BE	2	0,51	2,2	1	0,34	0,7	0	---	0,0	1	2,00	4,3	7,2	12,0	19,2

EF	2	0,51	2,3	1	0,34	0,8	0	---	0,0	1	2,00	4,4	7,5	3,0	10,5
BC	2	0,51	0,9	1	0,34	0,3	1	0,12	0,1	0	---	0,0	1,3	7,0	8,3
CD	2	0,51	0,9	1	0,34	0,3	1	0,12	0,1	1	2,00	1,7	2,9	3,0	5,9
AG	1	0,51	0,7	1	0,34	0,5	0	---	0,0	1	2,00	2,8	3,9	15,0	18,9
GH	2	0,51	1,4	1	0,34	0,5	0	---	0,0	1	2,00	2,7	4,5	10,0	14,5
HI	2	0,51	0,9	1	0,34	0,3	0	---	0,0	0	---	0,0	1,2	10,0	11,2
HJ	2	0,51	0,9	1	0,34	0,3	1	0,12	0,1	0	---	0,0	1,2	10,0	11,2

#### 4.3. CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO E DELLE VELOCITA'

Tenendo conto delle differenze di quota, della posa interrata, degli attraversamenti per l'alimentazione della apparecchiature nei locali spogliatoio, della predisposizione per l'ingresso nel locale cucina :

TRATTO	Q <sub>t1</sub> kW	D <sub>i</sub> mm	L m	Q <sub>v1</sub> mc/h	L <sub>et</sub> m	v m/s	ΔP mbar
TRATTO OA	404,9	81,7	2,0	42,18	12,7	2,2	0,21
TRATTO AB	323,9	97,4	50,0	33,74	64,0	1,3	0,14
TRATTO BE	323,9	66,4	12,0	33,74	19,3	2,7	0,26
TRATTO EF	323,9	69,7	3,0	33,74	10,6	2,5	0,11
TRATTO BC	33,2	44	7,0	3,46	8,3	0,6	-0,04
TRATTO CD	33,2	42,5	3,0	3,46	5,9	0,7	-0,04
TRATTO AG	100	55,8	15,0	10,42	18,9	1,2	0,13
TRATTO GH	100	53,9	10,0	10,42	14,5	1,3	0,01
TRATTO HI	46	42,5	10,0	4,79	11,2	0,9	-0,02
TRATTO HJ	54	42,5	10,0	5,63	11,4	1,1	0,00
							<b>0,75 mbar</b>

Le perdite di carico complessive per ogni apparecchio utilizzatore sono inferiori al valore limite ammissibile di 1 mbar. Le velocità nei singoli tratti sono inferiori al valore limite ammissibile di 5 m/s. Pertanto l'impianto risulta verificato.

#### 4.4. SPECIFICHE DELLE TUBAZIONI

L'impianto di adduzione gas risulta essere verificato con i seguenti diametri delle tubazioni:

Codice	Tubazione	Materiale
TG.A.015	POLIETILENE PE 80 ISO 4437-2007 SDR11 PN12.5	Polietilene
TG.A.003	ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Tipo L - Serie Leggera Gas	Acciaio non legato
TG.A.001	ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Media Gas	Acciaio non legato

TRATTO	CODICE	INSTALLAZIONE	LUNGHEZZA	DN	DIAMETRO pollici
TRATTO OA	TG.A.001	A vista	2,0	--	3"
TRATTO AB	TG.A.015	Interrata	50,0	110	--
TRATTO BE	TG.A.015	Interrata	12,0	75	--
TRATTO EF	TG.A.001	A vista	3,0	--	2"1/2
TRATTO BC	TG.A.015	Interrata	7,0	50	--
TRATTO CD	TG.A.001	A vista	3,0	--	1"1/2
TRATTO AG	TG.A.015	Interrata	15,0	63	--
TRATTO GH	TG.A.003	A vista	10,0	--	2"
TRATTO HI	TG.A.001	A vista	10,0	--	1"1/2
TRATTO HJ	TG.A.001	A vista	10,0	--	1"1/2

## 5. SPECIFICHE IMPIANTO GAS

### 5.1. Tubazioni

Le tubazioni che costituiscono la parte fissa degli impianti possono essere di: - acciaio - rame - polietilene

#### 5.1.1. Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle prescritte dalla norma UNI 10255, serie leggera. Nel prospetto che segue sono riportati, per comodità, i diametri e gli spessori dei tubi per le portate termiche considerate nel campo di applicazione della presente norma.

Diametro esterno in mm	Spessore in mm	Diametro interno in mm
17.2	2.0	13.2
21.3	2.3	16.7
26.9	2.3	22.3
33.7	2.9	27.9
42.4	2.9	36.6
48.3	2.9	42.5
60.3	3.2	53.9
76.1	3.2	69.7
88.9	3.6	81.7

Per le tubazioni di acciaio con saldatura longitudinale, se interrate, occorre prevedere tubi aventi caratteristiche uguali a quelle dei tubi usati per pressione massima di esercizio  $p < o = 5$  bar (UNI 9034).

#### 5.1.2. Tubi di rame

I tubi di rame devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle prescritte dalla UNI 6507, serie B. Nel prospetto che segue sono riportati, per comodità, i diametri e gli spessori dei tubi per le portate termiche considerate nel campo di applicazione della presente norma.

Diametro esterno in mm	Spessore in mm	Diametro interno in mm
12	1	10
14	1	12
15	1	13
16	1	14
18	1	16
22	1.5	19
28	1.5	25
35	1.5	32
42	1.5	39
54	2	50

Per le tubazioni di rame interrate lo spessore non deve essere minore di 2,0 mm.

#### 5.1.3. Tubi di polietilene

I tubi di polietilene, da impiegare unicamente per le tubazioni interrate, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle prescritte dalla norma UNI ISO 4437, serie S 8.3, con spessore minimo di 3 mm.

Nel prospetto che segue sono riportati, per comodità, i diametri e gli spessori dei tubi per le portate termiche considerate nel campo di applicazione della presente norma.

Diametro esterno in mm	Spessore in mm	Diametro interno in mm
20	3	14
25	3	19
32	3	26
40	3	34
50	3	44
63	3.6	55.8
75	4.3	66.4
90	5.2	79.6
110	6.3	97.4

## **5.2. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, rubinetti**

### **5.2.1. Per tubi di acciaio**

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura conforme alla norma UNI ISO 7/1, o a mezzo saldatura di testa per fusione. L'impiego di mezzi di tenuta come canapa con mastici adatti (tranne che per gli impianti a GPL), nastro di politetrafluoruro di etilene o altri idonei materiali non è escluso nell'utilizzo dei raccordi con filettatura UNI ISO 7/1. È assolutamente da escludere invece l'uso di biacca, minio o altri materiali simili. Tutti i raccordi ed i pezzi speciali devono essere realizzati di acciaio oppure di ghisa malleabile: quelli di acciaio con estremità filettate (UNI ISO 50, UNI ISO 4145) o saldate (UNI ISO 3419), quelli di ghisa malleabile con estremità unicamente filettate (UNI 5192). I rubinetti devono essere di acciaio, di ottone o di ghisa sferoidale, con sezione libera di passaggio non minore del 75% di quella del tubo sul quale vengono inseriti; devono essere di facile manovrabilità e manutenzione, e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso.

### **5.2.2. Per tubi di rame**

Le giunzioni dei tubi di rame devono essere realizzate mediante saldatura di testa o saldatura a giunzione capillare (UNI 8050), od anche per giunzione meccanica, tenendo presente che giunzioni e raccordi meccanici non devono essere impiegati nelle tubazioni sotto traccia ed in quelle interrate. I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo (secondo UNI 8050). Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, devono essere realizzate mediante brasatura forte o raccordi misti (meccanici a compressione o filettati). I rubinetti per i tubi di rame devono essere di ottone, di bronzo o di acciaio, con le medesime caratteristiche di cui al punto precedente.

### **5.2.3. Per tubi di polietilene**

I raccordi ed i pezzi speciali dei tubi di polietilene devono essere realizzati anch'essi di polietilene (secondo le UNI 8849, UNI 8850, UNI 9736); le giunzioni devono essere realizzate mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti o, in alternativa, mediante saldatura per elettrofusione. Le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo idoneo per saldatura di testa, o raccordi metallici filettati o saldati. I

rubinetti per i tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio, sempre con le medesime caratteristiche di cui in § 3.2.1

### **5.3. Impianti**

#### **5.3.1. Posa in opera - Generalità**

È vietato installare impianti per gas aventi densità relativa maggiore di 0,80 in locali con pavimento al di sotto del piano di campagna.

Le tubazioni possono essere collocate in vista, sotto traccia ed interrate. Devono comunque essere osservate le prescrizioni qui di seguito riportate.

È ammesso l'attraversamento di intercapedini chiuse, purchè, nell'attraversamento, la tubazione non presenti giunzioni o saldature e venga collocata in tubo guaina passante, di acciaio, con 1'estremità verso 1'esterno aperta e quella verso 1'interno sigillata. La tubazione collocata in attraversamento di vani o di ambienti con pericolo di incendio (ad esempio rimesse, garage, magazzini di materiali combustibili) dovrà essere protetta con materiali aventi classe 0 di reazione al diametro esterno della condotta.

Nell'attraversamento di muri pieni, muri di mattoni forati e pannelli prefabbricati, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta con tubo guaina passante murato con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra tubo guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale. Nell'attraversamento di solette (pavimenti o soffitti) il tubo deve essere infilato in una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È tassativamente vietato 1'impiego di gesso. Le guaine di cui al presente punto possono essere costituite da tubi metallici o da tubi di plastica non propaganti la fiamma, con diametro interno maggiore di almeno 10 mm del diametro esterno della condotta.

Non è ammessa la posa in opera dei tubi del gas a contatto con tubazioni dell'acqua; per i parallelismi e gli incroci il tubo del gas, se in posizione sottostante, deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile, in materiale incombustibile o non propagante la fiamma. È vietato 1'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche (CEI 64-8), telefono compreso. È inoltre vietata la collocazione delle tubazioni del gas nelle canne fumarie, nei condotti per lo scarico delle immondizie, nei vani per ascensori o in vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici e telefonici.

È ammessa la curvatura a freddo dei tubi di acciaio con e senza saldatura e dei tubi di rame, purchè l'angolo compreso fra i due tratti di tubo sia uguale o maggiore di 90° ed il raggio di curvatura, misurato sull'asse dei tubi, non sia minore di:

- 10 volte il diametro per  $De \leq 60,3$  mm;
- 38 volte il diametro per  $De > 60,3$  mm.

Nel caso di tubazioni di polietilene sono ammessi cambiamenti di direzione utilizzando le caratteristiche di flessibilità del tubo, purchè il raggio di curvatura non sia minore di 20 volte il diametro del tubo stesso.

A monte di ogni derivazione di apparecchio di utilizzazione e cioè a monte di ogni tubo flessibile o rigido di collegamento fra 1'apparecchio e 1'impianto interno deve sempre essere inserito un rubinetto di intercettazione, posto in posizione visibile e facilmente accessibile. Se il contatore è situato all'esterno dell'abitazione bisogna anche inserire un analogo rubinetto immediatamente all'interno dell'alloggio, in posizione facilmente accessibile. Da quanto sopra sono peraltro esclusi i contatori installati in un balcone facente parte dell'appartamento.

I punti terminali dell'impianto, compresi quelli ai quali è previsto il successivo allacciamento degli apparecchi di utilizzazione, devono essere chiusi a tenuta con tappi filettati o sistemi equivalenti.

È vietato usare tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto già funzionante.

### **5.3.2. Tubazioni in vista**

Le tubazioni in vista installate nei locali ventilati devono avere giunzioni saldate o filettate; nei locali non ventilati, cioè privi di aperture rivolte verso l'esterno, giunzioni unicamente saldate.

Le tubazioni in vista devono avere andamento rettilineo verticale ed orizzontale ed essere opportunamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Gli elementi di ancoraggio devono essere distanti l'uno dall'altro non più di 2,5 m per i diametri sino a 33,7 mm e di 3,0 metri per i diametri maggiori.

Le tubazioni in vista devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e, ove necessario, protette.

### **5.3.3. Tubazioni interrate**

Le tubazioni interrate devono avere sul loro percorso riferimenti esterni in numero sufficiente a consentirne, in ogni tempo, la completa individuazione.

Tutti i tratti interrati delle tubazioni metalliche devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione secondo norme UNI ISO 5256 e UNI 9099 ed isolati, mediante giunti dielettrici, da collocarsi fuori terra, nella immediata prossimità delle risalite della tubazione.

Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, di sabbia dello stesso tipo. Per le tubazioni in polietilene è inoltre necessario prevedere, a circa 300 mm sopra la tubazione, la sistemazione di nastri di segnalazione.

L'interramento della tubazione, misurato fra la generatrice superiore del tubo ed il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm. Nei casi in cui detta profondità non possa essere rispettata occorre prevedere una protezione della tubazione con tubi di acciaio, piastre di calcestruzzo, o con uno strato di mattoni pieni.

Le tubazioni interrate in polietilene devono essere collegate alle tubazioni metalliche prima della loro fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato.

Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi fra i tubi del gas ed altre canalizzazioni preesistenti, la distanza minima, misurata fra le due superfici affacciate, deve essere tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi.

## **5.4. Prova di tenuta dell'impianto**

Prima di mettere in servizio un impianto di distribuzione interna di gas, e, quindi, prima di collegarlo al contatore e che siano allacciati gli apparecchi, l'installatore deve provarne la tenuta. Se qualche parte dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta deve precedere la copertura della tubazione. La prova va effettuata con le seguenti modalità:

- si tappano provvisoriamente tutti i raccordi di alimentazione degli apparecchi ed il collegamento al contatore, e si chiudono i relativi rubinetti;
- si immette nell'impianto aria od altro gas inerte, fino a che sia raggiunta una pressione di almeno 100 mbar;
- dopo il tempo di attesa necessario per stabilizzare la pressione (comunque dopo un tempo non minore di 15 min), si effettua una prima lettura della pressione, mediante un manometro ad acqua od apparecchio equivalente, di sensibilità minima di 0,1 mbar (1 mm H<sub>2</sub>O);
- trascorsi 15 min dalla prima, si effettua una seconda lettura: il manometro non deve accusare nessuna caduta di pressione visibile fra le due letture.

Se si verificassero delle perdite, queste devono essere ricercate con l'ausilio di soluzione saponosa o prodotto equivalente, ed eliminate; le parti difettose devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte.



È vietato riparare dette parti con mastici, ovvero cianfrinarle. Eliminate le perdite, occorre rifare la prova di tenuta dell'impianto.

## 6. RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme UNI 7128 Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da reti di distribuzione - Termini e definizioni

UNI 7129-1 Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio - Parte 1: Impianto interno

UNI 7129-2 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

UNI 7129-3 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

UNI 7129-4 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

UNI 7129-5 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

UNI 7131 Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione

UNI 7140 Apparecchi a gas per uso domestico - Tubi flessibili non metallici per allacciamento di apparecchi a gas per uso domestico e similare

UNI 7141 Apparecchi a gas per uso domestico - Portagomma e fascette

UNI EN 751-1 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

UNI EN 751-2 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

UNI EN 751-3 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

UNI EN 1057 Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento

UNI EN 1254-1 Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare

UNI EN 1254-2 Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione

UNI EN 1254-4 Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione

UNI EN 1254-5 Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare

UNI EN 1775 Trasporto e distribuzione di gas - Tubazioni di gas negli edifici - Pressione massima di esercizio  $\leq 5$  bar - Raccomandazioni funzionali

UNI EN ISO 3183 Tubi di acciaio per i sistemi di trasporto per mezzo di condotte

UNI EN 10240 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici

UNI EN 10242 Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile

UNI EN 10241 Raccordi di acciaio filettati per tubi

UNI EN 10255 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10305-3 Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 3: Tubi saldati calibrati a freddo Relazione tecnica e di calcolo Impianto gas - Pag. 3 di 36

UNI EN 10312 Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 1555-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi

UNI EN 1555-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi

UNI EN 1555-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole

UNI EN 11344 Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici e raccordi per il trasporto di combustibili gassosi per impianti interni

UNI EN 10088-3 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

UNI EN 15266 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  
UNI ISO 5256 Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse - Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame

CEI EN 60335-2-31 Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare Parte 2: Norme particolari per cappe da cucina

UNI 8827 Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte compresa fra 0,04 e 5 bar - Progettazione, costruzione e collaudo

UNI 9036 Gruppi di misura con contatori a pareti deformabili - Prescrizioni di installazione  
UNI 9165 Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento

UNI EN 437 Gas di prova - Pressioni di prova - Categorie di apparecchi

UNI 9860 Impianti di derivazione di utenza del gas - Progettazione, costruzione e collaudo

UNI 9165 Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento

UNI 10682 Piccole centrali di GPL per reti di distribuzione - Progettazione, costruzione, installazione, collaudo ed esercizio

UNI EN 10226-1 Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 1: Filettature esterne coniche e interne parallele - Dimensioni, tolleranze e designazione

UNI EN 10226-2 Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 2: Filettature esterne coniche e interne coniche - Dimensioni, tolleranze e designazione

UNI 11528 Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio

UNI 11137 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

UNI 8723 Impianti a gas per l'ospitalità professionale di comunità e similare - Prescrizioni di sicurezza

UNI 10682 Piccole centrali di GPL per reti di distribuzione - Progettazione, costruzione, installazione, collaudo ed esercizio

UNI 9034 Condotte di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o uguale a 0.5 MPa (5 bar) - Materiali e sistemi di giunzione

UNI 10284 Giunti isolanti monoblocco DN compreso tra 10 e 80 - PN 10

UNI 10285 Giunti isolanti monoblocco DN compreso tra 80 e 600 - PN 16

UNI 10576 Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo

UNI EN 12954 Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazioni per condotte



# **ALLEGATO 1**

## **RELAZIONE DI CALCOLO RISCALDAMENTO**

**INTERVENTO:** RIFACIMENTO DELLA COPERTURA DELLA PIASTRA POLIVALENTE PRESSO IL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI SAVARNA

**EDIFICIO:** Centro Sportivo Comunale di Savarna

**INDIRIZZO:** Via dell'Artiglio,18 – Savarna - Ravenna

**COMMITTENTE:** Comune di Ravenna – U.O. Edilizia Sportiva

**DESCRIZIONE:** Rete di adduzione gas e impianto di riscaldamento a servizio della Piastra Polivalente, del Bar-Ristorazione e degli spogliatoi

**DATA:** AGOSTO/2020

**PROGETTISTA:** Ing. Chiara Polito

Parametri climatici della località

Gradi giorno

2227 °C

Temperatura minima di progetto

-5 °C

Altitudine

4 m

Zona climatica

E

Giorni di riscaldamento

183

Velocità del vento

1,1 m/s

Zona di vento

1

Province di riferimento

RA

FC

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2,1	4,1	8,9	12,5	16,8	21,6	24,2	22,2	18,9	15,5	9,3	3,9

Irradianza media mensile (W/m²)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Orizz.	46,3	94,9	143,5	200,2	261,6	291,7	291,7	229,2	167,8	113,4	69,4	41,7
S	76,2	135,3	142,4	130,1	126,5	123,2	130,0	131,0	136,0	135,4	124,2	80,7
SE/SO	60,4	112,6	134,4	146,0	158,5	161,5	168,2	153,7	137,7	117,8	97,9	62,4
E/O	36,3	74,4	106,0	138,2	172,3	188,3	190,3	154,3	118,5	84,9	57,0	34,2
NE/NO	18,9	37,1	62,3	97,8	137,8	158,6	156,1	116,5	79,0	48,5	25,2	15,6
N	17,4	28,6	40,4	61,9	97,2	119,1	113,0	78,4	52,9	37,4	21,4	14,6

# Dispersioni dei locali

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno

### Zona termica

Locale	$\theta_i$ [°C]	$P_t$ [W]	$P_v$ [W]	$P_{RH}$ [W]	$P$ [W]
CAMPO GIOCO	18,00	236 134,70	23 250,14	11 841,07	271 225,91
Totale zona		236 134,70	23 250,14	11 841,07	271 225,91
Totale subalterno		236 134,70	23 250,14	11 841,07	271 225,91
Totale edificio		236 134,70	23 250,14	11 841,07	271 225,91
TOTALE		236 134,70	23 250,14	11 841,07	271 225,91

### Legenda

- $\theta_i$ : temperatura interna  
 $P_t$ : potenza dispersa per trasmissione  
 $P_v$ : potenza dispersa per ventilazione  
 $P_{RH}$ : potenza di ripresa richiesta per compensare gli effetti del riscaldamento intermittente  
 $P$ : potenza dispersa totale

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno

### Zona termica

#### Perdita di calore per trasmissione

Perdite di calore per trasmissione verso l'esterno

#### Strutture Esterne

Struttura	Esposizione	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
MEMBRANA	NordOvest	333,812	5,600	1 869,347
MEMBRANA	SudOvest	167,356	5,600	937,195
MEMBRANA	SudEst	333,605	5,600	1 868,186
MEMBRANA	NordEst	167,799	5,600	939,674
COPERTURA	Orizzontale	657,837	5,800	3 815,453
Totale		1 660,409		9 429,855
$H_D$				9 429,855

#### Perdite di calore per trasmissione verso il terreno

Struttura	A [m²]	P [m]	$S_w$ [m]	$d_{is}$ [m]	$\lambda_{is}$ [m]	D [m]	z [m]	$U_w$ [W/m²K]	$\epsilon$ [m]	$U_g$ [W/m²K]	H [W/K]
PIASTRA	657,837	66,000	0,01	---	---	---	---	---	---	---	134,856
$H_g$	657,837										134,856

### Riscaldamento

Mese	gg	$\theta_{int,set,H}$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	$H_{tr,adj}$ [W/K]	$Fr*\Phi_r$ [W]	$Q_{sol,op}$ [kWh]	$Q_{H,tr}$ [kWh]
Gennaio	31	18,0	2,1	15,9	9 564,711	12 455,996	8 704,941	113 709,023
Febbraio	28	18,0	4,1	13,9	9 564,711	15 034,106	15 535,848	83 909,122
Marzo	31	18,0	8,9	9,1	9 564,711	16 286,122	24 521,852	52 351,941



Aprile	15	18,0	11,7	6,3	9 564,711	15 269,538	14 921,540	12 312,687
Ottobre	17	18,0	13,9	4,1	9 564,711	15 179,510	9 981,736	12 211,352
Novembre	30	18,0	9,3	8,7	9 564,711	12 049,132	12 832,710	55 756,014
Dicembre	31	18,0	3,9	14,1	9 564,711	12 193,974	8 169,251	101 240,707
Totale								431 490,847

- Legenda**  
A: area struttura  
U: trasmittanza termica struttura  
H: coefficiente di scambio termico  
b<sub>tr</sub>: fattore di correzione del locale  
l: lunghezza ponte termico  
ψ: trasmittanza termica lineica ponte termico  
θ<sub>int,set,H</sub>: temperatura interna di set-up nel periodo di riscaldamento  
θ<sub>int,set,C</sub>: temperatura interna di set-up nel periodo di raffrescamento  
θ<sub>e</sub>: temperatura esterna  
T<sub>a</sub>: temperatura locale adiacente  
H<sub>tr,adj</sub>: coefficiente di scambio termico per trasmissione  
Fr\*Φ<sub>r</sub>: extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste  
Q<sub>H,tr</sub>: energia scambiata nel periodo di riscaldamento  
Q<sub>C,tr</sub>: energia scambiata nel periodo di raffrescamento  
P: perimetro pavimento esposto al terreno  
S<sub>w</sub>: spessore pareti perimetrali  
d<sub>is</sub>: spessore isolante  
λ<sub>is</sub>: conduttività isolante  
D: larghezza isolamento di bordo  
z: altezza pavimento dal terreno  
U<sub>w</sub>: trasmittanza pareti spazio areato  
ε: area apertura di ventilazione  
U<sub>g</sub>: trasmittanza pavimento interrato

Perdita di calore per ventilazione

V [m³]	n [1/h]	q <sub>ve</sub> [m³/h]	H [W/K]
6 065,255	0,66	4 027,897	241,674

Mese	gg	θ <sub>int,set,H</sub> [°C]	θ <sub>e</sub> [°C]	Δθ [°C]	H <sub>ve,adj</sub> [W/K]	Q <sub>H,ve</sub> [kWh]
Gennaio	31	18,0	2,1	15,9	241,674	2 858,904
Febbraio	28	18,0	4,1	13,9	241,674	2 257,427
Marzo	31	18,0	8,9	9,1	241,674	1 636,228
Aprile	15	18,0	11,7	6,3	241,674	549,239
Ottobre	17	18,0	13,9	4,1	241,674	404,272
Novembre	30	18,0	9,3	8,7	241,674	1 513,845
Dicembre	31	18,0	3,9	14,1	241,674	2 535,255
Totale						11 755,2

- Legenda**  
V: volume netto locale  
n: ricambi d'aria  
q<sub>ve</sub>: portata d'aria  
H<sub>ve,adj</sub>: coefficiente di scambio termico  
θ<sub>int,set</sub>: temperatura interna  
θ<sub>e</sub>: temperatura esterna  
Q<sub>H,ve</sub>: energia scambiata nel periodo di riscaldamento  
Q<sub>C,ve</sub>: energia scambiata nel periodo di raffrescamento

### Apporti solari attraverso superfici opache

## Riscaldamento

*MEMBRANA (esposizione SudEst)*

[illegible]

*MEMBRANA (esposizione NordEst)*

[illegible]

*MEMBRANA (esposizione NordOvest)*

[illegible]

*MEMBRANA (esposizione SudOvest)*

[illegible]

COPERTURA (orizzontale)

Mese	gg	$I_{sol}$ [W/m²gg]	$F_{hor}$	$F_{fin}$	$F_{ov}$	$\alpha_{sol}$	$A_c$ [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	$R_{se}$ [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	46,3	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	4 731,162
Febbraio	28	94,9	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	8 760,281
Marzo	31	143,5	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	14 666,602
Aprile	15	187,4	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	9 267,859
Ottobre	17	102,1	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	5 720,472
Novembre	30	69,4	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	6 867,816
Dicembre	31	41,7	1,000	1,000	1,000	0,9	657,8	5,800	0,040	137,356	4 258,046
Totale											54 272,237

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sd,op}$ [kWh]	$Q_{si}$ [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Gennaio	8 704,941	0,000	0,000	0,000	8 704,941
Febbraio	15 535,848	0,000	0,000	0,000	15 535,848
Marzo	24 521,852	0,000	0,000	0,000	24 521,852
Aprile	14 921,540	0,000	0,000	0,000	14 921,540
Ottobre	9 981,736	0,000	0,000	0,000	9 981,736
Novembre	12 832,710	0,000	0,000	0,000	12 832,710
Dicembre	8 169,251	0,000	0,000	0,000	8 169,251
Totale	94 667,878	0,000	0,000	0,000	94 667,878

Legenda

- $F_{hor}$ : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni
- $F_{fin}$ : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti orizzontali
- $F_{ov}$ : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti verticali
- $\alpha_{sol}$ : coefficiente di assorbimento della radiazione solare
- $A_c$ : area della struttura
- $U_{c,eq}$ : trasmittanza termica della struttura
- $R_{se}$ : Resistenza superficiale esterna della struttura
- $A_{sol,op}$ : area equivalente
- $Q_{sol,op,mn}$ : apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi
- $Q_{sol,mn,u}$ : apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare negli ambienti non climatizzati adiacenti
- $Q_{sd,op}$ : apporti serra diretti attraverso le partizioni opache
- $Q_{si}$ : apporti serra indiretti attraverso le partizioni opache e trasparenti
- $Q_{sol,op}$ : apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi comprensivi degli apporti serra e degli apporti degli ambienti non climatizzati adiacenti

Fabbisogno energetico utile

Riscaldamento

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{int}$ [kWh]	$Q_{sol,w}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Gennaio	113 709,0	2 858,9	2 447,2	0,0	0,021	0,985	114 157,5
Febbraio	83 909,1	2 257,4	2 210,3	0,0	0,026	0,981	83 997,2
Marzo	52 351,9	1 636,2	2 447,2	0,0	0,045	0,966	51 623,5
Aprile	12 312,7	549,2	1 184,1	0,0	0,092	0,931	11 759,9
Ottobre	12 211,4	404,3	1 342,0	0,0	0,106	0,920	11 380,9
Novembre	55 756,0	1 513,8	2 368,2	0,0	0,041	0,969	54 974,2
Dicembre	101 240,7	2 535,3	2 447,2	0,0	0,024	0,983	101 370,4
Totale							429 263,5

Fabbisogno energia primaria per il riscaldamento della zona

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	$Q'_{H}$ [kWh]	$\eta_e$ [%]	$\eta_c$ [%]	$\eta_d$ [%]	$\eta_{gn}$ [%]	$\eta_g$ [%]	$Q_{p,nren,H}$ [kWh]	$Q_{p,ren,H}$ [kWh]	$Q_{p,tot,H}$ [kWh]
Gennaio	119 461,6	119 461,6	91,0	93,0	100,0	97,2	78,1	152 881,1	214,3	153 095,4
Febbraio	88 184,9	88 184,9	91,0	93,0	100,0	98,0	78,7	112 000,0	162,8	112 162,7
Marzo	54 656,2	54 656,2	91,0	93,0	100,0	101,4	81,4	67 136,7	113,2	67 249,9
Aprile	12 773,8	12 773,8	91,0	93,0	100,0	101,9	81,8	15 622,5	28,1	15 650,6
Ottobre	12 126,1	12 126,1	91,0	93,0	100,0	101,9	81,8	14 832,2	27,1	14 859,4
Novembre	57 780,7	57 780,7	91,0	93,0	100,0	100,7	80,9	71 437,9	117,2	71 555,1
Dicembre	106 073,7	106 073,7	91,0	93,0	100,0	97,7	78,5	135 167,5	193,4	135 360,9
Totale	451 057,0	451 057,0	91,0	93,0	100,0	98,7	79,3	569 077,9	856,1	569 934,0

Legenda

- $Q_{H,tr}$ : energia scambiata per trasmissione
- $Q_{H,ve}$ : energia scambiata per ventilazione
- $Q_{int}$ : energia da apporti gratuiti interni
- $Q_{sol,w}$ : energia da apporti solari interni (superfici trasparenti)
- $\gamma$ : rapporto tra apporti interni e energia scambiata per trasmissione e ventilazione
- $\mu$ : fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti
- $Q_{H,nd}$ : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento
- $Q_{C,nd}$ : fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- $Q_{W,nd}$ : fabbisogno energetico utile per l'acqua calda sanitaria
- $Q'_{H}$ : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi
- $Q_{C,nd}$ : fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- $\eta_e$ : rendimento di emissione
- $\eta_c$ : rendimento di regolazione
- $\eta_d$ : rendimento di distribuzione
- $\eta_{gn}$ : rendimento di generazione
- $\eta_g$ : rendimento globale
- $Q_p$ : fabbisogno di energia primaria

Subalterno

Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	$Q'_{H}$ [kWh]	$\eta_e$ [%]	$\eta_c$ [%]	$\eta_d$ [%]	$\eta_{gn}$ [%]	$\eta_g$ [%]	$Q_{p,nren,H}$ [kWh]	$Q_{p,ren,H}$ [kWh]	$Q_{p,tot,H}$ [kWh]
Gennaio	119 461,6	119 461,6	91,0	93,0	100,0	97,2	78,1	152 881,1	214,3	153 095,4
Febbraio	88 184,9	88 184,9	91,0	93,0	100,0	98,0	78,7	112 000,0	162,8	112 162,7
Marzo	54 656,2	54 656,2	91,0	93,0	100,0	101,4	81,4	67 136,7	113,2	67 249,9
Aprile	12 773,8	12 773,8	91,0	93,0	100,0	101,9	81,8	15 622,5	28,1	15 650,6
Ottobre	12 126,1	12 126,1	91,0	93,0	100,0	101,9	81,8	14 832,2	27,1	14 859,4
Novembre	57 780,7	57 780,7	91,0	93,0	100,0	100,7	80,9	71 437,9	117,2	71 555,1
Dicembre	106 073,7	106 073,7	91,0	93,0	100,0	97,7	78,5	135 167,5	193,4	135 360,9
Totale	451 057,0	451 057,0	91,0	93,0	100,0	98,7	79,3	569 077,9	856,1	569 934,0

Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione

Zona termica

Fabbisogno energetico di illuminazione artificiale  $Q_a$  [kWh]

Locale	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
CAMPO GIOCO	152,9	138,1	152,9	147,9	152,9	147,9	152,9	152,9	147,9	152,9	147,9	152,9	1 800,0

Fabbisogno energetico di illuminazione parassita  $Q_p$  [kWh]

Locale	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
CAMPO GIOCO	335,2	302,8	335,2	324,4	335,2	324,4	335,2	335,2	324,4	335,2	324,4	335,2	3 947,0

Totale

Totale $Q_a$	152,9	138,1	152,9	147,9	152,9	147,9	152,9	152,9	147,9	152,9	147,9	152,9	1 800,0
Totale $Q_p$	335,2	302,8	335,2	324,4	335,2	324,4	335,2	335,2	324,4	335,2	324,4	335,2	3 947,0
Totale	488,1	440,9	488,1	472,4	488,1	472,4	488,1	488,1	472,4	488,1	472,4	488,1	5 747,0

## Dettaglio impianti

## Centrale termica

## GENERATORE ARIA CALDA

[illegible][illegible]

**Energia primaria e quote rinnovabili****Subalterno*****Ep rinnovabile [kWh]***

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	214	163	113	28	0	0	0	0	0	27	117	193	856
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	229	207	229	222	229	222	229	229	222	229	222	229	2 701
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	444	370	343	250	229	222	229	229	222	257	339	423	3 557

***Ep non rinnovabile [kWh]***

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	152 881	112 000	67 137	15 622	0	0	0	0	0	14 832	71 438	135 168	569 078
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	952	860	952	921	952	921	952	952	921	952	921	952	11 207
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	153 833	112 860	68 089	16 544	952	921	952	952	921	15 784	72 359	136 119	580 285

***Ep totale [kWh]***

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	153 095	112 163	67 250	15 651	0	0	0	0	0	14 859	71 555	135 361	569 934
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	1 181	1 067	1 181	1 143	1 181	1 143	1 181	1 181	1 143	1 181	1 143	1 181	13 908
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	154 277	113 230	68 431	16 794	1 181	1 143	1 181	1 181	1 143	16 041	72 698	136 542	583 842

***Quota rinnovabile***

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0 %	0 %	0 %	0 %	---	---	---	---	---	0 %	0 %	0 %	0 %
C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
W	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %
T	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0 %	0 %	1 %	1 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	2 %	0 %	0 %	1 %

## Indici di prestazione energetica

## Subalterno

**EP rinnovabile [kWh/m<sup>2</sup>]**

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0,33	0,25	0,17	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,18	0,29	1,30
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	0,35	0,31	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	4,11
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,67	0,56	0,52	0,38	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,39	0,52	0,64	5,41

**EP non rinnovabile [kWh/m<sup>2</sup>]**

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	232,40	170,25	102,06	23,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,55	108,60	205,47	865,07
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	1,45	1,31	1,45	1,40	1,45	1,40	1,45	1,45	1,40	1,45	1,40	1,45	17,04
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	233,85	171,56	103,50	25,15	1,45	1,40	1,45	1,45	1,40	23,99	110,00	206,92	882,11

**EP totale [kWh/m<sup>2</sup>]**

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	232,73	170,50	102,23	23,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,59	108,77	205,77	866,38
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	1,80	1,62	1,80	1,74	1,80	1,74	1,80	1,80	1,74	1,80	1,74	1,80	21,14
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	234,52	172,12	104,02	25,53	1,80	1,74	1,80	1,80	1,74	24,38	110,51	207,56	887,52