

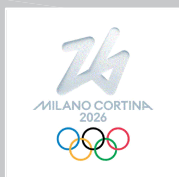


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
SERVIZIO OPERE CIVILI

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO
LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



Lavori di adeguamento dello
stadio del fondo a Lago di Tesero
UF1B

FASE PROGETTO :

PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA :

IMPIANTI

TITOLO TAVOLA :

EDIFICIO TRIBUNE - RELAZIONE DI CALCOLO CAMINI

C. SIP:	C. SOC:	SCALA :	FASE PROGETTO :	TIPO ELAB. :	CATEGORIA :	PARTE D'OPERA :	N° PROGR.	REVISIONE :
E-90/000	5360	/	E	R	335	UF1B	111	

PROGETTO ARCHITETTONICO:

arch. Marco GIOVANAZZI

PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO:

ing. Marco SONTACCHI

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. Marco GELMINI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:

ing. Renato COSER

PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:

ing. Giovanni BETTI

Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :

arch. Silvano TOMASELLI

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:

ing. Gabriele DEVIGILI

CSP:

ing. Piero MATTIOLI

RELAZIONE GEOLOGICA:

geol. Mirko DEMOZZI

RELAZIONE ACUSTICA:

ing. Matteo AGOSTINI

NOME FILE : 5360-ER335-111

DATA REDAZIONE :

APRILE 2023

Comune di TESERO (TN)

PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO DI UN CAMINO SINGOLO

Relazione tecnica

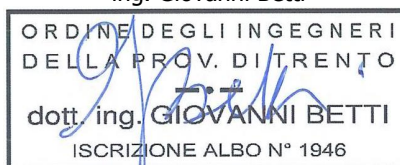
Edificio: Edificio per civile abitazione monofamiliare

Committente: Comune di Tesero

TRENTO, 29/04/2023

Il Tecnico

ing. Giovanni Betti



DATI GENERALI

Tecnico

Ragione Sociale	TKP Engineering S.r.l.
Nome Cognome	Giovanni Betti
Qualifica	progettista
Codice Fiscale	BTTGNN67M15L378O
P. IVA	01666570229
Albo	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento
N° Iscrizione	1946
Data di nascita	15/08/1967
Luogo di nascita	Trento
Indirizzo	Via Rosmini, 57
CAP - Comune	38122 Trento
Telefono	0461 245051
E-mail	info@tkpsrl.it

Edificio

Denominazione	Centro Fondo in Lago di Tesero
Descrizione	Centro sport invernali
Indirizzo	Loc. Lago
CAP - Comune	38038 – Tesero (TN)
Altitudine	1 000 m s.l.m.m.

PREMESSA

Normativa di riferimento

Il progetto è stato realizzato in base alle normative seguenti:

UNI EN 13384-1

Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 1: Camini asserviti a un solo apparecchio.

UNI EN 13384-2

Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 2: Camini asserviti a più apparecchi di riscaldamento.

Gli impianti, inoltre, devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare devono essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

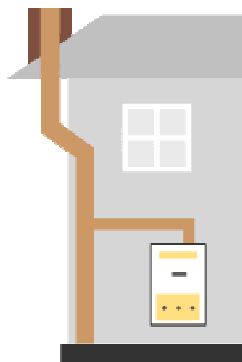
Descrizione dell'intervento

L'impianto è a **Flusso non bilanciato**. Il funzionamento è a **Tiraggio forzato (pressione positiva)**; la verifica effettuata è **A umido (con condensazione)**.

Di seguito è descritto l'intervento realizzato.

Progettazione e dimensionamento di un camino singolo

Configurazione



Dati generali

Temperatura dell'aria esterna	
Temperatura aria esterna massima T_L max	15 °C
Temperatura aria esterna minima T_L min	-15 °C

Generatore

Dati tecnici	
Marca	Hoval
Modello	Ultragas 350
Tipo generatore	Caldaia
Combustibile	Metano
Diametro scarico fumi	302.0 mm
Dati caldaia	
Tipo combustione	Forzata
Generatore a condensazione	Si
Potenza	Variabile
Rendimento	98.2 %
Potenza nominale (QN)	324.0 kW
Portata termica nominale (QF)	330.0 kW
Potenza minima (QNmin)	51.0 kW
Portata termica minima (QFmin)	53.0 kW
Caratteristiche fumi (potenza nominale)	
Portata massica (Mw)	0.13881 kg/s
Temperatura fumi (Tw)	68.0 °C
Tenore di CO2 ($\sigma(\text{CO}_2)$)	10.2 %
Pressione differenziale (Pwo)	120.0 Pa
Pressione differenziale min (Pwomin)	0.0 Pa
Caratteristiche fumi (potenza minima)	
Portata massica (Mw)	0.02284 kg/s
Temperatura fumi (Tw)	46.0 °C
Tenore di CO2 ($\sigma(\text{CO}_2)$)	9.9 %
Pressione differenziale (Pwo)	120.0 Pa
Pressione differenziale min (Pwomin)	0.0 Pa

Canale da fumo

Dati tecnici	
Marca	Cordivari
Modello	Doppia parete
Descrizione	Camino doppia parete. Acciaio inox - lana di roccia - acciaio inox
Geometria	
Altezza efficace - Hv	3.0 m
Lunghezza - Lv	10.0 m
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	2.00 m
Forma	Circolare
Diametro idraulico interno	300 mm
Spessore	26.0 mm
Diametro esterno	352 mm
Area interna	706.86 cm ²
Caratteristiche tecniche	
Tipo	Monostrato
Rugosità	1.0 mm
Resistenza termica - RT	0.41168 m ² K/W
Pressione massima ammessa dal condotto	200 Pa
Esposizione area della superficie esterna del condotto	
Nel locale caldaia	100 %
Nelle aree riscaldate	0 %
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	0 %
Esterna all'edificio	0 %

Elementi di resistenza al flusso

Descrizione	Resistenza (m)	Quantità
Curva a gomito - $\gamma = 45^\circ$ - $30 > L_d / D_h \geq 2$	0.40	5
Totale	2.00	

Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)

Materiale	Diam. int. (mm)	Spessore (mm)	λ (W/(mK))	Rt (m ² K/W)

Acciaio inossidabile	300.0	0.5	17.000	0.00003
Lana di roccia	301.0	25.0	0.056	0.41300
Acciaio inossidabile	351.0	0.5	17.000	0.00003

Camino

Dati tecnici	
Marca	Cordivari
Modello	Doppia parete
Descrizione	Camino doppia parete. Acciaio inox - lana di roccia - acciaio inox
Geometria	
Altezza efficace - Hc	12.5 m
Lunghezza - Lc	12.5 m
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	0.00 m
Forma	Circolare
Diametro idraulico interno	300 mm
Spessore	26.0 mm
Diametro esterno	352 mm
Area interna	706.86 cm²
Caratteristiche tecniche	
Tipo	Monostrato
Rugosità	1.0 mm
Resistenza termica - RT	0.41168 m²K/W
Pressione massima ammessa dal condotto	200 Pa
Esposizione area della superficie esterna del condotto	
Nel locale caldaia	0 %
Nelle aree riscaldate	0 %
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	100 %
Esterna all'edificio	0 %

Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)

Materiale	Diam. int. (mm)	Spessore (mm)	λ (W/(mK))	Rt (m ² K/W)
Acciaio inossidabile	300.0	0.5	17.000	0.00003
Lana di roccia	301.0	25.0	0.056	0.41300
Acciaio inossidabile	351.0	0.5	17.000	0.00003

Comignolo

Comignolo	
Isolamento supplementare	
Isolamento supplementare presente	No
Ubicazione	
Tipo regione	Interna
In zona reflusso	No
Pressione generata dalla velocità del vento - PL	0.0 Pa

RISULTATI DI CALCOLO

Verifiche

Verifica	Valori	U.M.	Ver.
Condizione A (generatore a pot. nominale e temp. esterna max)			
$P_{ZO} \leq P_{ZOe}$	$-12.7 \leq 112.6$	Pa	Si
$P_{ZO} \leq P_{Zeccesso}$	$-12.7 \leq 200.0$	Pa	Si
$P_{ZO} + P_{FV} \leq P_{ZVeccesso}$	$-9.3 \leq 200.0$	Pa	Si
Condizione B (generatore a pot. min e temp. esterna max)			
$P_{ZO} \leq P_{ZOe}$	$-5.5 \leq 118.2$	Pa	Si
$P_{ZO} \leq P_{Zeccesso}$	$-5.5 \leq 200.0$	Pa	Si
$P_{ZO} + P_{FV} \leq P_{ZVeccesso}$	$-7.7 \leq 200.0$	Pa	Si
Condizione C (generatore a pot. nominale e temp. esterna min)			
$T_{iob} \geq T_g$	$39.2 \geq 0.0$	°C	Si
Condizione D (generatore a pot. min e temp. esterna min)			
$T_{iob} \geq T_g$	$0.3 \geq 0.0$	°C	Si

Legenda

P_{ZO}	Pressione positiva all'entrata dei prodotti della combustione nel camino
P_{ZOe}	Pressione differenziale massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino
$P_{Zeccesso}$	Pressione massima ammessa dalla designazione del camino
$P_{ZVeccesso}$	Pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo
P_{FV}	Resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo
T_{iob}	Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico
T_g	Limite di temperatura

Risultati

Condizioni di funzionamento

Condizione A: generatore alla potenza nominale e temperatura aria esterna massima.

Condizione B: generatore alla potenza minima e temperatura aria esterna massima.

Condizione C: generatore alla potenza nominale e temperatura aria esterna minima.

Condizione D: generatore alla potenza minima e temperatura aria esterna minima.

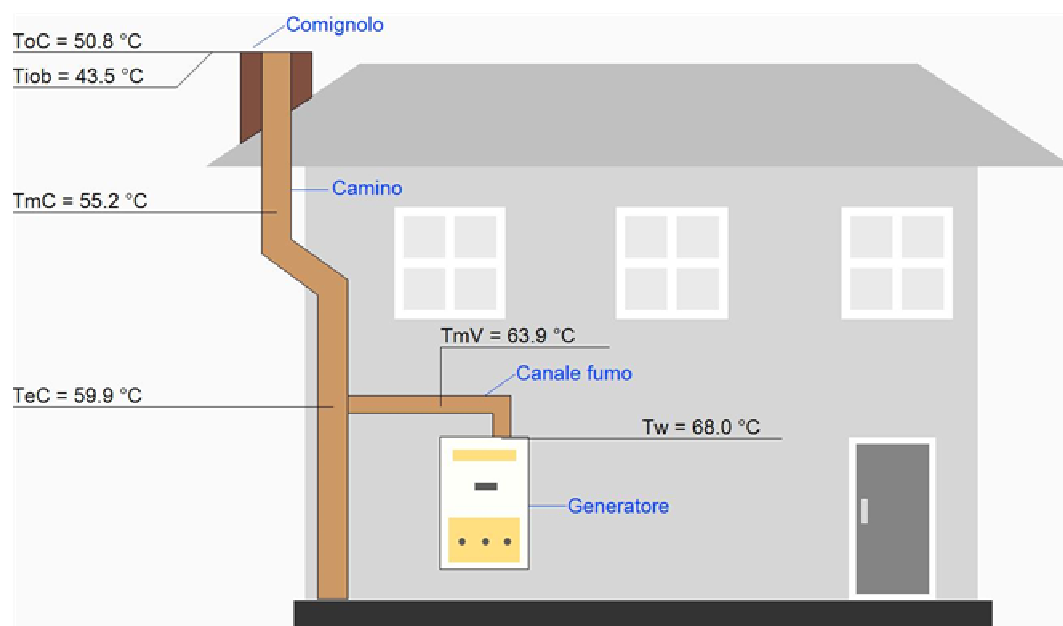
Generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Costante dei gas dei prodotti della combustione	R	288.59	288.57	288.59	288.57	J/(kg × K)
Pressione dell'aria esterna	p_L	86 185.3	86 185.3	85 009.5	85 009.5	Pa
Massa volumica dell'aria esterna	ρ_L	1.039	1.039	1.143	1.143	kg/m ³
Canale da fumo	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	η_V	18.10	17.12	18.10	17.12	N × s/m ²
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	λ_V	0.027	0.025	0.027	0.025	W/(m × K)
Capacità termica specifica del gas di combustione	C_{pV}	1 100.99	1 094.61	1 100.99	1 094.61	J/(kg × K)
Numero di Prandtl	Pr_V	0.740	0.750	0.740	0.750	
Massa volumica dei prodotti della combustione	ρ_{LV}	0.875	0.936	0.863	0.923	kg/m ³
Velocità dei prodotti della combustione	w_{mV}	2.24	0.35	2.27	0.35	m/s
Numero di Reynolds	Re_V	32 549	8 199	32 549	8 087	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	ψ_V	0.030	0.037	0.030	0.037	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	$\psi_{liscioV}$	0.023	0.033	0.023	0.033	
Numero di Nusselt	Nu_V	99.2	28.4	99.2	28.1	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	α_{iV}	8.93	2.37	8.93	2.34	W/(m ² × K)
Coefficiente di trasmissione del calore	k_V	2.69	1.47	1.59	1.06	W/(m ² × K)
Coefficiente di raffreddamento	K_V	0.17	0.55	0.10	0.40	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del canale da fumo	T_{eV}	68.0	46.0	68.0	46.0	°C
Temperatura media dei prodotti della combustione nel canale da fumo	T_{mV}	63.9	38.9	65.5	40.6	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del canale da fumo	T_{oV}	59.9	32.9	63.1	35.9	°C

Camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	η_C	17.74	16.52	17.88	16.66	N x s/m ²
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	λ_C	0.026	0.024	0.026	0.025	W/(m x K)
Capacità termica specifica del gas di combustione	C_{pC}	1 099.34	1 092.11	1 099.99	1 092.68	J/(kg x K)
Numero di Prandtl	Pr_C	0.750	0.750	0.760	0.730	
Massa volumica dei prodotti della combustione	ρ_{LC}	0.897	0.976	0.876	0.953	kg/m ³
Velocità dei prodotti della combustione	w_{mC}	2.19	0.33	2.24	0.34	m/s
Numero di Reynolds	Re_C	33 210	8 862	32 950	8 584	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	ψ_C	0.030	0.036	0.030	0.037	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	$\psi_{liscioC}$	0.023	0.032	0.023	0.032	
Numero di Nusselt	Nu_C	100.4	30.2	100.2	29.0	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	α_{iC}	8.70	2.41	8.68	2.42	W/(m ² x K)
Coefficiente di trasmissione del calore	k_C	2.95	1.57	1.77	1.16	W/(m ² x K)
Coefficiente di raffreddamento	K_C	0.23	0.74	0.14	0.55	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del camino	T_{eC}	59.9	32.9	63.1	35.9	°C
Temperatura media dei prodotti della combustione nel camino	T_{mC}	55.2	27.7	58.0	24.2	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del camino	T_{oC}	50.8	23.6	53.1	14.5	°C
Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico	T_{iob}	43.5	19.4	39.2	0.3	°C
Temperatura di condensazione	T_{sp}	52.7	52.2	52.3	51.9	°C
Pressioni generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Pressione differenziale del generatore di calore	P_{WO}	120.0	120.0	120.0	120.0	Pa
Effettiva resistenza alla pressione dell'aria comburente	P_B	4.0	4.0	4.0	4.0	Pa
Pressione generata dalla velocità del vento	P_L	0.0	0.0	0.0	0.0	Pa
Pressioni canale da fumo	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Resistenza alla pressione dovuta a resistenza di attrito e di forma del canale da fumo	P_{EV}	6.5	0.2	6.7	0.2	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel canale da fumo	P_{GV}	0.0	0.0	0.0	0.0	Pa
Resistenza alla pressione del canale da fumo	P_{RV}	7.9	0.2	8.1	0.2	Pa

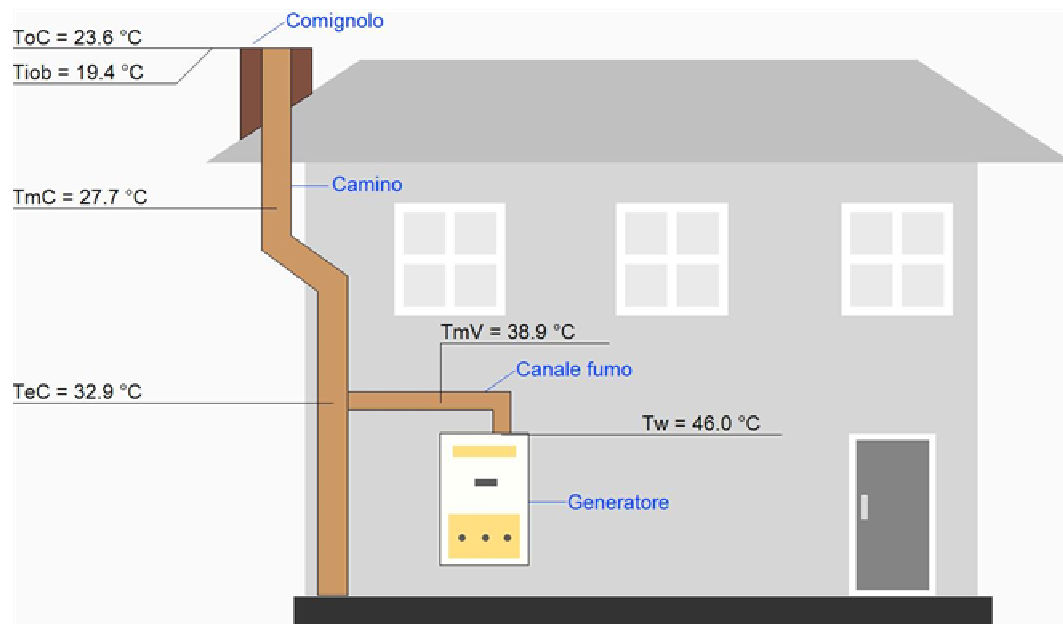
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino del canale da fumo	P_{HV}	4.5	2.4	8.0	6.0	Pa
Resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo	P_{FV}	3.4	-2.2	0.1	-5.8	Pa
Pressione differenziale massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino	P_{ZOeV}	112.6	118.2	115.9	121.8	Pa
Pressioni camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Resistenza alla pressione dovuta a resistenza di attrito e di forma del camino	P_{EC}	2.7	0.1	2.7	0.1	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel camino	P_{GC}	-0.1	0.0	0.0	0.0	Pa
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino	P_{HC}	15.8	5.6	31.1	18.7	Pa
Resistenza alla pressione del camino	P_{RC}	3.1	0.1	3.2	0.1	Pa
Pressione positiva all'entrata dei prodotti della combustione nel camino	P_{ZOc}	-12.7	-5.5	-27.9	-18.6	Pa

Riepilogo temperature

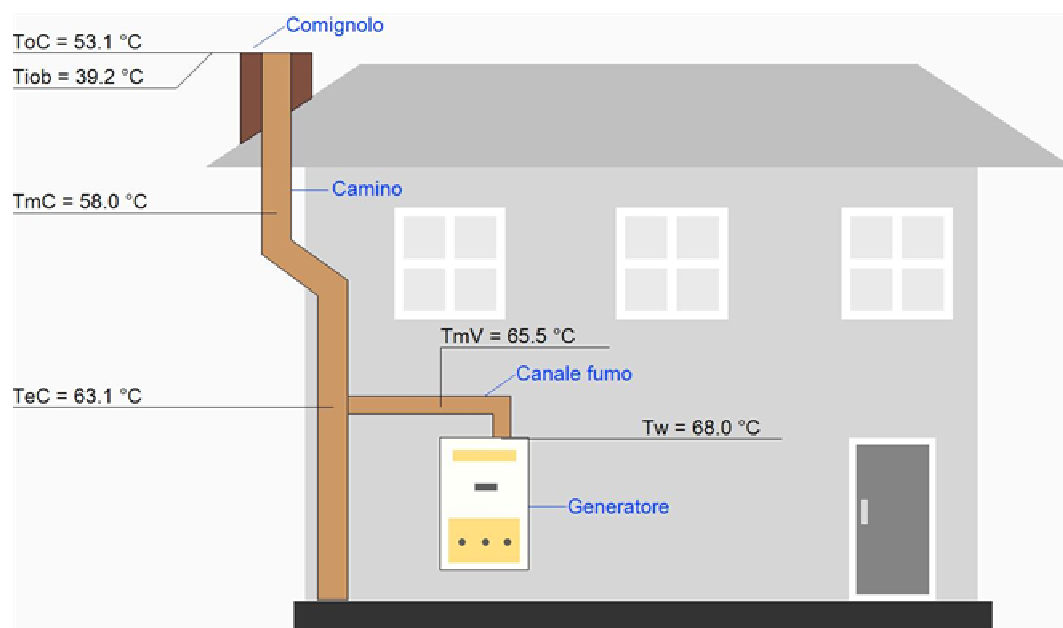
Temperature condizione A (Potenza nominale, Temperatura esterna massima)



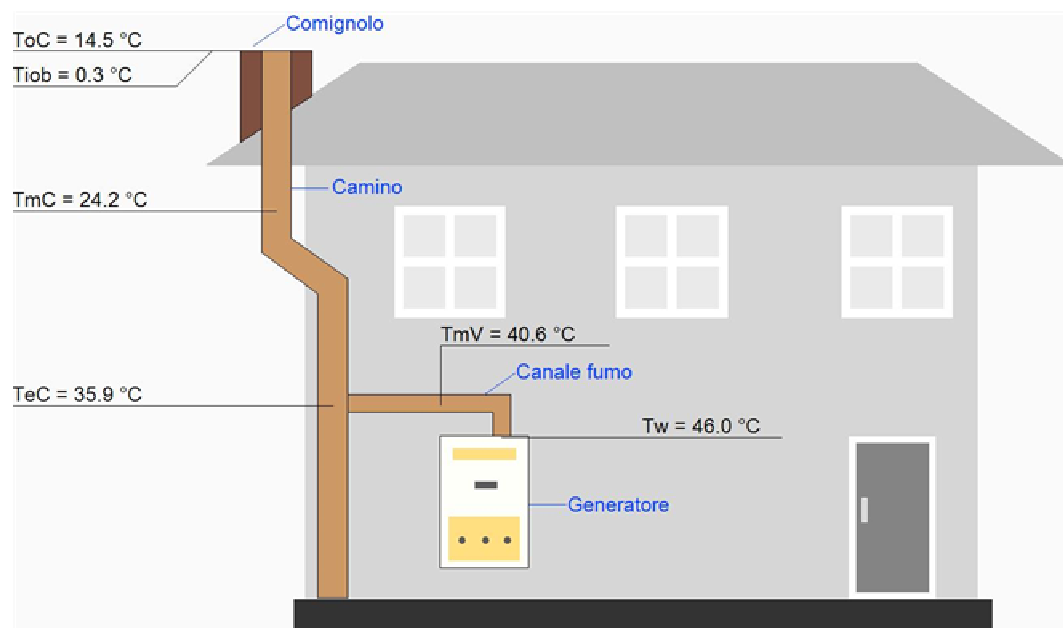
Temperature condizione B (Potenza minima, Temperatura esterna massima)



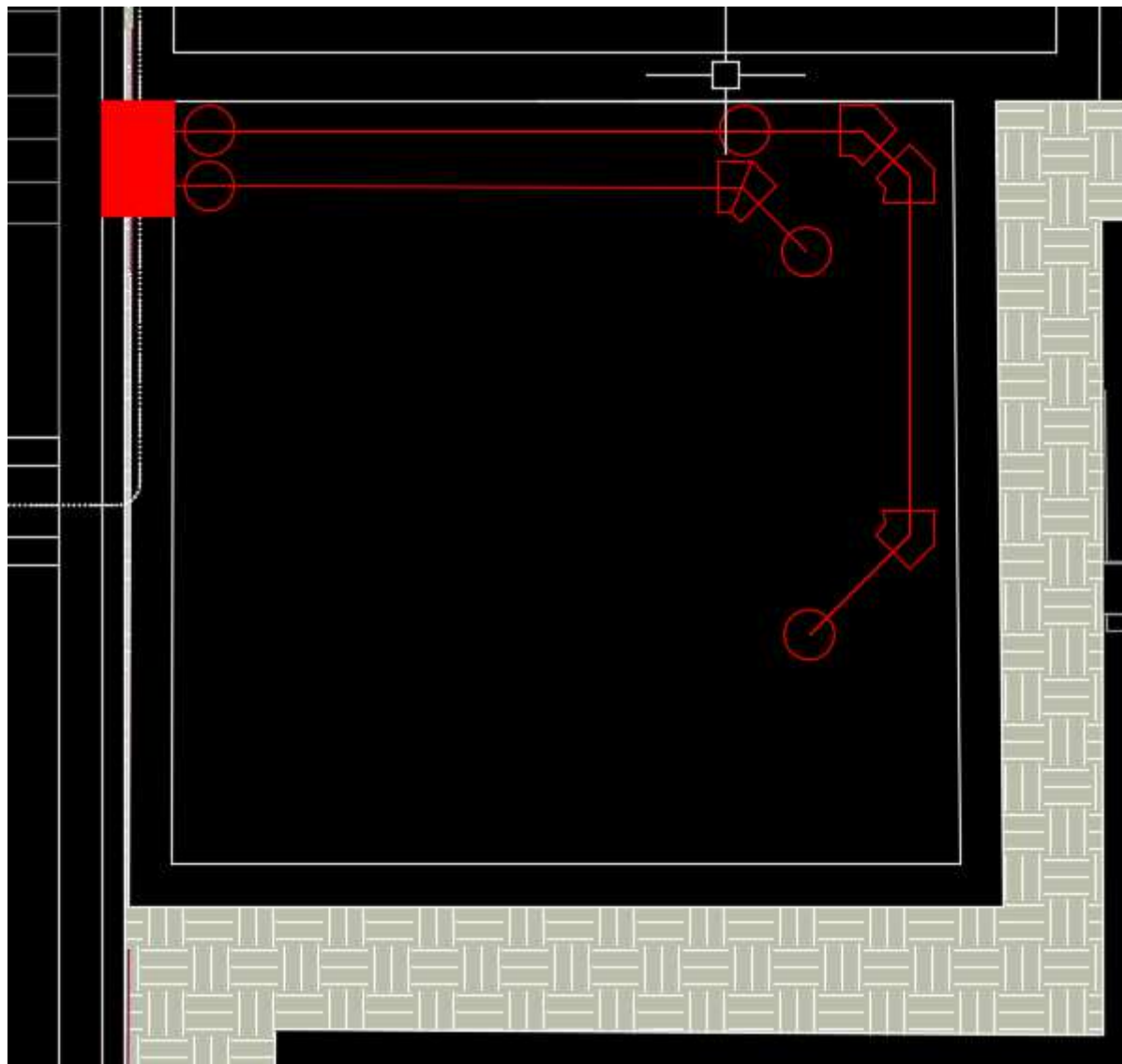
Temperature condizione C (Potenza nominale, Temperatura esterna minima)



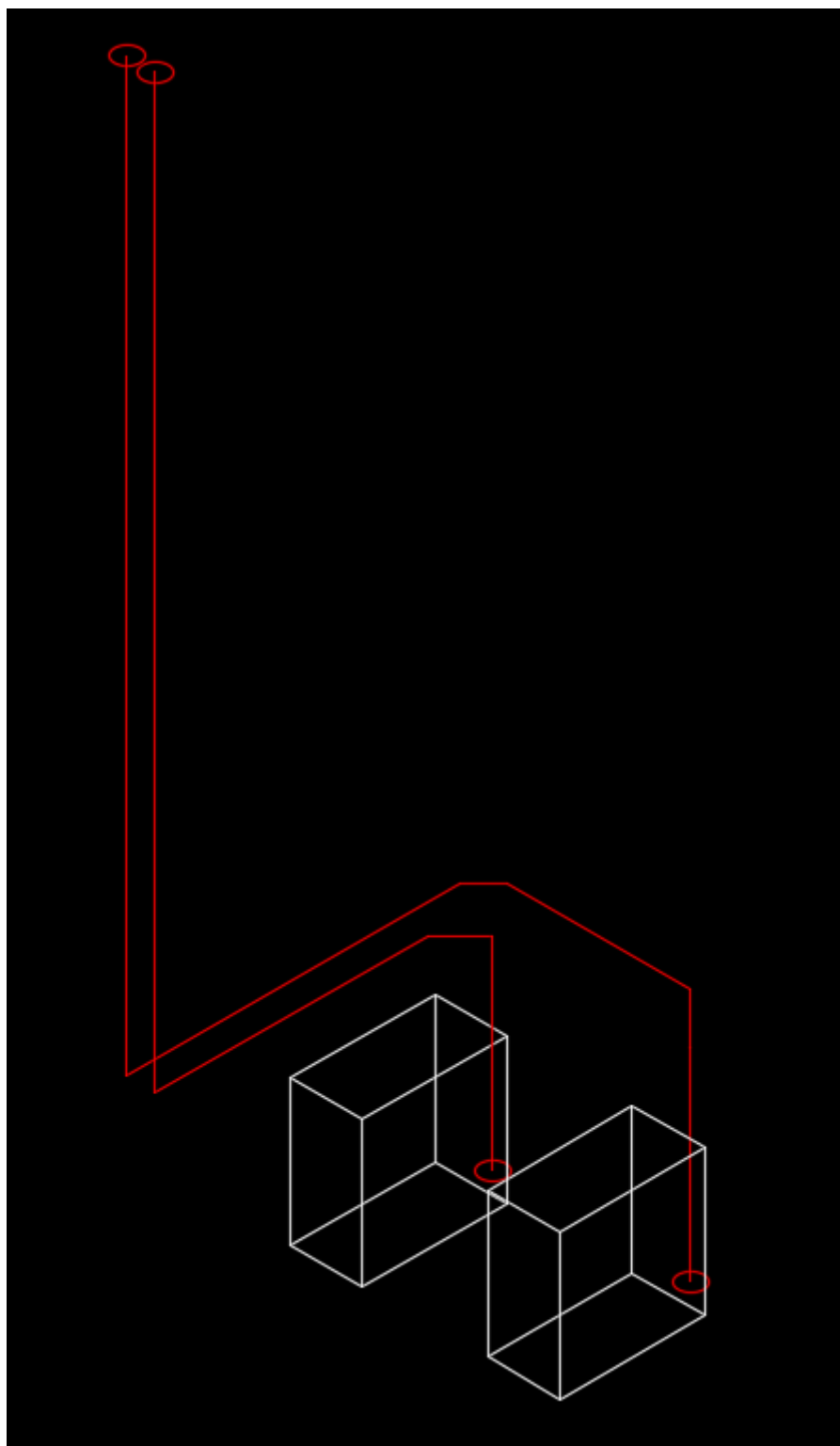
Temperature condizione D (Potenza minima, Temperatura esterna minima)



PIANTA SPOSTAMENTO CAMINI



VISTA 3D SPOSTAMENTO CAMINI



INDICE

DATI GENERALI.....	2
Tecnico	2
Edificio	2
PREMESSA.....	3
Normativa di riferimento.....	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	4
Descrizione dell'intervento	4
Progettazione e dimensionamento di un camino singolo.....	4
Configurazione.....	4
Dati generali	4
Generatore	5
Canale da fumo.....	6
Elementi di resistenza al flusso.....	6
Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)	6
Camino.....	8
Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)	8
Comignolo	9
RISULTATI DI CALCOLO.....	10
Verifiche	10
Risultati.....	11
Condizioni di funzionamento	11
Riepilogo temperature	14
Temperature condizione A (Potenza nominale, Temperatura esterna massima).....	14
Temperature condizione B (Potenza minima, Temperatura esterna massima)	14
Temperature condizione C (Potenza nominale, Temperatura esterna minima).....	15
Temperature condizione D (Potenza minima, Temperatura esterna minima)	15
INDICE	18