

# APPENDICE A

---

## Calcolo secondo la norma EN 13384-2

### DESCRIZIONE GENERALE

Il metodo proposto dalla norma è applicabile a sistemi con più di un generatore di calore. E' adatto quindi a configurazioni con più piani o più generatori su un collettore. E' applicabile a qualsiasi tipo di generatore eccetto che ai caminetti

### Combinazioni combustibili-generatori consentite

L'utente del programma può selezionare dalla finestra "Impostazioni progetto" i combustibili e i tipi di caldaie della seguente tabella

Collettori	Aria	Aspirata	Pressurizzata	B	C	Caminetto
-	Soffiata					
Gas Metano	X	X	X	X	X	
Gas GPL	X		X	X	X	
Gasolio	X		X			
Olio Comb.	X		X			
Legna						
Carbone						

### Combinazioni combustibili-generatori n° di generatori

Il metodo Collettori si attiva se viene selezionato 1 allacciamento e più di un generatore per l'allacciamento secondo la tabella seguente

METODO	COMBUSTIBILE	TIPO	MIN n°	MAX n°
-		GENERATORE	GEN	GEN
EN13384-2	Gas Metano	C	2	10
EN13384-2	Gas Metano	B	2	10
EN13384-2	GPL	C	2	10
EN13384-2	GPL	B	2	10
EN13384-2	Gas Metano	Aria Soffiata	2	10
EN13384-2	Gas Metano	Pressurizzata	2	10

EN13384-2	GPL	Aria Soffiata	2	10
EN13384-2	GPL	Pressurizzata	2	10
EN13384-2	Gasolio	Aria Soffiata	2	10
EN13384-2	Gasolio	Pressurizzata	2	10
EN13384-2	Olio Combustib.	Aria Soffiata	2	10
EN13384-2	Olio Combustib.	Pressurizzata	2	10
EN13384-2	Gas Metano	Aspirata	2	10

I generatori sono numerati a partire dal camino cioè il generatore n°1 è quello più vicino al camino e il generatore n°"n" è quello più lontano.

### **Dimensionamento**

Il dimensionamento è attuato sulla canna fumaria per la quale vengono provati tutti i diametri resi disponibili dal sistema .Il collettore può essere provato in tutti i diametri disponibili oppure viene definito tratto per tratto e le dimensioni interne della sezione non vengono variate durante la fase di dimensionamento. Cio' consente di realizzare un collettore telescopico ,cioè con diametro variabile tratto per tratto.

### **Criteri di verifica**

La verifica GLOBALE è positiva se sono positive tutte le verifiche parziali in tutti i casi previsti dalla norma. In particolare devono essere verificati:

#### **1. la portata massica dei generatori di calore secondo la relazione:**

$$m_{wcj} \geq m_{wj}$$

dove  $m_{wcj}$  è la portata massica nel generatore j calcolata e

$m_{wj}$  è la portata massica nel generatore j dichiarata. Nel caso in cui il generatore di calore sia spento si applica la :

$$m_{wcj} \geq 0.$$

Il significato di tale relazione è che la portata del generatore, calcolata all'equilibrio nelle condizioni di funzionamento del sistema, non deve mai scendere sotto il valore di targa quando il generatore è acceso e non deve mai essere negativa quando il generatore è spento ( in quest'ultimo caso la portata negativa indicherebbe riflusso ).

La verifica di massa è un aspetto cruciale in tutto il metodo di calcolo. Essa si basa sulla rappresentazione del comportamento del generatore di calore mediante una funzione polinomiale di 4° grado

#### **2. la pressione**

I requisiti fondamentali di pressione prevedono che il camino/canna fumaria sia sempre in depressione\* rispetto all'ambiente e rispetto al locale dove sono posti i generatori di calore e così anche il collettore se presente. Il canale da fumo può essere in pressione positiva\* ma in questo caso essa non dovrà superare la pressione di designazione del condotto. Va notato che il calcolo delle pressioni all'equilibrio tiene già conto del fatto che, in caso di pressione positiva nel canale da fumo, il generatore dovrà avere una prevalenza minima fornita dal ventilatore atta a vincere tali perdite di carico. La norma 13384-2 permette la verifica e il dimensionamento di sistemi collettivi o in cascata dove sia presente un valore di pressione positiva ( compatibilmente alla designazione del prodotto) sia sul camino sia sul collettore, solamente nel caso in cui i generatori siano provvisti di valvola unidirezionale applicata allo scarico

fumi al fine di evitare ritorni di gas combusti attraverso quei generatori che risultano non in stato di funzionamento.

\*Ad esclusione di sistemi fumari al servizio di generatori che possiedono una valvola anti-ritorno. Vedi Aggiornamento 13384-2 A1

**a. Per i sistemi collettivi multipiano con canna fumaria monoflusso:**

$$P_{Z,j} \geq P_{Bc,j}$$

dove

$P_{Z,j}$  = tiraggio o depressione disponibile al camino al piano j

$P_{Bc,j}$  = caduta di pressione per l'adduzione dell'aria necessaria al generatore di calore

**b. Per i sistemi collettivi multipiano con canna fumaria combinata con condotto di aspirazione aria collettivo:**

$$P_{Z,j} \geq \sum_{k=j}^N (P_{RB,k} + P_{HB,k})$$

Dove

$P_{Z,j}$  = tiraggio o depressione disponibile al camino al piano j

$P_{RB,k}$  = caduta di pressione nel condotto aria per l'adduzione dell'aria necessaria al generatore di calore

$P_{HB,k}$  = tiraggio nel condotto aria

**c. Per i sistemi a collettore con caldaie in batteria**

$$P_{ZC,j,l} \geq P_{Bc,j,l}$$

Dove

$P_{ZC,j,l}$  = tiraggio o depressione disponibile nel tratto di collettore j,l

$P_{Bc,j,l}$  = caduta di pressione per l'adduzione dell'aria necessaria al generatore di calore j,l

### 3. la temperatura

I requisiti di temperatura prevedono di verificare che :

$$T_{iob,j} \geq T_{g,j}$$

Dove

$T_{iob,j}$  è la temperatura di parete interna del tratto j

$T_{g,j}$  è la temperatura limite del tratto j

---

La temperatura limite sarà pari a quella di rugiada dei fumi se la verifica deve essere fatta a "secco" ( dry ) o a quella di congelamento dell'acqua ( 273.15 K ) se la verifica deve essere fatta a umido ( wet ).

Non è prevista un verifica di velocità nella norma EN13384-2 , tuttavia è possibile inserire una verifica di velocità personalizzata dal progettista applicando la relazione :

$$W_{\min} \leq w_j \leq W_{\max}$$

dove

Wmin = velocità minima ammissibile

Wmax= velocità massima ammissibile

Le velocità Wmin e Wmax sono espresse con una funzione di 4° grado:

$$W = A_0 \cdot X^{B_0} + A_1 \cdot X^{B_1} + A_2 \cdot X^{B_2} + A_3 \cdot X^{B_3}$$

Dove X rappresenta l'area della sezione del condotto espressa in m<sup>2</sup> .

Si può notare che la definizione dei coefficienti della sezione UNI 10641 corrisponde alla relazione di tale norma dove la velocità minima è :

$$W_{\min} = 1.58 \cdot \sqrt[4]{X} \quad [\text{m/s}]$$

E la massima :

$$W_{\max} = 7.0 \quad [\text{m/s}]$$

I coefficienti non specificati vengono automaticamente fissati a 0.

Nella sezione EN13384-2 i coefficienti così definiti corrispondono ad un valore minimo di 0 m/s e massimo di 10 m/s.

La verifica di velocità può essere attivata per due scopi fondamentali:

1. verificare che la velocità dei fumi sia maggiore di un valore minimo dettato da disposizioni locali o da norme sulla tutela dell'ambiente al fine di garantire una sufficiente dispersione dei fumi nell'atmosfera e da evitare ricadute alla bocca del camino.
2. verificare che la velocità dei fumi non superi un valore massimo oltre il quale intervengono fenomeni di rumorosità e di vibrazioni.

### **I casi da verificare**

La verifica è prevista per varie combinazioni di generatori spenti e accesi. I calcoli vanno effettuati per :

1. tutti i generatori accesi alla massima potenza
2. tutti i generatori accesi alla minima potenza
3. un solo generatore per volta acceso alla massima potenza
4. un solo generatore per volta acceso alla minima potenza

Il numero di combinazioni è quindi pari a :

$$N_c = N_G \cdot 2 + 2$$

Nel caso di 8 generatori è pari a 18 combinazioni.

### Le caratteristiche del generatore di calore.

Il generatore di calore assume un nuovo ruolo nel metodo EN13384-2. Non è più solo un componente imperturbabile rispetto al sistema ma può a sua volta subire una variazione nelle condizioni di scarico dei fumi a seconda di ciò a cui esso è collegato. Il modo in cui variano queste condizioni è rappresentato da un funzione per ciascuna delle 3 variabili fondamentali : pressione, temperatura, composizione dei fumi.

In particolare:

#### 1. Pressione

$$P_{w_{c,j}} = b_0 + b_1 \left( \frac{\dot{m}_{w_{c,j}}}{\dot{m}_{w,j}} \right) + b_2 \left( \frac{\dot{m}_{w_{c,j}}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^2 + b_3 \left( \frac{\dot{m}_{w_{c,j}}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^3 + b_4 \left( \frac{\dot{m}_{w_{c,j}}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^4$$

dove:

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  coefficienti del polinomio

$\dot{m}_{w_{c,j}}$  portata fumi del generatore calcolata

$\dot{m}_{w,j}$  portata fumi del generatore dichiarata dal costruttore

Il valore dei coefficienti "b" è fondamentale per ottenere un dimensionamento corretto del sistema fumi.

Nel caso in cui il costruttore dell'apparecchio non fornisca tali valori essi dovranno essere estratti dalla tabella B.1 dell'annesso B ( informativo ) della EN 13384-2 o dalla tabella B.2 se non si conoscono nemmeno i dati base del generatore ( portata e temperatura fumi ). E' ovvio che utilizzando tali coefficienti alternativi il generatore di calore "anonimo" ne risulta sensibilmente penalizzato in termini di performance e non è da escludere che sia praticamente impossibile individuare una combinazione di diametri che soddisfi i criteri di verifica della norma. Valgano due casi esemplificativi.

Si ipotizzi il caso di un generatore di tipo C con ventilatore del quale siano noti i dati base :

portata massa dei fumi

temperatura dei fumi

tenore di CO2

ma non i coefficienti "b".

Utilizzando la tabella B.1 si dovranno adottare i seguenti valori:

$b_0 = -P_{w_{G,j}}$  dove  $P_{w_{G,j}}$  è la pressione differenziale garantita creata dal ventilatore

$$b_1 = 0$$

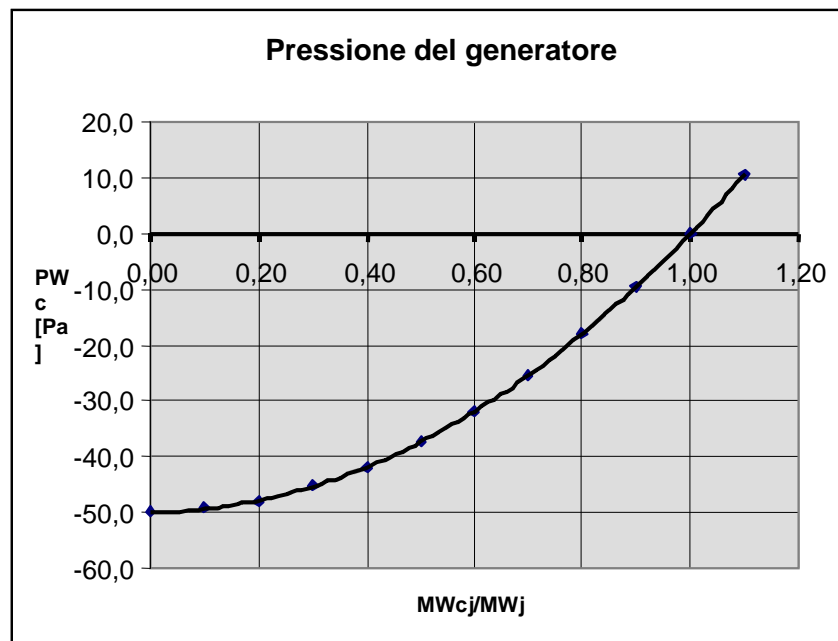
$b_2 = P_{w,j} + P_{w_{G,j}}$  dove  $P_{w,j}$  è l'eventuale tiraggio minimo richiesto dal generatore

$$b_3 = 0; \quad b_4 = 0;$$

Nell'ipotesi che il costruttore dichiari un valore di  $P_{WG,j}$  pari a 50 Pa ed un tiraggio minimo richiesto  $P_{W,j}$  pari a 0 Pa si ottiene una funzione :

$$P_{Wc,j} = -50 + 50 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right)^2$$

MWc/MWj	PWc [Pa]
0,00	-50,0
0,10	-49,5
0,20	-48,0
0,30	-45,5
0,40	-42,0
0,50	-37,5
0,60	-32,0
0,70	-25,5
0,80	-18,0
0,90	-9,5
1,00	0,0
1,10	10,5



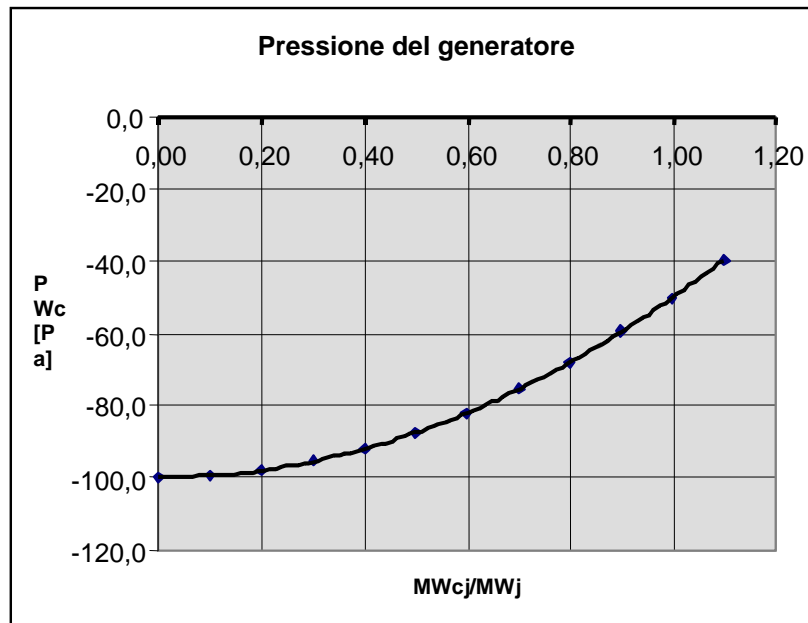
E' evidente che nel campo di validità della verifica ( $M_{wc} > M_{wj}$ ) la pressione  $P_{wc,j}$  ai capi del generatore è  $>0$  pertanto è ammessa solo una condizione di tiraggio e non di sovrappressione, cioè le perdite di carico del canale da fumo dovranno essere compensate dal tiraggio della canna fumaria.

Si ipotizzi invece che il costruttore del generatore di calore dichiari anche i coefficienti, in particolare :

$$b_0 = -100; \quad b_1 = 0; \quad b_2 = 50 \quad b_3 = 0; \quad b_4 = 0;$$

MWc/MWj	PWc [Pa]
---------	----------

0,00	-100,0
0,10	-99,5
0,20	-98,0
0,30	-95,5
0,40	-92,0
0,50	-87,5
0,60	-82,0
0,70	-75,5
0,80	-68,0
0,90	-59,5
1,00	-50,0
1,10	-39,5

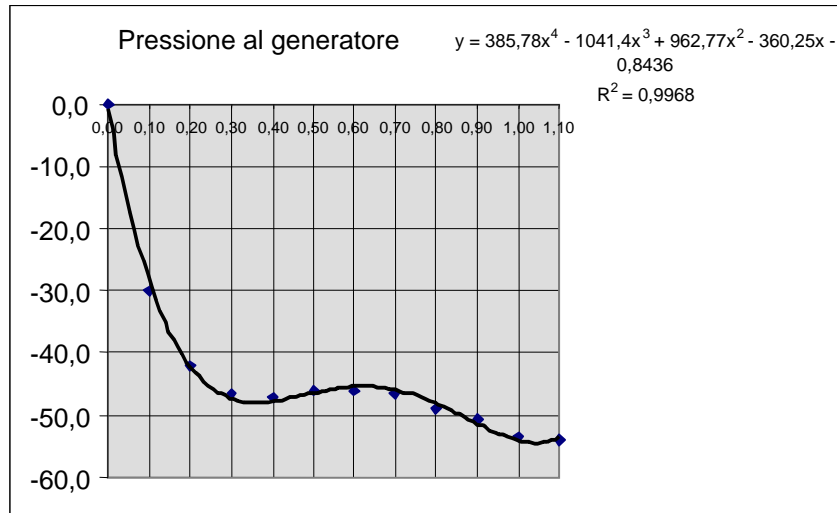


Con tali coefficienti la pressione residua nel campo di validità delle portate è ancora negativa cioè è in grado di vincere le perdite di carico del canale da fumo anche se questo opera in pressione positiva.

In realtà il comportamento di un generatore di calore di tipo C con fiamma modulante e premiscelata richiederebbe l'uso di tutti e 5 i coefficienti in quanto ha un andamento non banalmente parabolico. Si noti che con tale polinomio è possibile rappresentare anche il funzionamento di un generatore poco perturbato dal sistema. Per poco perturbato si intende che comunque sia la pressione ai capi del generatore la portata varia poco rispetto al valore nominale. Ad esempio per i dati sotto riportati :

MWc/MWj	PWc [Pa]
0,00	0,0
0,10	-30,0
0,20	-42,0
0,30	-46,5
0,40	-47,0
0,50	-46,0
0,60	-46,0
0,70	-46,5
0,80	-48,7
0,90	-50,5
1,00	-53,3

1,10 -54,0



Una buona interpolazione è data dai coefficienti:

$$b_0 = 0,8436$$

$$b_1 = -360,25$$

$$b_2 = 962,77$$

$$b_3 = -1041,4$$

$$b_4 = 385,78$$

Nel caso, molto frequente, in cui non siano noti i dati del generatore si può far riferimento alla tabella B.2. Sempre per una caldaia tipo C con ventilatore la tabella propone i seguenti valori:

$$b_0 = -50; b_1=0; b_2=50; b_3=0; b_4=0 \text{ a generatore acceso e}$$

$$b_0 = 0; b_1=0; b_2=50; b_3=0; b_4=0 \text{ a generatore spento}$$

## 2. Temperatura

$$t_{wc,j} = y_0 + y_1 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^{y_2}$$

Dove

$y_1, y_2, y_3$  sono i coefficienti per la funzione caratteristica della temperatura

Nel caso in cui non siano noti fare riferimento alle tabelle B.1 e B.2 della norma EN13384-2

## 3. Tenore di CO2

$$\sigma(CO_2)_{wc,j} = \frac{1}{\left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma(CO_2)_{w,j}} + \left[ \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right) - 1 \right] \frac{f_{m2}}{f_{m1}}}$$

I coefficienti  $f_{m1}$  e  $f_{m2}$  sono riportati nella norma EN13384-1