

**UNI 10845;**

***Sistemi per l'evacuazione dei prodotti della  
combustione asserviti ad apparecchi  
alimentati a gas.***

***Criteri di Verifica;***

***Risanamento/Ristrutturazione; Intubamento.***

***Publicata su S.O. n. 77- G.U.R.I. n. 99 del  
28/04/2004.***

Comitato Italiano Gas

UNI 10845

# **UNI 10845.**

*E' suddivisa in tre parti:*

1. *Modalità di **verifica** di camini-canne fumarie;*
2. *Modalità di **adeguamento/ristrutturazione (intubamento)** di camini/canne fumarie;*
3. ***Appendice:***
  - *materiali e spessori minimi;*
  - *metodologie di misura del tiraggio;*
  - *esempi di relazione tecnica.*

## *UNI 10845. Quadro Normativo/Legislativo*

*Modalità di **verifica** del funzionamento di camini/canne fumarie;*

*La norma ha lo scopo di **integrare/completare**:*

*UNI 7129 (Impianti domestici a gas);*

*UNI 10738 (Impianti a gas preesistenti al 1990);*

*UNI 10436 (Manutenzione caldaie  $\leq 35$  Kw);*

*DPR 412 (relativamente al funzionamento di camini).*

*Attraverso un **protocollo** di **verifica comune** e l'individuazione di **2 livelli di sicurezza**:*

***Funzionalità - Idoneità***

## **UNI 10845: Quadro normativo/Legislativo.**

### **Norme di *prodotto*:**

- **UNI 9731: Classificazione e resistenza termica;**
- **UNI EN 1443: Camini-Requisiti generali;**
- **UNI EN 1457: Condotti di terracotta/ceramica;**
- **UNI EN 1856/1: Camini metallici;**
- **UNI EN 1856/2: Canali da fumo metallici;**

### **Norme di *progetto*:**

- **UNI 9615: Camini singoli (a tiraggio naturale);**
- **UNI 10640: Canne collettive ramificate;**
- **UNI 10641: Camini/canne collettive a *tiraggio naturale* per apparecchi tipo **C** muniti di *ventilatore*;**
- **UNI EN 13384 (1/2); Dimensionamento camini.**

**UNI 10845: Quadro normativo. Norme di prodotto:**

- **UNI EN 1806:** Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola
- **UNI EN 1857:** Camini - Condotti in calcestruzzo;
- **UNI EN 1858:** Camini - Blocchi di calcestruzzo;
- **UNI EN 1859:** Camini – Metodi di prova;
- **UNI EN 12391-1:** Norma di esecuzione per camini metallici. Camini per apparecchi di riscaldamento con camera di combustione non stagna;
- **UNI EN 12446:** Componenti - Elementi di calcestruzzo;
- **UNI EN 13063-1:** Condotti di terracotta/ceramica – Requisiti e metodi di prova per la resistenza al fuoco di fuliggine;
- **UNI EN 13063-2:** Condotti di terracotta/ceramica – Requisiti e metodi di prova in condizioni umide;

**UNI 10845: Quadro normativo. Norme di prodotto:**

- **UNI EN 13069: Rivestimenti esterni di terracotta/ceramica – Requisiti e metodi di prova;**
- **UNI EN 13084: camini strutturalmente indipendenti;**
- **UNI EN 13216-1: Metodi di prova generali;**
- **UNI EN 13502: Requisiti e metodi di prova per terminali di terracotta/ceramica**
- **UNI EN 14241: sigilli e sigillanti di elastomeri – Requisiti dei materiali e metodi di prova;**
- **UNI EN 14297: Metodi di prova per la resistenza al gelo/disgelo;**
- **UNI EN 14471: Camini con condotti interni in plastica – Requisiti e metodi di prova.**

# *UNI 10845; Campo di applicazione:*

## *Camini e canne fumarie:*

- *Esistenti;*
- *Fuori Servizio;*
- *In Esercizio;*

*asserviti o da asservire ad apparecchi di Tipo **B** o di Tipo **C** alimentati a **gas**.*

### *Sono esclusi:*

*Apparecchi di tipo **A**; Apparecchi di **cottura**;*

*Sistemi di evacuazione a **parete**;*

*Sistemi di evacuazione **Collettivi in Pressione**.*

## *UNI 10845; Termini e Definizioni.*

- *Sistema: complesso componenti e predisposizioni per l'apporto di aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione (p.d.c.).*
- *Idoneità: insieme delle caratteristiche qualitative di un sistema che soddisfa più requisiti: (funzionalità, caratteristiche strutturali, tenuta).*
- *Funzionalità: sistema che soddisfa requisiti di sicurezza relativi all'adduzione di aria comburente, alla corretta evacuazione dei p.d.c. e alla mancanza di riflusso.*

# *UNI 10845; Termini e Definizioni*

- ***Caratteristiche Strutturali:** caratteristiche fisiche e costruttive di **tutti** i componenti del sistema;*
- ***Tenuta:** attitudine di un camino, canna fumaria o condotto intubato a non lasciar filtrare fumi dalle **pareti perimetrali**;*
- ***Adeguamento:** intervento finalizzato a ripristinare la **funzionalità** del sistema;*
- ***Risanamento/Ristrutturazione:** intervento finalizzato a ripristinare l'**idoneità** del sistema.*

## *UNI 10845; Termini e Definizioni.*

- *Apparecchi simili: apparecchi dello stesso tipo, alimentati con lo stesso combustibile, con portata termica uguale o che non differisca per più del 30% aventi le medesime condizioni di combustione e di evacuazione dei p.d.c.*
- *Vano tecnico/asola tecnica: vano a sviluppo prevalentemente verticale, con perimetro chiuso, adibito al contenimento dei servizi tecnici dell'edificio. Sono considerati vani tecnici anche i camini dismessi.*

## *UNI 10845; Requisiti di un Sistema.*

*Funzionalità: caratteristica di un sistema che presenta:*

- *Adeguato afflusso di aria comburente;*
- *Assenza di riflusso di p.d.c. verso l'ambiente interno;*
- *Corretta evacuazione dei p.d.c all'esterno.*

*Tenuta: caratteristica di un sistema che, a seguito di specifica prova, presenta valori di dispersione non maggiori di quelli prestabiliti.*

*La verifica del requisito di tenuta non è necessaria per camini, canne fumarie, condotti funzionanti in depressione, asserviti/da asservire ad apparecchi a tiraggio naturale di tipo B11.*

# *UNI 10845; Requisiti di un Sistema: Caratteristiche Strutturali.*

*Caratteristiche di un sistema che presenta:*

- *Aperture di ventilazione **adeguate e libere**;*
- *Componenti di materiale **adatto e integri**;*
- *Posizione - quota - sezione di sbocco **conformi**;*
- *Comignolo - terminale **conformi**;*
- *Camera di raccolta con sportello a tenuta.*



# *UNI 10845; Motivi per eseguire le verifiche:*

## *Verifica della **Funzionalità**.*

*Si deve eseguire in occasione di:*

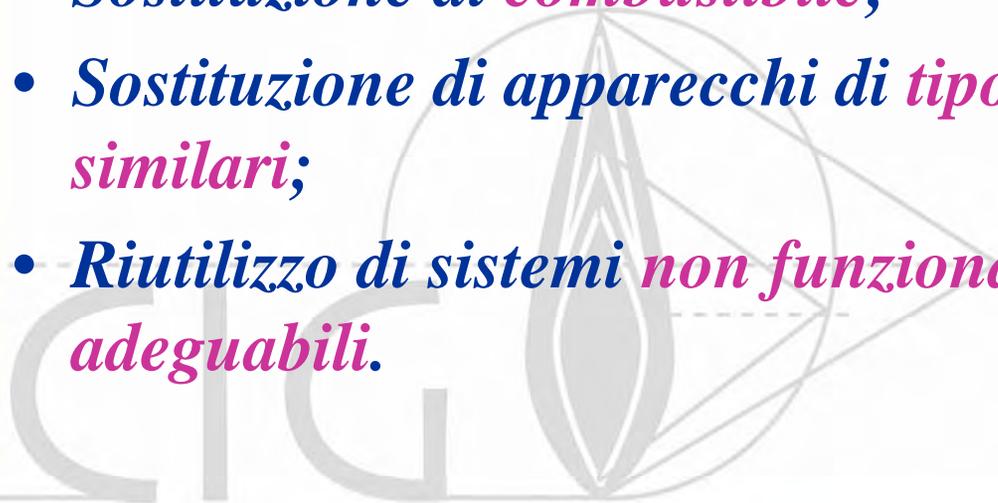
- *Interventi sul sistema che possono determinare **variazioni della funzionalità stessa**;*
- *Sostituzione di **apparecchi simili**;*
- *Riscontro di **anomalie**.*



# *UNI 10845; Motivi per eseguire le verifiche: Verifica dell'Idoneità.*

*Si deve eseguire in occasione di:*

- *Eventi **accidentali**;*
- *Interventi **edilizi**;*
- *Sostituzione di **combustibile**;*
- *Sostituzione di apparecchi di **tipo diverso o non simili**;*
- *Riutilizzo di sistemi **non funzionali e non adeguabili**.*



## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

- *Operatori di specifica competenza tecnica;*
- *Esiti documentati mediante un rapporto di prova.*

*In caso di esito negativo delle verifiche gli apparecchi raccordati al sistema non devono essere utilizzati, messi o lasciati in servizio fino a che il sistema sia stato:*

- *Adeguato;*
- *Risanato/ristrutturato.*

# **UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.**

## **Verifica della *funzionalità*.**

**Controlli *necessari* per apparecchi di *tipo B*.**

***Si devono verificare:***

- ***Conformità aperture di ventilazione;***
- ***Modalità di raccordo tra l'apparecchio e il camino;***
- ***Efficienza del camino/canna fumaria.***



Comitato Italiano Gas

## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

*Verifica della funzionalità; valutazione dell'efficienza.*

### *Condizioni di funzionamento:*

- *Chiudere porte e finestre del locale;*
- *Accendere apparecchio da provare;*
- *Accendere altri apparecchi/dispositivi presenti.*

### *Dopo circa 10 minuti si deve effettuare:*

- *Controllo visivo combustione;*
- *Controllo riflusso (strumenti/specchietto);*
- *Controllo tiraggio.*

**UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.**

**Valutazione dell'efficienza di camini  
asserviti a 2 apparecchi.**

**Nelle condizioni di funzionamento  
precedentemente indicate si deve:**

- **Accendere solo l'apparecchio di portata termica minore ed eseguire i medesimi controlli;**
- **Accendere entrambi gli apparecchi ed eseguire i medesimi controlli;**

## UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.

### Valutazione dell'efficienza per **Canne Fumarie Collettive Ramificate.**

*Nelle condizioni di funzionamento precedentemente indicate si deve:*

- *Accendere solo l'ultimo apparecchio che si immette nel collettore ed eseguire i medesimi controlli;*
- *Accendere solo il primo apparecchio che si immette nel collettore ed eseguire i medesimi controlli;*
- *Accendere tutti gli apparecchi ed eseguire i medesimi controlli ad ogni piano;*

## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

*Valutazione dell'efficienza per Apparecchi di tipo B11.*

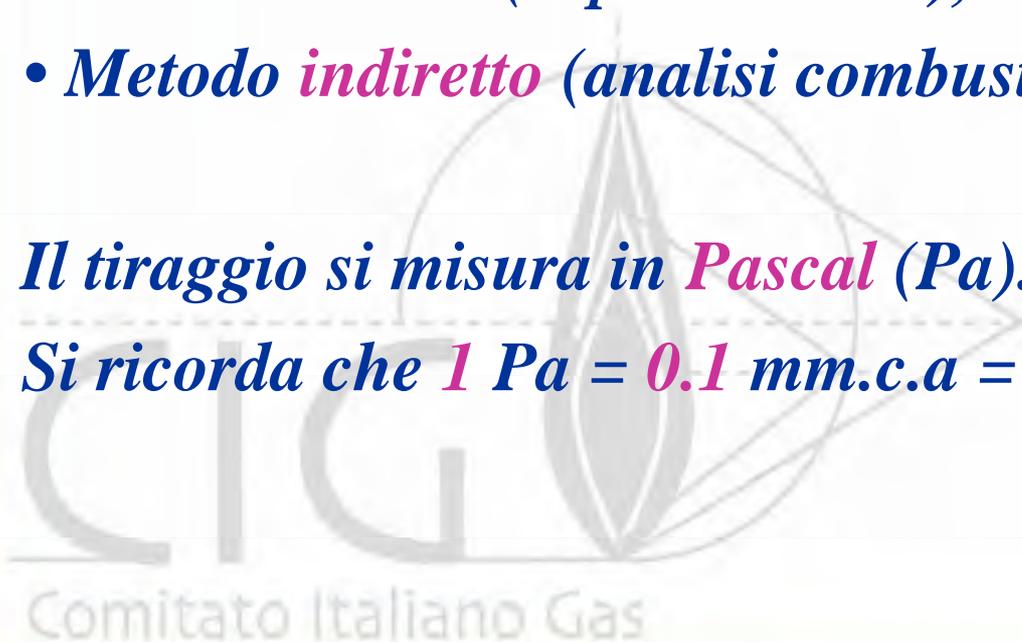
### *Misura del Tiraggio:*

*Si rileva a valle dell'interruttore di tiraggio:*

- *Metodo diretto (deprimometro);*
- *Metodo indiretto (analisi combustione).*

*Il tiraggio si misura in Pascal (Pa).*

*Si ricorda che  $1 \text{ Pa} = 0.1 \text{ mm.c.a} = 0.01 \text{ mbar}$ .*



## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

### *Valutazione dell'efficienza per Apparecchi di tipo B11. Misura del Tiraggio con metodo diretto/deprimometro;*

- *Verifica caratteristiche/idoneità strumento;*
- *Misura temperatura esterna;*
- *Misura della portata termica effettiva;*
- *Posizionamento della sonda;*
- *Lettura valore del tiraggio riscontrato;*
- *Comparazione con valori limite.*

## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

*Valutazione dell'efficienza per Apparecchi di tipo B11. Misura del Tiraggio con metodo diretto/deprimometro.*

*Valori limite riferiti ad una temperatura esterna di 20°*

- *Tiraggio insufficiente:  $\leq 1$  Pa.*
- *Tiraggio sufficiente:  $\geq 3$  Pa.*

*Se il tiraggio risulta  $> 1$  Pa e  $< 3$  Pa:*

- *Controllo incrociato con metodo indiretto;*
- *Controllo condizioni di contorno.*

## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

*Misura del Tiraggio con metodo diretto/deprimometro.*

*Caratteristiche degli strumenti:*

*Valore atteso della misura:  $> 10$  Pa:*

- *Campo di misura:  $- 100 + 100$  Pa;*
- *Risoluzione:  $1$  Pa;*
- *Precisione:  $\pm 3$  Pa.*

*Valore atteso della misura:  $? 10$  Pa:*

- *Campo di misura:  $- 10 + 10$  Pa;*
- *Risoluzione:  $0,1$  Pa;*
- *Precisione:  $\pm 0.5$  Pa.*

## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

### *Misura del Tiraggio con metodo indiretto (analisi di combustione).*

- *Verifica caratteristiche/idoneità strumento;*
- *Misura temperatura esterna;*
- *Misura portata termica (effettiva) (UNI 10389);*
- *Misura O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub>;*
- *Correlazione CO<sub>2</sub> - tiraggio;*
- *Il tenore di CO<sub>2</sub> deve essere < 6.*

**UNI 10845; Misura del Tiraggio con metodo indiretto (analisi di combustione). Calcolo della CO<sub>2</sub>.**

**CO<sub>2</sub> ?  $f_s \times (273 + t_e)/293 \times Q_c/Q_n \times \text{CO}_2 \text{ limite}$ .**

**$f_s$  = fattore di sicurezza = 0,9;**

**CO<sub>2</sub> limite = fornita dal costruttore (oppure = 6).**

**I° caso:  $t_e = 20^\circ\text{C}$ ;  $Q_c = 24 \text{ kW}$ ;  $Q_n = 24 \text{ kW}$ ;**

**CO<sub>2</sub> ?  $(0.9 \times 1 \times 1 \times 6) = 5.4$**

**II° caso:  $t_e = 10^\circ\text{C}$ ;  $Q_c = 22 \text{ kW}$ ;  $Q_n = 24 \text{ kW}$ ;**

**CO<sub>2</sub> ?  $(0.9 \times 0.96 \times 0.91 \times 6) = 4.7$**

# **UNI 10845; Misura del *Tiraggio* con metodo *indiretto* (analisi di combustione).**

## **Condizioni di contorno.**

- ***Posizione - quota - sezione di sbocco;***
- ***Caratteristiche del comignolo;***
- ***Condizioni climatiche (temperatura - vento);***
- ***Ubicazione dell'apparecchio;***
- ***Volume e destinazione d'uso del locale;***
- ***Presenza di dispositivo antiriflusso (sensore fumi);***
- ***Concentrazione di CO nei fumi;***
- ***Condizioni globali di funzionamento.***

**UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.**

**Verifica della *funzionalità*.**

**Controlli *necessari* per apparecchi di tipo **C**;**

**Verificare:**

- **Modalità di *raccordo* apparecchio-camino;**
- **Assenza di *riflusso* di p.d.c in ambiente.**



## *UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.*

*Verifica della **Tenuta**: sistemi da asservire ad apparecchi muniti di ventilatore:*

*Per sistemi (camini/canne fumarie) in **depressione**:*

- *Pressione di **prova**: 40 Pa;*
- *Dispersione:  $\leq 2 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ ;*

*Per camini in **pressione** (esterni all'edificio):*

- *Pressione di **prova**: 200 Pa;*
- *Dispersione:  $\leq 0.12 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ .*

***UNI 10845; Esecuzione delle verifiche.  
Verifica delle Caratteristiche Strutturali.***

- ***Ispezione visiva dei componenti del sistema;***
- ***Ispezione visiva delle parti accessibili esterne;***
- ***Ispezione visiva o strumentale delle parti interne;***
- ***Verifica della presenza della camera di raccolta;***
- ***Conformità relativa alla zona di reflusso;***
- ***Conformazione del comignolo-terminale.***

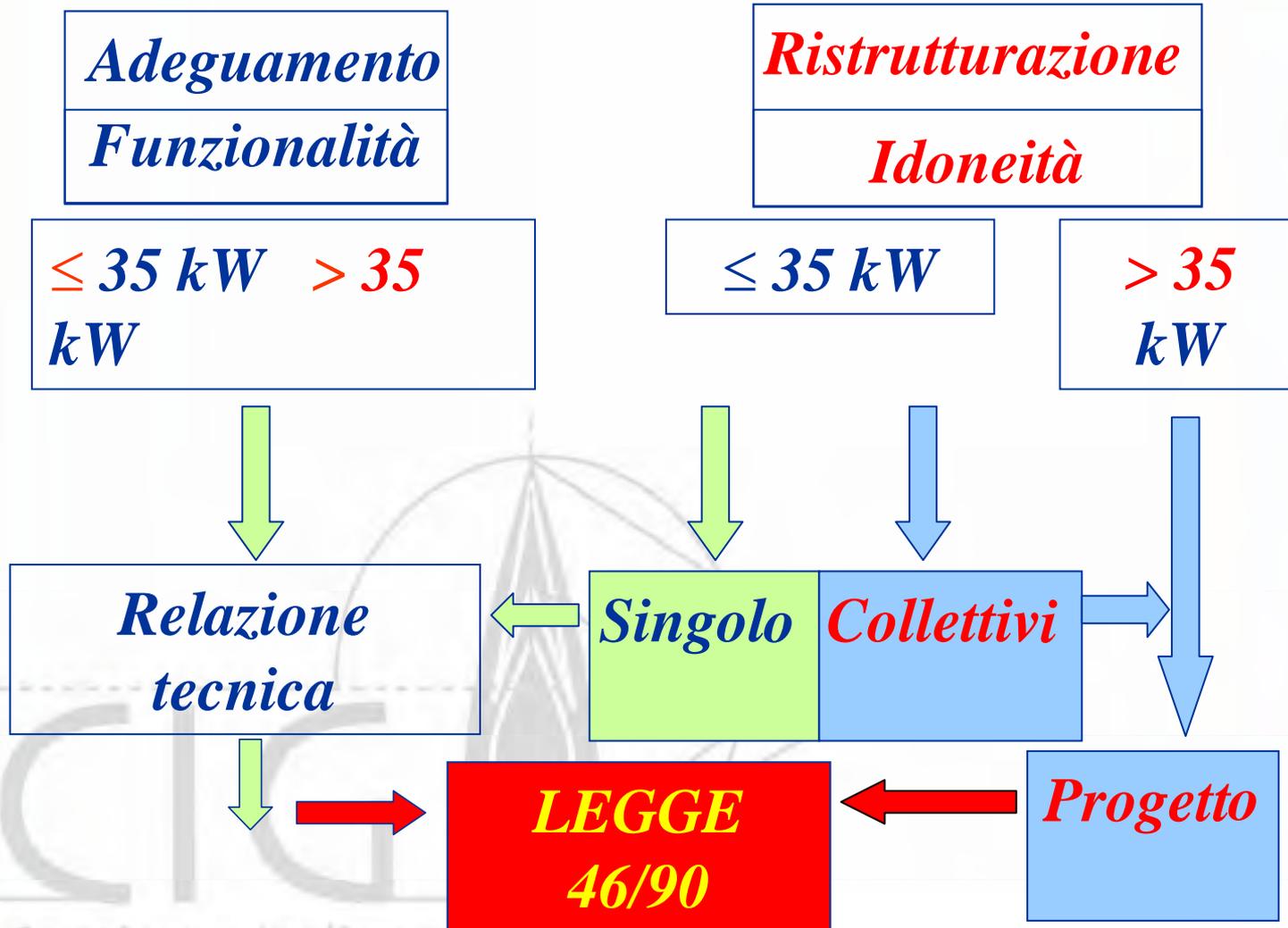


# UNI 10845; Interventi di Adeguamento, Risanamento, Ristrutturazione, Intubamento.

Gli interventi devono essere:

- Progettati (quando richiesto);
- Eseguiti da imprese abilitate e specializzate;
- Realizzati con materiali adatti, tecniche d'installazione conformi o dichiarati idonei dal produttore;
- Sottoposti a verifica al termine dei lavori;
- Soggetti alla Legge 46/90.

# UNI 10845



***UNI 10845; Interventi di Adeguamento;  
Risanamento, Ristrutturazione, Intubamento.***

***Interventi di risanamento mediante  
rivestimento delle pareti interne  
(intonacatura, vetrificazione, ecc).***

***Devono essere realizzati mediante:***

- ***Materiali adatti;***
- ***Tecniche d'installazione adeguate;***
- ***Dichiarate idonee dal produttore;***
- ***Resistenti alle sollecitazioni meccaniche,  
termiche, ai p.d.c, e alle normali operazioni di  
pulizia, manutenzione ecc.***

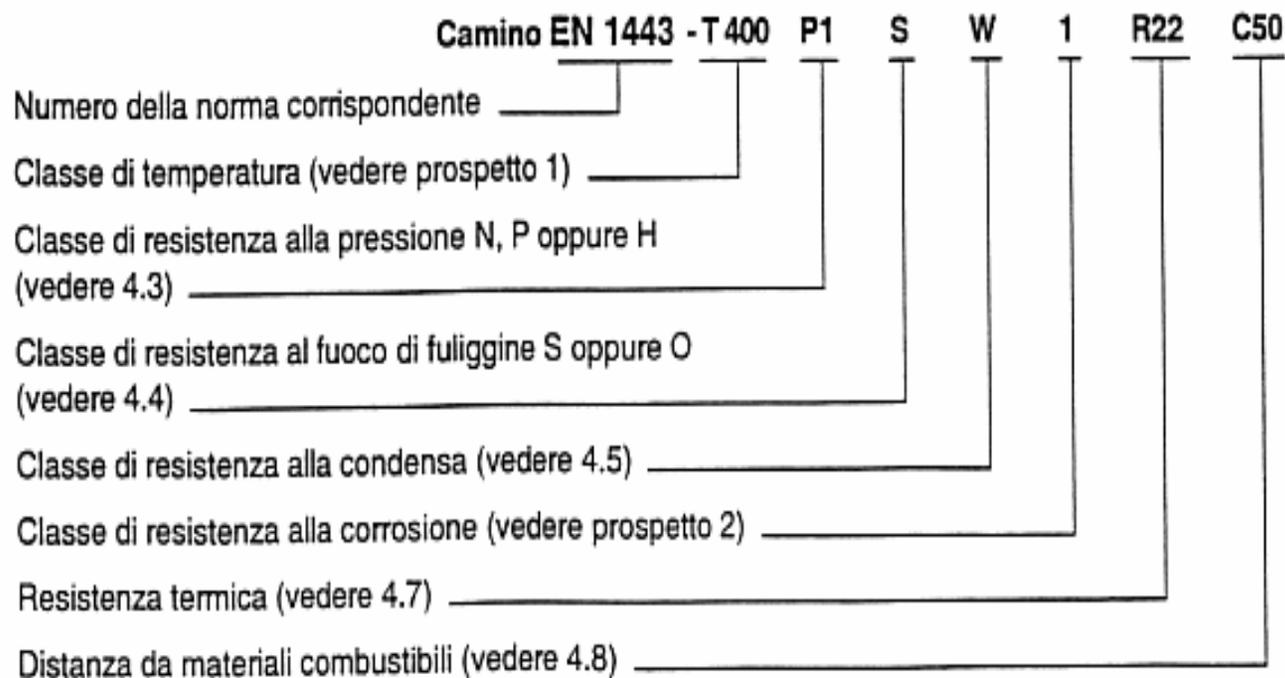
## *UNI EN 1443: Classificazione Camini*

*I camini devono essere **classificati** secondo le seguenti caratteristiche di prestazione:*

- *Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );*
- *Pressione (N; P; H)*
- *Resistenza al fuoco di fuliggine (O; S)*
- *Resistenza alla condensa (D; W)*
- *Resistenza alla corrosione (1; 2; 3)*
- *Resistenza termica ( $\text{m}^2\text{k}/\text{W}$ )*
- *Distanza da materiali combustibili (mm)*

# UNIEN 1443: Camini

## Esempio di classificazione di un camino



***UNI 10845; Interventi di Adeguamento;  
Risanamento, Ristrutturazione.  
Camini/Canne fumarie in *eternit* (contenenti  
*amianto*).***

- ***Adottare opportuni schemi di lavoro;***
- ***Descrizione dettagliata dei lavori e degli strumenti da impiegare;***
- ***Trattare preventivamente le superfici;***
- ***Impedire il rilascio di fibre;***
- ***Limitare il tempo di esposizione;***
- ***Rispettare la legislazione vigente.***

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

*Il Camino/canna fumaria/vano tecnico/asola tecnica da intubare deve:*

- *Essere di materiale con **reazione al fuoco di classe 0**;*
- *Essere ad **uso esclusivo** del nuovo sistema;*
- *Essere **libero** da ostruzioni/restringimenti;*
- *Essere **pulito**, senza scorie/fuliggine;*
- *Avere **sezione sufficiente** a consentire l'intubamento;*
- *Essere **privo di danni** strutturali;*
- ***Protetto** dall'ingresso di agenti atmosferici.*

*La struttura è considerata parte integrante del nuovo sistema ai fini della **resistenza termica globale**.*

## **UNI 10845; Interventi di Intubamento.**

### **Condotti e componenti per sistemi in depressione:**

**Devono essere realizzati con materiali conformi, adatti a garantire il mantenimento nel tempo delle loro caratteristiche (Tenuta, Resistenza a sollecitazioni meccaniche, termiche, chimiche ecc.).**

**Devono essere corredati di adeguata documentazione con la descrizione e le indicazioni per la corretta installazione, per il corretto utilizzo, per eventuali interventi periodici di manutenzione; E' vietato l'impiego di prodotti non adatti.**

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

### *Condotti e componenti per sistemi in depressione:*

- *Possono essere costituiti da uno o più elementi con giunzioni a tenuta;*
- *le giunzioni devono assicurare la stabilità del complesso;*
- *evitare la disgiunzione degli elementi ell'installazione e nell'utilizzo;*
- *devono garantire la tenuta;*
- *devono essere dimensionati in considerazione di:*
  - ✓ *numero/caratteristiche degli apparecchi raccordati;*
  - ✓ *modalità di funzionamento previsto (secco/umido);*
  - ✓ *misure geometriche e accidentalità, (distribuite e localizzate);*

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

### *Condotti e componenti per sistemi in depressione:*

- *essere ispezionabili per consentire interventi di controllo e manutenzione;*
- *essere protetti dalla penetrazione di agenti atmosferici.*
- *I giunti e i distanziatori per il fissaggio/centratura non devono ridurre la sezione dell'intercapedine di oltre il 10%*
- *Condotti/componenti metallici installati e protetti secondo norme CEI (messa a terra e protezione da scariche elettriche).*

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

### *Condotti e componenti per sistemi in depressione:*

- *devono avere andamento verticale;*
- *cambi di direzione ammessi  $\leq 2$ ;*
- *angolo di incidenza sulla verticale  $\leq 30^\circ$ ;*
- *senza restringimenti di sezione;*
- *eventuali allargamenti tronco-conici preventivamente verificati;*
- *dotati di camera di raccolta alla base con sportello a tenuta;*
- *eventuale dispositivo per smaltimento condense;*
- *collaudati se asserviti ad apparecchi con ventilatore;*
- *pressione di prova: 40 Pa;*
- *dispersione ammessa:  $\leq 2 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ .*

# *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

## *Condotti e componenti per sistemi in depressione:*

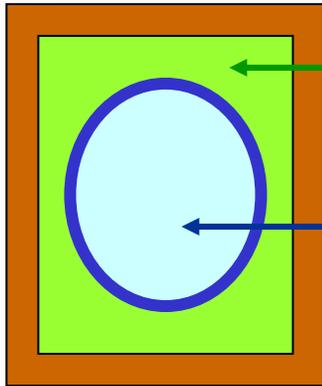
*E' consentito il prelievo di **aria comburente** dall'**intercapedine libera**, che deve essere:*

- ***aperta alla sommità;***
- ***ispezionabile per controlli/manutenzione ecc.;***
- ***adeguatamente dimensionata;***

*In assenza di progetto la **sezione dell'intercapedine libera** deve essere almeno **1,5 volte** la sezione interna del condotto intubato.*

# UNI 10845; Interventi di Intubamento. Condotti e componenti per sistemi in depressione:

Adduzione *aria comburente* da  
*intercapedine*



$S_i$  = sezione intercapedine;

$S_c$  = sezione condotto;

$S_i$  = dimensionata  
(*progetto*).

In mancanza di progetto  $S_i = 1,5$  volte  $S_c$

se  $S_c = 100 \text{ cm}^2$ ;  $S_i \geq 150 \text{ cm}^2$ .

Intercapedine deve essere *aperta* alla sommità.

## **UNI 10845; Interventi di Intubamento.**

### **Prescrizioni *aggiuntive* per condotti e componenti di *sistemi in pressione*.**

*Il camino/canna fumaria/vano tecnico deve essere:*

- *ispezionabile* per interventi di controllo-manutenzione;
- aperture rivolte verso *ambienti interni* chiuse a tenuta.
- *permanentemente ventilato* dall'esterno;
- apertura alla *base*, protetta con griglie, e alla *sommità*.
- per camini *interni* è consentita la *canalizzazione*;
- consentita la *ventilazione* anche mediante *prelievo di aria comburente* dall'intercapedine;
- ventilazione *non necessaria* nel caso di camini:
  - ✓ *esterni all'edificio e non addossati a locali abitati*;

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

### *Prescrizioni aggiuntive per condotti e componenti di sistemi in pressione.*

- *non sono consentite giunzioni aggraffate/discontinue;*
- *deve essere evitato il ristagno di eventuali condense;*
- *eventuali restringimenti verificati con calcolo;*
- *sezione libera dell'intercapedine  $\geq$  sezione del condotto;*
- *intercapedine per adduzione aria deve essere progettata;*
- *in assenza di progetto  $\geq 1.5$  volte la sezione/condotto;*
- *al termine dei lavori i condotti devono essere collaudati:*
  - ✓ *Pressione di prova: 200 Pa;*
  - ✓ *Dispersione:  $\leq 0.12$  dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> (camino esterno);  
 $\leq 0.006$  dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> (camino interno).*

## *UNI 10845; Interventi di Intubamento.*

*Prescrizioni aggiuntive per condotti e componenti di sistemi in pressione.*

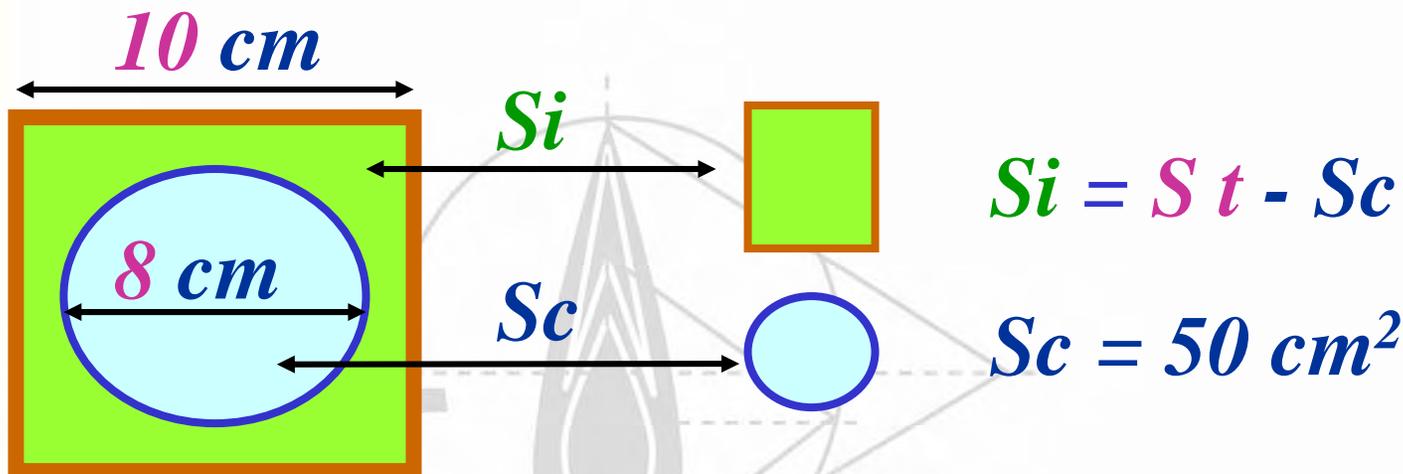
*Inserimento di più condotti nello stesso vano tecnico:*

- *distanza minima tra condotti:  $\geq 2$  cm;*
- *distanza minima tra condotto-vano:  $\geq 2$  cm;*
- *sezione intercapedine libera:  $\geq$  somma sezione dei condotti;*
- *pressioni di funzionamento diverse non devono ostacolare la corretta evacuazione dei fumi.*

# UNI 10845 - Esempi di intubamento in pressione

Sezione condotto  $\leq 100 \text{ cm}^2$  in vano quadrangolare

$$S_i \geq S_c$$

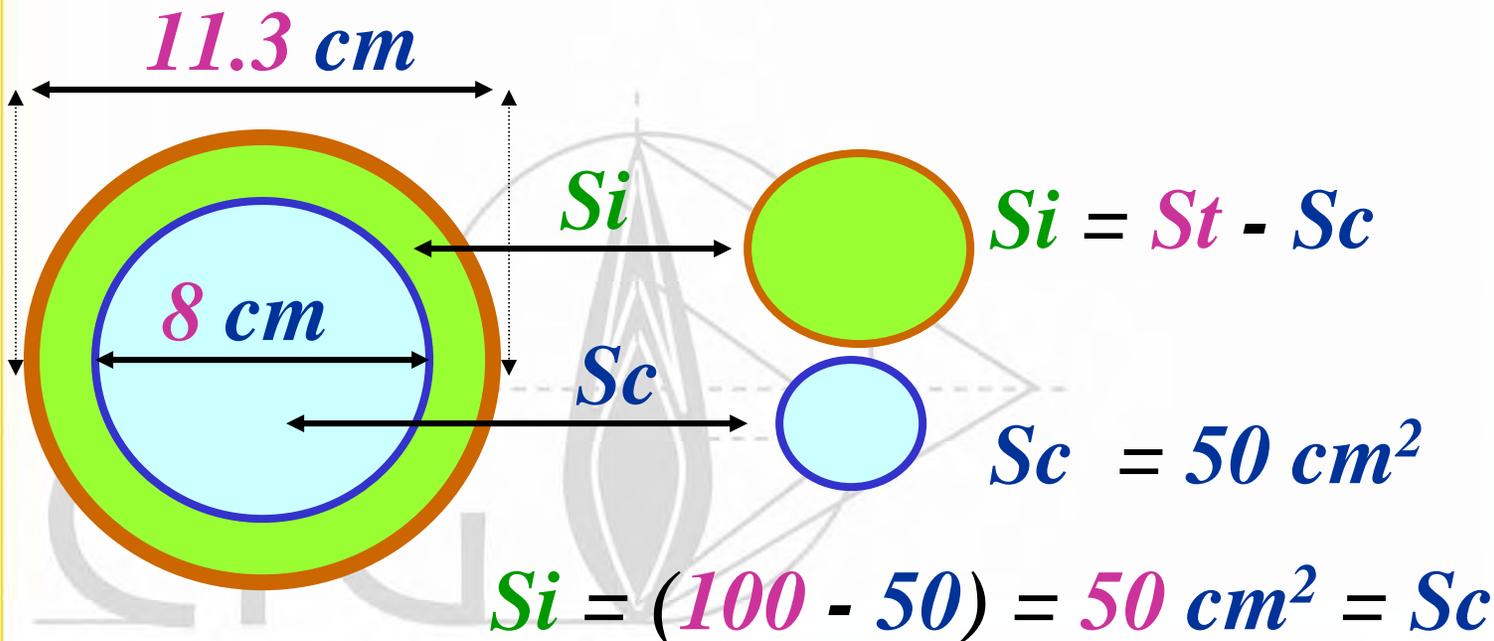


$$S_i = (100 - 50) = 50 \text{ cm}^2 = S_c$$

# UNI 10845 - Esempi di intubamento in pressione

Sezione condotto  $\leq 100 \text{ cm}^2$  in vano circolare

$$S_i \geq S_c$$

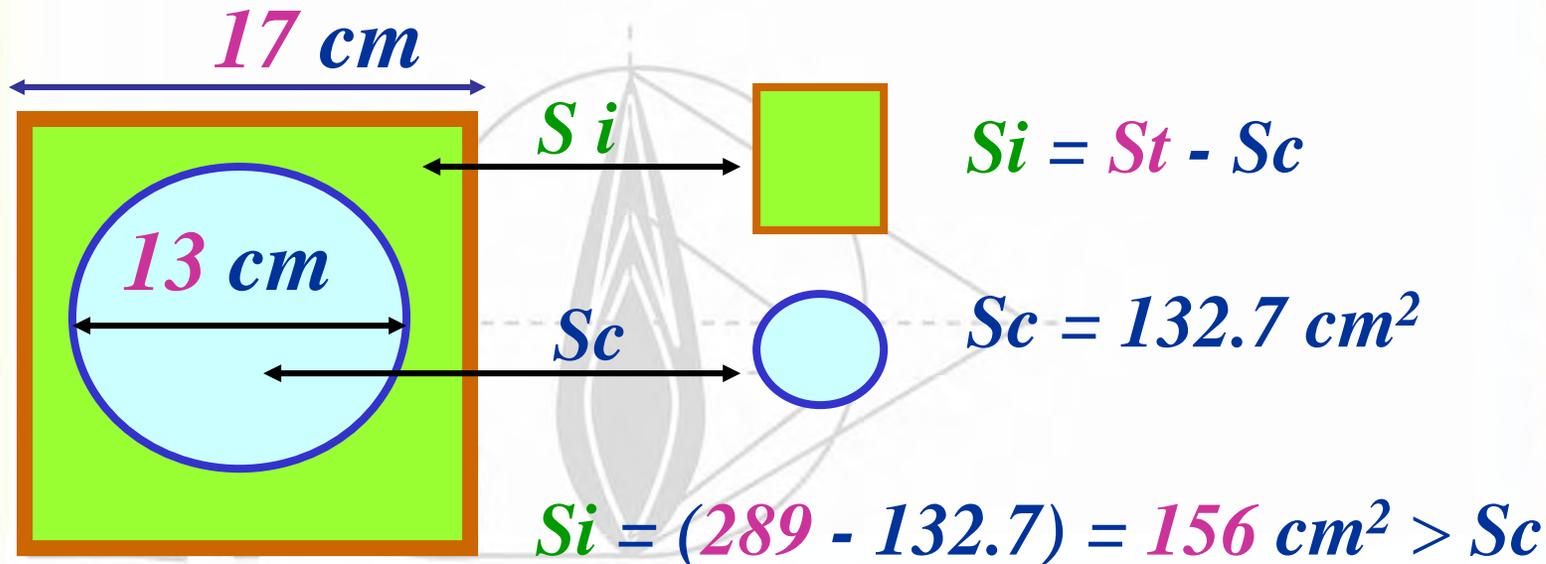


# UNI 10845- Esempi di intubamento in pressione

Sezione condotto  $> 100 \text{ cm}^2$  in vano quadrangolare

$$S_i \geq S_c$$

Distanza minima  $\geq 2 \text{ cm}$

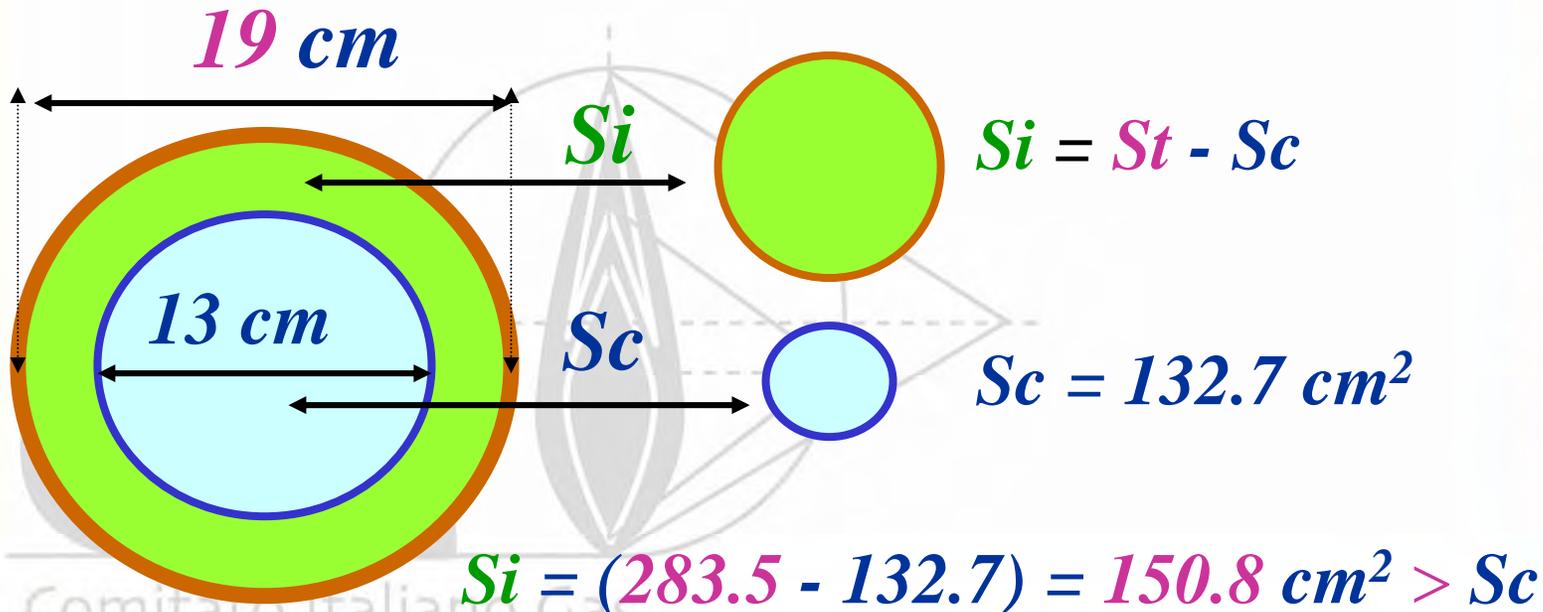


# UNI 10845- Esempi di intubamento in *pressione*

Sezione condotto  $> 100 \text{ cm}^2$  in vano circolare

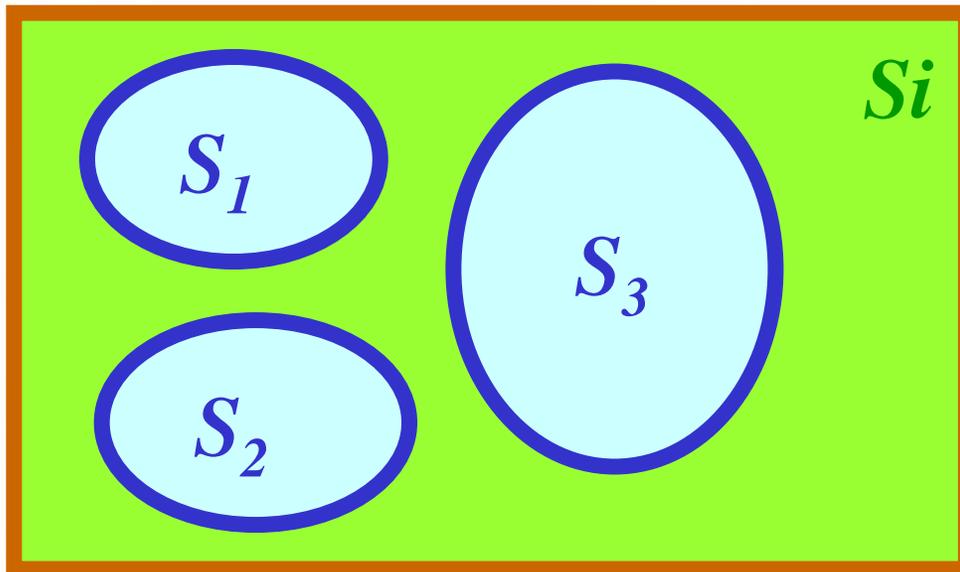
$$S_i \geq S_c$$

Distanza minima  $\geq 3 \text{ cm}$



## INTUBAMENTO

Inserimento di *più condotti* nello stesso vano



$$S_i \geq S_{tc}$$

$$S_{tc} = (S_1 + S_2 + S_3)$$

se  $S_3$  lavora in  
*depressione*

$$S_{tc} = (S_1 + S_2)$$