

---

## INDICE

	<b>PREMESSA CEN</b>	1
	<b>PREMESSA ISO</b>	2
	<b>INTRODUZIONE</b>	3
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	3
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	3
<b>3</b>	<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	4
<b>4</b>	<b>SIMBOLI E ABBREVIAZIONI</b>	5
4.1	Simboli .....	5
4.2	Abbreviazioni .....	7
<b>5</b>	<b>PRINCIPIO</b>	8
5.1	Generalità .....	8
5.2	Principio di determinazione della velocità del flusso in un punto del condotto .....	8
5.3	Principio di misurazione della portata volumica .....	9
<b>6</b>	<b>SELEZIONE DELL'APPROCCIO DI MONITORAGGIO</b>	11
6.1	Obiettivo del monitoraggio .....	11
	prospetto 1	
6.2	Selezione della tecnica di misurazione .....	11
6.3	Scelta della tecnica per determinare la velocità di flusso puntuale .....	12
	prospetto 2	
6.3	Scelta della tecnica per la determinazione della portata volumica e del flusso medio .....	13
<b>7</b>	<b>APPARECCHIATURA DI MISURAZIONE</b>	13
7.1	Generalità .....	13
7.2	Misurazione dell'area del condotto .....	13
	prospetto 2	
7.2	Requisiti prestazionali .....	14
<b>8</b>	<b>CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E REQUISITI</b>	14
	prospetto 3	
8	Requisiti prestazionali .....	14
<b>9</b>	<b>PROCEDIMENTO DI MISURAZIONE</b>	14
9.1	Ispezione del sito prima della prova .....	14
9.2	Determinazione del piano di campionamento e numero dei punti di misurazione .....	15
9.3	Controlli da effettuare prima del campionamento .....	15
9.4	Controllo della qualità .....	17
	prospetto 4	
9.4	Requisiti prestazionali durante le misurazioni in campo .....	17
9.5	Misurazione della portata in corrispondenza delle posizioni all'interno del piano di misurazione .....	17
9.6	Controllo di qualità post-misurazione .....	18
<b>10</b>	<b>CALCOLO DEI RISULTATI</b>	18
10.1	Generalità .....	18
10.2	Misurazione della velocità .....	18
10.3	Determinazione della velocità media .....	18
10.4	Correzione della velocità media per gli effetti della parete .....	19
10.5	Calcolo della portata volumica dalla velocità media .....	19
10.6	Conversione dei risultati alle condizioni normalizzate .....	19
<b>11</b>	<b>DEFINIZIONE DELL'INCERTEZZA DEI RISULTATI</b>	20

12	VALUTAZIONE DEL METODO	21
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>A MISURAZIONE DELLA VELOCITÀ UTILIZZANDO TECNICHE BASATE SULLA PRESSIONE DIFFERENZIALE</b>	22
figura A.1	Principio di determinazione della velocità basata sulla pressione differenziale.....	23
figura A.2	Diagramma schematico di un tubo di Pitot tipo L .....	23
figura A.3	Diagramma schematico di un tubo di Pitot tipo S .....	24
figura A.4	Tubo di Pitot 3D (sferico) .....	24
figura A.5	Tubo di Pitot Tipo AMCA .....	25
figura A.6	Tubo di Pitot Tipo NPL .....	26
figura A.7	Tubo di Pitot Tipo CETIAT .....	27
prospero A.1	Requisiti prestazionali per la misurazione del flusso basata sulla pressione differenziale .....	30
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>B ANEMOMETRO AD ALETTE</b>	33
figura B.1	Anemometro ad alette .....	33
figura B.2	Principio dell'anemometro ad alette .....	34
prospero B.1	Requisiti prestazionali per anemometri ad alette .....	35
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>C METODO DELLA DILUZIONE DEL GAS TRACCIANTE PER LA DETERMINAZIONE DELLA PORTATA VOLUMICA E DELLA VELOCITÀ MEDIA</b>	38
figura C.1	Principio di diluizione del gas tracciante .....	38
figura C.2	Risposta tipica del gas tracciante .....	39
prospero C.1	Requisiti prestazionali per la misurazione della concentrazione del gas tracciante .....	40
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>D METODO DEL TEMPO DI TRANSITO DEL GAS TRACCIANTE PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ MEDIA</b>	44
figura D.1	Principio del tempo del tracciante nella tecnica di misurazione del flusso di volo .....	44
figura D.2	La determinazione del tempo di transito .....	47
prospero D.1	Bilancio dell'incertezza .....	50
<b>APPENDICE</b> (normativa)	<b>E CALCOLO DELLA PORTATA VOLUMICA DEL GAS EFFLUENTE IN BASE AL CONSUMO DI ENERGIA</b>	51
figura E.1	Principio di calcolo del flusso del gas di camino in base al consumo di energia .....	51
prospero E.1	Fattori dei combustibili fossili .....	52
prospero E.2	Fattori dei combustibili da biomassa .....	52
prospero E.3	Fattori di correzione NSE .....	53
prospero E.4	Requisiti prestazionali dell'approccio di calcolo .....	55
prospero E.5	Requisiti prestazionali dei parametri di ingresso principali .....	55
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>F ESEMPIO DI BILANCIO DELL'INCERTEZZA STABILITO PER LE MISURAZIONI DELLA VELOCITÀ E DELLA PORTATA VOLUMICA MEDIANTE TUBO DI PITOT</b>	58
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>G DESCRIZIONE DEGLI STUDI DI VALIDAZIONE</b>	67
prospero G.1	Dati di regressione lineare per metodi manuali da dati di prove di laboratorio .....	68
prospero G.2	Analisi dell'incertezza secondo la ISO 20988 per metodi di valutazione manuale in laboratorio .....	68
prospero G.3	Assenza di adattamento determinata dai dati delle prove di laboratorio per i metodi manuali .....	69
prospero G.4	Scarti tipo raggruppati dei metodi manuali .....	69
prospero G.5	Scarto tipo raggruppato per tipo L e per anemometro ad alette .....	70
prospero G.6	Valutazione dell'incertezza dei metodi di flusso manuali .....	71
prospero G.7	Incertezza nei metodi manuali appaiati utilizzati nel secondo studio di validazione, determinata dallo scarto tipo raggruppato .....	72

---

prospetto	G.8	Variabilità determinata per metodi manuali appaiati per il secondo studio di validazione sul campo .....	72
prospetto	G.9	Analisi dell'incertezza dei risultati di metodi manuali appaiati dal secondo studio di validazione sul campo .....	73
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>H</b>	<b>MISURAZIONE DELLA PRESSIONE DIFFERENZIALE</b>	<b>74</b>
figura	H.1	Principio del manometro per liquidi .....	75
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>I</b>	<b>L'UTILIZZO DI STRUMENTI PER LA MISURAZIONE DEL TEMPO DI VOLO BASATI SU RAGGIO LASER MODULATO</b>	<b>77</b>
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>J</b>	<b>RELAZIONE FRA LA PRESENTE NORMA INTERNAZIONALE E I REQUISITI ESSENZIALI DELLE DIRETTIVE UE</b>	<b>78</b>
		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>79</b>

---

## PREMESSA CEN

Il presente documento (EN ISO 16911-1:2013) è stato elaborato dal Comitato Tecnico CEN/TC 264 "Air quality", la cui segreteria è affidata al DIN, in collaborazione con il Comitato Tecnico ISO/TC 146 "Air quality".

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, al più tardi entro settembre 2013, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate al più tardi entro settembre 2013.

Si richiama l'attenzione alla possibilità che alcuni degli elementi del presente documento possano essere oggetto di brevetti. Il CEN (e/o il CENELEC) non deve(devono) essere ritenuto(i) responsabile(i) di avere citato tali brevetti.

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica Ex Jugoslava di Macedonia, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia e Ungheria.

QUESTO DOCUMENTO È UNA PREVIEW. RIPRODUZIONE VIETATA

---

## PREMESSA ISO

L'ISO (Organizzazione Internazionale di Normazione) è la federazione mondiale degli organismi di normazione nazionali (membri ISO). L'attività di stesura delle norme internazionali è svolta generalmente attraverso comitati tecnici ISO. Ogni organismo membro interessato ad un argomento per il quale è stato istituito un comitato tecnico ha il diritto di essere rappresentato in tale comitato. Anche le organizzazioni internazionali, governative e non-governative, in collaborazione con l'ISO, partecipano ai suddetti lavori. L'ISO collabora strettamente con l'IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale) su tutti gli argomenti della normazione elettrotecnica.

Il presente documento è stato redatto in conformità alle regole editoriali contenute nelle Direttive ISO/IEC, Parte 2.

Il compito principale dei comitati tecnici è di preparare Norme Internazionali. Le bozze di Norme Internazionali adottate dai Comitati tecnici sono circolate ai membri per votazione. La pubblicazione come Norma Internazionale richiede l'approvazione di almeno il 75% dei membri che sottopongono un voto.

Si richiama l'attenzione sulla possibilità che alcuni degli elementi del presente documento possano essere oggetto di brevetti. L'ISO non deve essere ritenuto responsabile di aver citato alcuni o tutti questi brevetti.

Il presente documento è stato elaborato dal comitato europeo per la normazione (CEN) in collaborazione con il Comitato Tecnico dell'ISO TC 146, Air quality, sottocomitato SC 1, Stationary source emissions.

La ISO 16911 consiste nelle seguenti parti, sotto il titolo generale di Stationary source emissions – Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts:

- Part 1: Manual reference method
- Part 2: Automated measuring method

## INTRODUZIONE

La EN ISO 16911-1 descrive un metodo per la determinazione periodica della velocità assiale e della portata volumica di flussi gassosi emissivi in condotti e camini e per la taratura dei sistemi automatici di monitoraggio del flusso installati in modo permanente su un cammino.

La EN ISO 16911-1 fornisce un metodo che utilizza misurazioni puntuali della velocità di flusso per determinare il profilo di flusso e le portate volumica e media. Essa fornisce inoltre metodi alternativi basati sull'iniezione di gas tracciante, che possono essere utilizzati anche per fornire una taratura di routine per i sistemi automatici di monitoraggio del flusso. Essa descrive anche un metodo basato sul calcolo del consumo energetico. La EN ISO 16911-1 fornisce una guida sui casi in cui è possibile utilizzare questi metodi alternativi.

1

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La EN ISO 16911-1 specifica un metodo per la determinazione periodica della velocità assiale e della portata volumica di flussi gassosi emissivi in condotti e camini. Essa è applicabile per l'utilizzo in condotti circolari o rettangolari dotati di aree di misura che siano conformi ai requisiti della EN 15259. Le dimensioni minime e massime dei condotti sono determinate da considerazioni di natura pratica relative agli strumenti di misura descritti nella EN ISO 16911-1.

La EN ISO 16911-1 richiede che tutte le misurazioni di portata abbiano una riferibilità metrologica dimostrabile secondo le norme primarie nazionali o internazionali.

Per essere utilizzato come metodo di riferimento normalizzato, si richiede che l'utilizzatore dimostri che le caratteristiche di prestazione del metodo sono uguali o superiori ai criteri di prestazione definiti nella EN ISO 16911-1 e che l'incertezza complessiva del metodo, espressa con un livello di confidenza del 95 %, sia determinata e dichiarata. I risultati di ciascun metodo definito nella EN ISO 16911-1 hanno incertezze diverse comprese nell'intervallo da 1 % a 10 % a velocità di flusso di 20 m/s.

Possono essere utilizzati altri metodi, a condizione che l'utilizzatore possa dimostrare l'equivalenza, in base ai principi del CEN/TS 14793.<sup>[10]</sup>

2

## RIFERIMENTI NORMATIVI

I documenti richiamati di seguito sono indispensabili per l'applicazione del presente documento. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

ISO 20988	Air quality - Guidelines for estimating measurement uncertainty
ISO/IEC Guide 983	Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
EN 14789	Stationary source emissions - Determination of volume concentration of oxygen (O <sub>2</sub> ) - Reference method - Paramagnetism
EN 14790	Stationary source emissions - Determination of the water vapour in ducts
EN 15259:2007	Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report