

# Misura di livello a principio ultrasonoro *Sensori DU 60 Z e DU 61 Z*

**Struttura modulare, anticorrosione.  
Anche per aree con pericolo di esplosione.**



U 61 Z  
campo di misura  
di circa 20 m

DU 60 Z:  
campo di misura  
di circa 12 m

### Vantaggi evidenti

- Vasta gamma di applicazioni - dai liquidi, alle paste fino ai solidi a granulometria
- Precisione di misura garantita a prescindere dalle caratteristiche del prodotto, come densità o conducibilità
- Utilizzabile su diversi prodotti, senza necessità di taratura.

### Applicazione

- Misura di livello continua e senza contatto, anche in aree con pericolo di esplosione
- Campo di misura in liquidi: DU 60 Z fino a 12 m, DU 61 Z fino a 20 m, a seconda delle condizioni di misura
- Pressione operativa massima  $p_e$  3 bar
- Temperatura d'esercizio:  $-20...+80$  °C.

### Caratteristiche del sensore

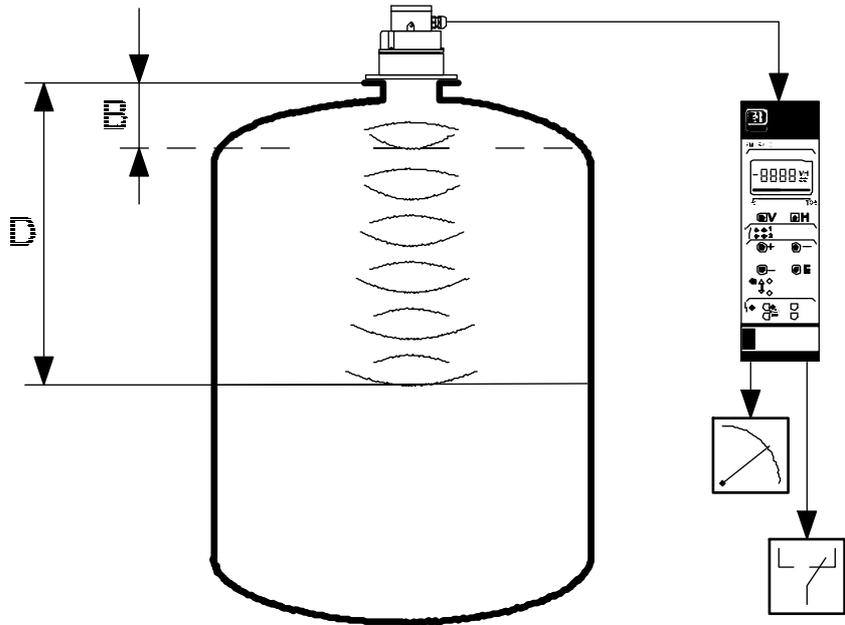
- Resistente a vapori aggressivi e insensibile alla condensa
- Superficie di tenuta e membrana realizzate in un unico pezzo
- Custodia resistente all'acqua marina
- Struttura modulare con flangia a risvolto rispondente a tutte le norme internazionali
- Alimentazione del sensore a sicurezza intrinseca (EEx ia) tramite il trasmettitore Nivosonic FMU 673 Z o FMU 678 Z
- Separazione galvanica del circuito del sensore
- Classe di protezione IP 68.

Endress + Hauser

Ci misuriamo sulla pratica



# Principio di misura



Principio di misura  
ultrasonoro  
D = Distanza sensore-  
superficie prodotto  
B = Distanza di blocco

## Misura a principio ultrasonoro

Un generatore di ultrasuoni (sensore) collocato al di sopra del prodotto, eccitato elettricamente, invia nell'atmosfera un impulso ultrasonoro in direzione del prodotto.

Tale impulso viene riflesso totalmente o in parte dalla superficie del prodotto. La parte di eco riflessa in direzione del sensore viene riconvertita in un segnale elettrico dallo stesso sensore, operante come un microfono direzionale.

Il tempo che intercorre tra l'emissione e la ricezione dell'impulso - o periodo - è direttamente proporzionale alla distanza sensore-prodotto. La distanza D è determinata dalla velocità del suono e dal periodo t mediante la formula:

$$D = c \cdot t/2$$

Con  $C = 340$  m/s, un periodo di 10 ms corrisponde ad un percorso di 3.4 m, e quindi ad una distanza di 1.7 m.

## Campo di misura

Determinata dalla durata di eccitazione del sensore, immediatamente al di sotto del sensore, è presente una zona nella quale non può essere ricevuto alcun impulso. Questa cosiddetta *distanza di blocco* definisce l'inizio del campo di misura.

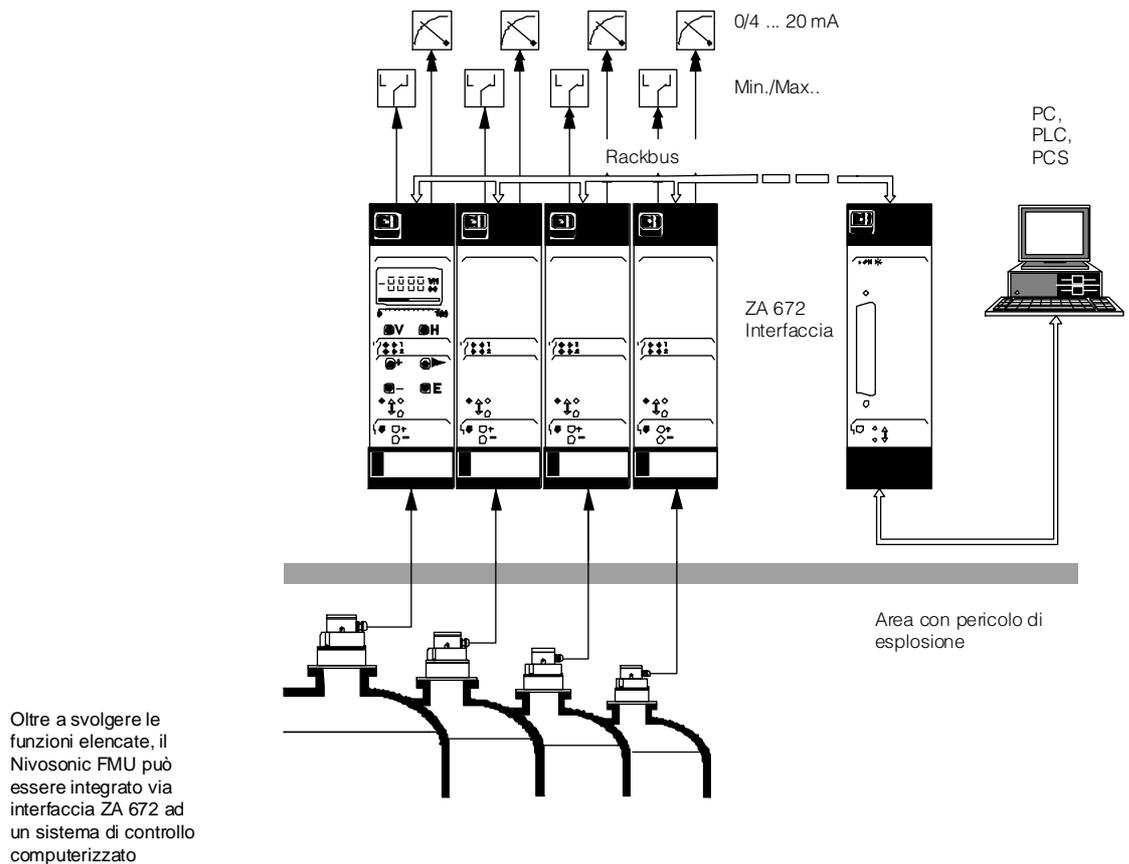
Il fondo scala è determinato dall'attenuazione degli impulsi sonori operata dall'atmosfera e dalle caratteristiche di riflessione della superficie del prodotto sotto misura. In condizioni operative ideali esso può andare oltre i dati qui riportati.

## Premesse

Determinante, per la misura a principio ultrasonoro è la possibilità di ricevere un'eco riflessa dalla superficie del prodotto:

- i prodotti liquidi non devono presentare in superficie strati ininterrotti di schiuma spessa;
- nei prodotti solidi la superficie deve avere una rugosità dello spessore di almeno 3 mm, oppure deve riflettere verticalmente rispetto al sensore.

# Sistema di misura



## Nivosonic FMU 673 Z/678 Z

Il sensore ultrasonoro riceve l'energia necessaria dall'unità di elaborazione Nivosonic FMU. Dal sensore il Nivosonic riceve informazioni digitalizzate, che vengono convertite in un valore di livello o di contenuto. Un sensore di temperatura collocato dietro la superficie di emissione degli impulsi sonori, rileva la temperatura all'interno del serbatoio.

I Nivosonic FMU 673 Z/678 Z svolgono le seguenti funzioni:

- visualizzazione del valore misurato
- linearizzazione della linea caratteristica del serbatoio
- compensazione della temperatura
- soppressione degli echi spuri, derivanti da strutture interne presenti nel silo o nel serbatoio.

In fabbrica vengono programmati la velocità del suono e l'influenza della temperatura in relazione all'aria ( $c = 331.6 \text{ m/s}$  a  $0 \text{ °C}$  e  $0.6 \text{ ms}^{-1}/\text{°C}$  o  $0.17\%$ ). I valori sono liberamente programmabili e quindi adattabili ad altre miscele gassose presenti nel serbatoio.

## Precisione di misura

Eventuali differenze per quanto riguarda l'energia del segnale riflesso non influiscono in alcun modo sulla precisione di misura.

- L'influenza delle variazioni di pressione nel campo da  $0,5$  a  $4 \text{ bar ass.}$  è di  $\leq 0.1\%$  (in aria o azoto).
- Temperatura e velocità del suono omogenee nel tratto sotto misura consentono di ottenere precisioni  $\leq 1\%$ .
- Con la velocità del suono di  $340 \text{ m/s}$  la risoluzione è di  $1.7 \text{ cm}$ .

## Miscela gassose non omogenee

Con alti gradienti di temperatura nel tratto sotto misura o con miscele gassose variabili è necessario procedere ad una valutazione delle grandezze influenti. Il Nivosonic FMU viene quindi programmato di conseguenza.

- Uno strato di azoto modifica la velocità del suono solo di un valore pari a  $+1\%$ .
- Con liquidi che presentano una pressione parziale elevata, ad esempio gli idrocarburi, è necessario controllare se la composizione dei gas resta costante.

# Progettazione

## Campo di misura massimo

Il campo di misura dipende da:

- Intensità del segnale riflesso dalla superficie del prodotto
- Attenuazione del segnale nel tratto compreso tra sensore e prodotto
- Livello dei disturbi di fondo, dovuti ad echi spuri provenienti da strutture interne al silo o al serbatoio.

I primi due fattori dipendono dalle condizioni di installazione: su questi non è possibile intervenire direttamente. La loro entità stimata può essere ricavata dalle tabelle e dai grafici seguenti.

Gli echi spuri, invece, possono essere ridotti o eliminati seguendo le indicazioni contenute nel presente foglio informativo.

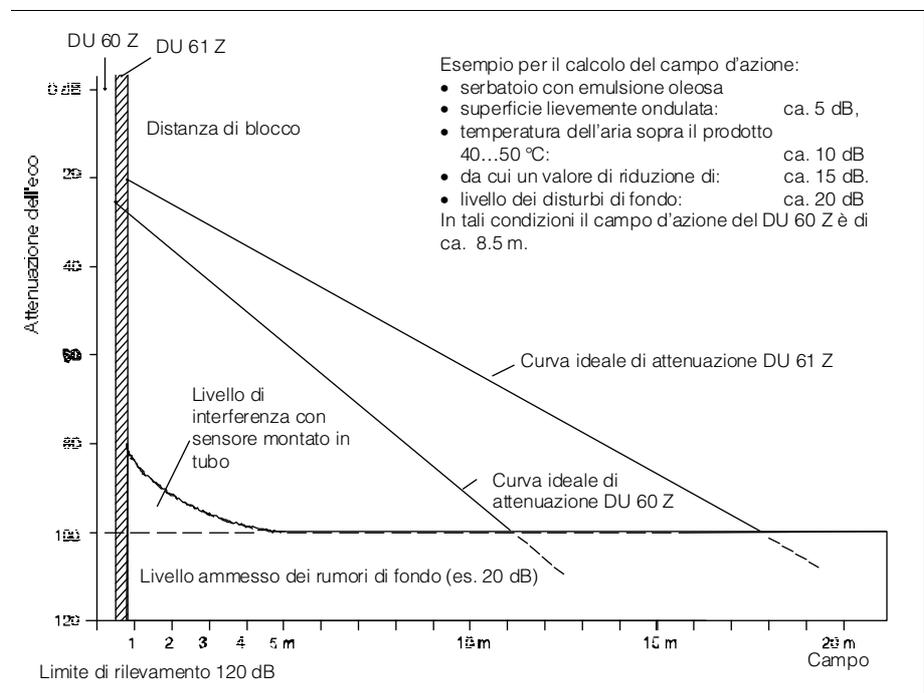
## Attenuazione dell'eco

Il diagramma indica la curva ideale di attenuazione dell'eco per i sensori DU 60 Z/61 Z:

- controllare con l'ausilio della tabella quali parametri influiscono sulla misura
- fare scendere la curva ideale del tratto corrispondente alla somma dei valori di riduzione
- controllare i livelli di disturbo (nel diagramma ca. 20 dB) sottraendoli dalla soglia di rilevamento di 120 dB
- Il punto di intersezione tra la curva ideale, corretta con i valori di riduzione, e il livello di disturbo corrisponde al campo d'azione massimo.

Curve di attenuazione: Attenuazione dell'eco come funzione del campo d'azione (con riflessione e atmosfera ideali).

In caso di montaggio in tubo il sensore genera un segnale di interferenza che decresce all'aumentare della distanza di misura



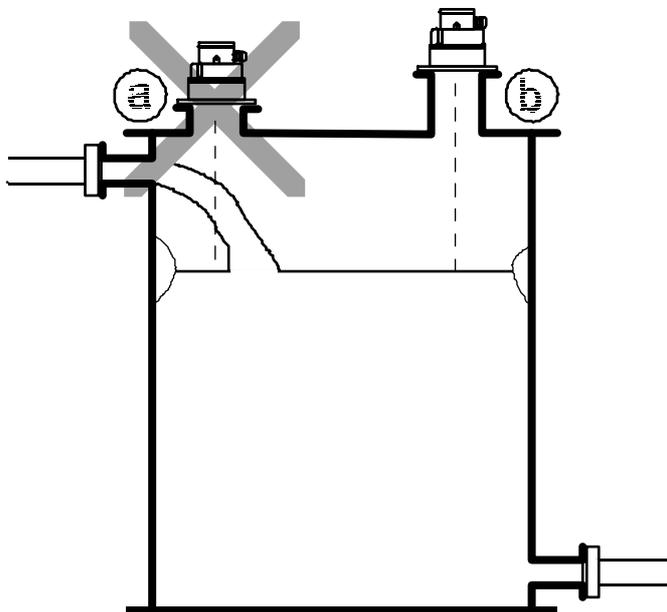
Influssi nel serbatoio per liquidi	Attenuaz. dB	Influssi nel serbatoio per solidi	Attenuaz. dB
<b>Temperatura</b> Differenza della temperat. fino a 20 °C dell'aria tra sensore fino a 40 °C e superficie del prodotto fino a 60 °C	0 5 ... 10 10 ... 20	<b>Temperatura</b> Differenza della temperat. fino a 20 °C dell'aria tra sensore fino a 40 °C e superficie del prodotto fino a 60 °C	0 5 ... 10 10 ... 20
<b>Interazione del riempimento</b> oltre il campo di rilevamento piccola quantità nel campo grande quantità nel campo	0 5 ... 10 10 ... 20	<b>Interazione del riempimento</b> oltre il campo di rilevamento piccola quantità nel campo grande quantità nel campo	0 5 ... 10 10 ... 20
<b>Schiuma</b> contattare la Endress+Hauser		<b>Polvere</b> nessuna poca molta	0 5 5 ... 10
<b>Superficie del liquido</b> calma ad onde con forti turbolenze (agitatori)	0 5 ... 10 10 ... 20	<b>Superficie del solido</b> dura a granulometria grossa soffice a granulometria grossa (es. torba, scorie polverose)	20 20 ... 40

Attenuazione dell'eco in dB per influssi perturbatori in serbatoi o sili

## Consigli per l'installazione

### Serbatoi per liquidi

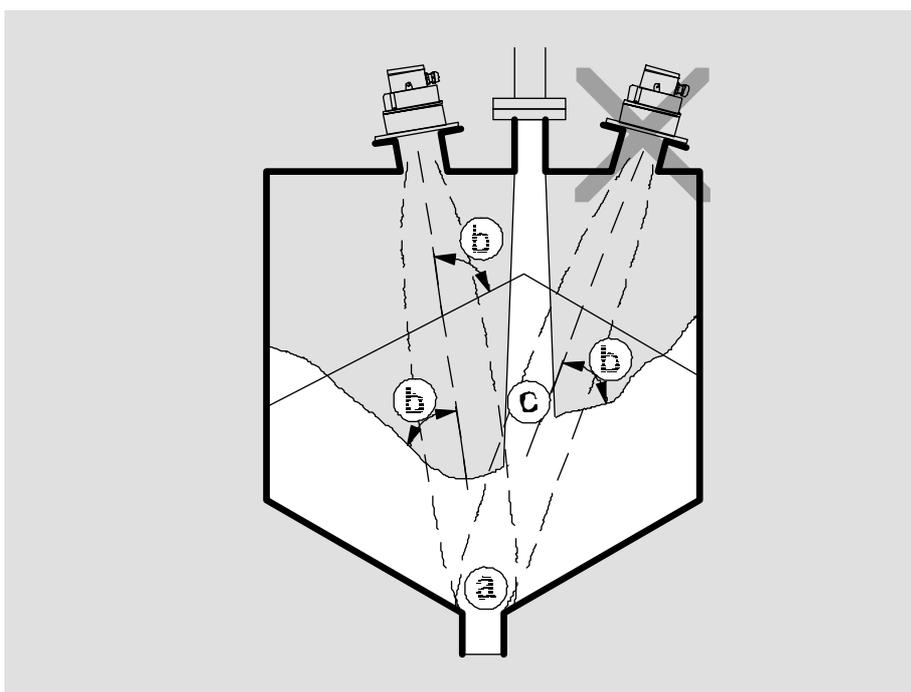
- Non montare il sensore direttamente al di sopra del maniccotto di immissione del liquido (a).
- Il manicotto di montaggio (b) deve essere lungo a sufficienza perché anche in caso di sovrariempimento non si superi la distanza di blocco.



Si raccomanda di non effettuare misure attraverso il flusso di riempimento

### Sili per solidi

- Orientare il sensore verso il centro dell'imbuto di scarico (a) in modo che anche in caso di silo vuoto si abbia una riflessione dell'eco.
- Rispettare la distanza dalle pareti, selezionando nel contempo l'angolo (b) più ampio possibile rispetto alla pendenza del materiale, ossia all'imbuto di scarico, altrimenti la misura risulterebbe imprecisa
- Evitare di misurare durante il flusso di riempimento (c).



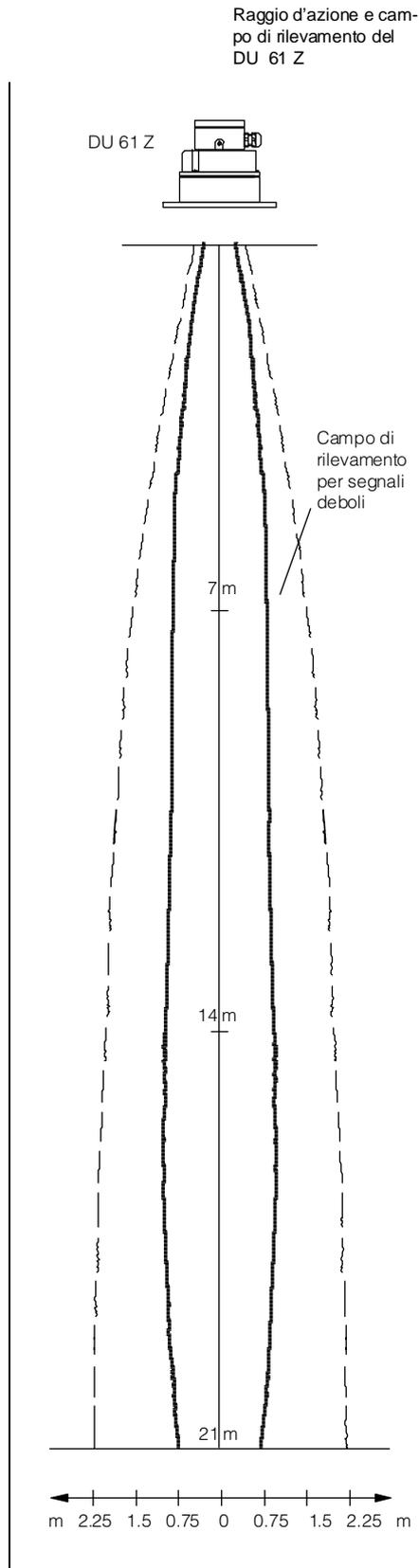
Un angolo approssimativo di 90° assicura, con prodotti solidi, un'eco di potenza adeguata

## Strutture interne

### Posizionamento del sensore

Se all'interno del serbatoio o del silo sono presenti strutture in grado di riflettere il segnale è indispensabile procedere con cura al posizionamento del sensore, al fine di mantenere i disturbi al livello più basso possibile:

- L'impulso ultrasonoro dovrebbe giungere alla superficie del prodotto senza incontrare ostacoli.



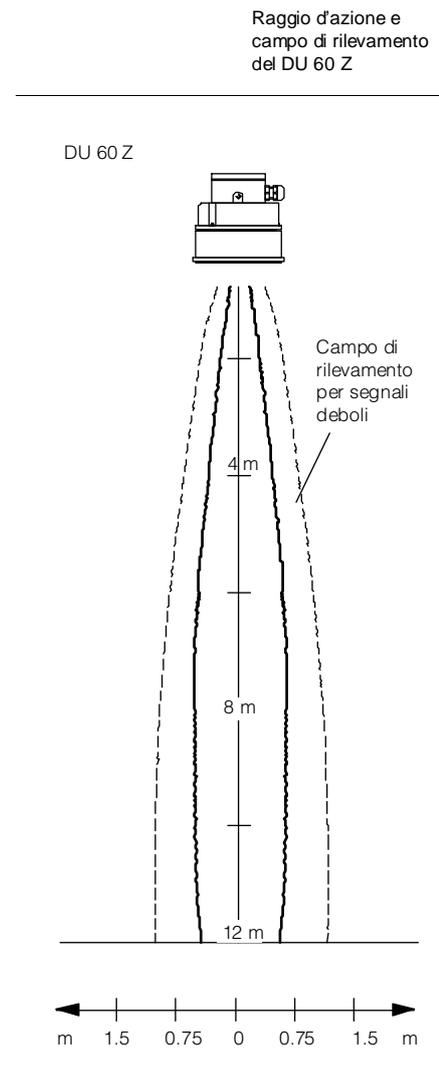
### Impulsi ultrasonori

Gli impulsi ultrasonori che vengono emessi dal sensore interessano una zona dello spazio sottostante, che si allarga lentamente con l'aumentare della distanza. Ogni oggetto situato entro questa zona dà luogo ad un'eco rilevata dallo stesso sensore.

- Spigoli, strutture interne, presenti nel primo terzo del campo di misura selezionato creano più problemi, in quanto l'energia ultrasonora è più concentrata. Pertanto piccoli ostacoli possono produrre forti segnali spuri
- Nell'ultimo terzo del campo di misura l'energia sonora è suddivisa su una superficie maggiore. Strutture interne e spigoli creano pertanto problemi minori.

Trasversalmente alla zona interessata esistono due campi di rilevamento:

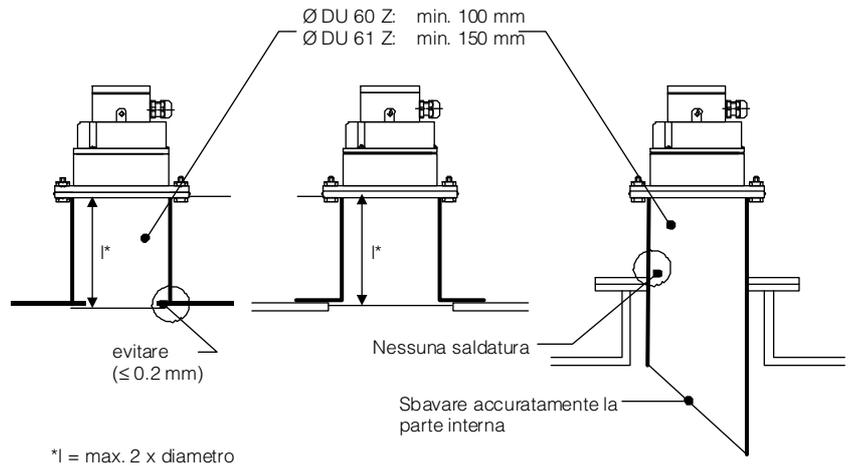
- Gli oggetti situati al centro della zona raggio (la cui sezione è rappresentata dalla linea continua nella figura) causano una forte eco
- Gli echi provenienti dalla zona marginale (linea tratteggiata) sono significativi solo in caso di un segnale riflesso di minore intensità.



## Posizione del sensore

Dal manicotto di montaggio l'impulso ultrasonoro esce con energia elevata.

- Spigoli sporgenti, saldature o simili ostacoli generano forti echi spuri.
- I depositi di materiale possono dare luogo a forti segnali di disturbo.



### Montaggio

Il sensore può essere montato:

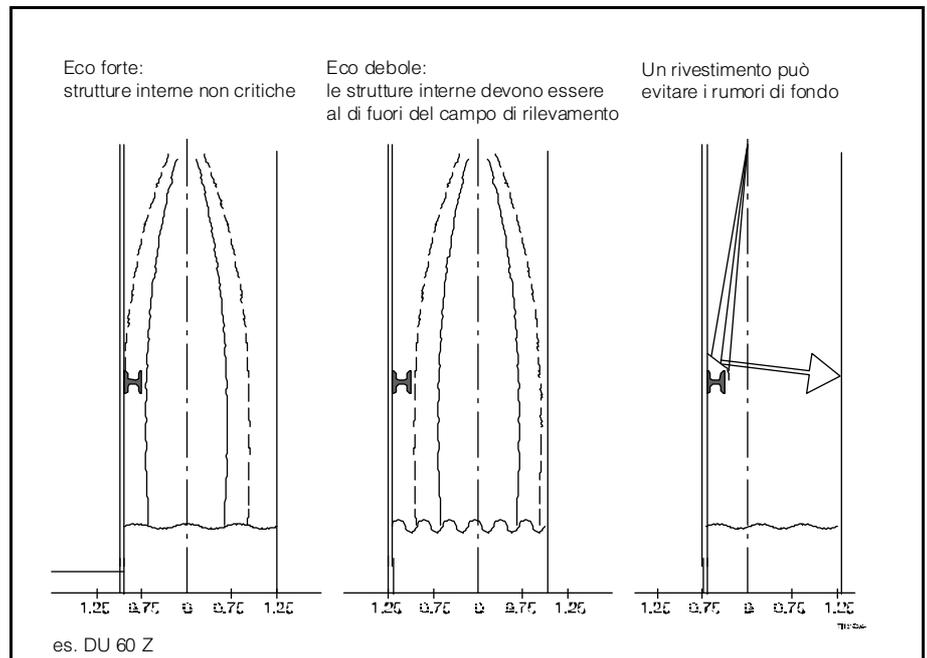
- a livello del coperchio del serbatoio
- su un apposito manicotto

In alternativa la staffa di montaggio può essere usata per appendere il sensore al soffitto del silo.

### Distanza di blocco

Il sensore deve essere montato ad una distanza dal livello massimo del prodotto maggiore o uguale al valore della distanza di blocco.

- Una distanza di montaggio inferiore alla distanza di blocco porterebbe ad errori nella misura.



In caso di segnali deboli la distanza laterale deve essere tale che i punti, causa di disturbo, giacciono al di fuori del campo di rilevamento.

### Strutture interne

Il segnale utile riflesso dalla superficie del prodotto deve essere sempre maggiore del segnale di disturbo.

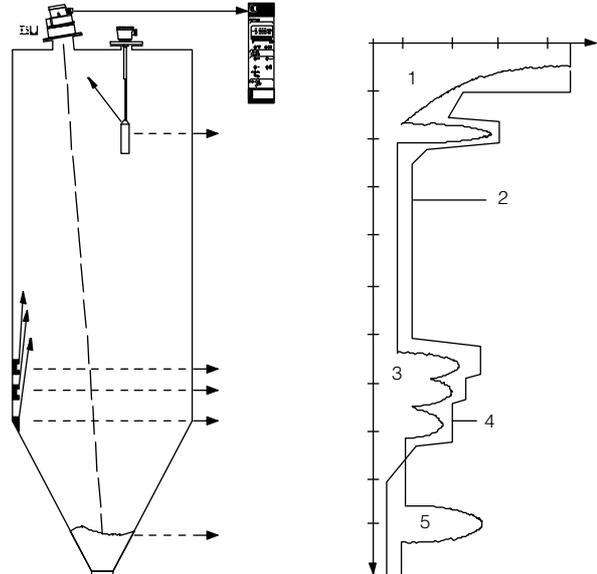
- La distanza minima laterale da spigoli interni può essere valutata in base al campo di rilevamento.

- Eventuali rivestimenti offrono la possibilità di deviare gli echi spuri dal sensore
- Anche pareti del serbatoio con ruvidità  $\geq 0.5$  mm possono essere considerate fonti di disturbo.

Se non possono essere garantite le condizioni sopra citate, gli echi spuri possono essere soppressi grazie al trasmettitore FMU - Vds. »Echi di disturbo«.

## Echi di disturbo

- Soppressione degli echi spuri in presenza di strutture interne fisse:
- 1 Smorzamento del sensore
  - 2 Soglia di riconoscimento in funzione del periodo
  - 3 Eco di disturbo
  - 4 Soppressione dell'eco di disturbo
  - 5 Forte segnale proveniente dalla superficie del prodotto

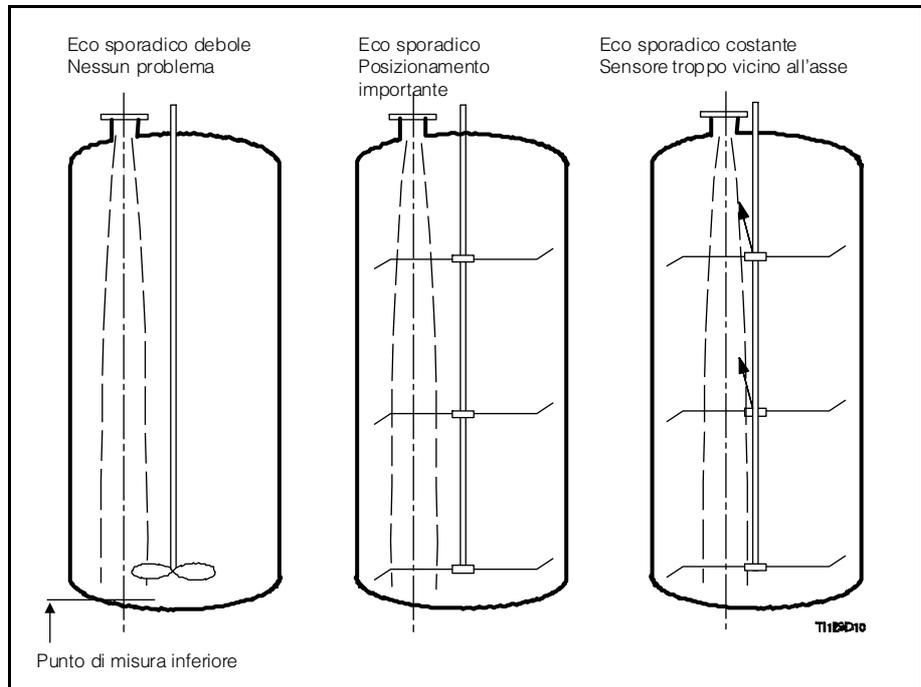


### Soppressione degli echi provenienti da strutture fisse

Sulla base di questo metodo viene eseguita dal Nivosonic FMU ... un'analisi di tutti i segnali spuri dovuti a riflessioni indipendenti dal livello

- La soglia di riconoscimento è adattata automaticamente al profilo di tali echi spuri, cosicché questi segnali vengono ignorati e quindi esclusi dalla successiva elaborazione del segnale.

## Echi sporadici



Gli echi spuri possono essere evitati con una accurata progettazione della posizione del sensore

### Agitatori, ecc.

Strutture interne mobili possono provocare echi sporadici.

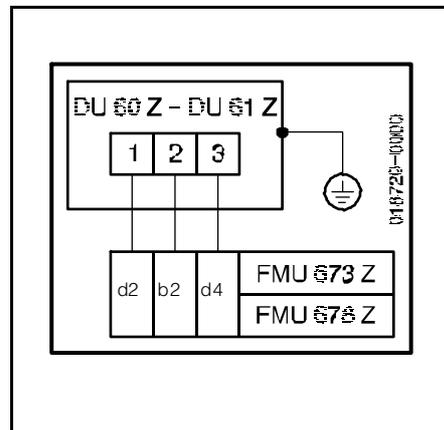
- Se il sensore viene montato troppo vicino all'asse di un agitatore, l'eco che ne deriva costituisce un disturbo continuo.

- Gli echi sporadici provenienti, ad esempio, dagli agitatori possono essere eliminati mediante il sistema di soppressione del Nivosonic FMU 673 Z/678 Z.

# Collegamenti elettrici

## Collegamento del sensore

- Il sensore è alimentato dal Nivosonic FMU 673 Z/678 Z
- Utilizzare un comune cavo a tre fili per l'installazione
- Resistenza di linea massima 25 Ω per anima
- Per applicazione in aree con pericolo di esplosione rispettare le norme locali.

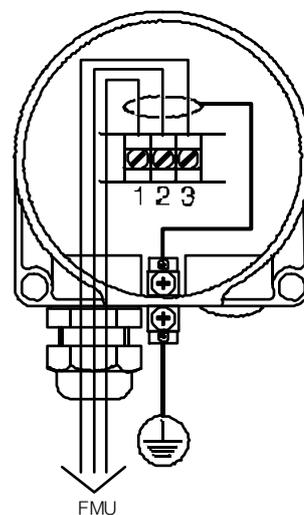


Schema di collegamento  
Sensore — Nivosonic  
FMU 673 Z/678 Z

## Per prevenire interferenze

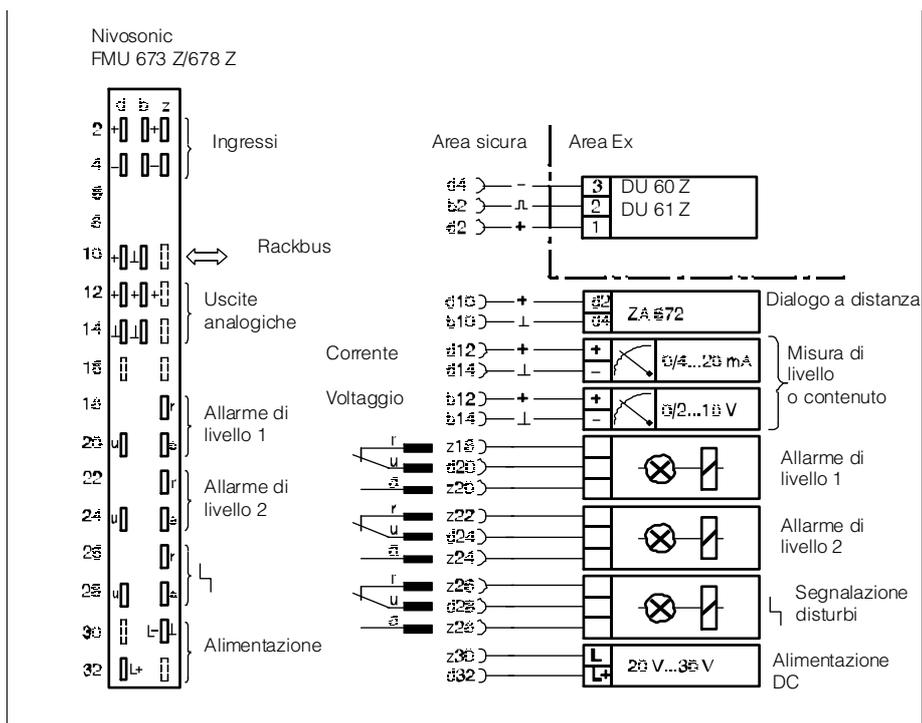
Le seguenti norme sono raccomandate al fine di evitare interferenze, per esempio derivate da campi elettrici o magnetici in zona cablaggio oppure da interferenze RFI vicino al sensore:

- utilizzare cavi schermati
- collegare la schermatura al morsetto di terra interno del sensore DU 60/61 Z; non al Nivosonic FMU
- collegare il cavo di terra o di compensazione di potenziale al morsetto di terra esterno del sensore.



Con questi accorgimenti, i sensori DU 60 Z e DU 61 Z soddisfano lo standard industriale (NAMUR) e gli standard europei EN 50081-2 per l'emissione e EN 50082-2 per la protezione alle interferenze.

Schema di collegamento  
Nivosonic  
FMU 673 Z/678 Z



## Dati tecnici

### Custodia

- Materiale: Crastin (PBTP)
- Superficie di tenuta e membrana: PVDF
- Flangia a risvolto: Vds. schema d'ordine
- Protezione IP 68
- Peso: ca. 4 kg

### Flangia a risvolto

- Connessioni standard secondo DIN, JIS o ANSI
- Materiali: polipropilene, acciaio verniciato o acciaio anticorrosione - Vds. pag. 11
- Controflangia sul serbatoio
  - DU 60 Z con ID min. 100 mm
  - DU 61 Z con ID min. 150 mm

### Condizioni di esercizio

- Pressione di lavoro  $p_e$  con flangia a risvolto in metallo max. 3 bar
- con flangia in polipropilene max. 0.5 bar
- Temperatura:  $-20...+80\text{ }^\circ\text{C}$

### Ultrasuoni

	DU 60Z	DU 61Z
• Campo:	12m*	20m*
• Frequenza:	38 kHz	31 kHz
• Frequenza d'impulso:	4 Hz	2 Hz
• Distanza di blocco:	0.5 m	0.8 m
• Angolo di emissione a -3 dB:	5°	8°

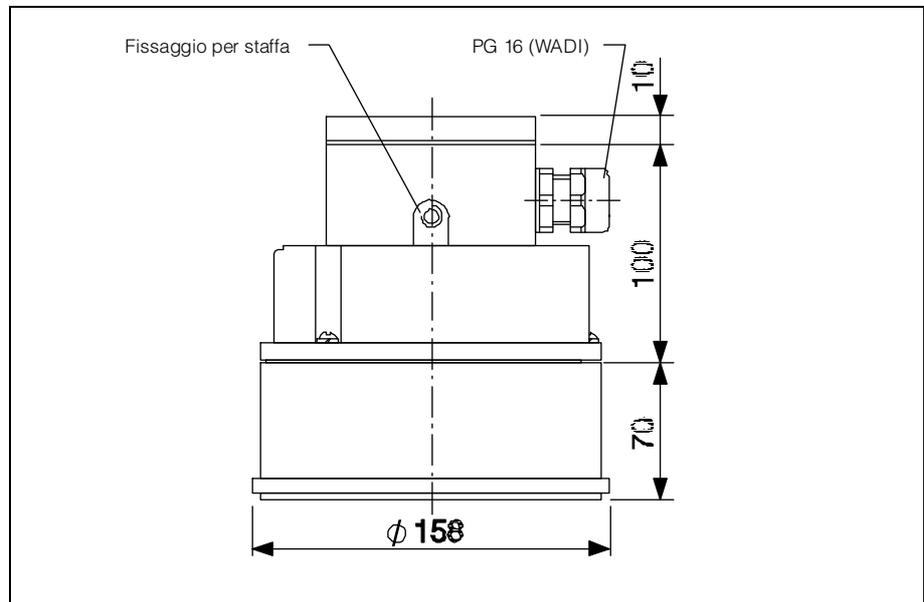
\* in condizioni ottimali

### Classe di antideflagranza

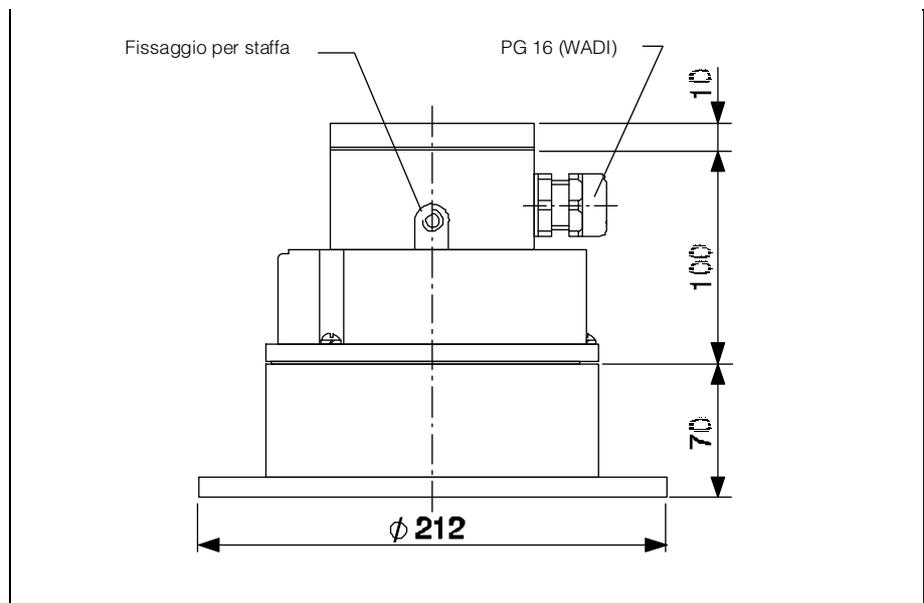
- EEx ia IIC T6 con  $T_{amb.} \leq 75\text{ }^\circ\text{C}$
- EEx ia IIC T5 con  $T_{amb.} \leq 80\text{ }^\circ\text{C}$   
PTB Nr. Ex-91.C.2140

Salvo variazioni tecniche

Dimensioni del sensore  
DU 60 Z in mm



Dimensioni del sensore  
DU 61 Z in mm



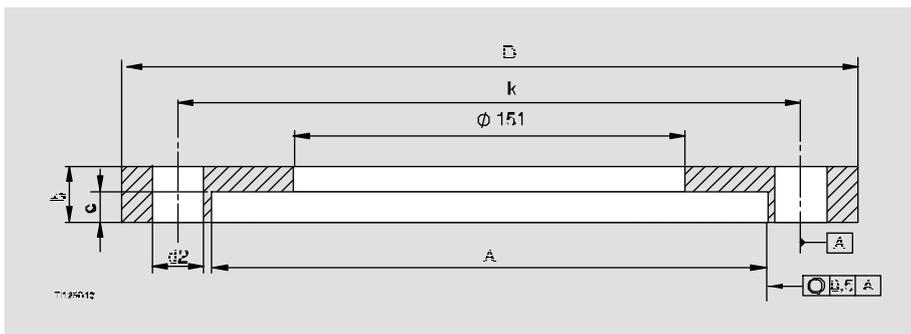
## Conessioni al processo

### Flangia a risvolto FAU 60 per DU 60 Z

- DN 100 PN 16 (Codice D0),
- JIS 100 K 16 (Codice J0) o
- ANSI 4" 150 psi (Codice A0).

### Flangia a risvolto FAU 60 per DU 61 Z

- DN 150 PN 16 (Codice D1),
- JIS 150 K 16 (Codice J1) oppure
- ANSI 6" 150 psi (Codice A1).



Dimensioni della flangia a risvolto

N° d'ordine	A	b	C	Ø D	Ø d2	k	N° d2	Materiale	Standard
FAU 60 D0 P	160	20	9,2	220	18	180	8	PP	DN 100 PN 16
FAU 60 D0 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 D0 R								1.4571	
FAU 60 A0 P	23,9			228,6		190,5		PP	ANSI 4" 150 psi
FAU 60 A0 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 A0 R								1.4571	
FAU 60 J0 P	22			225	23	185		PP	JIS 16 K 100
FAU 60 J0 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 J0 R								1.4571	

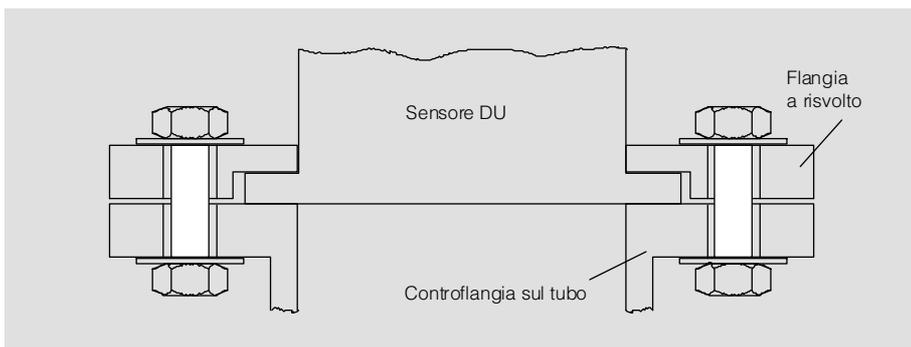
Codice tipologico per le flange a risvolto per DU 60 Z

N° d'ordine	A	b	C	Ø D	Ø d2	k	No. d2	Materiale	Standard
FAU 60 D1 P	215	22	11.5	285	22	240	8	PP	DN 150 PN 16
FAU 60 D1 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 D1 R								1.4571	
FAU 60 A1 P	25,4			279,4		241,3		PP	ANSI 6" 150 psi
FAU 60 A1 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 A1 R								1.4571	
FAU 60 J1 P	24			305	25	260	12	PP	JIS 16 K 150
FAU 60 J1 S								Acciaio vernic.	
FAU 60 J1 R								1.4571	

Codice tipologico per le flange a risvolto per DU 61 Z

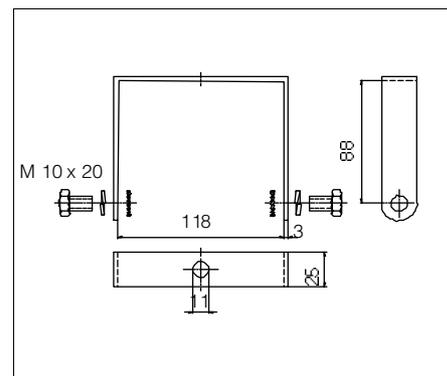
Suggerimenti per il montaggio del sensore:  
Il DU 60 Z non può essere utilizzato con una controflangia DN 150 poiché non c'è corrispondenza delle superfici.

Avvitare le viti opposte di ca. 50 ... 70 Nm



### Staffa di montaggio FAU 10

In alternativa alla flangia a risvolto è disponibile una staffa di montaggio. Essa permette la sospensione del sensore al soffitto del silo o del serbatoio.



Dimensioni della staffa in mm

## Schema d'ordine

<b>Sensore DU 60 Z</b>	<b>N° d'ordine DU 60 Z-S1</b>		
<b>Flangia a risvolto</b>	<b>N° d'ordine FAU 60-**</b>		
<b>Connessioni al processo</b> D0 DN 100 PN 16 A0 ANSI 4" 150 psi J0 JIS 100 K 16			
<b>Materiale</b> P Polipropilene (p <sub>e</sub> max 0.5 bar) S Acciaio verniciato R Acciaio inox 1.4571			
FAU 60-	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> codice d'ordine completo		
<b>Staffa di montaggio FAU 10</b>	<b>N° d'ordine 918815-0000</b>		

<b>Sensore DU 61 Z</b>	<b>N° d'ordine DU 61 Z-S1</b>		
<b>Flangia a risvolto</b>	<b>N° d'ordine FAU 60-**</b>		
<b>Connessioni al processo</b> D1 DN 150 PN 16 A1 ANSI 6" 150 psi J1 JIS 150 K 16			
<b>Materiale</b> P Polipropilene ( p <sub>e</sub> max 0.5 bar) S Acciaio verniciato R Acciaio inox 1.4571			
FAU 60-	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> Codice d'ordine completo		
<b>Staffa di montaggio FAU 10</b>	<b>N° d'ordine 918815-0000</b>		

## Documentazione supplementare

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Misura ultrasonora<br>Informazioni di sistema SI 005/00/e      | <input type="checkbox"/> Nivasonic FMU 673 Z/678 Z<br>Manuale operativo BA 027/00/e       |
| <input type="checkbox"/> Nivasonic FMU 673 Z/678 Z<br>Informazioni tecniche TI 128/00/e | <input type="checkbox"/> Sensore ultrasonoro DU 51 Z<br>Informazioni tecniche TI 078/00/e |

### Italia

Endress+Hauser Italia S.p.a.  
Via A. Grandi 2/A  
I-20063  
Cernusco S/N-MI  
Tel. 02.92192.1  
Fax 02.92192.398

### Svizzera

Endress+Hauser AG.  
Stemenhofstrasse 21  
CH-4153 Reinach  
Tel.061.7156222  
Fax 061.7111650

Endress +Hauser  
Ci misuriamo sulla pratica

