

# STUDIO TECNICO GEOLOGICO MANFREDINI

Via Roma n°115 41027 Pievepelago (Mo) ; Tel. +39 0536/71450 Fax +39 0536/72589 ; geoman@msw.it

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA  
COMUNE DI MONTECRETO

REALIZZAZIONE DI MICRO IMPIANTO  
IDROELETTRICO SUL T. SCOLTENNA  
LOCALITA' "FOSSO DI CAMOSCIO"



Coordinazione tecnica : Dr. Geol. Roberto Manfredini

Progettazioni e consulenze : Dr. Ing. Furio Cinotti  
Dr. Ing. Stefano Manfredini  
Dr. Carlo Odorici  
Geom. Vittorio Di Iorio  
Studio Maranese srl

PROPONENTE	<b>CONSULT A s.r.l.</b> Via Umberto I n° 7 41026 Pavullo n/F (Mo)
------------	---

Tavola 12	<b>PIANO DI MONITORAGGIO DELLE PORTATE</b>
	Scala

## Indice

1. Premessa .....	2
2. Dati caratteristici dell'impianto e rappresentazione delle portate ai fini del piano di monitoraggio .....	2
3. Calcolo di QT .....	5
4. Calcolo di QST e DMV .....	6
5. Sistema di acquisizione e gestione dati.....	9

## 1. Premessa

Il presente elaborato ha lo scopo di proporre, la soluzione tecnica individuata per il monitoraggio delle portate liquide che caratterizzano il punto del Torrente Scoltenna interessato dall'impianto idroelettrico in oggetto.

Si riporta quindi di seguito la proposta di soluzione tecnica da adottare (metodologia di calcolo, strumentazione, modalità di registrazione e trasmissione dati) al fine della verifica sul rispetto del DMV , delle portate derivate e della misura della portata.

## 2. Dati caratteristici dell'impianto e rappresentazione delle portate ai fini del piano di monitoraggio

Dati di progetto per l'impianto denominato “ Fosso di Camoscio ”:

Portata max	3,8	mc/sec
Portata min	0,38	mc/sec
Rendimento	0,8	
Salto	3,3	metri
Pot. Installata	98,41	kW
Pot. Concess.	81	kW

Tabella riassuntiva delle portate medie mensili per la centrale in esame:

<i>mesi</i>	<b>PORTATA</b>	<b>PRELIEVO</b>	<b>DMV</b>	<b>RIA</b>
	mc/sec	mc/sec	mc/sec	mc/sec
<b>Gennaio</b>	3,972	3,658	0,314	0,314
<b>Febbraio</b>	3,451	3,137	0,314	0,314
<b>Marzo</b>	5,735	3,800	0,314	1,935
<b>Aprile</b>	6,254	3,800	0,314	2,454
<b>Maggio</b>	4,982	3,800	0,314	1,182
<b>Giugno</b>	2,137	1,823	0,314	0,314
<b>Luglio</b>	1,106	0,791	0,314	0,314
<b>Agosto</b>	0,773	0,458	0,314	0,314
<b>Settembre</b>	1,111	0,797	0,314	0,314
<b>Ottobre</b>	2,299	1,985	0,314	0,314
<b>Novembre</b>	5,581	3,800	0,314	1,781
<b>Dicembre</b>	6,455	3,800	0,314	2,655
<b>MEDIA</b>	<b>3,655</b>	<b>2,637</b>	<b>0,314</b>	<b>1,017</b>

Dove DMV=deflusso minimo vitale, mentre RIA= rilascio in alveo.

Di seguito si riporta la planimetria dell'opera in progetto con indicazione del posizionamento del sensore di livello e delle portate misurate.

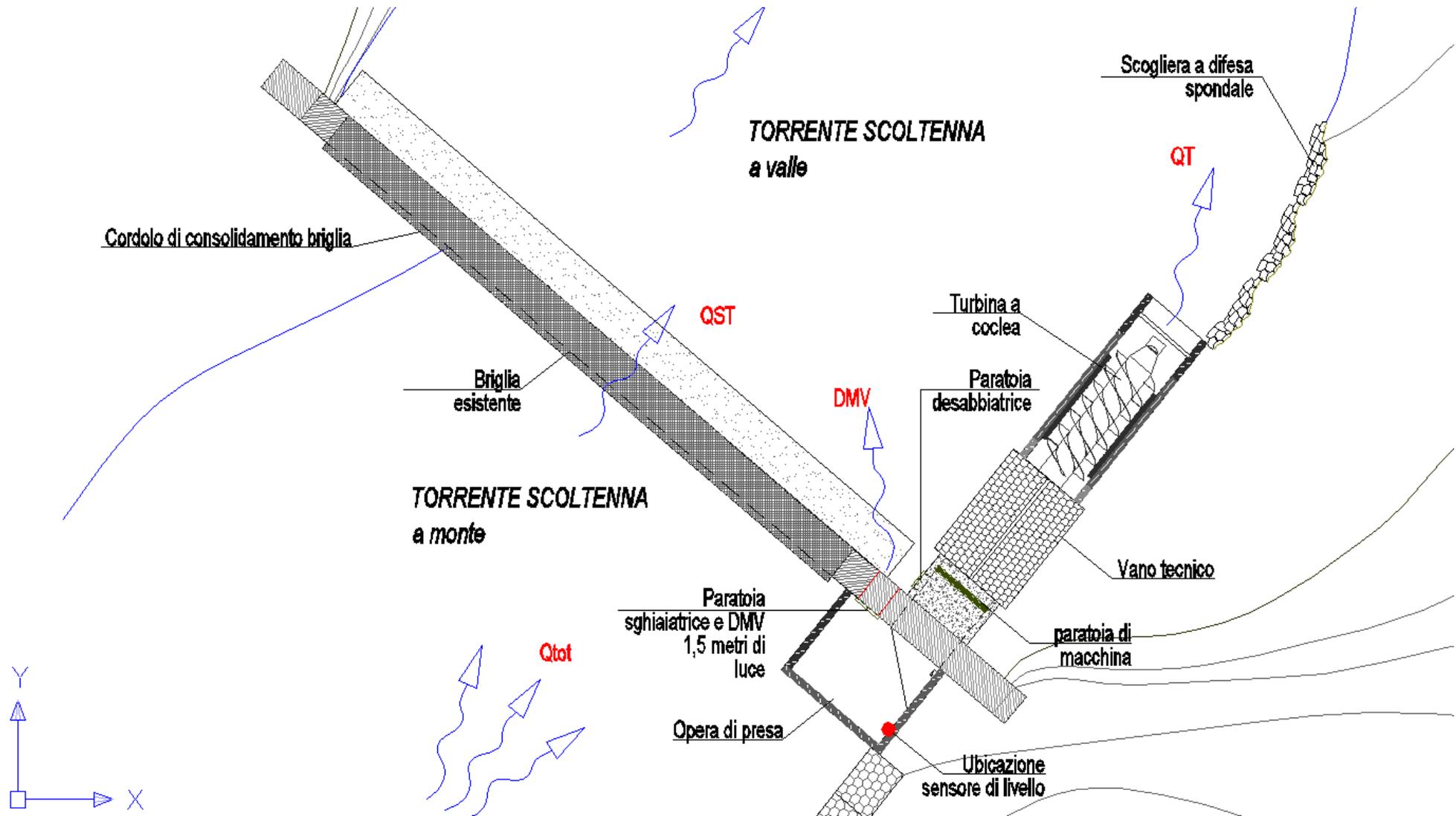


Figura 1: Planimetria dell'opera in progetto con indicazione del posizionamento del sensore di livello e delle portate misurate

Per comprendere come sarà eseguito il piano di monitoraggio delle portate per l'impianto in oggetto occorre distinguere due condizioni di funzionamento che influenzano il livello del pelo libero dell'acqua a monte della traversa.

Il primo caso si ha quando l'impianto lavora con un livello dell'acqua di monte oltre lo stramazzo della traversa; lo chiameremo “C1” ossia condizione 1; il secondo caso si ha quando l'impianto lavora con un livello dell'acqua di monte al pari dello stramazzo della briglia senza che l'acqua defluisca al di sopra della traversa; lo chiameremo “C2” ossia condizione 2.

In riferimento alla planimetria riportata sopra ed in riferimento a C1 possiamo affermare che:

$$Q_{tot} = Q_{DMV} + Q_T$$

dove:

$Q_{tot}$  = portata totale nel torrente

$Q_{DMV}$  = portata defluente per il DMV ( $\geq 314$  litri/s come è mostrato in seguito e come riportato in relazione tecnica)

$Q_T$  = portata turbinata dall'impianto

Mentre in riferimento alla planimetria riportata sopra ed in riferimento a C2 possiamo affermare che:

$$Q_{tot} = Q_{DMV} + Q_T + Q_{STR}$$

dove:

$Q_{STR}$  = portata si stramazzo, pari alla portata d'acqua che defluisce attraverso la sommità della briglia

In seguito sono descritti i metodi di calcolo impiegati per ottenere le portate in gioco.

### 3. Calcolo di QT

Ai fini del calcolo di QT si procede come segue:

la turbina a vite d'Archimede sviluppa una potenza direttamente proporzionale alla portata d'acqua che la attraversa. Data la sua geometria costante ad ogni passaggio di filetto fluido che la attraversa, si può affermare che la portata d'acqua è direttamente proporzionale al numero di giri della coclea.

Pertanto si può calcolare QT nel seguente modo:

$$QT = Qn \times LT$$

dove:

$Qn$  = portata nominale della turbina (mc/s)

$LT$  = percentuale di lavoro della tubina (%)

In particolare LT oscilla fra il 10% (velocità minima turbina) ed il 100% (velocità massima turbina).

#### 4. Calcolo di QST e DMV

La scelta tecnica proposta è stata pensata avendo come obiettivo la lettura in tempo reale della portata idrica naturale, quella captata e quindi quella lasciata defluire in alveo, chiaramente a fronte della conoscenza geometrica dell'apertura del DMV e quindi del suo quantitativo. Nel dettaglio, si precisa che è presente un sensore di livello (vedi rif. figura 1) posizionato in destra idraulica sull'opera di presa in sub-alveo, fissato al conglomerato in calcestruzzo tramite un'asta di supporto. Il sensore è formato da una sonda di livello a principio capacitivo, con uscita 4/20 mA a tre conduttori, in grado di rilevare in tempo reale il livello dell'acqua a monte della traversa di captazione ossia il livello mantenuto a monte per la presenza della traversa. La macchina regola i propri giri in funzione del livello dell'acqua di monte, mantenendolo costante.

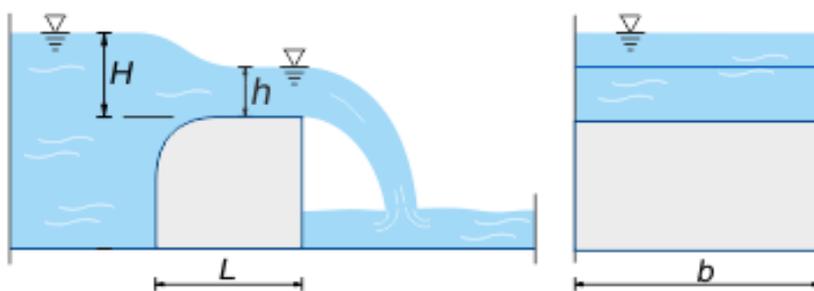
Pertanto, per quanto riguarda il monitoraggio della portata naturale si procederà come segue.

Rilevando il livello dell'acqua a monte della briglia con il trasduttore e convertendo ed elaborando il segnale tramite un software, si può calcolare il valore di portata.

La relazione che permette il calcolo della portata QST è nota come relazione per il calcolo dello stramazzo a parete grossa, di seguito riportata:

$$Q = 0.385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 1.705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

in cui la rappresentazione delle grandezze utilizzate è esemplificata in figura (lunghezze in m e portata in mc/s).



$Q = [m^3/s]$ : portata del getto

$b = [m]$ : larghezza della soglia

$L = [m]$ : lunghezza della soglia

$H = [m]$ : altezza del fluido indisturbato a monte della soglia (carico)

$h = 2 \cdot H/3 [m]$ : altezza della vena fluida sopra la soglia

Figura 2: illustrazione della relazione per il calcolo dello stramazzo a parete grossa

Alla luce della formula riportata e delle grandezze coinvolte lo strumento sarà posizionato, come visibile in figura1, e tarato in modo tale che possa essere misurato il livello H una volta rilevato il livello dell'acqua e avendo impostato la quota del fondo dell'apertura del DMV come valore di riferimento.

Per quanto riguarda il DMV pari a 314 l/s è pertanto prevista una paratoia (gestita in automatico da una centralina oleodinamica) che sarà mantenuta ad una apertura costante per rilasciare il DMV. Tale paratoia sarà utilizzata anche per sghiaiare la camera di carico (vedi tavole di progetto rif. paratoia sghiaiatrice). Per garantire il deflusso necessario, tramite la paratoia, occorre mantenere la bocca aperta di 6 cm dal fondo della camera di carico.

La portata per il DMV, data da questa quota di apertura è di circa 339 litri/s; valore cautelativo che supera ampiamente il DMV richiesto per l'impianto in oggetto (pari a 314 litri/s).

La relazione e i dati utilizzati per il calcolo sono esposti come segue:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$

**dove:**

**Q** = portata effluente dalla luce

**h<sub>1</sub>** = battente sulla luce

**h<sub>2</sub>** = battente più altezza della luce

**b** = larghezza della luce

**μ** = coefficiente di contrazione a cui possiamo attribuire il valore di 0,61

**h<sub>1</sub> = 1,92 m**

**h<sub>2</sub> = 1,98 m**

**b = 1,5 m**

**Q = 339 litri/s**

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 0,06 \text{ m} = 6,00 \text{ cm}$$

Segue l'illustrazione dello schema funzionale del DMV :

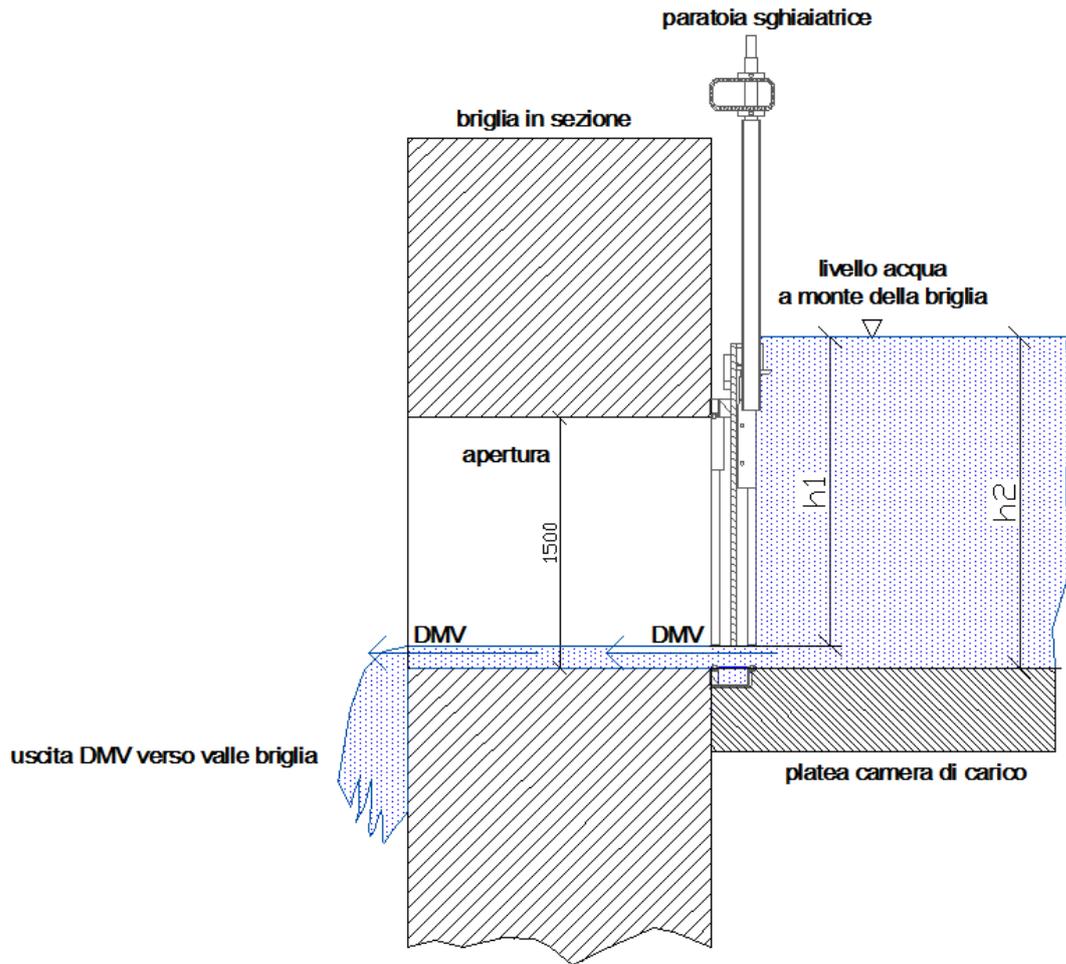


Figura 3: immagine con sezione dell'apertura per DMV tramite paratoia

## 5. Sistema di acquisizione e gestione dati

In linea di principio, lo schema di trasmissione dati che verrà adottato prevede l'utilizzo di una canaletta che consente il passaggio di cavi a servizio della centrale. Questi dati arrivano quindi al PLC (centralina di controllo) e saranno rilevati in tempo reale. Per completezza si riporta lo schema tecnico.

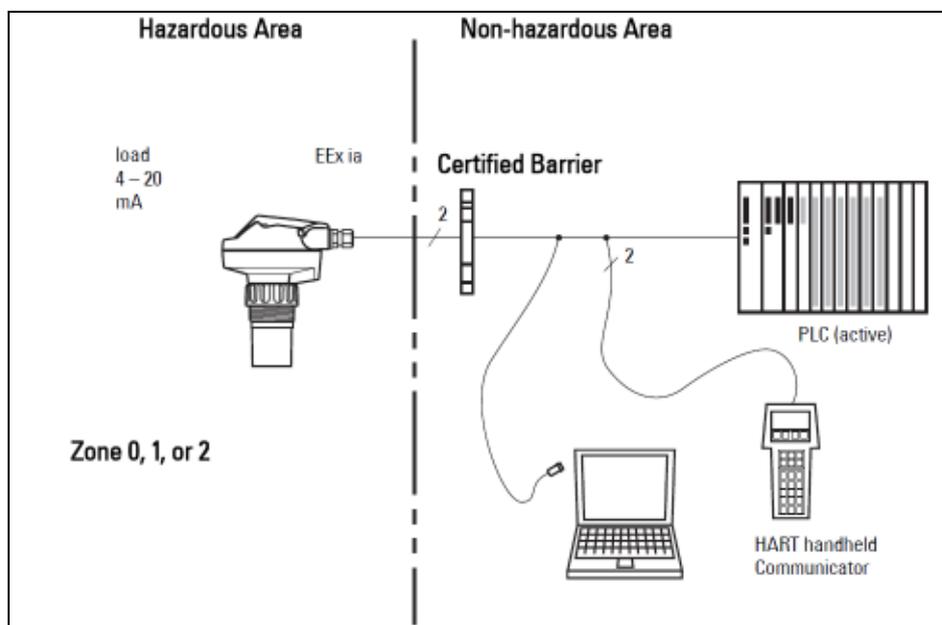


Figura 4: schema di funzionamento del sistema di rilevazione

I dati rilevati dal sensore di livello ed elaborati come specificato nei paragrafi precedente, determineranno la valutazione delle portate nel Torrente al punto di captazione. Tali dati saranno memorizzati all'interno del sistema di controllo e automazione e successivamente verranno trasmessi via mail agli enti preposti, con cadenza semestrale, entro i 15 giorni del mese successivo dalla fine del semestre.

Per completezza, si allegano delle schede tecniche esemplificative di un sensore di livello “tipo” che potrebbe essere utilizzato nel caso in esame.

**Liquicap M FMI51****Dati tecnici**

Measure Task	Misura continua/Liquidi
Principio di misura	Capacitivo
Caratteristica / Applicazione	Fully insulated rod probe, for standard- and extreme process conditions (temperature, pressure, build up)
Misurazione interfaccia	Interfaces liquid / liquid also with emulsion layers
Alimentazione / Comunicazione	12-36V DC HART PFM
Accuratezza	repeatability 0,1%
Errore di linearità per liquidi conduttivi	<0,25%
Temperatura ambiente	-50°C...+70°C -58°F...+158°F
Temperatura di processo	-80°C...200°C -112°F...392°F
Pressione assoluta di processo / limite massimo di sovrappressione	Vacuum ... 100 bar (Vacuum ... 1450 psi)
Parti bagnate	Insulation material: PTFE,PFA 316L
Attacco al processo	G1/2, G 3/4, G 1, G1 1/2 /NPT 1/2, NPT 3/4, NPT 1", NPT1 1/2 Flanges from DN25.../ANSI 1".../JIS...
Connessione igienica al processo	Tri-Clamp ISO02852 gap free plated Dairy coupling Flush-mounted seal
Lunghezza del sensore	Total length: 6m (20ft) Inactive length: max. 2m (7ft)
Distanza massima di misura	0.1 m ... 4.0 m (0.3 ft ... 13 ft)
Uscita	4...20mA HART PFM
Certificati / Approvazioni	ATEX TIIS NEPSI WHG/ Overfill prevention SIL EHEDG / 3A GL marine
Opzioni	Separate housing gas-tight probe seal
Specialità	Inactive length Factory calibrated
Limiti d'applicazione	short response time by change of value Insufficient clearance towards ceiling Changing, non-conductive media, conductivity < 100 µS/cm  Notice the pressure and temperature derating

© Endress+Hauser 2010  
Endress+Hauser Spa.  
Via Donat Cattin 2/a  
20063 Cemusco s/N -MI-, Italy  
Tel.: +39 02 92 19 21, Fax: +39 02 92 19 23 62, Email: info@it.endress.com  
Per ulteriori informazioni: www.it.endress.com

**Uscita 4 ... 20 mA con protocollo HART (FEI50H)**

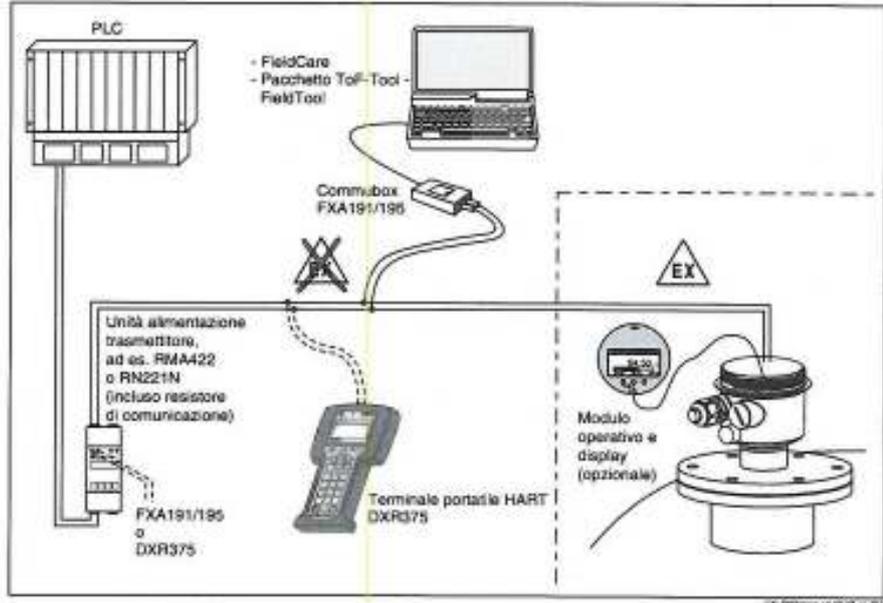
Il sistema completo consiste in:

- Sonda di livello a principio capacitivo Liquicap M FMI51 o FMI52
- Insero elettronico FEI50H
- Un alimentatore-trasmettitore di misura (es. RN221N, RNS221, RMA421, RMA422)



Nota!

L'insero elettronico deve essere alimentato con tensione continua. Per la trasmissione del segnale con protocollo HART si utilizza anche il cavo di collegamento bifilare.



**Funzionalità in situ**

- Standard - tramite tasti e pulsanti presenti sull'insero elettronico
- Opzionale - tramite display e modulo operativo

**Funzionalità a distanza**

- Con terminale portatile HART DXR375
- Con un personal computer, Commubox FXA191, FXA195 e il pacchetto ToF Tool - FieldTool o i programmi operativi FieldCare



Nota!

ToF Tool e FieldCare sono programmi di gestione grafica per strumenti di misura prodotti da Endress+Hauser. Questi programmi sono utilizzati per facilitare la messa in servizio, il backup dei dati, l'analisi del segnale e la documentazione del punto di misura.

Figura 6: schede tecniche del sensore di livello "tipo"