

"MONITORAGGIO ENERGETICO ED AMBIENTALE"

STUDIO DI FATTIBILITA' PIATTAFORMA METERING

Assessment tecnologie di monitoraggio dei parametri
energetici e ambientali

Codice rapporto:

A_Assessment-Tecnologie_COTRAL_0

Prepared by:

Francesco Arnesano

Niccolò Alberti

Roberto Galvanelli

Nella tabella che segue sono indicate le revisioni del documento.

Documento: **A_Assessment-Tecnologie_COTRAL_0**

Date	Version	Provided	Review	Approved	Main Changes
18/07/2022	0	RGA	NAL	FRN	Prima emissione

Indice

1	Executive Summary	5
1.1	Sintesi delle tecnologie analizzate.....	5
1.2	Descrizione schede tecniche sensori di monitoraggio	6
2	Monitoraggio energetico, idrico, energia termica e gas naturale.....	10
2.1	Energia elettrica.....	10
2.1.1	Definizioni.....	10
2.1.2	Inquadramento.....	11
2.1.3	Guida alla selezione	14
2.1.4	Schede strumentazione	16
2.2	Acqua	42
2.2.1	Definizioni.....	42
2.2.2	Inquadramento.....	42
2.2.3	Guida alla selezione	47
2.2.4	Schede strumentazione	49
2.3	Temperatura.....	57
2.3.1	Definizioni.....	57
2.3.2	Inquadramento.....	57
2.3.3	Guida alla selezione	59
2.3.4	Schede strumentazione	60
2.4	Energia termica.....	66
2.4.1	Definizioni.....	66
2.4.2	Inquadramento.....	66
2.4.3	Guida alla selezione	67
2.4.4	Schede strumentazione	68
2.5	Gas naturale.....	73
2.5.1	Definizioni.....	73
2.5.2	Inquadramento.....	73
2.5.3	Guida alla selezione	77
2.5.4	Schede strumentazione	79
3	Monitoraggio parametri ambientali e di comfort	89
3.1	Acque reflue	89
3.1.1	Definizioni.....	89
3.1.2	Inquadramento.....	89

3.1.3	Guida alla selezione	90
3.1.4	Schede strumentazione	91
3.2	Qualità dell'aria indoor	111
3.2.1	Definizioni	111
3.2.2	Inquadramento	111
3.2.3	Guida alla selezione	113
3.2.4	Schede strumentazione	114
3.3	Qualità dell'aria outdoor	138
3.3.1	Definizioni	138
3.3.2	Inquadramento	138
3.3.3	Guida alla selezione	138
3.3.4	Schede strumentazione	139
3.4	Inquinamento acustico	141
3.4.1	Definizioni	141
3.4.2	Inquadramento	141
3.4.3	Guida alla selezione	141
3.4.4	Schede strumentazione	142
Appendice: la Direttiva MID		146

1 Executive Summary

La presente relazione analizza le tecnologie disponibili sul mercato per il monitoraggio dei parametri energetici, idrici, ambientali e di comfort.

1.1 Sintesi delle tecnologie analizzate

La seguente tabella fornisce una panoramica delle tecnologie disponibili per il monitoraggio delle grandezze/parametri di interesse per COTRAL. Per ciascuna tecnologia è riportata l'applicazione tipica e uno score sulla validità della tecnologia rispetto alle alternative analizzate.

Tabella 1: riepilogo parametri e strumenti trattati

Parametro	Codice Scheda	Codice Strumento	Tipologia strumento	Codice Sensore	Tipologia sensore	Applicazione tipica
P01 - Energia elettrica	SC01	ST01	Contatore di energia (ENEL)	SN01.1	Inserzione diretta	Impianto produzione monofase
P01 - Energia elettrica	SC02	ST01	Contatore di energia (ENEL)	SN01.2	TA 0-1/5 A	Impianto produzione trifase
P01 - Energia elettrica	SC03	ST02	Contatore di energia	SN02.1	Inserzione diretta	Monitoraggio utenze di potenza ridotta monofase
P01 - Energia elettrica	SC04	ST02	Contatore di energia	SN02.2	Inserzione diretta	Monitoraggio utenze di potenza ridotta trifase
P01 - Energia elettrica	SC05	ST02	Contatore di energia	SN02.3	TA 0-1/5 A	Monitoraggio utenze di potenza elevata monofase
P01 - Energia elettrica	SC06	ST02	Contatore di energia	SN02.4	TA 0-1/5 A	Monitoraggio utenze di potenza elevata trifase
P01 - Energia elettrica	SC07	ST03	Multimetro	SN03.1	Inserzione diretta	Energy management utenze di potenza ridotta monofase
P01 - Energia elettrica	SC08	ST03	Multimetro	SN03.2	Inserzione diretta	Energy management utenze di potenza ridotta trifase
P01 - Energia elettrica	SC09	ST03	Multimetro	SN03.3	TA 0-1/5 A	Energy management utenze di potenza elevata monofase
P01 - Energia elettrica	SC10	ST03	Multimetro	SN03.4	TA 0-1/5 A	Energy management utenze di potenza elevata trifase
P01 - Energia elettrica	SC11	ST03	Multimetro	SN03.5	CT	Utenze lontane dal quadro di monitoraggio
P01 - Energia elettrica	SC12	ST03	Multimetro	SN03.6	Rogowski	Utenze non interrompibili; cavi di grosse dimensioni
P01 - Energia elettrica	SC13	ST03	Multimetro	SN03.7	multi-channel / sistemi modulari	Molteplici utenze concentrare in quadri limitrofi
P02 - pH	SC14	ST04	Elettrodo	SN04.1	elettrodi a vetro	acque reflue
P02 - pH	SC15	ST04	Elettrodo	SN04.2	elettrodi in porcellana-enamel	applicazioni usuranti
P02 - pH	SC16	ST04	Elettrodo	SN04.3	elettrodi ISFET	industria farmaceutica/alimentare
P02 - pH	SC17	ST04	Elettrodo	SN04.4	Memosens	elevata precisione e ridotta taratura richiesta
P03 - Temperatura	SC19	ST06	Termistore	SN06	Termistori	aria ambiente
P03 - Temperatura	SC20	ST07	Termocoppia	SN07	Termocoppie	sale server
P03 - Temperatura	SC21	ST08	Termoresistenza	SN08	RTD	circuiti condizionamento
P04 - COV	SC22	ST09	Naso elettronico	SN09.1	naso elettronico	acque reflue
P05 - Azoto ammoniacale	SC23	ST09	Naso elettronico	SN09.2	naso elettronico	acque reflue
P06 - COD	SC24	ST10	analizzatore	SN10	colorimetro	acque reflue con elevato contenuto organico
P07 - O2 in acqua	SC25	ST11	sensore	SN11.1	amperometrico	acque reflue

P07 - O2 in acqua	SC26	ST11	seniore	SN11.2	ottico	acque reflue
P08 - Portata acqua	SC27	ST12	Ultrasuoni	SN12	ultrasuoni	misure clamp-on
P08 - Portata acqua	SC28	ST13	Elettromagnetico	SN13	elettromagnetico	elevata precisione richiesta
P08 - Portata acqua	SC29	ST14	Contalitri	SN14	turbina	contabilizzazione acqua potabile
P08 - Portata acqua	SC30	ST15	Vortex	SN15	vortex	miscele di liquidi
P09 - energia termica	SC31	ST16	Calcolatore	SN16	calcolatore	da accoppiare a misuratori portata già esistenti
P09 - energia termica	SC32	ST17	Contacalorie	SN17	Contacalorie	per nuove installazioni in circuiti di riscaldamento/raffrescamento
P10 - gas naturale	SC33	ST18	Quantometro	SN18	volumetrico	misure non fiscali; monitoraggio interno
P10 - gas naturale	SC34	ST19	Turbina	SN19	volumetrico	misure fiscali con elevate portate
P10 - gas naturale	SC35	ST20	Membrana	SN20	a membrana	misure fiscali con portate ridotte
P10 - gas naturale	SC36	ST21	A pistoni	SN21	volumetrico	ampi range di variazione portate
P10 - gas naturale	SC37	ST22	Convertitore	SN22	correttore	per misure fiscali e/o per elevata precisione
P11 - T&P ambiente	SC38	ST23	Termoigrometro	SN23	termoigrometro	uffici, sale riunioni, open space
P12 - microclima	SC39	ST24	Centralina	SN24	centralina	aree molto frequentate
P13 - CO2	SC40	ST25	Ottico	SN25.1	ottico infrarosso	per misure in spazi non confinati
P13 - CO2	SC41	ST25	Ottico	SN25.2	ottico infrarosso	per misure in canali
P14 - CO	SC42	ST26	Elettrochimico	SN26	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P15 - NO2	SC43	ST27	Elettrochimico	SN27	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P16 - SO2	SC44	ST28	Elettrochimico	SN28	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P17 - O2	SC45	ST29	Elettrochimico	SN29	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P18 - O3	SC46	ST30	Elettrochimico	SN30	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P19 - H2S	SC47	ST31	Elettrochimico	SN31	elettrochimico	uffici, sale riunioni, open space
P20 - VOC	SC48	ST32	Ottico	SN32	ottico	uffici, sale riunioni, open space
P21 - PM2,5 PM10	SC49	ST33	Ottico	SN33	ottico	uffici, sale riunioni, open space
P22 - qualità aria	SC50	ST34	Centralina	SN34	centraline di controllo	uffici, sale riunioni, open space, esterno
P23 - rumore	SC51	ST35	Fonometro	SN35.1	fonometro	misure veloci, valutazioni fonometriche preliminari
P23 - rumore	SC52	ST35	Fonometro	SN35.2	fonometro	misure continue, maggior precisione

1.2 Descrizione schede tecniche sensori di monitoraggio


Nella relazione saranno riportate delle schede tipologiche delle tecnologie proposte, che descrivono gli aspetti salienti della tecnologia: si riporta di seguito il significato dei parametri che sono stati dettagliati per ciascun sensore di monitoraggio proposto.

- **Codice scheda - SCxx:** codice univoco identificativo della scheda sensore

- **Parametri monitorati:** grandezza oggetto di misura
- **Codice strumento – STxx:** identificativo dello strumento descritto
- **Tipologia strumento:** descrizione della tipologia di strumento descritto
- **Codice sensore – SNxx:** codice sensore di misura
- **Tipologia sensore:** descrizione del sensore
- **Foto:** esempio fotografico di uno strumento di misura appartenente alla tipologia della scheda
- **Applicabilità:** indicazioni sui range di funzionamento, luogo di installazione (interno / esterno), range indicativi del parametro monitorato (ampere / temperature / umidità, portate, etc.)
- **Tipo di installazione:** supporto o componente su cui può essere installato lo strumento
- **Ingressi tipici:** interfacce tipicamente disponibili per l'ingresso dati
- **Uscite tipiche:** interfacce tipicamente disponibili per l'uscita dati
- **Certificazioni possibili:** eventuale certificazione dello strumento (normalmente possibile su specifica richiesta in fase d'ordine)
- **Pros/Cons:** pro e contro della soluzione proposta
- **Vendor list:** esempi di strumenti, con marca e modello, applicabili
- **Score:** valutazione complessiva dello strumento valutata sulla base dei seguenti parametri:
 - i. Costituire l'infrastruttura di elementi connessi ed integrati;
 - ii. Ottimizzare l'uso delle risorse;
 - iii. Garantire massimi livelli di salubrità e sicurezza dei luoghi del lavoro;
 - iv. Mitigare potenziali rischi ambientali;
 - v. Ridurre i costi di gestione e manutenzione dei siti.

Lo score totale varia da un minimo di 0 ad un massimo di 5.

Si riporta di seguito un esempio di scheda strumento, con le informazioni appena descritte.

Codice Scheda	SC01	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST01	Tipologia strumento	Contatore di energia (ENEL)
Codice sensore	SN01.1	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	ITRON SL7000		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 V (L-N); 115-415 V (L-L) correnti: fino a 80 A		
Accuratezza tipica	0,2-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	SI
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	SI	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
idoneo per misure fiscali; approvato da E-Distribuzione		costoso; poco compatto	
Vendor List		Model	
Landis+Gyr		ZMD310	
ITRON		SL7000	
E-DISTRIBUZIONE		GEMIS/GETIS/GESIS	
TOTAL SCORE			2,17

2 Monitoraggio energetico, idrico, energia termica e gas naturale

2.1 Energia elettrica

2.1.1 Definizioni

- **Contatore di energia:** misuratore digitali che normalmente misurano esclusivamente l'energia (attiva, reattiva e apparente) ed i parametri generali di sistema (potenza, tensione, corrente) senza ulteriori informazioni sulle singole fasi o elaborazioni su altri parametri elettrici quali distorsioni armoniche, ecc.
- **Multimetro:** misuratore digitale che acquisisce e mostra una serie di parametri elettrici ulteriori quali tensioni, correnti, fattore di potenza, frequenza, distorsioni armoniche, ecc. sia di sistema che per fase, elaborando anche valori medi, minimi e massimi degli stessi.
- **Analizzatore di rete:** sono misuratori in grado di rilevare tutti i parametri elettrici dei multimetri e normalmente dotati di un ampio display in grado di mostrare le misure rilevate con estrema accuratezza
- **Inserzione diretta:** collegamento diretto dei cavi dove circola la corrente da misurare allo strumento di misura
- **TA:** Trasformatore Amperometrico; dispositivo per misurare la corrente di un carico e ridurne il valore ad uno minore (solitamente nel range 0-5 A) tale da consentire il collegamento ad uno strumento di misura. Viene utilizzato quando le correnti circolanti sono tali da non consentire una inserzione diretta. I TA possono essere "aperti" se consentono il montaggio senza scollegare il cavo, "chiusi" se necessitano di scollegamento del cavo
- **CT:** Current Trasformer; dispositivo per misurare la corrente di un carico. Si differenziano dai TA per l'uscita che non è in corrente (es. 0-5 A) ma in tensione (tipicamente 0-333 mV)
- **Sonde Rogowski:** dispositivo per misurare la corrente di un carico. Sono caratterizzate dall'essere flessibili, con un ampio range di misura e con uscita in tensione (tipicamente 0-100 mV o 0-333 mV)
- **Tensione Vca:** tensione in corrente alternata
- **Tensione Vdc:** tensione in corrente continua
- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **Guida DIN:** guida metallica tipicamente usata per il montaggio di apparecchiature e dispositivi all'interno di quadri elettrici
- **RS485:** standard di comunicazione seriale
- **Modbus RTU:** protocollo di comunicazione seriale basato sul collegamento tra un master e uno o più slave o unità terminale remota (RTU), in campo automazione
- **Modbus TCP/IP:** protocollo di comunicazione mediante reti Ethernet
- **M-Bus:** Meter-Bus o M-Bus è un protocollo europeo di comunicazione seriale, diffuso soprattutto nella strumentazione dedicata alla misura di acqua, gas ed elettricità.
- **POD "Point Of Delivery":** codice che identifica in maniera univoca il punto di fornitura di energia elettrica; è riportato nella bolletta elettrica;
- **Led metrologico:** led presente in alcuni misuratori di energia elettrica, la cui frequenza è proporzionale all'effettiva energia transitante

2.1.2 Inquadramento

La misura dell'energia elettrica, apparentemente tra le più semplici da effettuare e sicuramente una delle più diffuse, risente in realtà di una quantità di variabili tale da prevedere molteplici soluzioni applicabili al medesimo "carico" da misurare.

La soluzione da adottare non è spesso univoca e può dipendere da:

- Entità dei carichi
- Tensione di esercizio dei carichi
- Tempi disponibili per l'installazione
- Spazio a disposizione per l'installazione all'interno ed all'esterno dei quadri esistenti
- Disponibilità di rete dati nei pressi dell'utenza da monitorare
- Possibilità di scollegare o meno i carichi durante l'installazione
- Quantità e tipologia dei dati che si intende misurare
- Accuratezza di misura che si vuole raggiungere
- Concentrazione di più carichi da monitorare all'interno dello stesso quadro
- Frequenza di aggiornamento del dato richiesto
- Ecc.

Un sistema di misura dell'energia elettrica è tipicamente costituito da:

- Un dispositivo, chiamato genericamente energy meter, dotato di una serie di ingressi per la misura di:
 - o Correnti (1 canale se monofase, 3 canali se trifase)
 - o Tensioni (2 ingressi se monofase -fase+neutro-, 4 ingressi se trifase -3 fasi+neutro-))
 - o Alimentazione del dispositivo
 - o Uscita per trasmissione dei dati misurati (es. RS485)



Figura 1: energy meter ad inserzione diretta

- Qualora l'energy meter non consenta l'inserzione diretta, sarà necessario installare sui cavi oggetto di misura dei trasformatori di corrente, in grado appunto di ridurre l'intensità di corrente misurata ad un valore (sia esso trasmesso mediante segnale in corrente o in tensione) accettato in ingresso dallo strumento. Esistono fondamentalmente tre tipologie di sonde di corrente utilizzate per il monitoraggio elettrico:

- TA (Trasformatori Amperometrici) che convertono la corrente misurata in un segnale in uscita sottoforma di corrente variabile generalmente da 0 a 5 A, in ingresso all'energy meter. Tra le precauzioni da segnalare c'è la necessità di cortocircuitare (normalmente con l'utilizzo di morsettiere cortocircuitabili) le uscite dei TA qualora si renda necessario operare sui TA con circuito sotto carico, dal momento che si creano tensioni elevate.

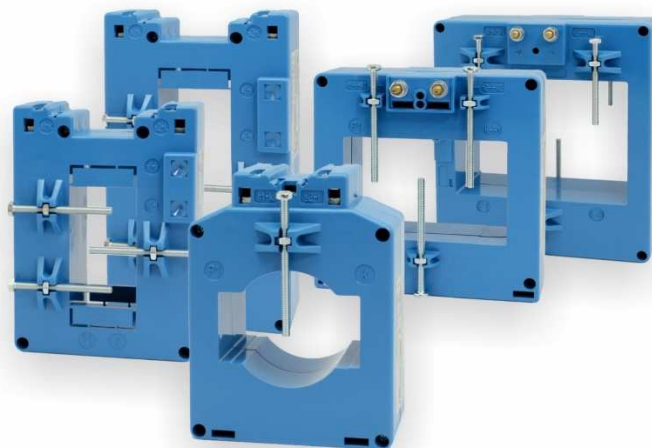


Figura 2: TA

- CT (Current Transformer) che convertono la corrente misurata in un segnale in uscita sottoforma di tensione variabile generalmente da 0 a 100 o 333 mV, in ingresso all'energy meter. Inoltre, avendo l'uscita in tensione, se anche il sensore viene aperto con circuito sotto carico non c'è pericolo per l'operatore a differenza dei TA (nei quali a circuito aperto la tensione tra i capi delle uscite dei TA sono elevate e potenzialmente pericolose). Un altro vantaggio è dovuto alla possibilità di installare i CT lontani dai meter, a differenza dei TA che necessitano di essere installati il più vicino possibile ai meter per garantire la precisione di misura.



- Sonde Rogowski che convertono la corrente misurata in un segnale in uscita sottoforma di tensione variabile generalmente da 0 a 100 o 333 mV, che va in ingresso all'energy meter. Ciò che cambia rispetto ai CT è il principio di misura e di conseguenza il range di applicazione e la linearità della misura (la tensione in uscita è proporzionale alla derivata della corrente primaria): la bobina di Rogowski è una bobina toroidale senza un nucleo di ferro, posizionata attorno al conduttore da misurare. Inoltre, avendo l'uscita in tensione, se anche il sensore viene aperto con circuito sotto carico non c'è pericolo per l'operatore a differenza dei TA (nei quali a circuito aperto la tensione tra i capi delle uscite dei TA sono elevate e potenzialmente pericolose).

pericolose). Essendo flessibile e deformabile, la sonda Rogowski occupa generalmente meno spazio rispetto ai classici TA e pertanto risulta vantaggiosa quando lo spazio di installazione all'interno dei quadri sia limitato. Un altro vantaggio è dovuto alla possibilità di installare i CT lontani dai meter, a differenza dei TA che necessitano di essere installati il più vicino possibile ai meter per garantire la precisione di misura. Devono essere utilizzati con strumenti predisposti per la connessione di sonde Rogowski.



- TV o Trasformatori di tensione, qualora la tensione del carico oggetto di misura sia maggiore di quanto accettato in ingresso all'energy meter (che normalmente accetta tensioni fino a 400 Vac), rendendone appunto necessaria la riduzione

In casi particolari, quali i contatori di consegna dell'energia elettrica (forniti dal distributore e sulla base dei quali viene emessa la bolletta di fornitura), non essendo possibile manomettere lo strumento e/o collegare altri dispositivi allo stesso, è possibile ottenere misure semplicemente facendo richiesta alla società di vendita. A seguito di tale richiesta, verranno messe a disposizione (previo pagamento di una quota) del cliente diverse uscite digitali (corrispondenti generalmente a energia attiva, reattiva ed immessa); tali uscite digitali potranno essere collegate ad un idoneo dispositivo dotato di Digital Input ed in tal modo sarà possibile avere i dati del contatore di cabina. Nel di E-Distribuzione, distributore più diffuso in Italia, tramite il portale del distributore è possibile richiedere l'attivazione della "Scheda ES" avendo così a disposizione le citate uscite digitali. In tal caso è ovviamente necessario prevedere un dispositivo dotato di un congruo numero di ingressi digitali, collegato alla rete nella quale si trovano anche tutti gli altri dati acquisiti; sul mercato sono disponibili sia moduli dedicati ai soli ingressi digitali, quali lo Z-D-IO di Seneca, sia datalogger-gateway che integrano già uno o più ingressi digitali, come lo Z-LTE di Seneca.



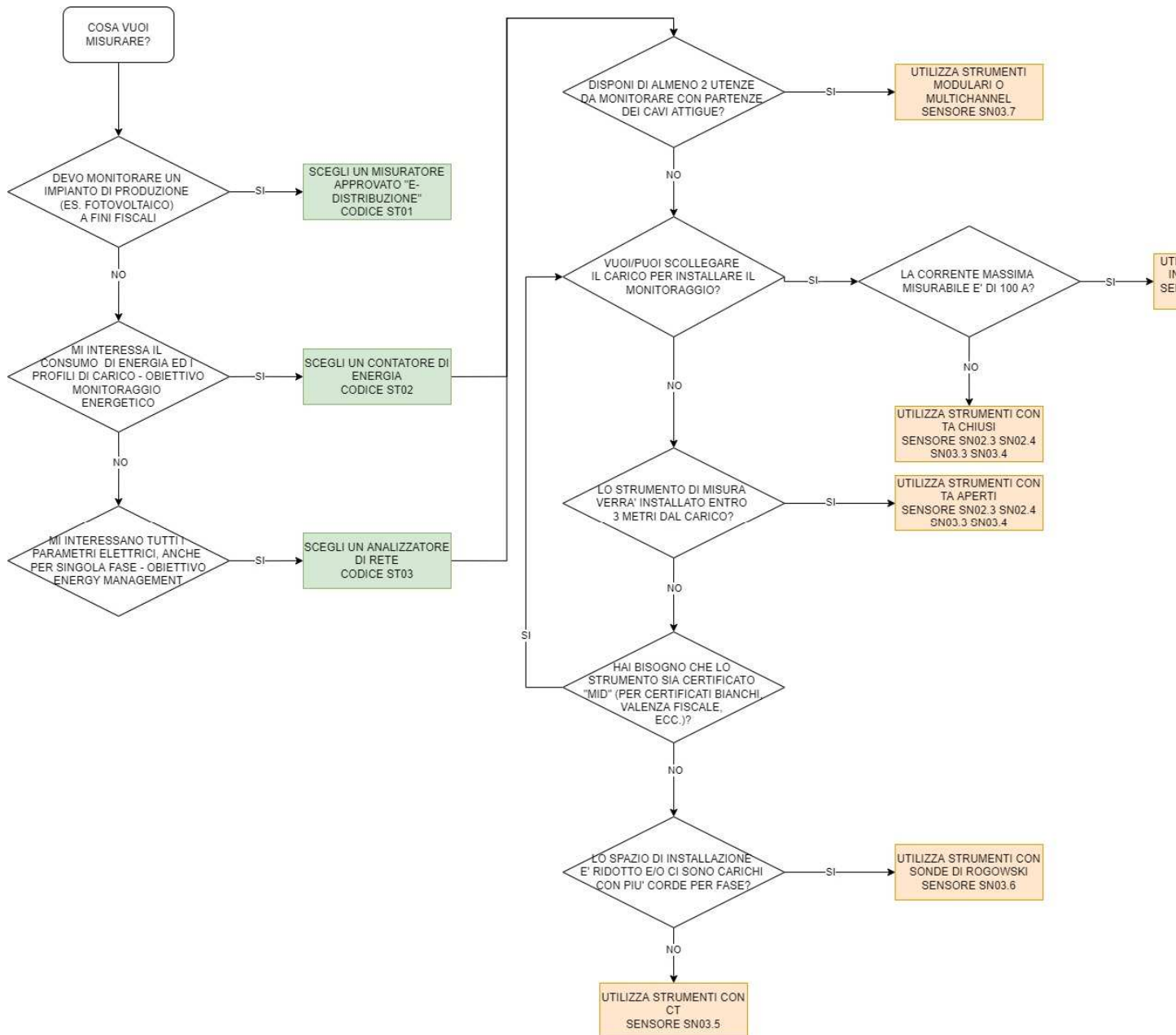
Figura 3: Z-D-IO (sx) e Z-LTE (dx)

2.1.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio elettrico da implementare deve seguire la seguente logica di scelta:

1. Tipologia di strumento, sulla base della quantità e qualità dei dati che si vogliono misurare
2. Tipologia di sensore, sulla base del carico da misurare e dello spazio disponibile
3. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
4. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
5. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite



Si riporta di seguito un albero di scelta e selezione qualitativa di uno strumento di misura dell'energia elettrica, sulla base del percorso di selezione sopra descritto e delle specificità delle utenze potenzialmente presenti in Cotral.



2.1.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC01	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST01	Tipologia strumento	Contatore di energia (ENEL)
Codice sensore	SN01.1	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	ITRON SL7000		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 V (L-N); 115-415 V (L-L) correnti: fino a 80 A		
Accuratezza tipica	0,2-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO


Impulsi	NO	GSM/GPRS	SI
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	SI	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
idoneo per misure fiscali; approvato da E-Distribuzione		costoso; poco compatto	
Vendor List		Model	
Landis+Gyr		ZMD310	
ITRON		SL7000	
E-DISTRIBUZIONE		GEMIS/GETIS/GESIS	
TOTAL SCORE			2,17

Codice Scheda	SC02	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST01	Tipologia strumento	Contatore di energia (ENEL)
Codice sensore	SN01.2	Tipologia sensore	TA 0-1/5 A
FOTO	Landis+Gyr ZMD405 + TA chiuso		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 V (L-N); 115-415 V (L-L) correnti: fino a 6250 A (con TA)		
Accuratezza tipica	0,2-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT/MT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO

Impulsi	NO	GSM/GPRS	SI
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	SI	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
idoneo per misure fiscali; approvato da E-Distribuzione		costoso; poco compatto; a circuito aperto tensioni elevate sui capi dei TA	
Vendor List		Model	
Landis+Gyr		ZMD405	
ITRON		SL7000	
TOTAL SCORE			2,17

Codice Scheda	SC03	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST02	Tipologia strumento	Contatore di energia
Codice sensore	SN02.1	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	Socomec Countis E1		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: fino a 240 Vac correnti: fino a 80 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
compatti; spesa ridotta		informazioni elettriche di base	
Vendor List		Model	
ABB		B21	
Seneca		S501, S502	
Frer		C18WS	
Carlo Gavazzi		EM110	
Socomec		Countis E0, Countis E1	
Lingg & Janke		EZ-EMU-1PH-D-REG-FW	
TOTAL SCORE			1,83

Codice Scheda	SC04	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST02	Tipologia strumento	Contatore di energia
Codice sensore	SN02.2	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	SENECA S504C-80		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 Vac (L-N) o 115-400 (L-L) correnti: fino a 100 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	trifase BT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
compatti; spesa ridotta		informazioni elettriche di base	
Vendor List		Model	
ABB		B23	
Seneca		S504C-80	
Socomec		Countis E2, Countis E3	
Lingg & Janke		EZ-EMU-DSTD-D-REG-FW	
TOTAL SCORE			1,83

Codice Scheda	SC05	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST02	Tipologia strumento	Contatore di energia
Codice sensore	SN02.3	Tipologia sensore	TA 0-1/5 A
FOTO	CONTREL EMC-xx + TA (chiuso o aperto)		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 V (L-N); 115-415 V (L-L) correnti: fino a 6250 A (con TA)		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI


Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
Led metrologico; idoneo per misure fiscali; spazi di cablaggio ridotti		i TA sono rigidi; distanza ridotta di installazione; a circuito aperto tensioni elevate sui capi dei TA; poco compatto	
Vendor List		Model	
Contrel		EMC-xx	
Seneca		S501, S502	
TOTAL SCORE			2,17

Codice Scheda	SC06	Parametri monitorati	Energia elettrica
Codice Strumento	ST02	Tipologia strumento	Contatore di energia
Codice sensore	SN02.4	Tipologia sensore	TA 0-1/5 A
FOTO	Socomec Countis E5x + TA (chiuso o aperto)		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-240 V (L-N); 115-415 V (L-L) correnti: fino a 6250 A (con TA)		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	trifase BT/MT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI


Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
Led metrologico; idoneo per misure fiscali; spazi di cablaggio ridotti		i TA sono rigidi; distanza ridotta di installazione; a circuito aperto tensioni elevate sui capi dei TA; poco compatto	
Vendor List		Model	
Contrel		EMC-xx	
ABB		B24	
Seneca		S501, S502, S504C-6	
Socomec		Countis E4x, Countis E5x	
Lingg & Janke		EZ-EMU-WSTD-D-REG-FW	
TOTAL SCORE			2,17

Codice Scheda	SC07	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.1	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	Carlo Gavazzi EM112		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 100-290 V correnti: fino a 600 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
compatto; parametri elettrici completi		range di misura ridotto	
Vendor List		Model	
ABB		A41	
Seneca		S604x, S711x, T203PMxx	
IME		Conto D1, D2, D4-Pd, D6	
Carlo Gavazzi		EM111, EM112	
TOTAL SCORE			1,58

Codice Scheda	SC08	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.2	Tipologia sensore	Inserzione diretta
FOTO	IME Conto D6		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: fino a 65 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	trifase BT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
compatti; spesa ridotta; parametri elettrici completi		range di misura ridotto	
Vendor List		Model	
ABB		A43	
Seneca		S604x- S711x	
IME		Conto D1, D2, D4-Pd, D6	
Carlo Gavazzi		EM340, EM24	
TOTAL SCORE			1,83

Codice Scheda	SC09	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.3	Tipologia sensore	TA 0-1/5 A
FOTO	ABB DMTME+ TA (chiuso o aperto)		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: fino a 6 A (con TA)		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
spazi di cablaggio ridotti		I TA devono essere mediamente vicini allo strumento, salvo usare sezioni elevate; a circuito aperto tensioni elevate sui capi dei TA; poco compatto	
Vendor List		Model	
Contrel		EMM-xx	
ABB		DMTME-xx	
Seneca		S604x- S711x	
IME		Conto D4-Pt	
Carlo Gavazzi		EM210AV	
TOTAL SCORE			0,92

Codice Scheda	SC10	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.4	Tipologia sensore	TA 0-1/5 A
FOTO	IME Conto D4-Pt + TA (chiuso o aperto)		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: fino a 6 A (con TA)		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	trifase BT/MT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		SI	
su guida DIN		SI	
esterno/ a parete		NO	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	SI	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

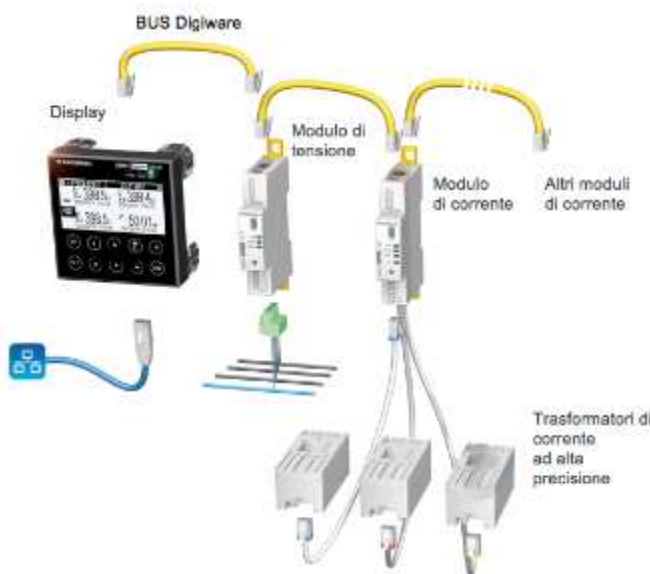
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
spazi di cablaggio ridotti		I TA devono essere mediamente vicini allo strumento, salvo usare sezioni elevate; a circuito aperto tensioni elevate sui capi dei TA; poco compatto	
Vendor List		Model	
Contrel		EMM-xx	
ABB		DMTME-xx, A44	
Seneca		S604x, S711x, S203TA-D	
IME		Conto D4-Pt	
Carlo Gavazzi		EM330, EM210AV, EM24	
TOTAL SCORE			1,92

Codice Scheda	SC11	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.5	Tipologia sensore	CT
FOTO	Carlo Gavazzi EM210-MV + CT		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: 60-800 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT/MT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
facilità di installazione; possibilità di avere lunghe distanze tra CT e meter		diametro dei CT limitato, quindi difficoltà di misura con utenze con più corde per fase; potenzialmente più soggetto a disturbi	
Vendor List		Model	
Carlo Gavazzi		EM210MV	
TOTAL SCORE			1,75

Codice Scheda	SC12	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.6	Tipologia sensore	Rogowski
FOTO	Seneca S711E-ROG		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: 20-20000 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT/MT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
facilità di installazione (flessibile); ampio range di misura; adatto sia per cavi che per barre; maggiore sicurezza per gli operatori		prezzo più elevato; per ottenere la massima accuratezza bisognerebbe far passare il cavo esattamente al centro della sonda	
Vendor List		Model	
Seneca		S-604E-ROG, S711E-ROG, R203-ROG, S203RC-D	
Carlo Gavazzi		EM210MV	
TOTAL SCORE			1,75

Codice Scheda	SC13	Parametri monitorati	P01 - Energia elettrica
Codice Strumento	ST03	Tipologia strumento	Multimetro
Codice sensore	SN03.7	Tipologia sensore	multi-channel / sistemi modulari
FOTO	Socomec Digiware		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	tensioni: 3x230 V (L-N); 3x400 V (L-L) correnti: fino a 630 A		
Accuratezza tipica	0,5-1%		
Limiti di applicabilità	monofase, trifase BT		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI

Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
più carichi monitorabili contemporaneamente, riduzione dello spazio e dei costi di installazione		applicabile solo per carichi limitati	
Vendor List		Model	
Carlo Gavazzi		EM270, EM271, EM280 + TCDx	
Socomec		DIRIS Digiware	
TOTAL SCORE			1,75

2.2 Acqua

2.2.1 Definizioni

- **Portata:** volume per unità di tempo, tipicamente espressa in m³/h o l/s
- **Misuratore ad ultrasuoni:** strumento la cui misura è basata sul principio del tempo di transito di un ultrasuono inviato nel fluido e ricevuto da apposito ricevitore
- **Misuratore elettromagnetico:** strumento la cui misura è basata sulla tensione indotta generata dal fluido che scorre in un tubo dove viene generato un campo magnetico
- **F.S.:** fondo scala, valore "più grande" che lo strumento può misurare
- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **RS485:** standard di comunicazione seriale
- **Modbus RTU:** protocollo di comunicazione seriale basato sul collegamento tra un master e uno o più slave o unità terminale remota (RTU), in campo automazione
- **Modbus TCP/IP:** protocollo di comunicazione mediante reti Ethernet
- **M-Bus:** Meter-Bus o M-Bus è un protocollo europeo di comunicazione seriale, diffuso soprattutto nella strumentazione dedicata alla misura di acqua, gas ed elettricità
- **Direttiva MID:** Direttiva europea 2004/22/CE, meglio nota come direttiva MID (Measuring Instruments Directive), che definisce le prestazioni metrologiche, i requisiti fisico-meccanici, i requisiti legali di alcune categorie di strumenti. In particolare, gli strumenti MID sono normalmente predisposti per la piombatura ed hanno la caratteristica di rendere non possibile la modifica dei totalizzatori interni a garanzia del dato misurato
- **DN:** diametro nominale della tubazione

2.2.2 Inquadramento

Per misura della portata d'acqua ci si riferisce, ai fini del presente lavoro, all'acqua ad uso potabile/sanitario (quindi acqua "pulita" destinata essenzialmente ad un uso umano) ed all'acqua intesa come refluo derivante dal dilavamento di piazzali o da usi non potabili (quali il lavaggio mezzi di trasporto).

Nel proseguì si farà esplicito riferimento a misure effettuate su tubazioni contenenti il fluido da misurare, escludendo quindi misure di canali a pelo libero o simili.

Le tecnologie disponibili per la misura della portata dei fluidi, e dell'acqua in particolare, sono molteplici e la scelta della soluzione più idonea può dipendere da:

- Tipologia di fluido (acqua pulita o ricca di solidi o altre sostanze)
- Tempi disponibili per l'installazione
- Spazio a disposizione per l'installazione in linea (tratti rettilinei disponibili)
- Possibilità di isolare o meno le tubazioni oggetto di interesse (quindi presenza o meno di bypass ad esempio)
- Quantità e tipologia dei dati che si intende misurare
- Accuratezza di misura che si vuole raggiungere
- Frequenza di aggiornamento del dato richiesto
- Ecc.

Un sistema di misura dell'energia elettrica è tipicamente costituito da:

- Un **sensore** che misura, secondo differenti principi di funzionamento, la portata del fluido in esame e lo trasforma in un segnale elettrico



- Un **trasmettitore/convertitore**, che si occupa di convertire il segnale elettrico in un valore di portata, volume o massa del fluido rendendolo disponibile verso l'esterno, eventualmente correggendo il valore in output in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del fluido (es. densità)



L'installazione può avvenire:

- **In linea**, ossia inserendo lo strumento direttamente in linea sulla tubazione (che dovrà quindi necessariamente venire tagliata per accogliere lo strumento)



- **Ad inserzione**, ossia inserendo il sensore in un apposito pozzetto praticato nella tubazione



- Mediante sensori "**clamp-on**", ossia installati esternamente alla tubazione in maniera non invasiva e senza necessità di interrompere il flusso



A seconda del principio di misura utilizzato è possibile individuare le seguenti tipologie di strumento di misura della portata:

- **Contalitri a turbina**: basati sulla misura della velocità di una girante (elica, palette, ecc.) messa in moto dal fluido che scorre, viene utilizzato sia per liquidi che per gas. Disponibili "ad inserzione" e "in linea", fino a DN400



- **Coriolis:** misurano contemporaneamente portata (in massa), densità, viscosità e temperatura di una grande varietà di fluidi e gas, fornendo valori estremamente accurati; sono molto costosi e pertanto vengono normalmente utilizzati per applicazioni specifiche dov'è richiesta accuratezza elevata, per fluidi particolari (non conduttivi) o per portate molto ridotte (<20 l/min)



- **Elettromagnetici:** tra i più diffusi nel mondo industriale, consentono di misurare la portata volumetrica di tutti i fluidi conducibili (acqua, fanghi, ecc.), anche per uso fiscale; si basano sul principio di misura della tensione indotta dalle particelle cariche presenti nel fluido che si muovono lungo un campo magnetico indotto. Ampio range di portata (fino a 100.000 m³/h). Disponibili ad inserzione ed in linea; fino a DN2000



- **Ultrasuoni:** si basano sulla misura del tempo di transito necessario ad un ultrasuono per "attraversare" il fluido oggetto di misura e ritornare al punto di partenza; sono disponibili sia in versione "in linea", quindi interrompendo la tubazione, sia "clamp-on" con installazione non invasiva all'esterno della tubazione. Fino a DN4000



- **Vortex:** basati sulla misura della turbolenza (vortici) generata da un ostacolo posto nel mezzo del fluido da misurare, consentono la misura di gas, liquidi e vapore; adatti anche per fanghi e miscele di liquidi



- **A "filo caldo" o termici:** basati sulla misura del calore asportato ad un filo riscaldato, calore che è proporzionale alla portata del fluido che scorre; misurano la portata massica e la temperatura contemporaneamente e sono molto rapidi nel registrare le variazioni di portata. Sono spesso utilizzati per la misura della portata dei gas, quali l'aria compressa ad esempio



Nel caso si intenda monitorare la portata del contatore di consegna dell'acqua (da acquedotto quindi), non essendo possibile manomettere lo strumento e/o collegare altri dispositivi allo stesso, è possibile ottenere misure semplicemente facendo richiesta alla società di vendita. A seguito di tale richiesta, verranno messe a disposizione (previo pagamento di una quota) del cliente delle uscite impulsive (ogni impulso corrisponde ad una specifica portata) che potranno essere collegate ad un idoneo dispositivo dotato di Digital Input; sul mercato sono disponibili sia moduli dedicati ai soli ingressi digitali, quali lo Z-D-IO di Seneca, sia datalogger-gateway che integrano già uno o più ingressi digitali, come lo Z-LTE di Seneca.



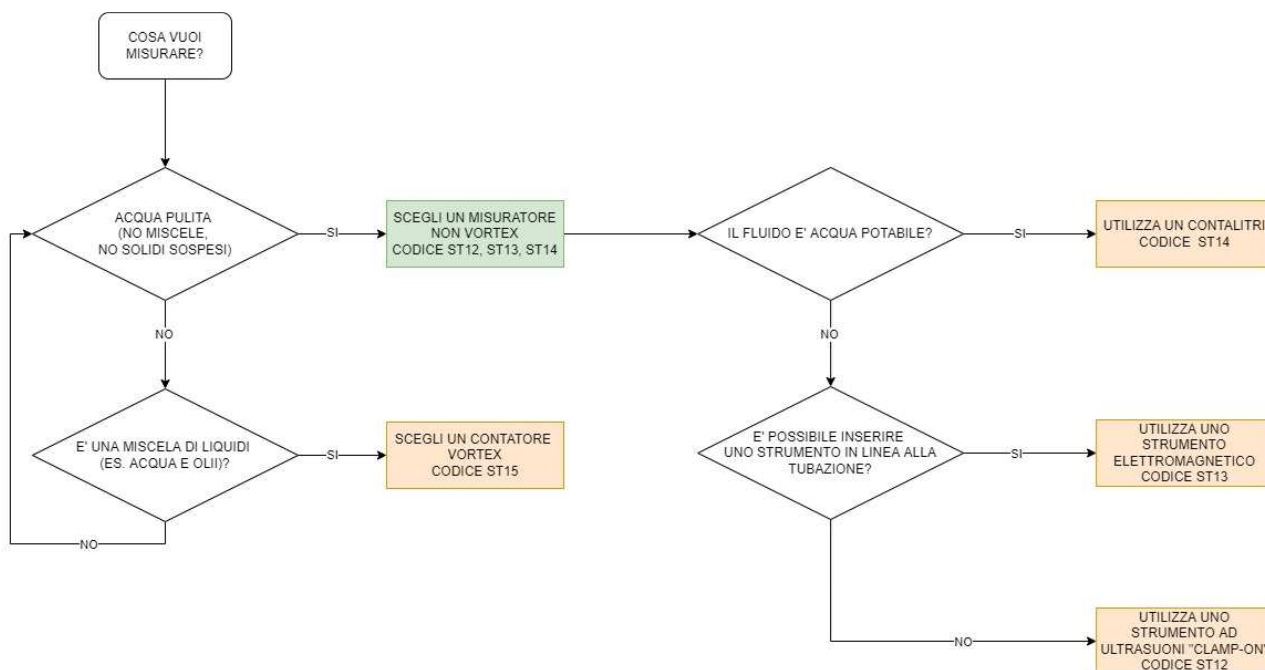
Figura 4: Z-D-IO (sx) e Z-LTE (dx)

2.2.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio della portata di acqua da implementare deve seguire la seguente logica di scelta:

1. Identificazione del tipo di fluido (acqua pulita, sporca, con solidi sospesi, con olii)
2. Tipologia di strumento, sulla base della modalità di installazione scelta (o necessaria) e della qualità dei dati che si vogliono misurare
3. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
4. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
5. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

Si riporta di seguito un albero di scelta e selezione qualitativa di uno strumento di misura della portata d'acqua, sulla base del percorso di selezione sopra descritto e delle specificità delle utenze potenzialmente presenti in Cotral.




2.2.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC27	Parametri monitorati	P08 - Portata acqua
Codice Strumento	ST12	Tipologia strumento	Ultrasuoni
Codice sensore	SN12	Tipologia sensore	ultrasuoni
FOTO	Riels RIF-600W		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0,1-12 m/s		
Accuratezza tipica	3% FS		
Limiti di applicabilità	DN15-6000 -30 / +160 °C temperatura fluido		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			SI
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI
RS-232	NO	Namur	NO

Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
non è necessario tagliare la tubazione; misura non invasiva		ridotta precisione; necessità di un'installazione corretta	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Proline Prosonic	
Riels		RIF600W	
Isoil		IFX-F100	
Emerson / Rosemount		Rosemount 3416	
Lingg & Janke		Multical 62	
TOTAL SCORE			2,50

Codice Scheda	SC28	Parametri monitorati	P08 - Portata acqua
Codice Strumento	ST13	Tipologia strumento	Elettromagnetico
Codice sensore	SN13	Tipologia sensore	elettromagnetico
FOTO	Isoil Isomag MS2500+MV100		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-100.000 m3/h		
Accuratezza tipica	1% FS		
Limiti di applicabilità	DN15-3000		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		NO	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		SI	
su tubazione "ad inserzione"		SI	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI
RS-232	NO	Namur	NO

Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
maggior precisione; idoneo per acqua e fanghi		costo più elevato; no "clamp-on"	
Vendor List		Model	
Isoil		Isomag MS2500+MV100	
Emerson / Rosemount		Rosemount 8705	
TOTAL SCORE			2,75

Codice Scheda	SC29	Parametri monitorati	P08 - Portata acqua
Codice Strumento	ST14	Tipologia strumento	Contaltri
Codice sensore	SN14	Tipologia sensore	turbina
FOTO	Maddalena DS TRP		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-1.600 m3/h		
Accuratezza tipica	1-3%		
Limiti di applicabilità	temperatura fluido fino a 50°C fino a DN400		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			SI
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
economico, affidabile		0	
Vendor List		Model	
Woltmann		MWN-NK	
Maddalena		DS TRP	
Lingg & Janke		Corona-E	
TOTAL SCORE			0,67

Codice Scheda	SC30	Parametri monitorati	P08 - Portata acqua
Codice Strumento	ST15	Tipologia strumento	Vortex
Codice sensore	SN15	Tipologia sensore	vortex
FOTO	Rosemount 8800		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-2100 m3/h		
Accuratezza tipica	0,01		
Limiti di applicabilità	temperatura fluido -200 / +400°C fino a DN400		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	NO	Profibus	SI

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
idoneo per tutti i fluidi o miscele		costo	
Vendor List		Model	
Emerson / Rosemount		Rosemount 8800	
TOTAL SCORE			1,67

2.3 Temperatura

2.3.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **RTD** (RTD – Resistance temperature detectors): rilevatori a resistenza di temperatura
- **PT100:** RTD con resistenza nominale di 100 Ω al punto di fusione del ghiaccio (0 ° C)
- **PT1000:** RTD con resistenza nominale di 1000 Ω al punto di fusione del ghiaccio (0 ° C)

2.3.2 Inquadramento

I sensori di temperatura sono dispositivi che misurano la temperatura di aria, liquidi e solidi secondo diversi principi di misura e la forniscono in uscita spesso sottoforma di segnale elettrico che deve essere interpretato da un opportuno ricevitore.

L'installazione può avvenire:

- **a contatto:** quindi con sensore "appoggiato" sulla superficie da misurare



- **senza contatto:** tipicamente mediante strumenti ad infrarossi o termocamere



Ai fini del presente lavoro non verranno trattati gli strumenti senza contatto.

A seconda del principio di misura utilizzato è possibile individuare le seguenti tipologie di strumento di misura della temperatura:

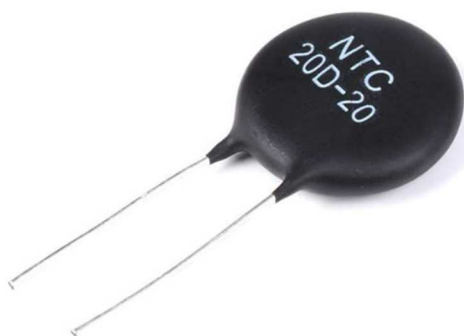
- **termocoppie:** sensore basato sull'effetto Seebeck, un effetto termoelettrico per il quale, dato un circuito formato da materiali metallici conduttori o semiconduttori, una differenza di temperatura genera elettricità. Le termocoppie rilevano temperature molto elevate (fino a 1750°C), sono economiche e ampiamente utilizzate in campo industriale, anche se hanno una precisione di misura ridotta



- **Termoresistenze o RTD:** basato sulla misura della variazione della resistenza di un metallo al variare della temperatura, quando sottoposto a corrente elettrica; le "famose" PT100 o PT1000 appartengono a tale categoria. È caratterizzata da una misura stabile e precisa, prezzo più elevato della termocoppia, range di misurazione da -200 a 850°C e tempi di risposta più lenti.



- **Termistori:** basati sulla misura della corrente indotta da un generatore di tensione. Sono consigliati dove il range di temperatura da misurare è ridotto, avendo una precisione di misura elevata ma un range limitato, che va da -100° a 325°C. Sono di solito utilizzati nel campo elettrico per la misura di circuiti, ecc.

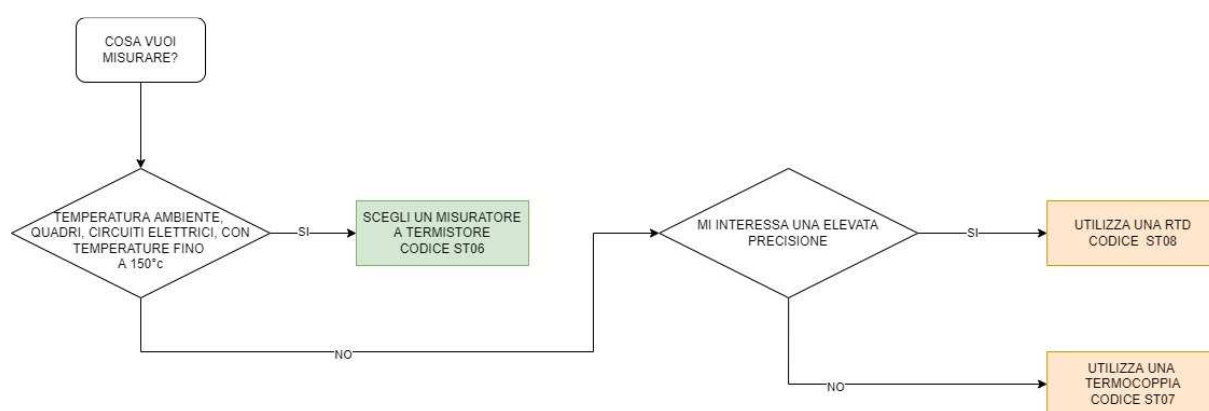


2.3.3 Guida alla selezione


La scelta del monitoraggio della temperatura deve seguire la seguente logica di scelta:

1. Identificazione del tipo di fluido (aria, acqua, solido)
2. Identificazione della temperatura da misurare
3. Variabilità della temperatura attesa
4. Velocità di variazione della temperatura
5. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite


Si riporta di seguito un albero di scelta e selezione qualitativa di uno strumento di misura della temperatura, sulla base del percorso di selezione sopra descritto e delle specificità delle utenze potenzialmente presenti in Cotral.



2.3.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC19	Parametri monitorati	P03 - Temperatura
Codice Strumento	ST06	Tipologia strumento	Termistore
Codice sensore	SN06	Tipologia sensore	Termistori
FOTO	Thermasgard RTM1		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	Da -100 a 325 °C		
Accuratezza tipica	Da 0,05 a 1,5 °C		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			SI
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO

Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
Sensibilità Precisione Basso costo Robusto		non linearità Autoriscaldante	
Vendor List		Model	
Regeltechnik		Thermasgard RTM-1	
Eelectron		PD00E02KNX	
TOTAL SCORE			1,83

Codice Scheda	SC20	Parametri monitorati	P03 - Temperatura
Codice Strumento	ST07	Tipologia strumento	Termocoppia
Codice sensore	SN07	Tipologia sensore	Termocoppie
FOTO	generica termocoppia		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	Da 200 a 1750 °C		
Accuratezza tipica	Da 0,1 a 1 °C		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		NO	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		SI	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		SI	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO

Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX	
Pros		Cons	
Intervallo di misura elevato Autoalimentato Velocità di risposta Robusto		Meno accurate delle RTD	
Vendor List		Model	
TOTAL SCORE			2,50

Codice Scheda	SC21	Parametri monitorati	P03 - Temperatura
Codice Strumento	ST08	Tipologia strumento	Termoresistenza
Codice sensore	SN08	Tipologia sensore	RTD
FOTO	Thermasgard ATM2		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	Da -200 a 850 °C		
Accuratezza tipica	Da 0,5 a 5 °C		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		NO	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		SI	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		SI	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO

Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	SI		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX	
Pros		Cons	
Precisione		Tempo di risposta elevato	
Stabilità		Costo elevato	
Linearità		Alimentazione necessaria	
Vendor List		Model	
Regeltechnik		Thermasgard ATM-2	
TOTAL SCORE			2,75

2.4 Energia termica

2.4.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **RS485:** standard di comunicazione seriale
- **Modbus RTU:** protocollo di comunicazione seriale basato sul collegamento tra un master e uno o più slave o unità terminale remota (RTU), in campo automazione
- **Modbus TCP/IP:** protocollo di comunicazione mediante reti Ethernet
- **M-Bus:** Meter-Bus o M-Bus è un protocollo europeo di comunicazione seriale, diffuso soprattutto nella strumentazione dedicata alla misura di acqua, gas ed elettricità.
- **Mandata:** tubazione dove viene convogliato il fluido (caldo o freddo) in uscita dal generatore
- **Ritorno:** tubazione da dove il fluido (caldo o freddo) ritorna al generatore
- **DN:** diametro nominale della tubazione

2.4.2 Inquadramento

I misuratori di energia termica, o contatori di calore, sono dispositivi che misurano l'energia scambiata/trasportata/generata/utilizzata; come energia termica si intende sia "caldo" che "freddo".

Per misurare uno scambio di energia, ai fini del presente lavoro, è necessario disporre dei valori di:

- Portata del fluido che "trasporta" l'energia, tipicamente acqua
- La temperatura di mandata
- La temperatura di ritorno

Sulla base delle specifiche degli strumenti di misura descritti ai paragrafi precedenti è chiaro come siano possibili differenti soluzioni per misurare i parametri appena descritti, pertanto anche per la misura dell'energia termica sono possibili differenti strumenti basati su diversi principi di misura.

Un sistema di misura dell'energia termica è quindi tipicamente costituito da:

- Uno strumento che misura, secondo differenti principi di funzionamento, la portata del fluido in esame, tipicamente acqua



- Uno strumento che misura la temperatura della mandata
- Uno strumento che misura la temperatura del ritorno
- Un calcolatore che combina le misure di portata e temperatura e, sulla base delle caratteristiche del fluido, da come output un valore di energia espressa ad esempio in kWh, kJ o altro.



La catena di misura appena descritta può essere realizzata con strumenti tra di loro "indipendenti" e messi in comunicazione con il calcolatore che si occupa appunto di acquisire ed elaborare i dati in ingresso, oppure sono disponibili sul mercato soluzioni già integrate (soprattutto per i diametri più piccoli) come mostrato sotto.



2.4.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio dell'energia termica deve seguire la seguente logica:

1. Identificazione del tipo di fluido

2. Identificazione delle temperature da misurare
3. Tipologia di installazione (all'esterno della tubazione o in linea)
4. Tipologia di strumento, sulla base della modalità di installazione scelta (o necessaria) e della qualità dei dati che si vogliono misurare
5. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
6. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
7. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

Per la selezione dello strumento idoneo si rimanda al paragrafo 2.2.3.

2.4.4 Schede strumentazione

Per quanto riguarda i misuratori di portata e le sonde di temperatura si rimanda ai capitoli precedenti; di seguito si riportano le specifiche della strumentazione dedicata alla misura dell'energia termica intesa come:


- Calcolatori
- Strumenti integrati

Codice Scheda	SC31	Parametri monitorati	P09 - energia termica
Codice Strumento	ST16	Tipologia strumento	Calcolatore
Codice sensore	SN16	Tipologia sensore	calcolatore
FOTO	Isoil ML311		



Applicabilità			
Range di funzionamento		dipendente dagli strumenti scelti	
Accuratezza tipica		dipendente dagli strumenti scelti	
Limiti di applicabilità		dipendente dagli strumenti scelti	
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	SI	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	SI	M-bus	SI
Impulsi	SI	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO

digital / pulse	SI	Lora	SI
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
possibilità di integrare strumenti esistenti		configurazione spesso non agevole	
Vendor List		Model	
Isoil		ML311	
Maddalena		microCLIMA S3C	
TOTAL SCORE			3,33

Codice Scheda	SC32	Parametri monitorati	P09 - energia termica
Codice Strumento	ST17	Tipologia strumento	Contacalorie
Codice sensore	SN17	Tipologia sensore	Contacalorie
FOTO	Kamstrup Multical 403		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-1000 m3/h		
Accuratezza tipica	0,02		
Limiti di applicabilità	temperatura fluido fino a 130°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			SI
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		MID	
Pros		Cons	
velocità di installazione		non adatto per fluidi particolari o portate elevate	
Vendor List		Model	
Maddalena		microClima EVO, COAX, U	
Kamstrup		Multical 303, 403, 603, 803	
Caleffi		Conteca	
Lingg & Janke		Multical 603	
TOTAL SCORE			2,67

2.5 Gas naturale

2.5.1 Definizioni

- **PDR "Punto Di Riconsegna"**: codice che identifica in maniera univoca il punto di fornitura di gas naturale; è riportato nella bolletta gas;
- **Direttiva MID**: Direttiva europea 2004/22/CE, meglio nota come direttiva MID (Measuring Instruments Directive), che definisce le prestazioni metrologiche, i requisiti fisico-meccanici, i requisiti legali di alcune categorie di strumenti. In particolare, gli strumenti MID sono normalmente predisposti per la piombatura ed hanno la caratteristica di rendere non possibile la modifica dei totalizzatori interni a garanzia del dato misurato
- **Accuratezza di misura**: misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **RS485**: standard di comunicazione seriale
- **Modbus RTU**: protocollo di comunicazione seriale basato sul collegamento tra un master e uno o più slave o unità terminale remota (RTU), in campo automazione
- **Modbus TCP/IP**: protocollo di comunicazione mediante reti Ethernet
- **M-Bus**: Meter-Bus o M-Bus è un protocollo europeo di comunicazione seriale, diffuso soprattutto nella strumentazione dedicata alla misura di acqua, gas ed elettricità.
- **Standard metri cubi, Sm3**: volume del gas riportato alle condizioni standard ossia alla temperatura di 15°C e pressione di 1 atm
- **DN**: diametro nominale della tubazione

2.5.2 Inquadramento

Le tecnologie disponibili per la misura della portata di gas naturale sono molteplici e la scelta della soluzione più idonea può dipendere da:

- Misura fiscale o meno
- Accuratezza di misura accettata
- Necessità o meno di compensare in temperatura e pressione

Un sistema di misura della portata gas naturale è tipicamente costituito da:

- Sensore di misura della portata



- Eventuale sensore di temperatura e pressione
- Eventuale correttore di volumi per la conversione in Sm3



La catena di misura appena decritta può essere realizzata con strumenti tra di loro "indipendenti" e messi in comunicazione con il correttore che si occupa appunto di acquisire ed elaborare i dati in ingresso, oppure sono disponibili sul mercato soluzioni già integrate come mostrato sotto.



L'installazione può avvenire:

- **In linea**, ossia inserendo lo strumento direttamente in linea sulla tubazione (che dovrà quindi necessariamente venire tagliata per accogliere lo strumento)



- **Ad inserzione**, ossia inserendo il sensore in un apposito pozzetto praticato nella tubazione



A seconda del principio di misura utilizzato è possibile individuare le seguenti tipologie di strumento di misura della portata:

- **Quantometro:** dispositivo la cui misura è basata sulla velocità di rotazione di una turbina, proporzionale al volume del gas da misurare



- **Turbina:** dispositivo la cui misura è basata sulla velocità di rotazione di una girante, proporzionale al volume del gas da misurare; il gas che entra è canalizzato da un raddrizzatore di flusso, così da ottenere una precisione di misura elevata anche alle basse portate.



- **A membrana:** il principio fisico su cui è basata la misura consiste nell'isolare, durante ogni singola misurazione, un volume noto di gas (volume di misura) in due appositi contenitori, la cui definizione tecnica è camera di misura.



- **A "filo caldo" o termici:** basati sulla misura del calore asportato ad un filo riscaldato, calore che è proporzionale alla portata del fluido che scorre; misurano la portata massica e la temperatura contemporaneamente e sono molto rapidi nel registrare le variazioni di portata. Sono spesso utilizzati per la misura della portata dei gas, quali l'aria compressa ad esempio



- **A pistoni rotanti:** sono basati sulla misura volumetrica dello spostamento di quantità definite di gas. Grazie alla misurazione volumetrica operano indipendentemente dagli influssi dell'installazione e quindi sono particolarmente adatti a impianti con brevi tratti rettilinei di entrata. Si contraddistinguono per gli ampi campi di misura e per le dimensioni compatte.



In casi particolari, quali i contatori di consegna del gas naturale (forniti dal distributore e sulla base dei quali viene emessa la bolletta di fornitura), non essendo possibile manomettere lo strumento e/o collegare altri dispositivi allo stesso, è possibile ottenere misure semplicemente facendo richiesta alla società di vendita. A seguito di tale richiesta, verrà messa a disposizione (previo pagamento di una quota) del cliente un'uscita impulsiva; tale uscita potrà essere collegata ad un idoneo dispositivo dotato di Digital Input ed in tal modo sarà possibile avere i dati del contatore di cabina; sul mercato sono disponibili sia moduli dedicati ai soli ingressi digitali, quali lo Z-D-IO di Seneca, sia datalogger-gateway che integrano già uno o più ingressi digitali, come lo Z-LTE di Seneca.



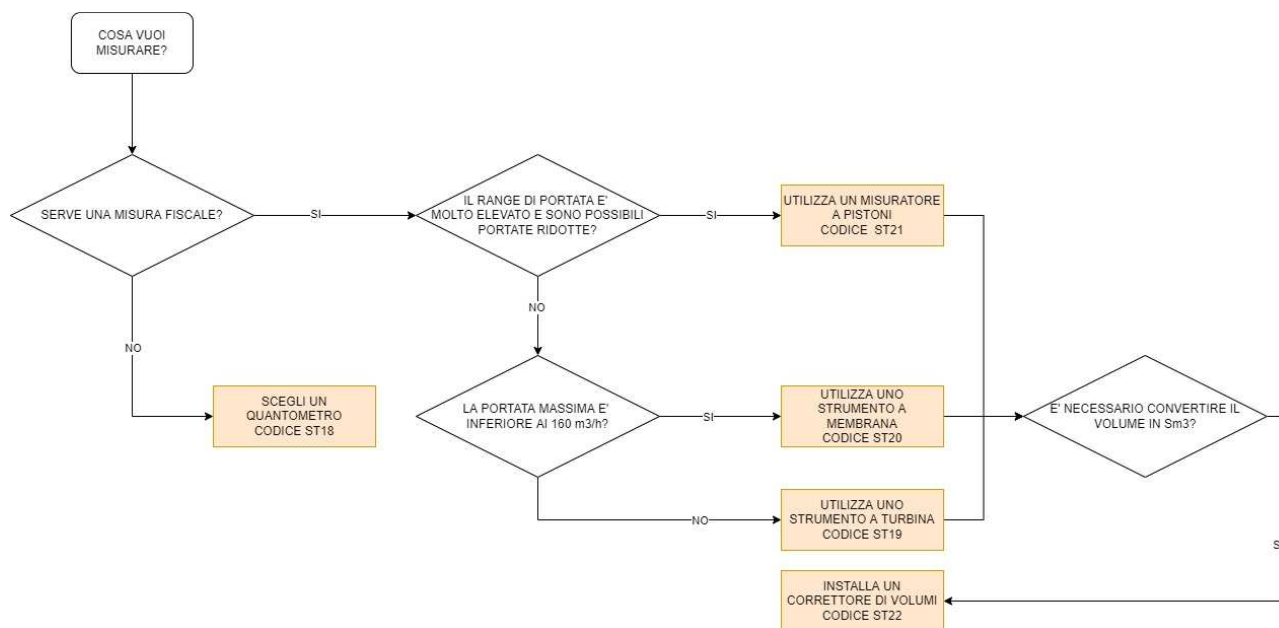
Figura: Z-D-IO (sx) e Z-LTE (dx)

2.5.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio del gas naturale deve seguire la seguente logica:

1. Identificazione del range di portata da misurare
2. Identificazione della necessità o meno di eseguire una misura fiscale
3. Identificazione della necessità o meno di eseguire una misura con correzione di temperatura e pressione
4. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
5. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
6. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

Si riporta di seguito un albero di scelta e selezione qualitativa di uno strumento di misura dell'energia termica, sulla base del percorso di selezione sopra descritto e delle specificità delle utenze potenzialmente presenti in Cotral.




2.5.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC33	Parametri monitorati	P10 - gas naturale
Codice Strumento	ST18	Tipologia strumento	Quantometro
Codice sensore	SN18	Tipologia sensore	volumetrico
FOTO	Elster QA		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	1-4000 m3/h		
Accuratezza tipica	1-1,5% FS		
Limiti di applicabilità	DN 25-200 -10 / 60°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	SI
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	SI
Ethernet	NO	Reed	SI
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
no manutenzione; elevata precisione; ampio range di misura		misura non corretta in temperatura e pressione; no in zone ATEX; no misure fiscali	
Vendor List		Model	
ITRON		MZ	
Elster		QA / Qae	
Metrix		CPT-01	
Honeywell		Cn114.3	
Pietro Fiorentini		MZ	
TOTAL SCORE			2,58

Codice Scheda	SC34	Parametri monitorati	P10 - gas naturale
Codice Strumento	ST19	Tipologia strumento	Turbina
Codice sensore	SN19	Tipologia sensore	volumetrico
FOTO			
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	1-6500 m3/h		
Accuratezza tipica	1-2%		
Limiti di applicabilità	DN50-400 -25 / 55°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO


RS-232	NO	Namur	SI
Ethernet	NO	Reed	SI
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
elevata precisione anche a basse portate; misure fiscali		misura non compensata in temperatura e pressione	
Vendor List		Model	
ITRON		Fluxi 2000/TZ	
Honeywell		Serie TRZ2	
Pietro Fiorentini		IM-TM	
RMG		TME 400	
TOTAL SCORE			1,75

Codice Scheda	SC35	Parametri monitorati	P10 - gas naturale
Codice Strumento	ST20	Tipologia strumento	Membrana
Codice sensore	SN20	Tipologia sensore	a membrana
FOTO	Metrix Picoelcor		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	1-160 m3/h		
Accuratezza tipica	1,5% FS		
Limiti di applicabilità	DN40-100 -20 / 50°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	SI
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
misura volumetrica e correzione integrate		fino a 160 m3/h	
Vendor List		Model	
Metrix		picoELCOR	
Pietro Fiorentini		M10-MM16	
LSI		BGZ	
TOTAL SCORE			2,08

Codice Scheda	SC36	Parametri monitorati	P10 - gas naturale
Codice Strumento	ST21	Tipologia strumento	A pistoni
Codice sensore	SN21	Tipologia sensore	volumetrico
FOTO	Elster Rabo		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-1000 m3/h		
Accuratezza tipica	0,01		
Limiti di applicabilità	DN32-150		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
precisione elevata anche a flusso ridotto; adatto per tratti rettilinei brevi		range di misura limitato	
Vendor List		Model	
Elster		Rabo	
TOTAL SCORE			0,92

Codice Scheda	SC37	Parametri monitorati	P10 - gas naturale
Codice Strumento	ST22	Tipologia strumento	Convertitore
Codice sensore	SN22	Tipologia sensore	correttore
FOTO	Elster EK220		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	n.a.		
Accuratezza tipica	0,01		
Limiti di applicabilità	da utilizzare per avere misure precise e ad uso fiscale		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	SI	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX, MID	
Pros		Cons	
misura corretta in temperatura e pressione;		0	
Vendor List		Model	
Elster		EK220	
Mi.Re.		IMP-FC	
TOTAL SCORE			2,00

3 Monitoraggio parametri ambientali e di comfort

3.1 Acque reflue

3.1.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **pH:** misura dell'acidità o basicità di una soluzione, definita in funzione della concentrazione di ioni idrogeno nella soluzione stessa
- **COD:** Chemical Oxygen Demand, indicatore del contenuto di sostanze organiche ed inorganiche di un refluo
- **BOD:** Biochemical Oxygen Demand, indicatore del grado di biodegradabilità di un refluo

3.1.2 Inquadramento

Le acque reflue sono regolate dal D.lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" ed in esso vengono distinte in:

- **acque reflue urbane:** acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.
- **acque reflue domestiche:** acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche;
- **acque reflue industriali:** qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento."

I parametri normalmente utilizzati per classificare e valutare lo stato delle acque reflue sono:

- pH
- COD
- BOD
- Azoto ammoniacale
- NOx
- SOx
- Fosforo totale
- Tensioattivi
- Cloruri
- Solidi sospesi totali
- COV
- Escherichia Coli

Gran parte dei parametri indicati richiedono strumentazione da laboratorio, normalmente costosa, e soprattutto personale addestrato per un corretto campionamento e realizzazione della misura (o più propriamente dell'analisi chimica); per tale motivo non è possibile pensare di implementare un sistema di monitoraggio "automatico" ed autonoma in grado di rilevare pienamente lo stato di qualità di un refluo.

Ciò premesso, ai fini del presente lavoro sono stati valutati e considerati i soli strumenti di misura idonei al monitoraggio dei seguenti parametri:

- pH
- temperatura
- COV
- Azoto ammoniacale
- COD
- O2

3.1.3 Guida alla selezione


La scelta del monitoraggio deve seguire la seguente logica di scelta:

1. Identificazione del tipo di refluo
2. Identificazione dei parametri da misurare
3. Range di variazione del parametro
4. Variabilità attesa
5. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
6. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
7. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

3.1.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC14	Parametri monitorati	P02 - pH
Codice Strumento	ST04	Tipologia strumento	Elettrodo
Codice sensore	SN04.1	Tipologia sensore	elettrodi a vetro
FOTO	Orbisint CPS11		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-14 pH 0-135 °C temperatura		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	Conducibilità > 50 µS/cm Contenuto organico < 20 vol %		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			SI
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI


RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura della temperatura integrata		taratura periodica; misura istantanea; da prevedere catena di misura composta da sensore + trasmettitore	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Orbisint CPS11/CPS11D	
TOTAL SCORE			2,25

Codice Scheda	SC15	Parametri monitorati	P02 - pH
Codice Strumento	ST04	Tipologia strumento	Elettrodo
Codice sensore	SN04.2	Tipologia sensore	elettrodi in porcellana-enamel
FOTO	Ceramax CPS341D		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	Conducibilità > 50 µS/cm Contenuto organico < 20 vol %		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			SI
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura della temperatura integrata; robustezza; minori cicli di taratura		taratura periodica; misura istantanea; da prevedere catena di misura composta da sensore + trasmettitore	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Ceramax CPS341D	
TOTAL SCORE			2,25

Codice Scheda	SC16	Parametri monitorati	P02 - pH
Codice Strumento	ST04	Tipologia strumento	Elettrodo
Codice sensore	SN04.3	Tipologia sensore	elettrodi ISFET
FOTO	Tophit CPS471D		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-14 pH 0-135 °C temperatura		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	Conducibilità > 50 µS/cm		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			SI
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI


RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura della temperatura integrata; infrangibile; idoneo per reflui con alto contenuto organico		taratura periodica; misura istantanea; da prevedere catena di misura composta da sensore + trasmettitore	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Tophit CPS471/CPS471D	
TOTAL SCORE			2,25

Codice Scheda	SC17	Parametri monitorati	P02 - pH
Codice Strumento	ST04	Tipologia strumento	Elettrodo
Codice sensore	SN04.4	Tipologia sensore	Memosens
FOTO	Memosens CPS16D		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-14 pH 0-110 °C temperatura		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	Conducibilità > 50 µS/cm Contenuto organico < 20 vol %		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			SI
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	SI
RS-485	SI	Profibus	SI


RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	SI		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura della temperatura integrata; costi taratura meno rilevanti		taratura periodica; misura istantanea; da prevedere catena di misura composta da sensore + trasmettitore	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Memosens CPS16D	
TOTAL SCORE			2,50

Codice Scheda	SC18	Parametri monitorati	P02 - pH
Codice Strumento	ST05	Tipologia strumento	Trasmettitore
Codice sensore	SN05	Tipologia sensore	Trasmettitore
FOTO	Liquiline CM442		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	trasmettitore di segnale		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	n.a.		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			SI
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	SI	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO


RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
0		0	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Liquiline CM42-CM44	
BC electronics		PH 3436	
TOTAL SCORE			1,25

Codice Scheda	SC22	Parametri monitorati	P04 - COV
Codice Strumento	ST09	Tipologia strumento	Naso elettronico
Codice sensore	SN09.1	Tipologia sensore	naso elettronico
FOTO	Multisensor MS1200		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-3000 ppb		
Accuratezza tipica	0,1		
Limiti di applicabilità	misura olii, idrocarburi (alifatici ed aromatici) e COV in ridotte concentrazioni 0-40 °C temperatura esercizio		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO


RS-485	SI	Profibus	SI
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	SI		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		ATEX	
Pros		Cons	
nessun reagente, alta sensibilità		alto costo; taratura periodica (ogni 6 meis)	
Vendor List		Model	
Multisensor		MS1200	
Isoil		Spectro::lyser V3	
TOTAL SCORE			2,83

Codice Scheda	SC23	Parametri monitorati	P05 - Azoto ammoniacale
Codice Strumento	ST09	Tipologia strumento	Naso elettronico
Codice sensore	SN09.2	Tipologia sensore	naso elettronico
FOTO	Multisensor MS3500		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	1-200 ppm		
Accuratezza tipica	0,1		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	SI
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO


RS-485	SI	Profibus	SI
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	SI		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
0		frequenza di campionamento 30/60 min; utilizzo di reagenti	
Vendor List		Model	
Multisensor		MS3500	
TOTAL SCORE			2,83

Codice Scheda	SC24	Parametri monitorati	P06 - COD
Codice Strumento	ST10	Tipologia strumento	analizzatore
Codice sensore	SN10	Tipologia sensore	colorimetro
FOTO	E&H Liquiline CA80COD		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-5000 mg/l COD		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	4-40°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	SI	Profibus	SI
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura in continuo; misura comparabile ad analisi di laboratorio		costo elevato; necessità di utilizzo reagenti e soluzioni standard	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Liquiline CA80COD	
TOTAL SCORE			2,58

Codice Scheda	SC25	Parametri monitorati	P07 - O2 in acqua
Codice Strumento	ST11	Tipologia strumento	sensore
Codice sensore	SN11.1	Tipologia sensore	amperometrico
FOTO	E&H Oxymax COS22D		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-20 mg/l		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	-5 / 135°C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			SI
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	NO	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	SI		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura precisa; ampio range di misura		necessitano di manutenzione regolare	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Oxymax COS22D	
TOTAL SCORE			1,25

Codice Scheda	SC26	Parametri monitorati	P07 - O2 in acqua
Codice Strumento	ST11	Tipologia strumento	sensore
Codice sensore	SN11.2	Tipologia sensore	ottico
FOTO	E&H Memosens COS81D		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-30 mg/l		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	0 / 140 °C		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			SI
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	NO	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	SI		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
rapidità di misura; manutenzione ridotta		minor precisione	
Vendor List		Model	
Endress+Hauser		Memosens COS81D	
TOTAL SCORE			1,25

3.2 Qualità dell'aria indoor

3.2.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **Microclima:** il complesso dei parametri climatici dell'ambiente nel quale un individuo vive o lavora.
- **Umidità assoluta:** rappresenta la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria
- **Umidità relativa (U.R.):** rapporto fra la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria e la pressione massima del vapore d'acqua nell'aria alla stessa temperatura (detta anche tensione di vapor saturo)
- **Temperatura radiante:** temperatura uniforme di una cavità in cui la perdita di calore per radiazione è uguale a quella di una persona in esame all'interno di una stanza reale; esprime quindi la temperatura di tutte le superfici che circondano una persona all'interno di un ambiente
- **Temperatura dell'aria:** temperatura dell'aria in ambiente
- **PMV** (Predicted Mean Vote): indice per la valutazione della qualità del microclima in ambienti moderati
- **PHS** ("Predicted Heat Strain"): indice per la valutazione della qualità del microclima in ambienti caldi
- **WGBT** (Wet Bulb Globe Temperature) : indice per la valutazione della qualità del microclima in ambienti caldi
- **IREQ** (Insulation REQuired ovvero isolamento richiesto): indice per la valutazione della qualità del microclima in ambienti freddi

3.2.2 Inquadramento

La misura della qualità dell'aria indoor viene valutata, ai fini del presente studio, secondo due punti di vista:

- **Comfort:** qui inteso essenzialmente come misura dei seguenti parametri:
 - o temperatura
 - o umidità
 - o concentrazione di CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₂, O₃, H₂S
 - o concentrazione di PM_{2,5} – PM₁₀
 - o concentrazione di VOC
- **Microclima:** misura delle condizioni microclimatiche nei luoghi di lavoro ed oggetto di valutazione specifica del rischio da agenti fisici ai sensi del D.lgs. 81/08 (Testo Unico Sicurezza) Titolo VIII. Il microclima viene valutato con riferimento a:
 - o Temperatura dell'aria
 - o Umidità relativa



- o Umidità relativa



- Temperatura media radiante



- velocità dell'aria



Tra gli indici normalmente utilizzati ai fini della valutazione del microclima si cita l'indice PMV (Predicted Mean Vote) per ambienti moderati, oggetto della norma UNI EN ISO 7730, il PHS ("Predicted Heat Strain") o il WGBT (Wet Bulb Globe Temperature) per ambienti caldi, descritto nella norma UNI EN ISO 7933, il IREQ (Insulation REQuired ovvero isolamento richiesto) per ambienti freddi, discusso nella norma UNI EN ISO 11079:2007

Gli strumenti di misura dedicati al confort interno possono essere valutati ed acquistati in maniera singola ed indipendente gli uni dagli altri.

Per la valutazione del microclima invece, soprattutto se finalizzato ad una verifica ai sensi del D.lgs. 81/08, viene consigliato l'utilizzo di centraline di misura a ciò dedicate. Le sonde impiegate solitamente sono:

- Sonda anemometrica per la velocità dell'aria;

- Sonda termoigrometrica per Temperatura ed Umidità relativa;
- Sonda globometrica per Temperatura globotermometro Tg;
- Sonda a filo caldo omnidirezionale.

I requisiti e le specifiche degli strumenti di misura sono riportati nella norma tecnica UNI EN ISO 7726 "Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche".




3.2.3 Guida alla selezione


La scelta del monitoraggio dei parametri di qualità dell'aria indoor deve seguire la seguente logica:

1. Identificazione della destinazione d'uso dei locali
2. Identificazione dei parametri da monitorare
3. Identificazione della necessità o meno di eseguire una misura ai fini del D.lgs. 81/08
4. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
5. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
6. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite


3.2.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC38	Parametri monitorati	P11 - T&P ambiente
Codice Strumento	ST23	Tipologia strumento	Termoigrometro
Codice sensore	SN23	Tipologia sensore	termoigrometro
FOTO	Novus RHT Climate		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	-25 / +70 °C temperatura 10-100% umidità		
Accuratezza tipica	0,5 °C / 3% umidità		
Limiti di applicabilità	no atmosfere condensanti		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	SI
4-20 mA	SI	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	SI		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
sensore integrato temperatura e umidità; alimentazione a batteria; facilità di installazione		batteria da sostituire periodicamente; da integrare con gateway Lora	
Vendor List		Model	
Seneca		R-GWR-S-1, R-GWR-IP (gateway R-GWR)	
Kerberos		KET-CO2-300	
Novus		RHT-Climate series	
Regeltechnik		Hygrasgard AFTF	
LSI		DMA975.1	
Elsner		70616	
TOTAL SCORE			2,25

Codice Scheda	SC39	Parametri monitorati	P12 - microclima
Codice Strumento	ST24	Tipologia strumento	Centralina
Codice sensore	SN24	Tipologia sensore	centralina
FOTO	DeltaOhm HD32.3		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-100% umidità -40 / 100°C 0,05-5 m/s		
Accuratezza tipica	0,5-2%		
Limiti di applicabilità	utile laddove siano da fare misurazioni ex D.lgs. 81/08		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	SI		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		UNI EN ISO 7726	
Pros		Cons	
misura integrata di tutti i parametri per valutazione microclima; calcolo degli indici WBGT, PMV, PPD e altri		costo; necessità di acquistare tutte le sonde necessarie a parte	
Vendor List		Model	
DeltaOhm		HD32.3 + sonde in base alle esigenze	
LSI		MLOG, RLOG	
TOTAL SCORE			1,50

Codice Scheda	SC40	Parametri monitorati	P13 - CO2
Codice Strumento	ST25	Tipologia strumento	Ottico
Codice sensore	SN25.1	Tipologia sensore	ottico infrarosso
FOTO	Kerberos KET-AIR-210		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-60000 ppm CO2 0-95% umidità 0-50 °C		
Accuratezza tipica	0,03		
Limiti di applicabilità	no su canali d'aria		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO

RS-485	SI	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura non invasiva		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
Kerberos		KET-AIR-210	
Regeltechnik		Aerasgard RCO2, RFTM, AFTM-CO2	
Eelectron		SM03E01ACC	
Elsner		70619	
TOTAL SCORE			1,17

Codice Scheda	SC41	Parametri monitorati	P13 - CO2
Codice Strumento	ST25	Tipologia strumento	Ottico
Codice sensore	SN25.2	Tipologia sensore	ottico infrarosso
FOTO	Eatec SDCM		
			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-2000 ppm		
Accuratezza tipica	0,02		
Limiti di applicabilità	applicazioni in canali d'aria		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			NO
portatile			NO
su tubazione "in linea"			SI
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
0		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
Regeltechnik		AERASGARD KCO2	
Eatec		SDCM	
Bacharach		MGS-550	
LSI		DSO204	
TOTAL SCORE			1,17

Codice Scheda	SC42	Parametri monitorati	P14 - CO
Codice Strumento	ST26	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN26	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO	BacharachII MGS-550		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-500 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
Seitron		SY-N	
Bacharach		MGS-550	
LSI		DSO102A	
TOTAL SCORE			1,75

Codice Scheda	SC43	Parametri monitorati	P15 - NO2
Codice Strumento	ST27	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN27	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO		LSI DSO109A	
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-20 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
LSI		DSO109A	
TOTAL SCORE			1,42

Codice Scheda	SC44	Parametri monitorati	P16 - SO2
Codice Strumento	ST28	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN28	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-20 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
LSI		DSO112A	
TOTAL SCORE			1,42

Codice Scheda	SC45	Parametri monitorati	P17 - O2
Codice Strumento	ST29	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN29	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-25 %		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			NO
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO


RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
LSI		DSO141A	
TOTAL SCORE			1,42

Codice Scheda	SC46	Parametri monitorati	P18 - O3
Codice Strumento	ST30	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN30	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-3 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
LSI		ESO146	
TOTAL SCORE			0,58

Codice Scheda	SC47	Parametri monitorati	P19 - H2S
Codice Strumento	ST31	Tipologia strumento	Elettrochimico
Codice sensore	SN31	Tipologia sensore	elettrochimico
FOTO			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-50 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
LSI		DSO120A	
TOTAL SCORE			1,42

Codice Scheda	SC48	Parametri monitorati	P20 - VOC
Codice Strumento	ST32	Tipologia strumento	Ottico
Codice sensore	SN32	Tipologia sensore	ottico
FOTO	Regeltechnik AERASGARD RLQ-W		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-60 ppm		
Accuratezza tipica	0,04		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	SI
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
ricalibrabile		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
Kerberos		KET-AIR-210	
Regeltechnik		AERASGARD RLQ-W	
LSI		DSO150	
Eelectron		SM03E02ACC	
Elsner		70970	
TOTAL SCORE			1,75

Codice Scheda	SC49	Parametri monitorati	P21 - PM2,5 PM10
Codice Strumento	ST33	Tipologia strumento	Ottico
Codice sensore	SN33	Tipologia sensore	ottico
FOTO	Regeltechnik AERASGARD APS SD-U		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0-500 g/m3		
Accuratezza tipica	10-25%		
Limiti di applicabilità	no ambienti molto polverosi, salvo manutenzione frequente		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro			SI
su guida DIN			NO
esterno/ a parete			SI
portatile			NO
su tubazione "in linea"			NO
su tubazione "ad inserzione"			NO
a contatto			NO
Ingressi tipici			NO
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	SI
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	SI	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO
digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	SI		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
0		ridotto range di misura; precisione non elevata	
Vendor List		Model	
Regeltechnik		AERASGARD® APS SD-U	
TOTAL SCORE			2,08

3.3 Qualità dell'aria outdoor

3.3.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **Umidità assoluta:** rappresenta la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria
- **Umidità relativa (U.R.):** rapporto fra la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria e la pressione massima del vapore d'acqua nell'aria alla stessa temperatura (detta anche tensione di vapor saturo).

3.3.2 Inquadramento

La misura della qualità dell'aria outdoor viene valutata, ai fini del presente studio, secondo due punti di vista:


- **Comfort:** qui inteso essenzialmente come misura dei seguenti parametri anche singolarmente:
 - o temperatura
 - o umidità
 - o concentrazione di PM2,5 – PM10
 - o concentrazione di COV
 - o concentrazione di NO2 e SO2
- **Qualità dell'aria:** misura delle condizioni climatiche esterne con riferimento ai seguenti parametri misurati in maniera integrata:
 - o CO2
 - o CO
 - o VOC
 - o PM2,5 - PM10
 - o NO2
 - o SO2

3.3.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio dei parametri di qualità dell'aria outdoor deve seguire la seguente logica:

1. Identificazione dei parametri da monitorare
2. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
3. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
4. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

3.3.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC50	Parametri monitorati	P22 - qualità aria
Codice Strumento	ST34	Tipologia strumento	Centralina
Codice sensore	SN34	Tipologia sensore	centraline di controllo
FOTO	Xearpro Ecomsmart		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	vedi scheda tecnica		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	0		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO

RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO
digital / pulse	SI	Lora	SI
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	SI		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
misura integrata di tutti i parametri di qualità dell'aria		costo elevato	
Vendor List		Model	
Xearpro		Ecomsmart	
TOTAL SCORE			2,33

Per altri strumenti si rimanda al paragrafo precedente.

3.4 Inquinamento acustico

3.4.1 Definizioni

- **Accuratezza di misura:** misura dell'errore totale commesso durante una misura, indice di quanto il valore misurato sia "distante" dal valore reale
- **RS485:** standard di comunicazione seriale
- **Modbus RTU:** protocollo di comunicazione seriale basato sul collegamento tra un master e uno o più slave o unità terminale remota (RTU), in campo automazione
- **Modbus TCP/IP:** protocollo di comunicazione mediante reti Ethernet
- **M-Bus:** Meter-Bus o M-Bus è un protocollo europeo di comunicazione seriale, diffuso soprattutto nella strumentazione dedicata alla misura di acqua, gas ed elettricità.


3.4.2 Inquadramento

3.4.3 Guida alla selezione

La scelta del monitoraggio dei parametri di qualità dell'aria outdoor deve seguire la seguente logica:

1. Identificazione dei parametri da monitorare
2. Dotazione di input/output sulla base delle esigenze di interfacciabilità con altri dispositivi
3. Protocollo di comunicazione: sulla base del protocollo selezionato a livello di sistema di monitoraggio integrato
4. Certificazioni richieste: nel caso siano necessarie prestazioni specifiche e garantite

3.4.4 Schede strumentazione

Codice Scheda	SC51	Parametri monitorati	P23 - rumore
Codice Strumento	ST35	Tipologia strumento	Fonometro portatile
Codice sensore	SN35.1	Tipologia sensore	fonometro
FOTO	DeltaOhm HD 2010UC		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	0		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	portatile		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		NO	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	NO
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO
RS-232	NO	Namur	NO
Ethernet	NO	Reed	NO

digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	NO	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
per misure rapide e in luoghi differenti senza cambiare strumento		poca autonomia, installazione non definitiva	
Vendor List		Model	
DeltaOhm		HD 2010UC	
TOTAL SCORE			0,67

Codice Scheda	SC52	Parametri monitorati	P23 - rumore
Codice Strumento	ST35	Tipologia strumento	Fonometro fisso
Codice sensore	SN35.2	Tipologia sensore	fonometro
FOTO	DeltaOhm HD2011NMT		
<div></div>			
Applicabilità			
Range di funzionamento	30-143 dB		
Accuratezza tipica	0		
Limiti di applicabilità	per installazione fissa		
Tipo installazione			
ad incasso su pannello/quadro		NO	
su guida DIN		NO	
esterno/ a parete		SI	
portatile		NO	
su tubazione "in linea"		NO	
su tubazione "ad inserzione"		NO	
a contatto		NO	
Ingressi tipici		NO	
Ingressi tipici		Protocolli di comunicazione	
tariffa energia elettrica	NO	Modbus RTU	NO
analogico	NO	Modbus TCP/IP	NO
RTD	NO	Modbus ASCII	NO
Termocoppie	NO	M-bus	NO
Impulsi	NO	GSM/GPRS	SI
Uscite tipiche		HART	NO
RS-485	NO	Profibus	NO
RS-232	SI	Namur	NO
Ethernet	SI	Reed	NO

digital / pulse	NO	Lora	NO
4-20 mA	SI	KNX	NO
0-10 V	NO		
RTD	NO		
WiFi	NO		
proprietaria	NO		
Certificazioni possibili		0	
Pros		Cons	
installazione fissa; misure in continuo		costo elevato; salvataggio su FTP (no modbus o altro)	
Vendor List		Model	
DeltaOhm		HD2011NMT	
PCE		SLT-TRM	
TOTAL SCORE			1,67

Appendice: la Direttiva MID

La direttiva 2014/32/UE, più comunemente nota con il nome di Direttiva MID (Measuring Instruments Directive) si applica agli strumenti metrici per misure aventi valore legale, con lo scopo di armonizzare i requisiti che gli tali apparecchi devono possedere per poter essere commercializzati nell'Unione Europea. I requisiti riguardano, le prestazioni metrologiche, i requisiti fisico-meccanici, i requisiti legali. Scopo della direttiva è quello di tutelare il consumatore e il mercato, gli effettivi fruitori, nella vita di tutti i giorni, delle misure effettuate con tali strumenti.

La Direttiva 2014/32/UE, recepita in Italia il 26-05-2016 con il Decreto Legislativo 19 maggio 2016, n. 84, definisce i requisiti che i produttori di strumentazione devono rispettare relativamente a:

- Errori consentiti
- Riproducibilità
- Ripetibilità
- Sensibilità
- Durevolezza
- Affidabilità
- Adeguatezza
- Protezione contro l'adulterazione del dato
- Informazioni di accompagnamento dello strumento
- Indicazione del risultato
- Valutazione della conformità.

La Direttiva MID si applica ai seguenti strumenti di misura, cui fa riferimento uno specifico allegato della Direttiva stessa:

- MI-001 contatori dell'acqua
- MI-002 contatori del gas e i dispositivi di conversione del volume
- MI-003 contatori di energia elettrica attiva
- MI-004 contatori di energia termica
- MI-005 sistemi di misura per la misurazione continua e dinamica di quantità di liquidi diversi dall'acqua
- MI-006 strumenti per pesare a funzionamento automatico
- MI-007 tassametri
- MI-008 misure materializzate
- MI-009 strumenti di misura della dimensione
- MI-010 analizzatori dei gas di scarico

La direttiva prevede che sullo strumento sia apposta la marcatura CE, la marcatura metrologica supplementare “M” e le ultime due cifre dell'anno in cui lo strumento è stato fabbricato.



Lo strumento dovrà essere accompagnato da una dichiarazione di conformità, con la quale il fabbricante si prenderà la responsabilità di dichiarare che lo strumento è in linea con i requisiti della direttiva MID.