

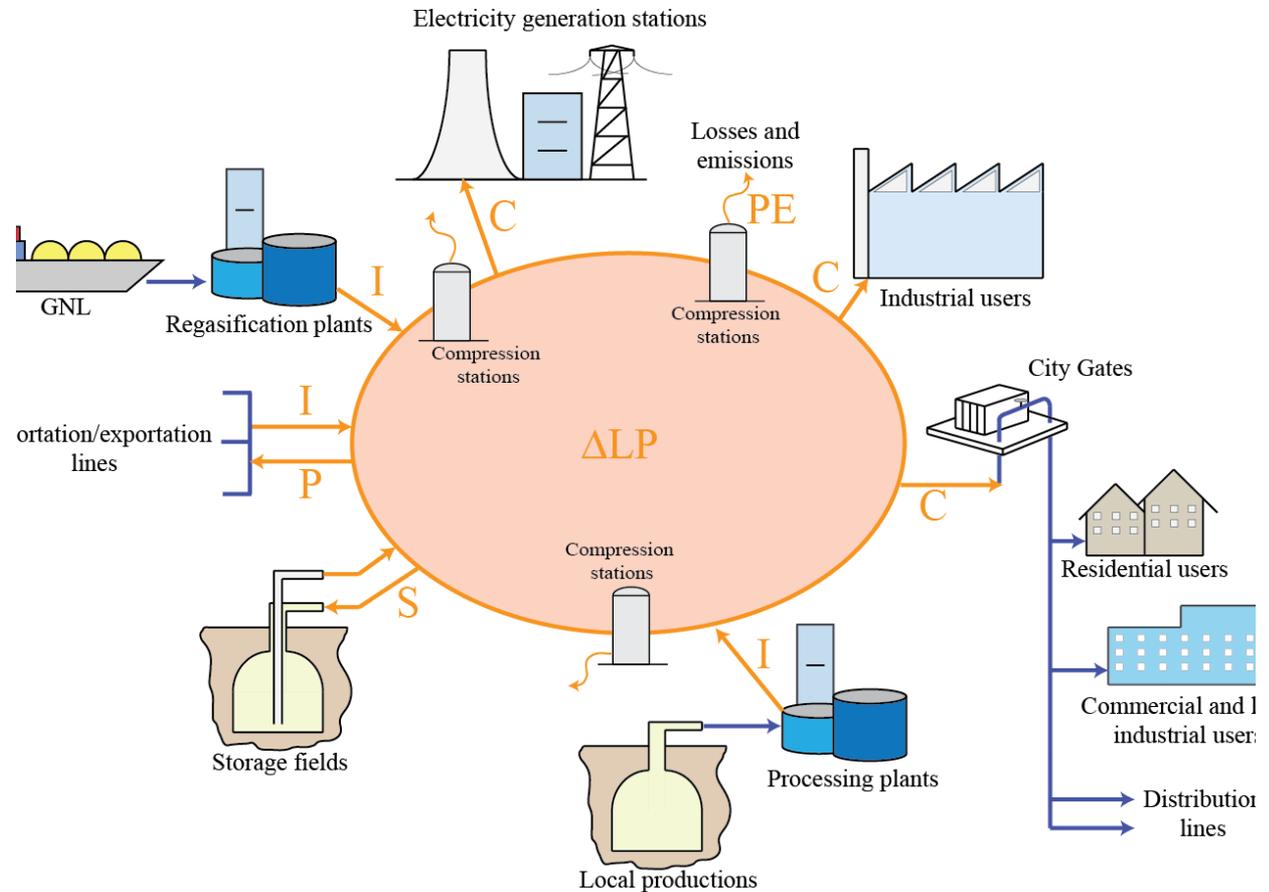
# *Nuovi scenari nella misura del gas naturale*

*Prof. Ing. Marco Dell'Isola*



Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale  
*Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica*

- Introduzione degli *smart meter* (*smart home, smart grid e smart city*)
- Misura in energia (Gascromatografi ed analizzatori gas ed uso diffuso dei dispositivi di correzione di volume)
- Verifica in campo delle prestazioni metrologiche e le connesse problematiche di riferibilità
- Telegestione e telemisura (Visualizzazione del dato “*in home*” e da smartphone)



## NUOVE TECNOLOGIE DI MISURA

# Smart meter

3

## **INTRODUZIONE DEGLI SMART METER (SMART HOME, SMART GRID E SMART CITY)**

# SMART METER



Non solo

**quanto**, ma ...

**quando** (orario),

**come** (check)

**perché** (diagnosi)

- **Gli smart meter sono strumenti che misurano e trasmettono in tempo reale i consumi (energia elettrica, termica, gas, acqua), interagendo in modo bidirezionale anche nelle funzioni di erogazione**
- In realtà gli smart meters rappresentano molto di più della possibilità di misurare in tempo reale perché aprono la strada ad un prossimo futuro di sistemi elaborativi e di controllo che interfacciano i sensori per:
  - la semplice **visualizzazione in tempo reale** dei propri consumi;
  - la **post-elaborazione** via web dei propri consumi e diagnosi, benchmarking;
  - la gestione ed attuazione in tempo reale delle **smart home, smart grids, smart cities**.

# DIRETTIVA 2012/27/UE “EFFICIENZA ENERGETICA”

5

## Articolo 9 Misurazione

- 1. Gli Stati membri provvedono affinché, nella misura in cui ciò sia tecnicamente possibile, finanziariamente ragionevole e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali, i clienti finali di energia elettrica, gas naturale, teleriscaldamento, teleraffreddamento e acqua calda per uso domestico, ricevano a prezzi concorrenziali **contatori individuali che riflettano con precisione il loro consumo effettivo** e forniscano informazioni sul **tempo effettivo** d'uso.
- Omissis ...
- 3. Qualora il riscaldamento e il raffreddamento o l'acqua calda per un edificio siano forniti da una rete di teleriscaldamento o da una fonte centrale che alimenta una pluralità di edifici, un **contatore di calore o di acqua calda** è installato in corrispondenza dello scambiatore di calore o del punto di fornitura.

## Articolo 10 Informazioni sulla fatturazione

- Omissis ....
- 2. I contatori installati conformemente alle direttive 2009/72/CE e 2009/73/CE consentono informazioni sulla fatturazione precise e basate sul consumo effettivo. Gli Stati membri provvedono affinché i clienti finali abbiano la possibilità di accedere agevolmente a **informazioni complementari sui consumi storici** che consentano di effettuare controlli autonomi dettagliati.
- Le informazioni complementari sui consumi storici comprendono:
- a) **dati cumulativi** relativi ad almeno i **tre anni precedenti** o al periodo trascorso dall'inizio del contratto di fornitura, se inferiore. I dati corrispondono agli intervalli per i quali sono state fornite frequenti informazioni sulla fatturazione;
- b) **dati dettagliati** corrispondenti al tempo di utilizzazione **per ciascun giorno, mese e anno**. Tali dati sono resi disponibili al cliente finale via internet o mediante l'interfaccia del contatore per un periodo che include almeno i 24 mesi precedenti o per il periodo trascorso dall'inizio del contratto di fornitura, se inferiore.

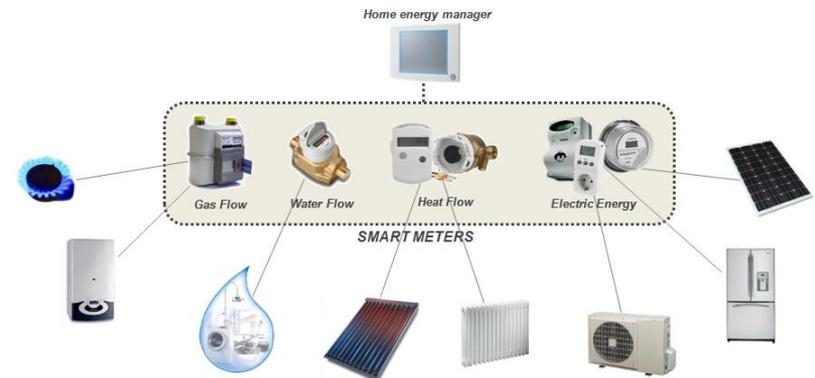
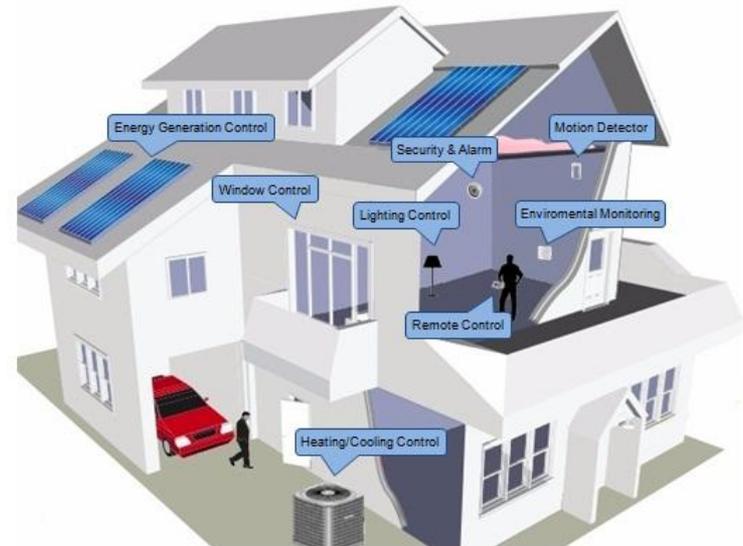
# FUNZIONALITÀ DEGLI SMART METER NELLA GESTIONE DEI CLIENTI FINALI

<u>Gestione consumatori</u>	E.G.
a. Misura e trasmissione di dati	En. elet/gas/acqua/calore
b. Correzione locale dato misura	Temperatura, pressione
c. Gestione dati qualità fornitura	PCS, $\rho$ , pressione;
d. Diagnosi misuratore/energetica	Check funzionalità Analisi storica, confronto consumi attesi
e. Interfacciamento a sistemi di controllo	miglior. comfort ambientale; gestione impianti energetici
f. Billing effettivo (analisi costi in tempo reale)	Fatturazione sui dati misurati, prepagato, ...
g. Sensibiliz. e responsab. consumatore	Consegna dati di consumo in tempo reale
h. Miglioramento Sicurezza	Rilevazione fughe
i. Miglioramento CRM	Customer Relationship Management

# SMART HOME

7

- Una integrazione spinta sul sistema edificio consentirebbe di:
  - a. Monitorare e Verificare **l'efficienza energetica complessiva di componenti e sistemi installati** (e.g. sistema edificio-impianto);
  - b. Effettuare una misura dell' **energia totale consumata accurata e trasparente** integrando la misura dell'energia consumata con i cosiddetti **"ripartitori"** dei condomini
  - c. **Integrazione** con i sensori di comfort, i sistemi di controllo (SISC) e gli occupanti;
  - d. **Certificare le prestazioni energetiche ed ambientali effettive** dell'edificio (TEE, energy audit)
  - e. **Diagnosi energetica e retrofit** (energy management)



# FUNZIONALITÀ DEGLI SMART METER

<u>Gestione rete</u>	E.G.
a. Gestione remota utenza	blocco erogazione, limitazione picchi, prevenzione blackout
b. Demand Side Management	spostando o riducendo il consumo di energia
c. Diagnosi rete	ricerca perdite riduzione GNC e furti
d. Ottimizzazione produz. dell'energia	gestione micro-generazione (consumatore =>produttore)
e. Profilazione dei prelievi	classificazione tipologie di utenze per curve di consumo
f. Bilanciamento delle reti	gestione immissioni, stoccaggio, pressione di rete

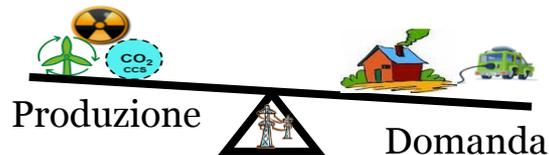
# SMART GRID

9

- L'evoluzione delle reti esistenti in smart grid è necessaria per molteplici esigenze tra cui:
  - I. consentire un uso più **efficiente dell'energia** (ICT);
  - II. ottenere un migliore **equilibrio tra produzione e consumo** (gestione integrata reti, DSM, accumulo, ...);
  - III. sostenere l'impatto di **generazione distribuita** nella rete (FER).



**IBM Joins EcoGrid EU  
Renewable Energy-Smart Grid  
Consortium**

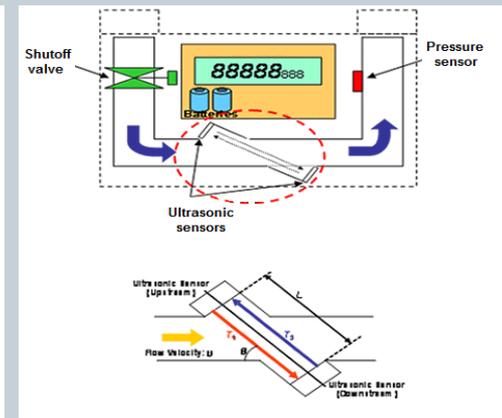
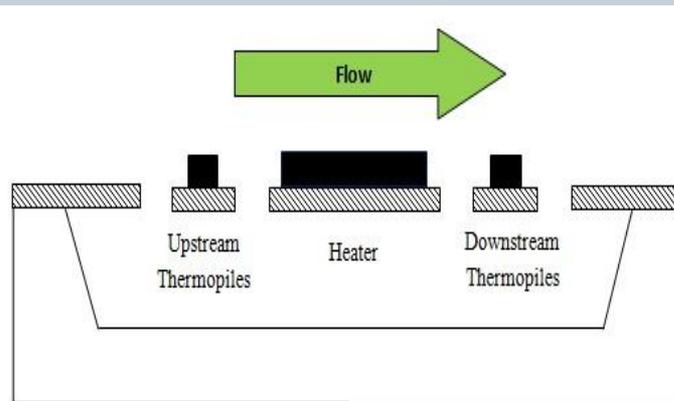
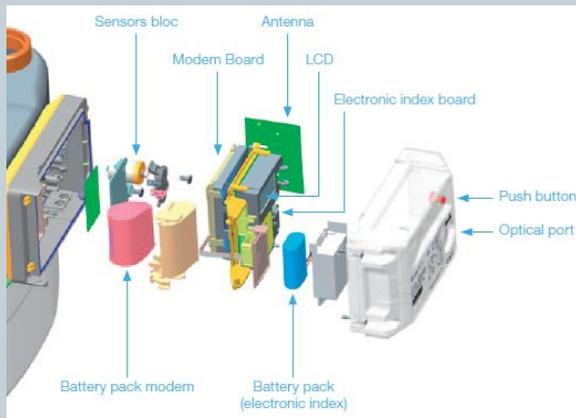
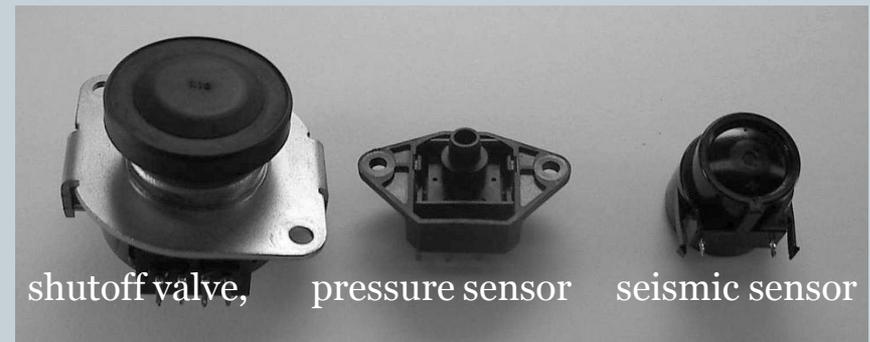


# **NUOVE TECNOLOGIE DI MISURA**

# NUOVE TECNOLOGIE (contatori domestici)

11

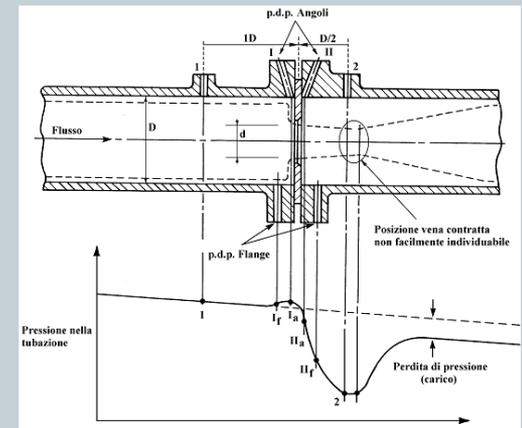
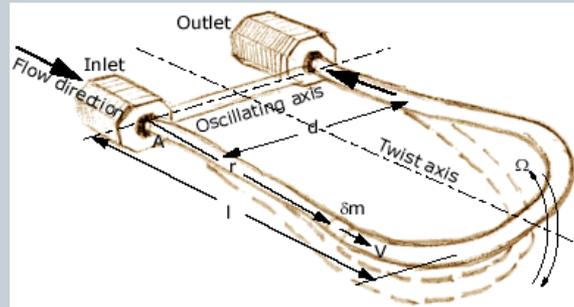
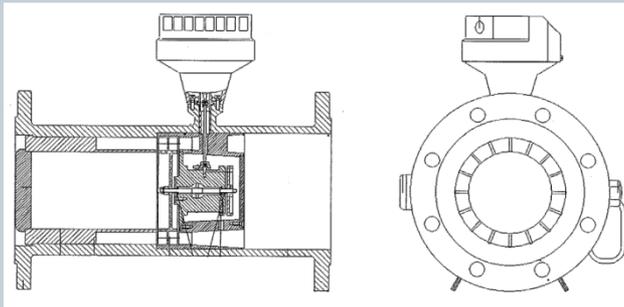
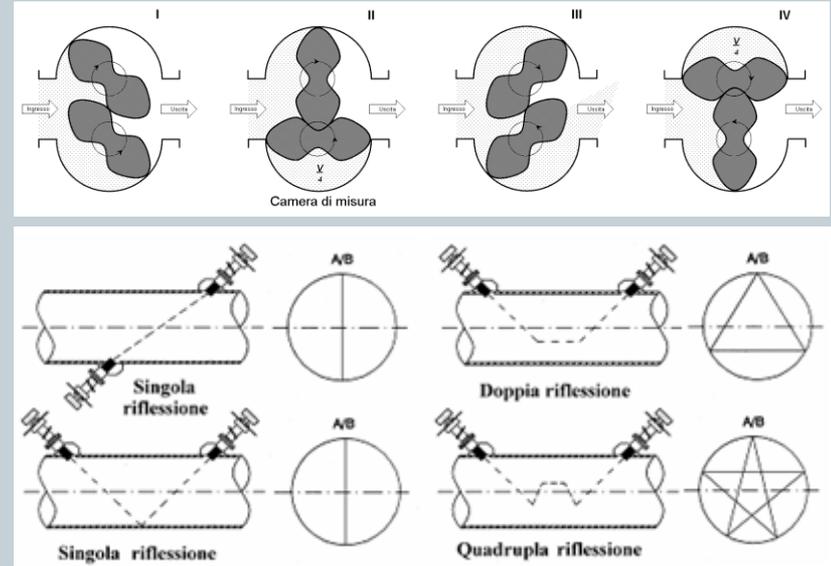
- Ibridi
  - volumetric (add-on ed integrati)
- Statici
  - ultrasonic gas meters
  - thermal mass meters
  - fluidic meters



# NUOVE TECNOLOGIE (contatori industriali)

12

- Volumetrici
- Turbine
- Ultrasuoni (multicorda)
- Coriolis
- Venturimetrici



- Verifica periodica dei contatori e dei dispositivi
- Verifica casuale
- Verifica effetti di installazione
- Composizione del gas (Biogas)
- Certificazione e validazione del SW
- Riferibilità metrologica grandi portate



## *Problematiche di misura e verifica in campo*

**Regolamento concernente i criteri per l'esecuzione dei controlli metrologici successivi sui contatori del Gas e i dispositivi di conversione del volume**

**Art. 3 - Controlli successivi**

1. I contatori del gas e i dispositivi di conversione, qualora utilizzati per le funzioni di misura legali, sono sottoposti ai seguenti controlli successivi: a) verificazione periodica; b) controlli metrologici casuali.
  2. I contatori del gas di portata massima non superiore a 10 m<sup>3</sup>/h sono esclusi dall'obbligo della verifica periodica di cui al comma 1, lettera a).
- ... OMISSIS...

**Art. 4 - Criteri per la verifica periodica**

1. La marcatura CE e la marcatura metrologica supplementare apposta sui contatori del gas con portata massima fino a 10 m<sup>3</sup>/h compresi, hanno una validità temporale di 15 anni decorrenti dall'anno della loro apposizione in sede di accertamento della conformità.
2. Le disposizioni di cui al comma 1 si applicano anche ai contatori del gas, con portata massima fino a 10 m<sup>3</sup>/h compresi, con la conversione della temperatura che indicano il solo volume convertito.
3. La periodicità della verifica periodica dei contatori del gas diversi da quelli di cui al comma 1 e dei dispositivi di conversione e' riportata nell'allegato I.
4. Gli errori massimi tollerati in sede di verifica periodica dei contatori del gas e dei dispositivi di conversione sono pari a quelli fissati per i controlli in servizio, in corrispondenza della stessa tipologia e classe di accuratezza, dalla relativa Norma armonizzata o Raccomandazione OIML.
5. Nei casi in cui le pertinenti norme armonizzate o Raccomandazioni OIML non prevedono errori specifici per le verifiche sugli strumenti in servizio, gli errori massimi tollerati in sede di verifica periodica sono quelli riportati nell'allegato MI-002, rispettivamente ai punti 2 e 8.
6. Ove non vi abbia già provveduto il fabbricante, l'organismo che esegue per la prima volta la verifica periodica dota i contatori del gas e i dispositivi di conversione, senza onere per il titolare degli stessi, di un libretto metrologico, anche su supporto informatico contenente le informazioni di cui all'allegato II.
7. Il titolare del contatore del gas e del dispositivo di conversione che e' stato sottoposto alla verifica periodica esibisce, su richiesta degli incaricati dei controlli metrologici successivi, il relativo libretto metrologico o la stampa dal supporto elettronico dello stesso che riporta cronologicamente gli interventi effettuati.
8. Nell'allegato III sono riportati i disegni cui devono conformarsi: a) il contrassegno da applicare sugli strumenti attestante l'esito positivo della verifica periodica; b) il contrassegno da applicare sugli strumenti attestante l'esito negativo della verifica periodica o dei controlli casuali.
9. Nel caso di strumenti già in uso, il libretto metrologico di cui al comma 6 e' fornito da chi effettua la verifica periodica successivamente alla data di entrata in vigore del presente regolamento.

# VERIFICHE SUCCESSIVE

(verificazione dei contatori del gas con portata massima superiore a 10 m<sup>3</sup>/h)

15

EMP strumento controllo =  
1/3 EMP strumento in prova

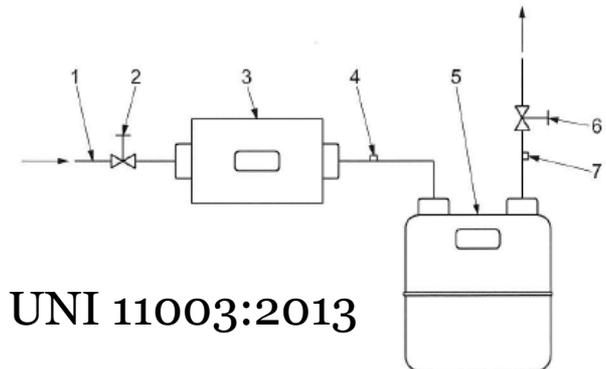
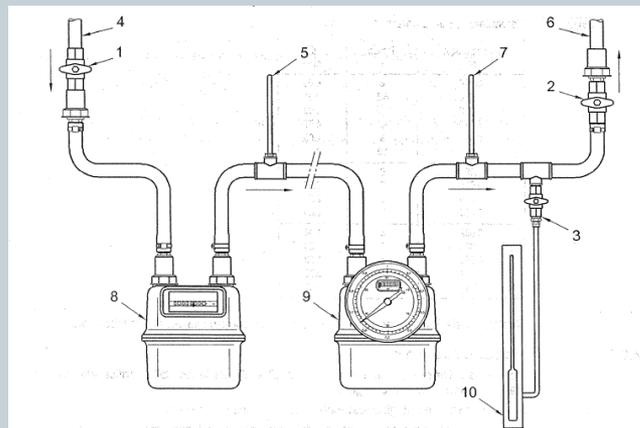
U taratura strumento controllo  
= 1/3 EMP strumento in prova

+/-EMP strumento in prova

Schema per verifica metrologica con contatore di controllo (master meter)

Legenda

- 1 Rete di distribuzione
- 2 Rubinetto
- 3 Contatore di controllo
- 4 Connessione per Sonda temperatura
- 5 Contatore in prova
- 6 Rubinetto
- 7 Connessione per Sonda temperatura



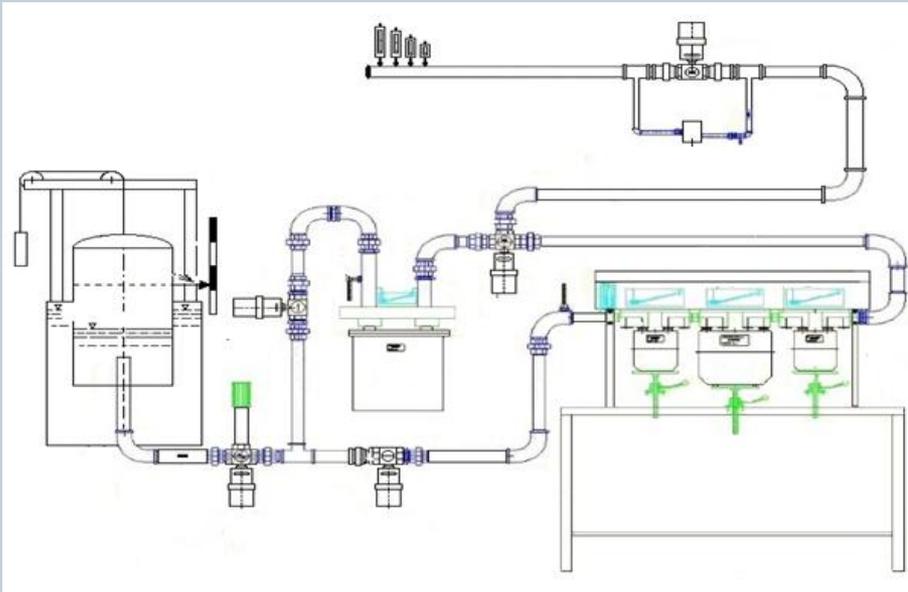
UNI 11003:2013

# RIFERIBILITÀ METROLOGICA

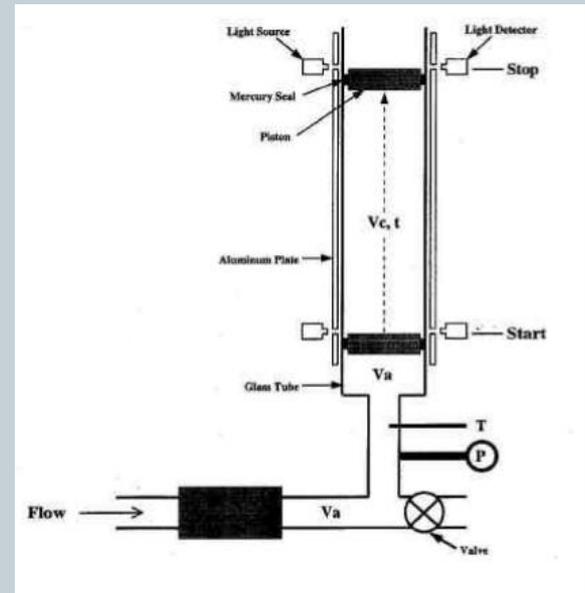
(in campo e in laboratorio)

16

## Riferibilità in laboratorio «bell prover system»



## Riferibilità in campo «Piston prover system»



# EFFETTI DI INSTALLAZIONE

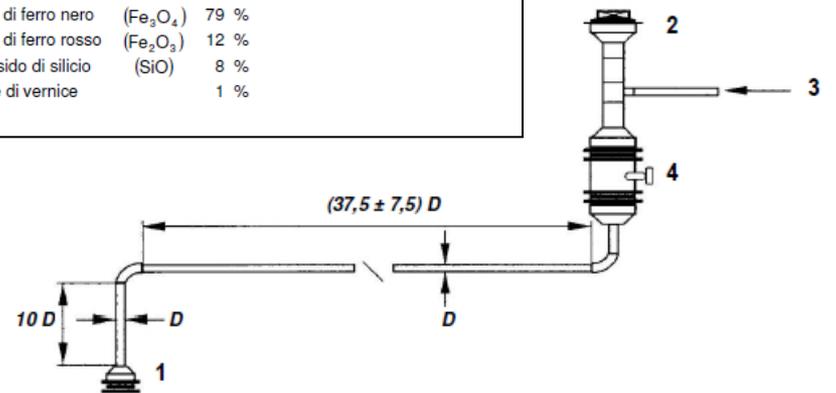
17

Effetti dell'installazione e resistenza ai flussi disturbati: configurazioni di prova			
Prova	Esempio di apparato	Descrizione prova	Dettagli prova (D è il diametro nominale)
1		Condizioni installative di base	Circa 80 D di tubo rettilineo
2		Gomito di 90° singolo	Raggio del gomito: 1,5 D
3		Due gomiti di 90° non complanari	Curva a destra. Raggio del gomito: 1,5 D
4		Due gomiti di 90° non complanari	Curva a sinistra. Raggio del gomito: 1,5 D
5		Raccordo divergente	Variazione del diametro della tubatura rispetto al diametro di raccordo del misuratore. Divergenza / convergenza ≤ 15°
6		Raccordo convergente	
a		Lamina con apertura semicircolare	Da infraporre tra il primo gomito e la tubatura di raccordo al misuratore.

- a) Con granulometria media di  $(50 \pm 10) \mu\text{m}$  (da  $0 \mu\text{m}$  a  $100 \mu\text{m}$ ).
- b) Con granulometria media di  $(150 \pm 10) \mu\text{m}$  (da  $100 \mu\text{m}$  a  $200 \mu\text{m}$ ).
- c) Con granulometria media di  $(250 \pm 10) \mu\text{m}$  (da  $200 \mu\text{m}$  a  $300 \mu\text{m}$ ).
- d) Con granulometria media di  $(350 \pm 10) \mu\text{m}$  (da  $300 \mu\text{m}$  a  $400 \mu\text{m}$ ).

La composizione della polvere, per ciascuna granulometria, è la seguente:

Ossido di ferro nero	( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )	79 %
Ossido di ferro rosso	( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	12 %
Monossido di silicio	( $\text{SiO}$ )	8 %
Scaglie di vernice		1 %



**Legenda:**

- 1 Connessione al misuratore
- 2 Ingresso delle polveri (con tappo di chiusura filettato)
- 3 Ingresso dell'aria forzata
- 4 Valvola a sfera ad azionamento rapido (es. rubinetto a sfera).

Pr Norma UNI E01.16.926.0

# Misura in energia

18

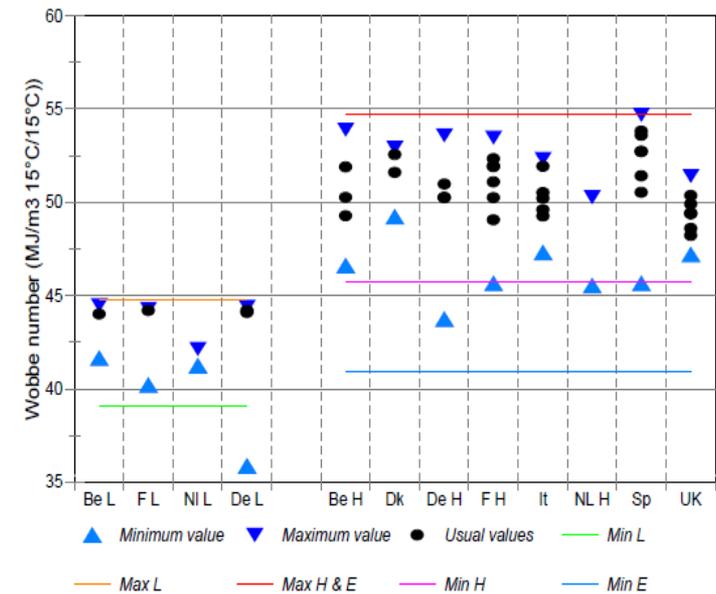
**DISPOSITIVI DI CORREZIONE  
QUALITÀ DEL GAS (AOP)  
SOFTWARE CERTIFICATI**

# VARIABILITÀ DELLA COMPOSIZIONE DEL GAS NATURALE

19

Composition	Algeria <sup>a</sup> (Mazara del Vallo)	Northern Europe <sup>a</sup> (Passo Gries)	Russia <sup>a</sup> (Tarvisio)	LNG <sup>a</sup> (Panigaglia)	National Product. (Ravenna)	Libya <sup>a</sup> (Gela)	Biogas <sup>b</sup> from Biomass	Biomethane <sup>c</sup>
Helium	0.099	0.034	0.012	0.000	0.000	0.104	-	-
Nitrogen	1.751	2.159	0.794	0.806	0.278	3.558	-	-
CO <sub>2</sub>	1.292	1.243	0.169	0.000	0.015	1.438	30-47	< 3
Methane	88.02	90.46	97.07	90.01	99.61	85.454	53-70	95-98
Sup. Hydroc	8.831	6.103	1.947	9.179	0.097	9.446	-	-
$H_s$	<b>39.72</b>	<b>38.79</b>	<b>38.19</b>	<b>40.56</b>	<b>37.71</b>	<b>39.66</b>	-	<b>&gt;34.95</b>
$H_i$	35.86	34.99	34.41	36.62	33.96	35.83	23.00	-
Wobbe Ind.	50.14	49.46	50.45	51.86	50.54	49.25	27.00	>47.31
$\rho_s$	0.769	0.754	0.702	0.749	0.682	0.794	1.20	>0.68
Zs	<b>0.9975</b>	<b>0.9977</b>	<b>0.9979</b>	<b>0.9975</b>	<b>0.9980</b>	<b>0.9974</b>	-	-

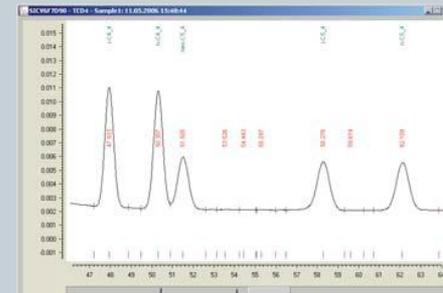
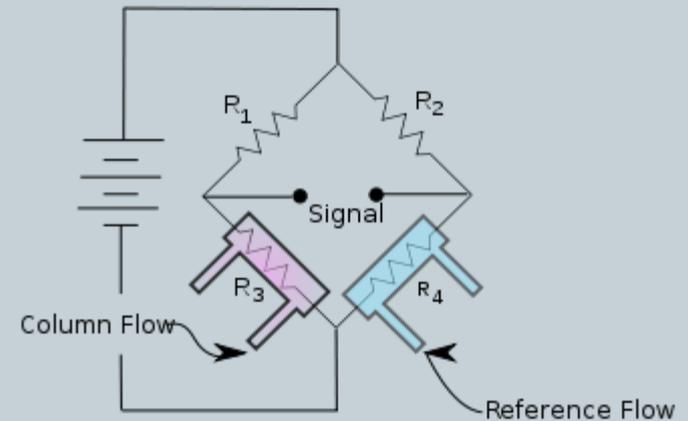
Figure 1: Wobbe variations and groups of the 2<sup>nd</sup> gas family (EN 437)



# QUALITÀ DEL GAS

20

- **Analizzatori di qualità gas**
  - basati generalmente su sensori termici che correlano alcune proprietà termofisiche del gas naturale (capacità termica, conducibilità termica, viscosità del gas) alla concentrazione molecolare
- **Micro GC**
  - basata sulla miniaturizzazione del GC (attraverso l'iniezione diretta, l'uso di colonne capillari ed il multi-rilevamento in linea) che rende possibili tempi di analisi estremamente brevi
- **GC da campo**



**UNI 6974 - (1-6):** Gas naturale - Determinazione della composizione con incertezza definita per gascromatografia

**UNI 6975:** Gas naturale - Analisi estesa - Metodo gas-cromatografico

**UNI 6976:** Gas naturale - Calcolo del potere calorifico, della densità, della densità relativa e dell'indice di Wobbe, partendo dalla composizione

- Biogas
- Certificazione e validazione del SW
- Riferibilità metrologica grandi portate

**TELEMISURA, TELEGESTIONE E  
GESTIONE INTEGRATA  
MULTISERVIZIO**

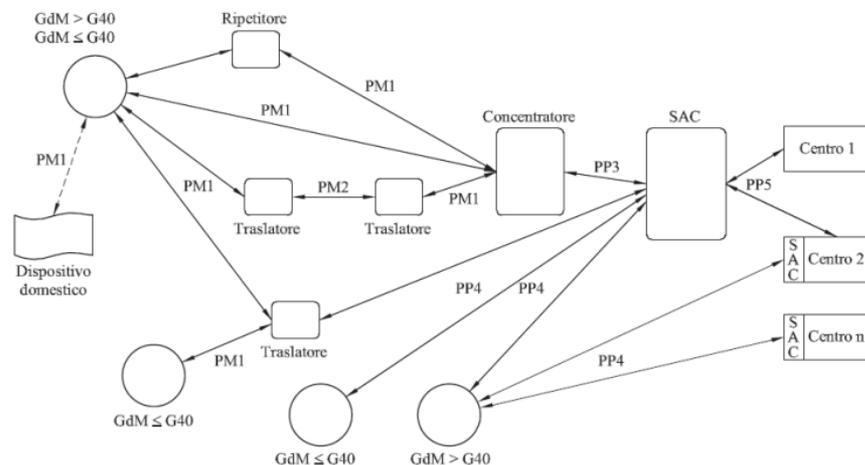
# STANDARDIZZAZIONE (SERIE UNI/TS 11291)

## Settore GAS

- Caratteristiche minime
- Interoperabilità
- Rilevazione/Registrazione dati
- Protezione del dato
- Modalità di trasmissione
- Verifica delle funzionalità
- Operazioni manutenzione

- Alimentazione (batteria)
- Tempo
- Correzione (temperatura)
- Registri memoria
  - totalizzatori
  - fasce multiorarie
  - curve prelievo
  - Salvataggio
  - Sicurezza
- Diagnostica
- Elettrovalvola
- Comunicazione

## Architettura Di Riferimento Rete UNI/TS 11291-1:2013



## SERIE UNI/TS 11291 - Sistemi di misurazione del gas - dispositivi di misurazione del gas su base oraria

UNI/TS 11291-1:2013: Parte 1: Caratteristiche generali del sistema di telegestione o telelettura

UNI/TS 11291-2:2010: Parte 2: Protocollo CTE

UNI/TS 11291-3:2014: Parte 3: Protocollo CTR

UNI/TS 11291-4:2013: Parte 4: Requisiti per gruppi di misura con portata maggiore di 65 m<sup>3</sup>/h (contatore > G40)

UNI/TS 11291-5:2013: Parte 5: Requisiti per gruppi di misura da 16 m<sup>3</sup>/h fino a 65 m<sup>3</sup>/h (contatore ≥G10 e ≤G40)

UNI/TS 11291-6:2013: Parte 6: Requisiti per gruppi di misura con portata minore di 10 m<sup>3</sup>/h (contatore G10)

UNI/TS 11291-7:2013: Parte 7: Sistemi di telegestione dei misuratori gas - SAC, Concentratori, Ripetitori e Traslatori

UNI/TS 11291-8:2013: Parte 8: Protocolli per la telegestione dei gruppi di misura per la rete di distribuzione

UNI/TS 11291-9:2013: Parte 9: Prove funzionali e di interoperabilità

UNI/TS 11291-10:2013: Parte 10: Sicurezza

UNI/TS 11291-11 (1-5):2014: Parte 11 (1-5): Intercambiabilità dei gruppi di misura <G10 (mass market)

UNI/TS 11291-11 : **In fase di completamento**

# Energy Audit

**AlertMe Energy**

**Carbon Footprint**  
Calculate your home's Carbon footprint

**Stop wasting energy. Start saving money**

- Stop wasting energy. Save money, save energy.
- Reduce your electricity costs.
- Full visibility of your home's electricity use online and on your mobile.
- Eliminate bill shock. Monitor your energy costs in real time.

AlertMe Energy puts you in control of the energy usage in your home. By seeing, monitoring and understanding how much electricity your home is using in or more to the point, wasting = you can save energy and money.

The power to make simple but highly effective changes is quite literally at your fingertips. AlertMe Energy enables you to see exactly how much electricity is being used in your home in real time, online, on your mobile or through Google PowerMeter.

And by tracking the energy costs of your home in real-time, you can reduce your electricity bills. Receive tailored tips in your personal online dashboard to help you make small changes that will make a big difference to your wallet.

**THE EXPERTS** **HOW IT WORKS** **THE SCIENCE** **REVIEWS**

Product: AlertMe Energy  
AlertMe Monitoring  
AlertMe Heating  
AlertMe for iPhone  
Accessories  
Features

About: Management  
Investors  
Partners

Press centre: Alerts in the news  
Video  
Media library  
Blog

Help: Getting started  
Forum

Contact: Subscribe  
Jobs

Sign up to our newsletter  
Start saving right now  
Only £49.99



Applet i-phone  
<http://www.alertme.com>

Fine

# POTENZIALI SVANTAGGI E PROBLEMATICHE

25

- **Privacy**
  - Analisi sulle attività /abitudini degli utenti da parte dei gestori e parti autorizzate
- **Security**
  - Integrità (rischio di cancellazioni/ modifiche di informazioni)
  - Riservatezza (accesso improprio da parte di soggetti non autorizzati )
  - Disponibilità (impedimento agli utenti autorizzati di accedere e fruire i dati)
- **Concorrenza sleale**
  - Utilizzo del dato ai fini contrattuali
- **Rischio affidabilità**
  - misuratori più complessi
  - potenziali interferenze da parte terza
- **Perdita /trasformazione del lavoro dei “lettoristi”**

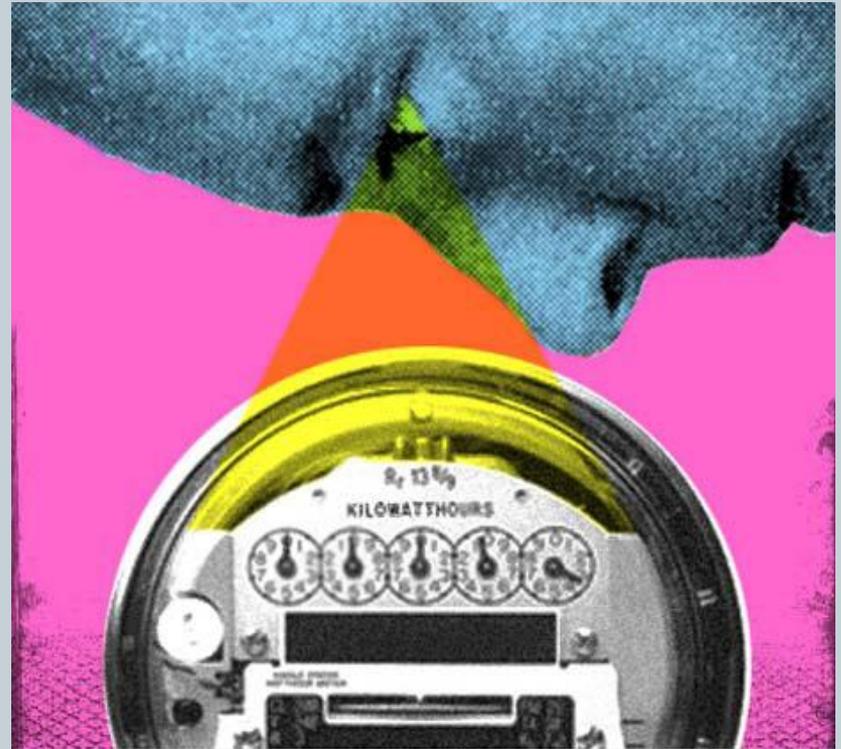
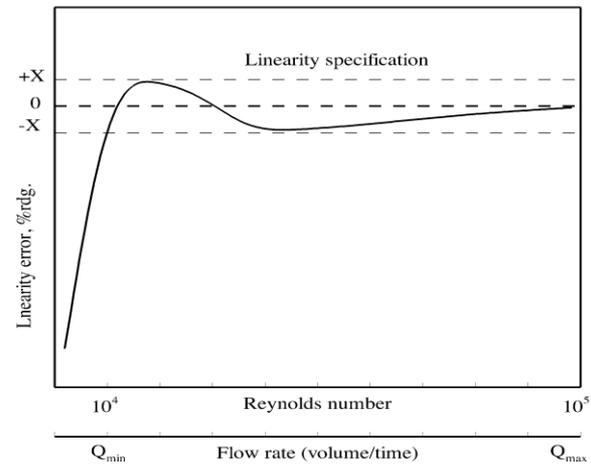
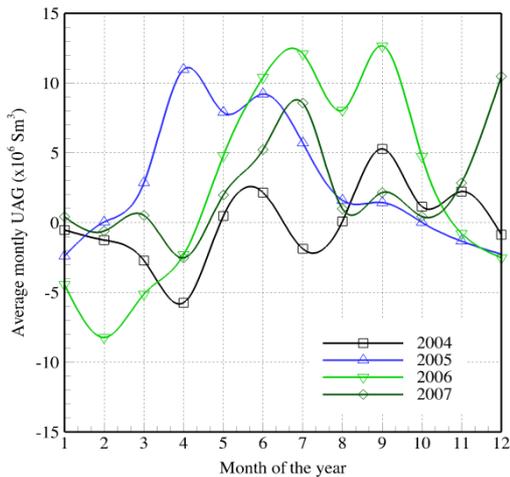
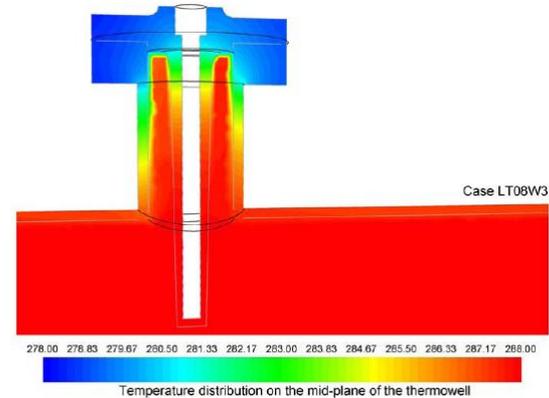
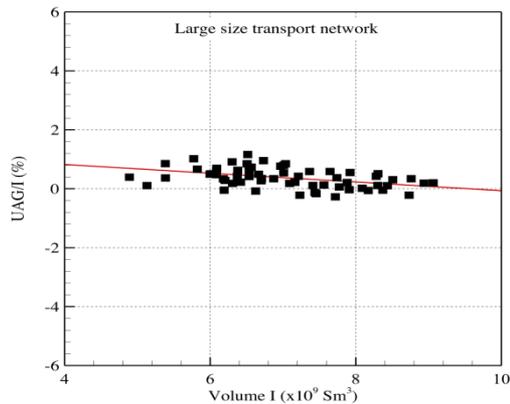


Illustrazione: Mark Montgomery

# BILANCI NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (MIGLIORE STIMA DEL GAS NON CONTABILIZZATO E PERDITE)

26



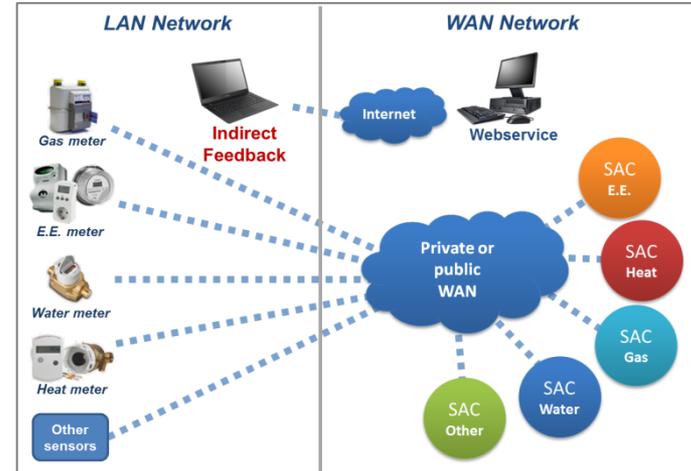
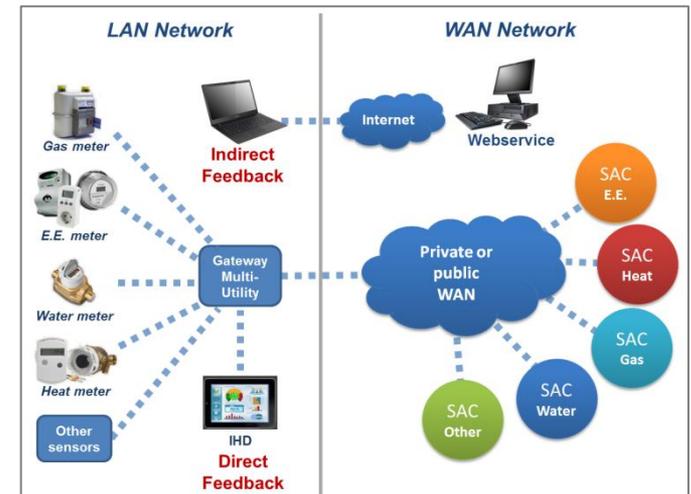
# Multiservizio

27

- Molteplici sono le configurazioni che i sistemi di *metering* multiservizio possono assumere:
  - concentrazione dei dati a livello locale (*in home*)
  - concentrazione dei dati a livello remoto e condivisione dell'infrastruttura di comunicazione urbana

L'Autorità per l'energia elettrica il gas ed il sistema idrico ha avviato, con la delibera **393/2013/R/gas**, una procedura con la quale intende selezionare soluzioni di telegestione multi-servizio di misuratori di gas naturale di classe minore o uguale a G6 e di altri servizi di pubblica utilità

## Possibili architetture



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**