

# Riduzione della sotto registrazione dei contatori domestici

## Cambio programmato ottimale economicamente e utilizzo di riduttori della portata non misurata

↓ L'articolo ha lo scopo di dimostrare che, tramite l'applicazione di metodologie avanzate, è possibile definire un piano di cambio dei contatori che possa far aumentare significativamente l'efficienza del sistema di distribuzione idrica. Gli esempi riportati intendono incoraggiare altri gestori di reti idriche a migliorare le proprie performance.

■ di Marco Fantozzi

Questo studio descrive le metodologie di valutazione delle performance dei contatori mediante l'analisi dei risultati dei test sui contatori in base ai profili di consumo dei clienti, e di conseguenza riporta i benefici ottenibili in termini di riduzione dei costi di gestione mediante l'applicazione di un piano di cambio programmato dei contatori domestici. La metodologia, che è stata applicata presso alcuni gestori idrici in Italia, ha portato alla definizione del periodo ottimale per il cambio dei contatori domestici basato sul calcolo del rapporto costi benefici. Inoltre è stato testato in laboratorio l'UFR (riduttore della portata non misurata) – un dispositivo che alle portate inferiori alla soglia di mobilità del contatore fa transitare l'acqua in impulsi. Il consumo non registrato alle basse portate che viene recuperato dall'UFR può essere stimato e così anche i benefici connessi all'installazione degli UFR, nell'ambito dell'investimento previsto nel piano di cambio dei contatori. I risultati ottenuti comprendono la definizione di un programma ottimale di sostituzione dei contatori domestici basato sul calcolo del Net Present Value (NPV) dei piani di cambio proposti, con e senza l'installazione degli UFR.

Quasi tutti i gestori del servizio idrico in Italia installano i contatori domestici mentre, nella maggior parte dei casi, essi vengono sostituiti solo se non più funzionanti. In Italia non esiste ancora una normativa che obbliga ad eseguire il cambio dei contatori in base a criteri di efficienza o dopo un periodo di tempo definito. Come conseguenza il parco contatori domestici italiani è mediamente vecchio e impreciso. Nella letteratura tecnica nazionale e internazionale sono limitati gli esempi di ricerche finalizzate alla definizione del periodo ottimale di cambio dei contatori. Gli studi esistenti, comunque, sono stati considerati nella definizione della metodologia utilizzata in questo studio, sia in riferimento alla scelta delle portate a cui eseguire i test che delle modalità di analisi dei dati. E' stata sviluppata ed applicata una metodologia di raccolta e di analisi dei dati che consente di calcolare la perdita di fatturato dovuta al mal funzionamento dei contatori. Questo articolo analizza la fattibilità economica dei programmi di sostituzione dei contatori; infatti la sostituzione ritardata dei contatori ha effetti negativi sul bilancio dei gestori ed provoca un aumento del costo del servizio ai clienti.

### METODOLOGIA

La metodologia applicata presso alcuni gestori in Italia include le attività descritte nei paragrafi seguenti.

#### ■ Analisi del parco contatori domestici installati

Per la valutazione dell'efficienza del parco contatori sono necessari diversi tipi di dati: i valori di errore dei contatori a bassa, media e alta portata, la percentuale del tempo in cui i consumatori usano acqua a bassa, media e alta portata, il costo del cambio del contatore, il profilo di consumo ed il consumo medio annuale d'acqua dei clienti, la tariffa dell'acqua per uso residenziale, ecc.

Per ogni gestore, presso il quale la metodologia è stata applicata, è stata analizzata dal consulente la banca dati aziendale trasportata in formato Microsoft Excel. Normalmente i database comprendevano in maggior parte contatori con diametri nominali DN 13 e DN 15, di diversi produttori ed installati a partire dal 1950, informazioni che hanno consentito di identificare i contatori che era più opportuno testare nell'ambito del progetto.

#### ■ Selezione dei contatori

Per ogni gestore analizzato è stato rimosso un numero di contatori

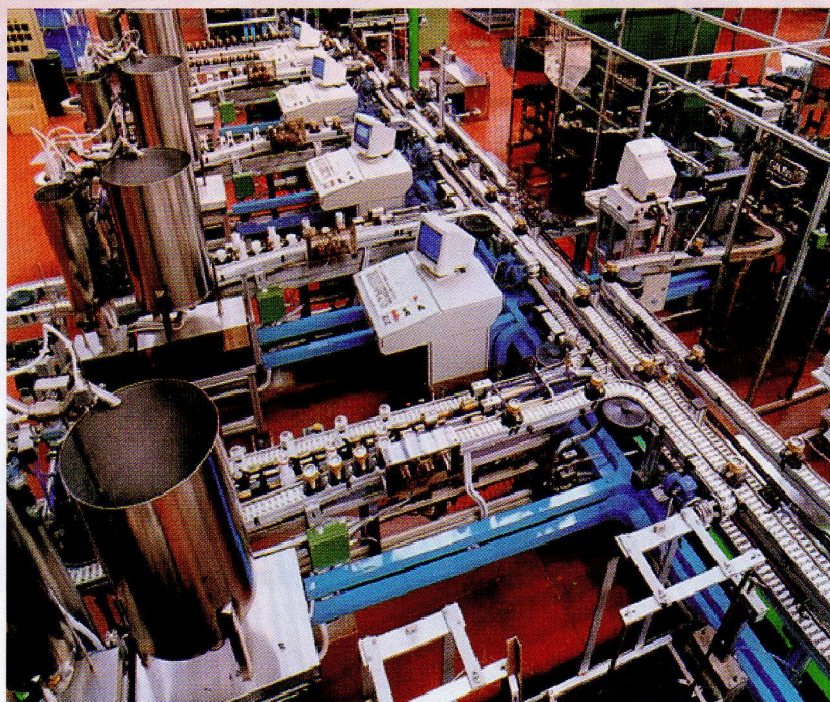


FIGURA 1: UN LABORATORIO UTILIZZATO PER I TEST DEI CONTATORI (MADDALENA, ITALY)

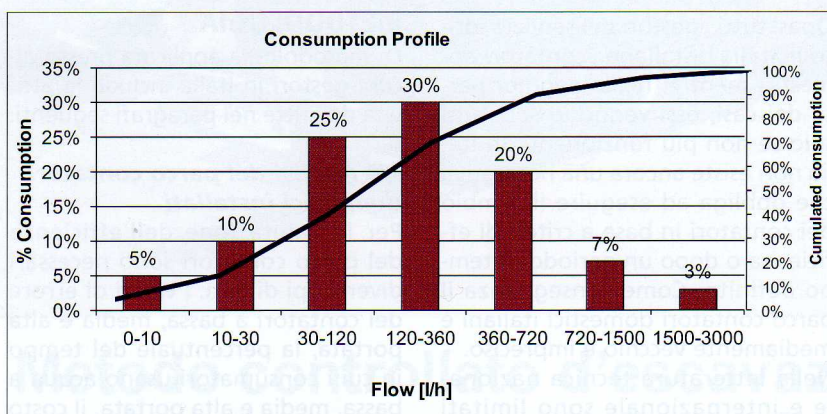


FIGURA 2: PROFILO DI CONSUMO DI UN CLIENTE RESIDENZIALE IN FUNZIONE DELLE PORTATE USATE

(definito mediante un'analisi statistica) scelti in modo da rappresentare al meglio il comportamento del parco contatori residenziali. I contatori prelevati sono stati testati in laboratorio per misurarne la precisione. Per garantire una massima precisione dei dati ottenuti, la selezione deve tenere conto di tutti i criteri che possono influenzare la precisione dei contatori: produttore e tipo, età, consumi e qualità dell'acqua del posto dove il contatore è installato.

Complessivamente sono stati rimossi e testati 738 contatori (come campione statisticamente rappresentativo di un totale di 141.000 pezzi dei 4 gestori del servizio idri-

co analizzati). Il periodo di funzionamento in campo dei contatori testati è compreso tra 1 e 20 anni.

#### ■ Rimozione dei contatori, loro conservazione e test

I contatori sono stati rimossi dal personale dei gestori e conservati in un ambiente umido (in contenitori con acqua) in modo che i loro meccanismi non si asciugassero prima di essere testati.

La prova dei contatori domestici è stata eseguita con apparecchiature conformi alla norma ISO4064/3 da un laboratorio ufficialmente accreditato che utilizza un banco di prova certificato (secondo la norma CEE 75/33).

#### ■ Definizione dei profili di consumo

La precisione dei contatori è funzione della portata in transito. Quindi la capacità dei contatori di misurare con precisione il consumo di acqua dipende fortemente dal profilo di consumo degli utenti. In particolare i contatori non registrano affatto i consumi quando le portate sono più basse della soglia di mobilità del contatore ( $Q_a$ ) e registrano con errore maggiore del 5% quando le portate sono tra la soglia di mobilità e la portata minima ( $Q_1$ ).

Per definire il profilo di consumo tipico dei clienti, vengono usati due metodi ed i risultati confrontati tra loro:

- uso di profili *standard* di consumo presenti nella letteratura tecnica. Il problema con questo metodo è che il reale profilo di consumo può essere diverso da quello previsto. E' possibile che il consumatore utilizzi una grande quantità d'acqua ad una portata bassa e costante
- cambio di un certo numero di contatori con altri precedentemente calibrati in laboratorio. Questo metodo, molto più costoso dell'altro metodo, è stato applicato a 50 consumatori selezionati. Il profilo di consumo è stato determinato con l'installazione ai contatori di *data logger*. Questa procedura permette di stimare il consumo sia alle basse che alle alte portate.

I risultati ottenuti con l'applicazione dei due metodi precedentemente descritti sono stati molto simili e hanno portato all'adozione del profilo di consumo mostrato in figura 2.

Questo grafico si chiama profilo di consumo. Ad ogni diverso valore di portata il contatore è caratterizzato da una diversa percentuale del volume che è in grado di misurare. Di conseguenza può essere calcolato l'errore di misura del contatore alle diverse portate.

Si deve quindi calcolare l'efficienza del contatore che corrisponde a quello che esso è in grado di misurare in corrispondenza di un certo profilo di consumo. Il calcolo viene eseguito moltiplicando la curva dell'errore per il profilo di consumo.

Tabella 1: PORTATE ANALIZZATE

DN (mm)	N° Contatori	Portate di prova			
		Qnominale (Q3) (l/h)	0,3 Qnominale (0,3 Q3) (l/h)	Qtrans (Q2) (l/h)	Qmin (Q1) (l/h)
15	738	1.541	473	124	32

### ■ Test dei contatori in laboratorio

Sono stati condotti test di precisione alle basse, medie e alte portate così come stabilito dagli standard di test dei contatori d'acqua secondo la normativa EN 14154-3 (2005). Le portate di test sono riassunte nella tabella 1.

Inoltre per ogni contatore testato è stata misurata la soglia di mobilità con lo scopo di quantificare il volume d'acqua erogato dal cliente e non misurato affatto.

Poiché l'errore del contatore dipende della portata, è importante guardare al consumo del cliente rappresentandolo per intervalli o bande di portata e indicare, per ogni banda di portata, la quantità di acqua che transita. Così facendo si ottiene un "peso" per ogni intervallo di portata. La tabella 2 mostra come il consumo venga raggruppato in bande per diversi valori di portate.

### ■ Analisi dei dati e calcoli

È stato calcolato l'Errore Medio Pesato (*Average Weighted Error - AWE*) dei contatori in servizio, che combina i quattro errori misurati per ogni contatore alle diverse portate, pesando il contributo di ogni portata in base al profilo di uso domestico mostrato nella tabella 2.

Gran parte dei contatori installati non registrano portate minori di 15 l/s (contatori con diametro nominale DN 15mm).

Le perdite ed i prelievi alle basse portate non misurati possono essere definiti principalmente mediante la soglia di mobilità che è il punto più a sinistra della curva di errore del contatore. Questo parametro, abbastanza difficile da definire, è il valore minimo della portata che genera il movimento di un contatore a riposo. Lo stesso concetto può essere espresso come la portata minima che è in grado di mantenere il contatore in movimento. Questa definizione (Arregui et al. 2007) esprime in modo più accurato la capacità del contatore di misurare piccole perdite.

La soglia di mobilità dei contatori esistenti installati è in funzione dei volumi registrati da quando sono

stati installati (che normalmente dipende direttamente dell'età), dal tipo e dalla classe del contatore.

Però è importante anche tenere conto dell'errore alle basse portate ed in particolare quando la portata si trova tra Qa e Q1. Invece in genere la curva di errore è stabile nel tempo per valori di portate medi ed alti. Per i diversi contatori a turbina (a getto singolo e a getto multiplo) e i diversi diametri nominali (DN 15 e DN 20) sono state usate diverse curve di errore. Combinando i profili di consumo con le leggi di invecchiamento dei contatori possiamo calcolare l'evoluzione dell'efficienza nel tempo del parco contatori in accordo con i criteri che la influenzano.

### ■ Test dei contatori in laboratorio con gli UFR

L'UFR (Riduttore della portata non misurata prodotto dalla A.R.I.) è un dispositivo che, installato sulla rete in prossimità del contatore, regola la portata in modo che non vi sia passaggio di acqua per parte del tempo e che nel resto del tempo la portata sia sufficientemente elevata da essere misurata dal contatore. Il campo di funzionamento degli UFR è normalmente compreso tra 0 e 25 l/h in modo di misurare correttamente le portate sotto Qa e anche una parte significativa delle portate tra Qa e Q1. Quando la portata diventa maggiore della portata massima del campo di funzionamento dell'UFR, l'apparecchio rimane permanentemente aperto in modo da non interferire con la misura.

Nel laboratorio contatori di Madda-

lena a Udine sono stati testati 33 contatori con l'UFR, allo scopo di misurare il contributo dell'UFR alle portate basse, che non potevano essere misurate nel caso di contatori con soglia di mobilità elevata. La valvola regolatrice di portata del banco di prova è stata calibrata per funzionare nell'intervallo tra 5 l/h e 10 l/h.

Nei diversi test dei 33 contatori a turbina con diametro nominale DN 20 MM Classe C, Q1 = 25 l/h, con età tra 1 e 7 anni, con e senza UFR, si sono ottenuti i seguenti benefici medi (in termini di acqua recuperata) alle diverse portate:

- + 94 % di acqua recuperata per portate sotto la soglia di mobilità
- + 31,8 % di acqua recuperata alla soglia di mobilità
- + 14,4 % di acqua recuperata alla portata Q1.

La figura 3 mostra il volume dell'acqua recuperata con l'UFR (misurata dal contatore sotto la soglia di mobilità) per ognuno dei contatori testati.

### ■ Frequenza di cambio dei contatori

Il cambio dei contatori solo quando sono bloccati, o molto vecchi ed usurati, è una politica ammissibile solo per i gestori del servizio idrico che hanno prezzi molto bassi.

In ogni caso una politica di gestione di basso profilo porterà ad errori significativi nella misura e ad un controllo mediocre e iniquo del consumo. In realtà in molti paesi sviluppati, grazie normative nazionali o locali, i contatori vengono testati ed eventualmente cambiati ad

Tabella 2: PROFILO DI CONSUMO DELL'UTENTE RESIDENZIALE SUDDIVISO IN BANDE DI PORTATA

Banda di portata (l/h)	% di consumo dell'utente nella banda di portata	Portata di riferimento della banda di portata	% di consumo nella banda di portata
0-10	5%	Qmin (Q1)	15%
10-30	10%	Qmin (Q1)	
30-120	25%	Qt (Q2)	55%
120-360	30%	Qt (Q2)	
360-720	20%	0,3 Qn (0,3 Q3)	20%
720-1500	7%	Qn (Q3)	10%
1500-3000	3%	Qn (Q3)	

## Riduzione della sotto registrazione dei contatori domestici

intervalli di tempo definito. Comunque una politica di cambio dei contatori dovrebbe essere basata sul calcolo costi/benefici, in funzione della determinazione della precisione dei contatori, del costo di cambio e di dati economici come il prezzo dell'acqua, ecc..

### ■ **Periodo ottimale per il cambio programmato**

Il cambio ottimale di un contatore domestico in servizio è stato calcolato per ognuno dei gestori esaminati in base all'analisi costi benefici usando il Net Present Value.

La figura 4, relativa ad uno dei gestori esaminati, mostra che è conveniente cambiare il contatore all'undicesimo anno in caso di installazione anche dell'UFR.

### ■ **Calcolo del rapporto costi/benefici**

Con lo scopo di dimostrare i benefici economici di una politica di cambio dei contatori e dell'installazione degli UFR, sono stati studiati tre diversi scenari:

- 1° scenario, i contatori vengono cambiati solo quando non funzionano più
- 2° scenario, i contatori vengono cambiati in base ad un calcolo economico
- 3° scenario, i contatori vengono cambiati in base ad un calcolo economico congiuntamente al dispositivo UFR. In questo caso sono stati considerati sia il volume aggiuntivo misurato grazie all'uso dell'UFR che il costo degli UFR stessi.

I flussi di cassa sono stati calcolati come differenza tra i costi del primo scenario e i costi e benefici degli altri due scenari.

La figura 6 descrive per uno dei casi di studio italiani i benefici economici (*Net Present Value*, NPV) per un periodo di 10 anni connessi al recupero di acqua con l'implementazione del 2° e del 3° scenario. Il 3° scenario (con UFR) dà risultati migliori in termini di flusso di cassa cumulato e di Net Present Value.

## RISULTATI

Come viene mostrato in tabella 3, il periodo ottimale di cambio dei contatori varia nei quattro casi di studio in quanto sono diversi il tipo

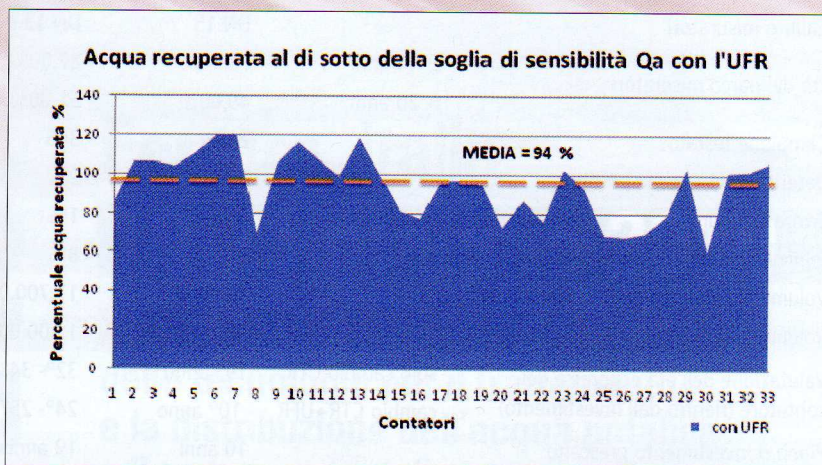


FIGURA 3: VOLUME (IN %) DI ACQUA RECUPERATA PER OGNUNO DEI 33 CONTATORI TESTATI

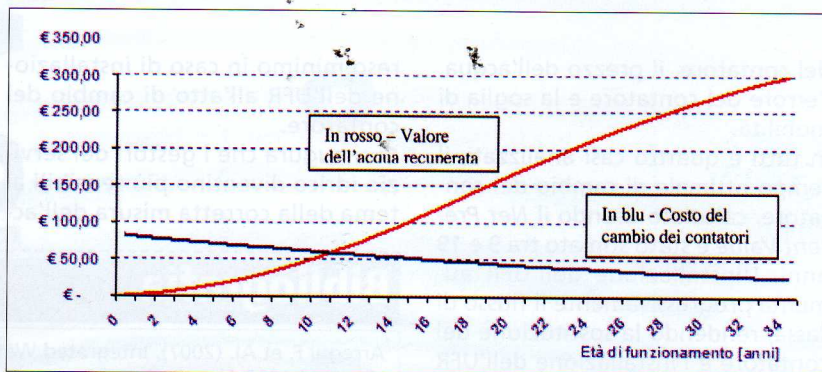


FIGURA 4: TEMPO OTTIMALE DI CAMBIO PER UN CONTATORE IN BASE AL FLUSSO DI CASSA CUMULATO ATTUALIZZATO NEL TERZO SCENARIO (CON UFR)

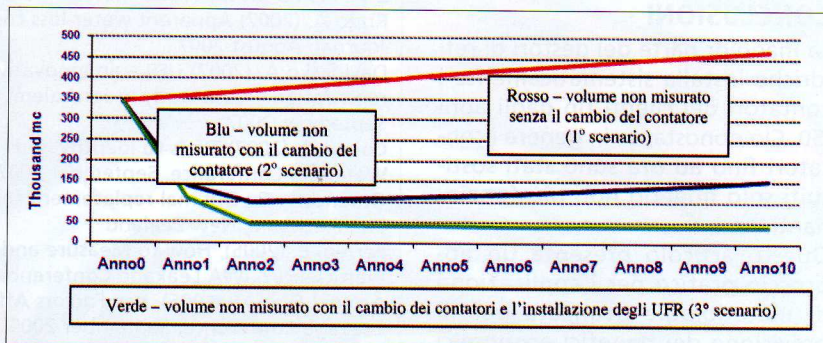


FIGURA 5: VOLUME DELL'ACQUA NON MISURATA PER UN PERIODO DI 10 ANNI PER OGNUNO DEI 3 SCENARI

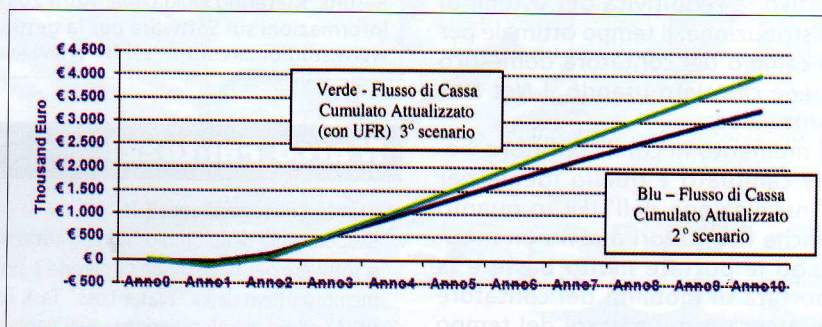


FIGURA 6: FLUSSO DI CASSA CUMULATO ATTUALIZZATO PER UN PERIODO DI 10 ANNI NEL 2° E NEL 3° SCENARIO

Tabella 3: PROFILO DI CONSUMO DI UN CLIENTE RESIDENZIALE SUDDIVISO IN CLASSI DI PORTATA

Casi di studio		A	B	C	D
Parco misuratori interessati		16.000	118.000	4.100	3.000
Calibro misuratori		DN 15	DN 13 e DN 20	DN 13 e DN 20	DN 13
Età del parco misuratori	> 10 anni	72,00%	87,00%	55,00%	20,00%
	> 20 anni	49,00%	51,00%	27,00%	48,00%
Campione testato		212	305	80	141
Determinazione della perdita		12%	9%	20%	28%
Errore dimisura		3%	1%	8%	6%
Prelievi non registrati sotto soglia sensibilità		9%	8%	12%	22%
Volume d'acqua totale transitato in mc/anno		3.200.000	17.700.000	616.000	51.000
Volume d'acqua perso in mc/anno		390.000	1.500.000	125.000	144.000
Valutazione dell'età economica del contatore (rientro dall'investimento)	solo cambio CTR	19° anno	32°- 34° anno	9° - 10° anno	23°- 24° anno
	cambio CTR+UFR	10° anno	24°- 25° anno	4° anno	10° - 11° anno
Piano d'investimento prescelto		10 anni	19 anni	9 anni	10 anni
Risultato economico con piano di investimento più conveniente prescelto	con UFR	417.000	9.350.000	515.000	417.000
	senza UFR	270.000	4.428.000	442.000	270.000

del contatore, il prezzo dell'acqua, l'errore del contatore e la soglia di mobilità.

In tutti e quattro casi analizzati, il tempo ottimale di cambio del contatore, calcolato usando il *Net Present Value* è stato stimato tra 9 e 19 anni. L'installazione dell'UFR aumenta progressivamente il flusso di cassa, rendendo la sostituzione del contatore e l'installazione dell'UFR più convenienti della sola sostituzione del contatore.

## CONCLUSIONI

La maggior parte dei gestori di reti idriche installa sistematicamente i contatori dei clienti fin dagli anni '50. Ciò nonostante in genere i contatori fino ad ora sono stati sostituiti solo quando non più funzionanti.

Questo articolo presenta un approccio pratico per l'applicazione di metodologie avanzate per la previsione dei benefici economici connessi al cambio dei contatori al fine di migliorare in modo significativo la redditività dei sistemi di distribuzione. Il tempo ottimale per il cambio del contatore domestico viene calcolato usando il *Net Present Value*.

Il momento in cui il contatore viene cambiato è quello ideale per l'installazione dell'UFR in quanto anche i contatori nuovi non misurano le portate molto basse e la portata di mobilità del contatore aumenta con il passare del tempo in funzione del volume transitato. Inoltre il costo di installazione è

reso minimo in caso di installazione dell'UFR all'atto di cambio del contatore.

Ci si augura che i gestori del servizio idrico diventino più sensibili al tema della corretta misura dell'ac-

qua e che la politica di gestione dei contatori si evolva, tenendo in maggiore considerazione i benefici economici connessi ad una gestione efficiente del parco contatori. ■

## Bibliografia

- Arregui F. et Al. (2007), Integrated Water Meter Management, IWA Publishing.  
 ISO 4064:1993 Class B, C and D water meters.  
 EN 14154-1 (2005) Water meters - Part 1: General requirements  
 EN 14154-2 (2005) Water meters - Part 2 : Installation and conditions of use  
 EN 14154-3 (2005) Water meters - Part 3 : Test methods and equipment  
 Rizzo A. (2007) Apparent water loss control: the way forward", IWA Water21 Journal, August 2007  
 Davidesko A. (2007) UFR – an innovative solution for water meter under registration – Case study in Jerusalem, Israel, IWA Waterloss Conference, September 2007  
 Cohen D. (2007) Trials to identify and reduce meter under registration", IWA Waterloss Conference, September 2007  
 Omundsen C. Optimal replacement for domestic water meters, Metrowater Ltd, Auckland, New Zealand  
 Ferréol E. (2005), How to Measure and Reduce the Water Meter Park Inefficiency?, IWA Leakage Conference, September 2005  
 Arregui F. et Al. (2005), Key Factors Affecting Water Meter Accuracy, IWA Leakage Conference, September 2005  
 Davis S.E. (2005), Residential Water Meter Replacement Economics, IWA Leakage Conference, September 2005  
 Feldman M., (2007), Domestic Water Metering In Israel: Status and Survey Results, Metering Magazine, April 2007  
 Informazioni sui Software per la gestione delle perdite idriche:  
[www.studiomarcofantozzi.it](http://www.studiomarcofantozzi.it) [www.leakssuite.com](http://www.leakssuite.com)

## Marco Fantozzi

## L'AUTORE

[marco.fantozzi@email.it](mailto:marco.fantozzi@email.it)

Responsabile dello Studio Marco Fantozzi specializzato nella consulenza, formazione e software per la gestione di perdite e pressioni nei sistemi idrici, Marco Fantozzi è membro attivo della "Water Loss" Task Force dell'International Water Association (IWA) ed ha ampia esperienza nell'applicazione di soluzioni innovative per la gestione delle perdite idriche sia in Italia che a livello internazionale.