

# LE MIGLIORI TECNOLOGIE INTERNAZIONALI PER LA STIMA, IL MONITORAGGIO E IL CONTROLLO DELLE PERDITE

*M. Farley<sup>1</sup> & M. Fantozzi<sup>1</sup>*

(1) Membri della "Water Loss Task Force" dell'International Water Association.

## SOMMARIO

*Il primo passo per lo sviluppo di una strategia di gestione dell'acqua non fatturata (non revenue water NRW) è l'acquisizione di una maggiore conoscenza possibile delle componenti del NRW e delle cause che le hanno generate. Quindi possono essere applicate tecniche e procedure, da personalizzare a seconda delle specifiche caratteristiche delle reti e dei singoli fattori locali, che consentano di affrontare secondo la giusta priorità ogni singola componente del NRW. L'approccio diagnostico sviluppato dall'IWA, seguito dall'individuazione ed applicazione delle migliori tecnologie è applicabile con successo ad ogni acquedotto, come dimostrano le esperienze maturate in numerosi acquedotti del mondo. Nella presente relazione vengono presentate le migliori tecnologie internazionali per la stima, il monitoraggio e il controllo dell'acqua non fatturata, con particolare riferimento alle perdite reali.*

## 1 INTRODUZIONE

A livello globale la domanda di acqua potabile è in aumento mentre la disponibilità della risorsa idrica sta diminuendo. Anche in Italia abbiamo sperimentato negli ultimi anni, particolarmente nei periodi estivi, situazioni di emergenza e di razionamento idrico dovute principalmente al problema dell'acqua non contabilizzata che, in particolare al Sud, risulta essere mediamente superiore al 40% dell'acqua immessa in rete. Purtroppo in molti acquedotti l'acqua perduta raggiunge anche valori decisamente superiori. Va detto in proposito che non esiste un processo industriale di produzione di un bene di consumo che possa ammettere di avere uno scarto di produzione di questa entità, pena la stessa sopravvivenza del produttore.

Questa situazione richiede una crescente attenzione all'efficienza delle reti di distribuzione e l'applicazione di adeguate strategie di gestione che garantiscano un utilizzo efficiente e consapevole della risorsa idrica.

L'acqua non fatturata (somma di perdite reali, perdite apparenti dovute ad imprecisioni degli strumenti di misura, sottrazioni non autorizzate e usi autorizzati ma non fatturati) e le perdite esistono in ogni rete di distribuzione ma è la loro entità ad essere diversa. Ciò dipende dalle caratteristiche delle tubazioni e da altri fattori locali, dalla qualità con cui l'acquedotto viene esercitato dall'Ente Gestore e dal livello di tecnologia ed esperienza con cui viene controllato.

Il volume di acqua dispersa varia significativamente da nazione a nazione e tra diverse regioni della stessa nazione. Analogamente per ogni acquedotto sono diverse le modalità con cui l'acqua viene dispersa e varia il peso delle differenti componenti dell'acqua non contabilizzata. Un punto fondamentale della strategia di riduzione dell'acqua non contabilizzata è la comprensione dell'importanza di ogni singola modalità con cui l'acqua viene dispersa verificando che ogni componente venga misurata o stimata nel modo più accurato possibile. Solo in questo modo è possibile stabilire delle priorità di intervento in base alle reali problematiche presenti nell'acquedotto in esame e definire quindi le procedure operative e le tecnologie da applicare per ottimizzare la situazione.

## 2 LE ESPERIENZE INTERNAZIONALI

Per molti anni l'industria idrica inglese ha svolto un ruolo di pioniere nello studio delle perdite, dei fattori che le influenzano e delle tecnologie per la loro riduzione. Il documento "Leakage Control Policy and Practice" pubblicato nel 1981 richiedeva ai gestori di esaminare le proprie performance relativamente al livello di perdite sia in termini tecnici che economici. Successivamente la "UK Leakage Initiative", con una specifica attività di ricerca sostenuta dagli stessi gestori inglesi, consentiva di sviluppare una più approfondita comprensione delle componenti delle perdite e una metodologia per il confronto delle performance dei diversi acquedotti.

Il report "Managing Leakage", pubblicato nel 1994, ha poi definito un modello per capire le perdite e sviluppare soluzioni atte a contenerle.

Negli ultimi anni la "Water Loss Task Force" dell'IWA (International Water Association), costituita da esperti del settore di molti paesi del mondo, sulla base dei suddetti studi e delle esperienze pratiche maturate a livello internaziona-

le, ha provveduto a standardizzare un approccio al problema della gestione delle perdite, basato sull'utilizzo del Bilancio Idrico e dei Performance Indicators, che possa essere applicato con successo a tutti gli acquedotti (IWA the Blue Pages "Losses from Water Supply Systems" October 2000). Ora l'IWA è impegnata a promuovere la diffusione dell'approccio definito a livello internazionale.

### 3 ACQUA NON FATTURATA: QUANTA, DA DOVE E PERCHÉ??

Il primo passo nello sviluppo di una strategia di riduzione dell'acqua non contabilizzata per un Gestore è porsi alcune semplici domande sulle caratteristiche della rete, sugli impianti e sulle pratiche operative e gestionali. Successivamente può applicare i metodi e le tecnologie più appropriate alla propria situazione specifica.

Le tipiche domande da porsi sono:

1. Quanta acqua viene dispersa?
2. Da dove viene dispersa?
3. Perché viene dispersa ?
4. Quale approccio e quali tecnologie applicare per ridurre le perdite e migliorare le performance?
5. Come garantire l'efficacia dell'approccio scelto e come mantenere nel tempo i risultati ottenuti?

Alle prime due domande si può rispondere con il calcolo del Bilancio Idrico, che è opportuno eseguire in conformità con le indicazioni dell'IWA e nel rispetto di quanto previsto dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 8 gennaio 1997, n. 99 "Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature". In questo modo è possibile quantificare le diverse componenti delle perdite reali (rottture di tubi, perdite da prese, sfiori da serbatoi ecc) e delle perdite apparenti (imprecisione dei contatori, furti, volumi di acqua non misurati ecc) e capire quali sono le componenti più rilevanti.

La terza domanda "perché viene persa l'acqua?" può essere affrontata con una revisione delle modalità gestionali ed operative dell'acquedotto. In questo modo si può evidenziare le modalità operative da migliorare o da cambiare per ridurre le componenti critiche delle perdite evidenziate dal Bilancio Idrico.

Una volta capito come, dove e perché l'acqua viene dispersa, allora è possibile per un Gestore rispondere alle ultime due domande. Questa fase comporta:

- la scelta e l'utilizzo di strumenti di misura e monitoraggio di portate e pressioni;
- la scelta e l'utilizzo di strumenti per la ricerca e la localizzazione delle perdite;
- la definizione di politiche e procedure per le riparazioni delle perdite;
- la definizione di programmi di formazione del personale e di piani operativi di Esercizio e Manutenzione.

Nel presente documento vengono presentate le migliori tecnologie internazionali per la stima, il monitoraggio e il controllo delle perdite reali, che normalmente costituiscono la parte più significativa dell'acqua non fatturata.

### 4 METODI PER LA GESTIONE DELLE PERDITE REALI

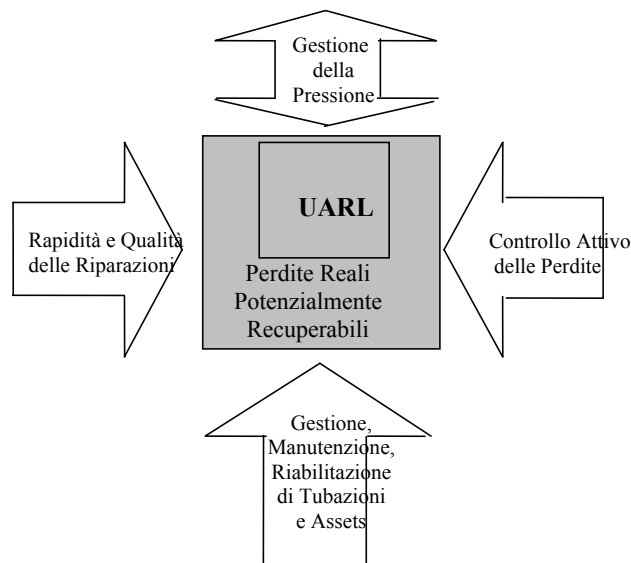
L'invecchiamento del sistema idrico comporta un naturale conseguente aumento delle Perdite Reali a causa del generarsi di nuove perdite e rotture, alcune delle quali non riportate al Gestore.

Questa tendenza all'aumento delle Perdite Reali può essere contrastato e gestito con un uso integrato delle quattro Componenti della Gestione delle Perdite Reali e specificatamente:

- Controllo Attivo delle Perdite
- Gestione della Pressione
- Rapidità e Qualità delle riparazioni
- Gestione di Tubazioni e Asset

Il livello delle Perdite Reali Annuo varierà in funzione dell'impegno e delle modalità di applicazione delle suddette Componenti. Nella Figura 1, l'area del rettangolo grande rappresenta il volume delle Perdite Reali Annuali (Current Annual Real Losses (CARL)) per uno specifico sistema idrico. L'Unavoidable Annual Real Losses (UARL) è il volume annuo delle Perdite Reali inevitabile per uno specifico sistema idrico e rappresenta il limite fisiologico di perdita che è tecnicamente raggiungibile.

Ogni acquedotto dovrebbe avere l'obiettivo di raggiungere il valore di perdita economicamente più conveniente (Economic Level of Leakage o ELL) che normalmente corrisponde ad un valore intermedio tra il livello esistente e quello fisiologico.



**Figura 1.** I quattro metodi per la gestione delle Perdite Reali e l’Unavoidable Annual Real Losses (UARL).

Vengono di seguito presentati i quattro metodi per la gestione delle Perdite Reali.

## 5 CONTROLLO ATTIVO DELLE PERDITE

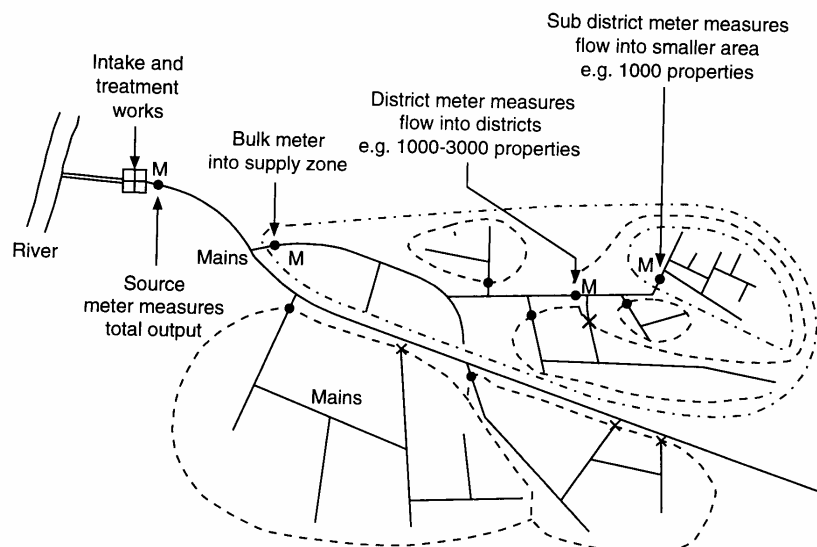
Il Controllo Attivo delle Perdite è finalizzato alla ricerca di perdite non segnalate da terzi e comprende diverse tecnologie, applicabili in alternativa o in combinazione a seconda delle condizioni specifiche della singola rete. Tra queste tecniche le principali e le più utilizzate sono:

- Monitoraggio delle perdite
- Controllo della rete con tecniche acustiche

### 5.1 Monitoraggio delle perdite

Il monitoraggio delle perdite consiste nella misura della portata in ingresso a zone di rete o distretti per misurare le perdite e definire le priorità di intervento per le attività di localizzazione e di riparazione.

Il concetto di **Distretto** (vedi Figura 2), inizialmente introdotto nell’industria idrica inglese negli anni ’80, consiste nella creazione di aree di rete distinte in cui viene misurata l’acqua in ingresso ed in uscita. L’analisi delle portate, ed in particolare di quelle notturne, consente di calcolare il livello di perdita in ogni singolo distretto e di decidere su quali DMA (District Metered Areas) intervenire in modo prioritario. Una volta raggiunto il livello di perdita ottimale, il ruolo del distretto è quello di consentire il monitoraggio e quindi l’immediata rilevazione di nuove perdite. Questa tecnica, che trova molte applicazioni in tutto il mondo, è spesso la più conveniente dal punto di vista economico.



**Figura 2.** Schema di rete di distribuzione suddivisa in distretti.

E' possibile dividere ulteriormente, in maniera temporanea, i distretti critici in un numero variabile di sub-distretti al fine di individuare con precisione le singole aree nelle quali le perdite sono maggiormente localizzate. Questa metodologia chiamata **Step-Test** è equivalente da un punto di vista concettuale alla distrettualizzazione.

Durante lo Step Test, eseguito durante le ore notturne per minimizzare i disservizi ed aumentare il grado di sensibilità della ricerca, si procede alla chiusura in tempi successivi di singoli sub-distretti ed alla contemporanea misura delle portate. Una volta stabilito il Consumo Notturmo in base ai dati raccolti precedentemente sui consumi, potrà essere determinata la quantità di perdite presenti in ciascun sub-distretto. L'analisi passo-passo o Step-Test viene utilizzata normalmente in reti caratterizzate da un buono stato di conservazione delle saracinesche.

## 5.2 Controllo della rete con tecniche acustiche

Il gestore ha a disposizione numerose tecniche acustiche per il Controllo della rete, tra cui:

### La tecnica di Correlazione

La tecnica di correlazione consente di rilevare, mediante due sensori posti sulla tubazione, il segnale acustico generato dalla perdita e di localizzarla con precisione, note le caratteristiche della tubazione e la distanza tra i sensori. Questa tecnica di comprovata efficacia, ormai sul mercato da oltre venti anni, è utilizzata in tutto il mondo. L'utilizzo della tecnica di correlazione per la rilevazione di perdite in condotte idriche è stato normalizzato dal gruppo di lavoro Diagnostica strutturale del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche). Il testo della Raccomandazione Tecnica "Rilevazione di perdite in condotte idriche con il metodo acustico della mutua correlazione" è stato pubblicato sul n°6/1992 della rivista TSP (Tecnologia dei Servizi Pubblici).

### Il Geofono

Per la conferma della localizzazione delle perdite localizzate con il correlatore viene normalmente utilizzato il geofono. La localizzazione avviene seguendo passo passo sul terreno con lo strumento di ascolto il percorso delle tubazioni e rilevando, all'estradosso della superficie stradale, il rumore che si trasmette attraverso il terreno per effetto della perdita nella tubazione sottostante. Il punto di perdita è generalmente posizionato in corrispondenza della massima intensità del rumore.

### I Noise Logger

Per l'individuazione delle perdite, in alternativa alla tecnica dello Step Test, è stata recentemente sviluppata la tecnica dei "noise logger". Questa tecnica consiste nella disposizione in campo di sensori che, posti a contatto con idranti o altri punti della rete, rilevano il rumore presente in rete e consentono di identificare le perdite presenti. I dati di perdita acquisiti dai noise logger possono essere scaricati sul posto o trasmessi ad un ricevitore che può anche essere montato su un automezzo per consentire una maggiore velocità di ispezione.

## 6 GESTIONE DELLA PRESSIONE

La gestione della pressione rappresenta uno degli aspetti fondamentali di una efficace strategia di gestione delle perdite. Normalmente le reti idriche vengono dimensionate per garantire una pressione adeguata a garantire il rispetto di predefiniti livelli minimi di servizio. Valori in eccesso della pressione comportano costi elevati in termini di acqua persa ed un uso non necessario di energia. Una migliore comprensione dell'andamento della pressione in rete consente di programmare una riduzione selettiva della pressione nelle ore notturne, riducendo il volume delle perdite di fondo, riducendo le sollecitazioni sulle infrastrutture idriche ed estendendo di fatto la vita utile della rete.

Il concetto **FAVAD** (Fixed and Variable Area Discharges) che significa "Efflusso da Area fissa e variabile", viene utilizzato per spiegare e predire le relazioni tra pressione e portata per diversi tipi di perdita e di consumo.

L'analisi della relazione tra le perdite e la pressione si è sviluppata negli ultimi anni fino a riconoscere l'esistenza di componenti di perdita reale che sono in relazione alla pressione in maniera diversa in funzione della loro tipologia e del materiale costituente la rete. Per un'applicazione pratica l'equazione suggerita è:

$$L_1/L_0=(P_1/P_0)^{N_1} \quad (1)$$

dove l'esponente  $N_1$  va scelto sulla base di analisi di campo. Attualmente è proposta una relazione per la sua stima approssimata che tiene conto della struttura della rete, del materiale e del livello di perdita.

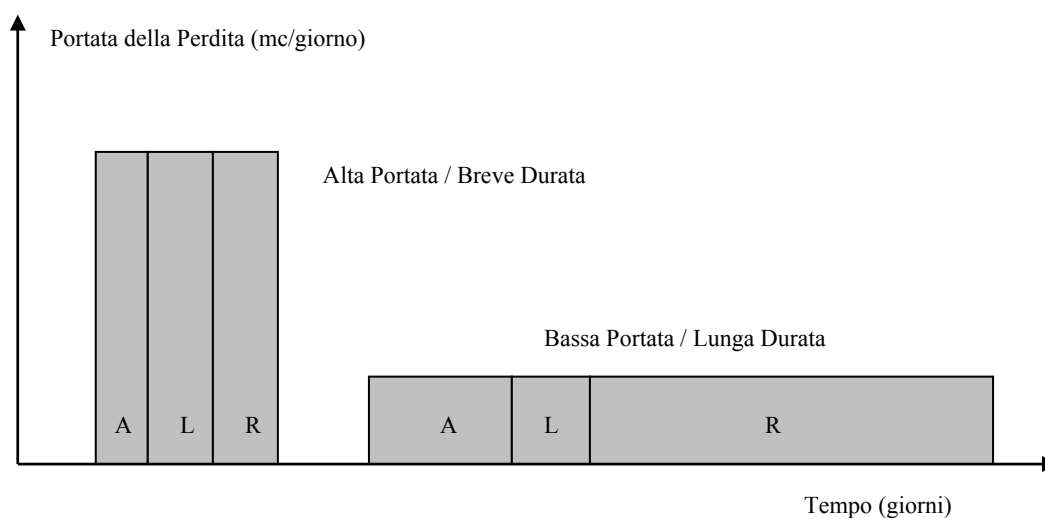
I metodi di gestione della pressione sono tra i più efficaci per il controllo delle perdite, come dimostrano ormai numerosi studi e pubblicazioni in merito tra cui *Thornton, J e al.* 2002. In particolare la gestione della pressione si abbina al meglio con il controllo per distretti o con zone di rete alimentate distintamente.

## 7 VELOCITÀ E QUALITÀ DELLE RIPARAZIONI

Un elemento importante per il controllo delle perdite reali è la velocità con cui le perdite vengono riparate. Infatti la vita di una perdita è uno dei principali parametri che determinano l'entità dell'acqua persa; risulta quindi importante intervenire rapidamente con la riparazione al manifestarsi di una perdita o non appena è stata localizzata con le specifiche tecniche di ricerca e controllo applicate per ridurre il più possibile il volume disperso.

Il volume disperso da una perdita (Figura 3) è il prodotto della portata per il tempo che intercorre tra la nascita e la riparazione della perdita. Questo tempo è costituito da tre componenti:

- **Tempo di Conoscenza** – il tempo che intercorre tra la nascita e la consapevolezza della presenza della perdita
- **Tempo di Localizzazione** – il tempo necessario per localizzare la posizione della perdita
- **Tempo di Riparazione** - il tempo necessario per riparare la perdita



**Figura 3.** Il volume disperso da una perdita in funzione del tempo (A=Tempo di Allarme; L=Tempo di Localizzazione e R=Tempo di Riparazione).

Uno degli obiettivi della politica di Controllo Attivo delle Perdite è quello di ridurre la durata media delle perdite. Spesso accade che le perdite più piccole non vengano riparate tempestivamente. Come viene evidenziato nella figura 3, questo comporta uno spreco di acqua anche superiore a quello dovuto alle perdite caratterizzate da una portata più elevata.

Il **Tempo di Conoscenza** è influenzato dal metodo di raccolta delle informazioni utilizzato, ed esattamente:

- Portate misurate in telemetria – meno di 1 giorno
- Misure mensili della portata notturna – 14 giorni
- Controlli sistematici – metà del periodo che intercorre tra i due controlli successivi

Il **Tempo di Localizzazione** dipende principalmente dal numero di personale e dalle attrezzature e tecniche disponibili per il monitoraggio e la localizzazione.

Il **Tempo di Riparazione** è normalmente lo stesso sia per le perdite segnalate da terzi che per le perdite localizzate con il controllo attivo. In ogni caso una delle priorità di una buona strategia di gestione delle perdite è quella di ridurre il tempo necessario per riparare la perdita una volta che la stessa è stata localizzata.

## 8 GESTIONE DI TUBAZIONI E ASSET

Un elemento importante per il controllo e la riduzione delle perdite è la definizione di un programma di manutenzione e riabilitazione della rete idrica che preveda interventi mirati basati su una precisa conoscenza degli asset, del loro valore e del loro grado d'efficienza operativa. Uno strumento importante in questo senso è la costruzione e l'implementazione di database impianti e di database di manutenzione che possono consentire di individuare gli ele-

menti più critici, di fornire i dati necessari per la progettazione di nuove opere e l'individuazione degli interventi di miglioramento tecnico ed economico da realizzare.

E' importante che il Gestore possa disporre di una effettiva conoscenza delle condizioni operative delle infrastrutture per fare proiezioni sugli investimenti necessari per l'esercizio, la manutenzione, il rinnovamento e l'ottimizzazione delle infrastrutture idriche in modo da soddisfare la domanda dei clienti, rispettare gli standard imposti dal regolatore dei servizi e mantenere il livello desiderato di controllo delle perdite.

Per ogni sistema di distribuzione c'è un livello di perdita al di sotto del quale non è vantaggioso andare in quanto il costo degli investimenti o delle risorse necessari risulterebbe superiore ai benefici ottenibili. Questo valore limite, funzione del costo marginale dell'acqua, viene chiamato Livello Economico di Perdita o ELL (Economic Level of Leakage). Ogni gestore dovrebbe quindi, in base ai suoi costi ed alla propria situazione specifica, definire il Livello Economico di Perdita del proprio acquedotto e stabilire un programma di intervento che consenta di raggiungere in tempi definiti una gestione efficiente ed economica.

## 9 CONCLUSIONI

Gli studi eseguiti e le esperienze pratiche maturate a livello internazionale insieme allo sviluppo tecnico delle strumentazioni, hanno consentito di sviluppare un approccio alla gestione delle perdite idriche completo ed allo stesso tempo flessibile che consente di affrontare il problema delle perdite in ogni acquedotto in modo specifico e personalizzato.

L'approccio sviluppato dall'IWA comprende un insieme di metodi, di tecnologie e di indicatori che rende possibile quantificare il problema delle perdite, stabilire obiettivi specifici che è economicamente conveniente raggiungere e realizzare una gestione efficiente degli acquedotti.

### Note Informative sugli Autori:

**Malcolm Farley** è membro della "Water Loss Task Force" dell'International Water Association. Malcolm Farley ha operato per oltre venticinque anni per il Water Research Centre (WRC), tredici dei quali dedicati alla gestione delle perdite. Consulente dal 1994, ha operato in molti paesi nello sviluppo di strategie per il miglioramento dell'esercizio e della manutenzione delle reti idriche e nella gestione delle perdite. Ha lavorato per molti Organismi Non Governativi tra cui la World Health Organisation (WHO) e la World Bank. L'IWA ha recentemente pubblicato il suo manuale "Losses in water distribution networks: a practitioner's guide to assessment, monitoring and control". Ha anche scritto manuali sulla gestione delle perdite per la World Health Organisation (WHO) e l'American Water Works Association.

**Marco Fantozzi** è membro della "Water Loss Task Force" dell'International Water Association. Consulente della Commissione Europea per la Key Action "Sustainable Management and Quality of Water". Membro dell'"Emerging Technologies Group" dell'American Water Works Association Research Foundation. Studioso ed esperto di gestione di sistemi a rete, ha operato per oltre quindici anni in ASM Brescia nell'ottimizzazione di reti di distribuzione idrica e di fognatura e di ricerca perdite mediante l'applicazione delle più avanzate tecnologie. Autore di oltre venti papers a Conferenze Internazionali del settore e relatore in numerosi corsi di formazione tra cui i "Corsi di Formazione Professionale" di Federgasacqua.

Per informazioni sulla tecnologie di controllo perdite potete rivolgervi all'ing. Marco Fantozzi.

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

## BIBLIOGRAFIA

- Farley, M e Trow, S, "Losses in Water Distribution Networks - a Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control", IWA Publishing, April 2003. ISBN 1900222116
- Lambert, A. e al, "Water Losses Management and Techniques", IWA International Report 2003.
- IWA the Blue Pages "Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures" October 2000.
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 8 gennaio 1997, n. 99 "Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature".
- Thornton, J e al, "Water Loss Control Manual", McGraw-Hill, New York, 2002.
- CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) Raccomandazione Tecnica "Rilevazione di perdite in condotte idriche con il metodo acustico della mutua correlazione", 1992.