



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



CONFINDUSTRIA

DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

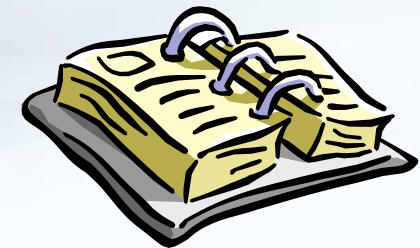
# Un approccio quantitativo all'individuazione delle perdite tramite Distrettualizzazione e monitoraggio delle reti idriche

## Il progetto H2OLEAK

*Lorenzo Castiglioni - s.d.i. automazione industriale*

# Sommario

- Acqua, reti di distribuzione e perdite
- La ricerca perdite e la Distrettualizzazione
- Suddividere la rete – ottimizzare e simulare
- Monitorare la rete (telecontrollo, SCADA, GIS)
- Sviluppi futuri
- Il progetto **H2OLeak**



# Acqua, reti di distribuzione e perdite

- L'acqua è un bene cruciale per la vita umana e la sua qualità
- In Europa, l'acqua potabile estratta è utilizzata per:
  - 45% per il raffreddamento nella produzione di energia
  - 22% in agricoltura (50%-80% nel zona meridionale dell'Europa)
  - 21% per uso civile
  - 12% in ambito industriale
- In accordo a Water Exploitation Index (WEI) e ai dati Eurostat disponibili (periodo 1998-2007), cinque stati europei possono essere considerati "a rischio": Cipro, Belgio, Spagna, **Italia** e Malta. (circa il 19.5% della popolazione europea)
- **In Italia circa il 47% dell'acqua va persa a causa di perdite della rete (Dati ISTAT anno 2008), l'87% nel caso peggiore.**



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# La ricerca perdite (1-2)

La ricerca delle perdite in reti di distribuzione può essere basata su:

➤ **Metodologie “fisiche”:**

- Principi di identificazione: acustico, elettro-acustico, termico con radiazioni infrarosse, analisi a raggi X, utilizzo di gas, ...
- Vantaggi: possono essere utilizzati per individuare con precisione perdite sulle tubazioni della rete
- Svantaggi:
  - le metodologie dipendono dall’esperienza degli operatori che le applicano
  - in assenza di informazioni particolari, devono essere applicate su ogni tratta di tubazione



# La ricerca perdite (2-2)

La ricerca delle perdite in reti di distribuzione può essere basata su:

➤ **Metodologie “computazionali”:**

- Principi di identificazione: monitoraggio continuo ed analisi statistica di misure idrauliche in punti “*cruciali*” della rete considerando i seguenti elementi:
  - Bilancio idraulico
  - Monitoraggio del minimo livello di portata notturna
  - Suddivisione della rete in settori di rilevanza (**Distrettualizzazione**)
- Vantaggi:
  - Queste metodologie possono essere utilizzate per individuare perdite in modo oggettivo senza l’impiego di personale specializzato da coinvolgere in lunghe campagne di test
  - Sfruttando l’integrazione tra i differenti sistemi di gestione della rete di distribuzione (SCADA – GIS), si possono utilizzare dati d’impianto provenienti da diversi punti della rete in tempo reale (o da archivi storici) per meglio analizzare lo *scenario* di campo



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Distrettualizzazione

Scopo della **Distrettualizzazione** è suddividere l'intera rete in sottoreti (Distretti) che consentano un'analisi più semplice e mirata dei dati di campo, facilitando così l'individuazione di perdite.

L'individuazione dei Distretti avviene attraverso l'impiego di software di simulazione che consentono di suddividere la rete sulla base dell'ottimizzazione di cifre di merito definite dall'utente tenendo conto di:

- Numero dei misuratori di portata da impiegare
- Numero delle operazioni da svolgere sulle saracinesche per sezionare la rete
- Omogeneità delle sottoreti individuate

La metodologia impiegata è per sua natura iterativa e può essere applicata più volte correggendo i parametri di ottimizzazione.



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura





# Il progetto H2OLeak

L'attività di studio e sviluppo di queste tematiche è stata condotta all'interno di un progetto denominato **H2OLeak** con lo scopo di:

- Realizzare un tool software dedicato di “Assistenza alla Distrettualizzazione”
- Implementare sulla rete oggetto di studio della strategia di Distrettualizzazione individuata attraverso l'analisi matematica preliminare condotta
- Acquisire e storicizzare i dati di campo attraverso un sistema SCADA di telecontrollo
- Analizzare i dati acquisiti e implementare strategie di individuazione di possibili perdite di rete
- Analizzare l'integrazione sinergica tra i differenti tool aziendali coinvolti: Simulatore di rete – SCADA telecontrollo - GIS



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Processo di Distrettualizzazione (1-3)

Gli elementi di base per avviare il processo di Distrettualizzazione sono:

- Acquisizione delle condizioni al contorno della rete:
  - Trend di consumo degli utenti
  - Trend delle portate immesse nella rete
- Definizione delle reali possibilità di settorializzazione della rete:
  - Quante e quali saracinesche risultano potenzialmente attuabili
- Definizione dei costi sostenibili da parte del gestore della rete allo scopo di poter implementare la strategia di acquisizione dei dati di rete:
  - Quanti punti nevralgici della rete possono essere strumentati con misuratori e apparati RTU di telecontrollo



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



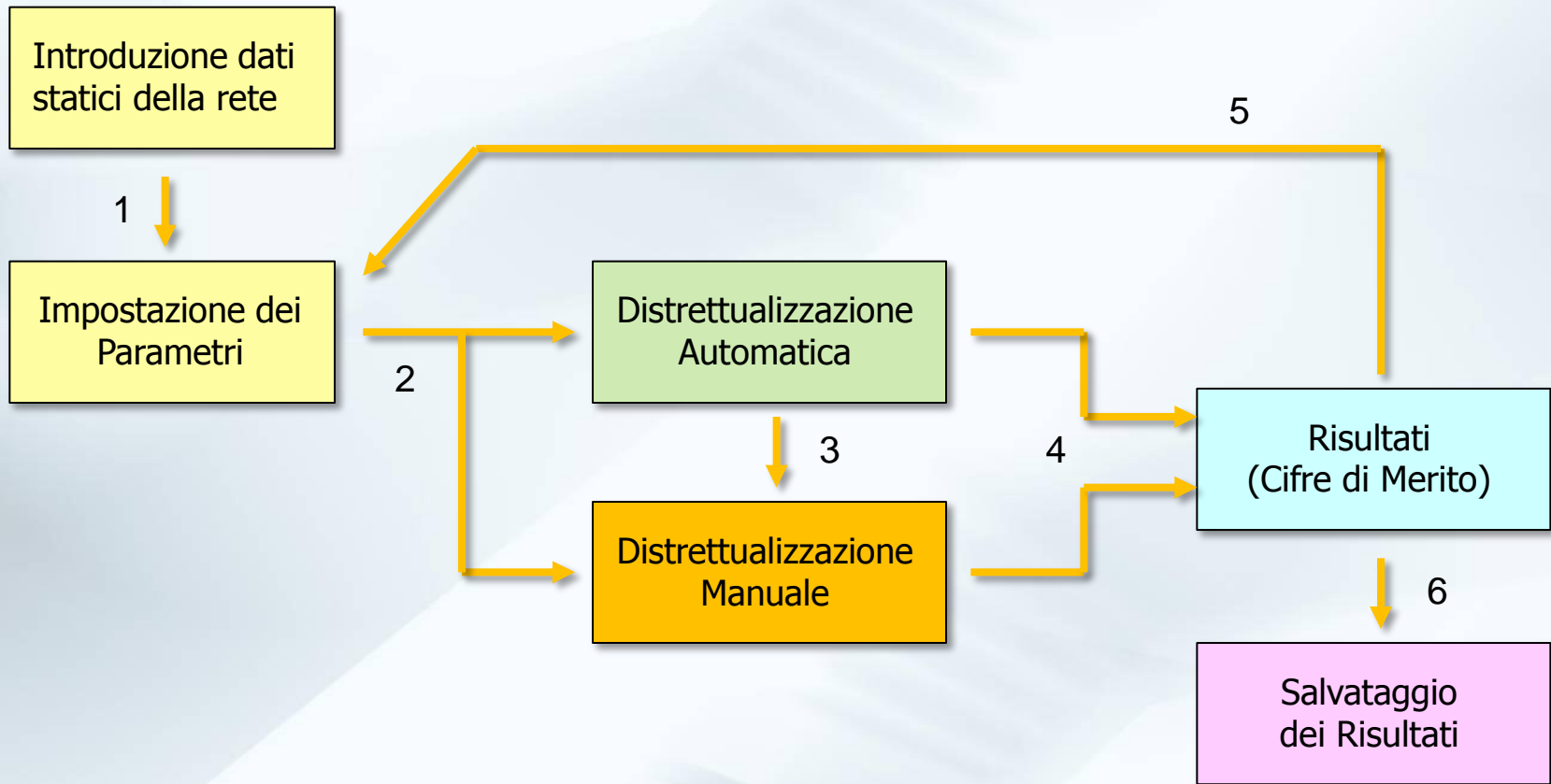
DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura

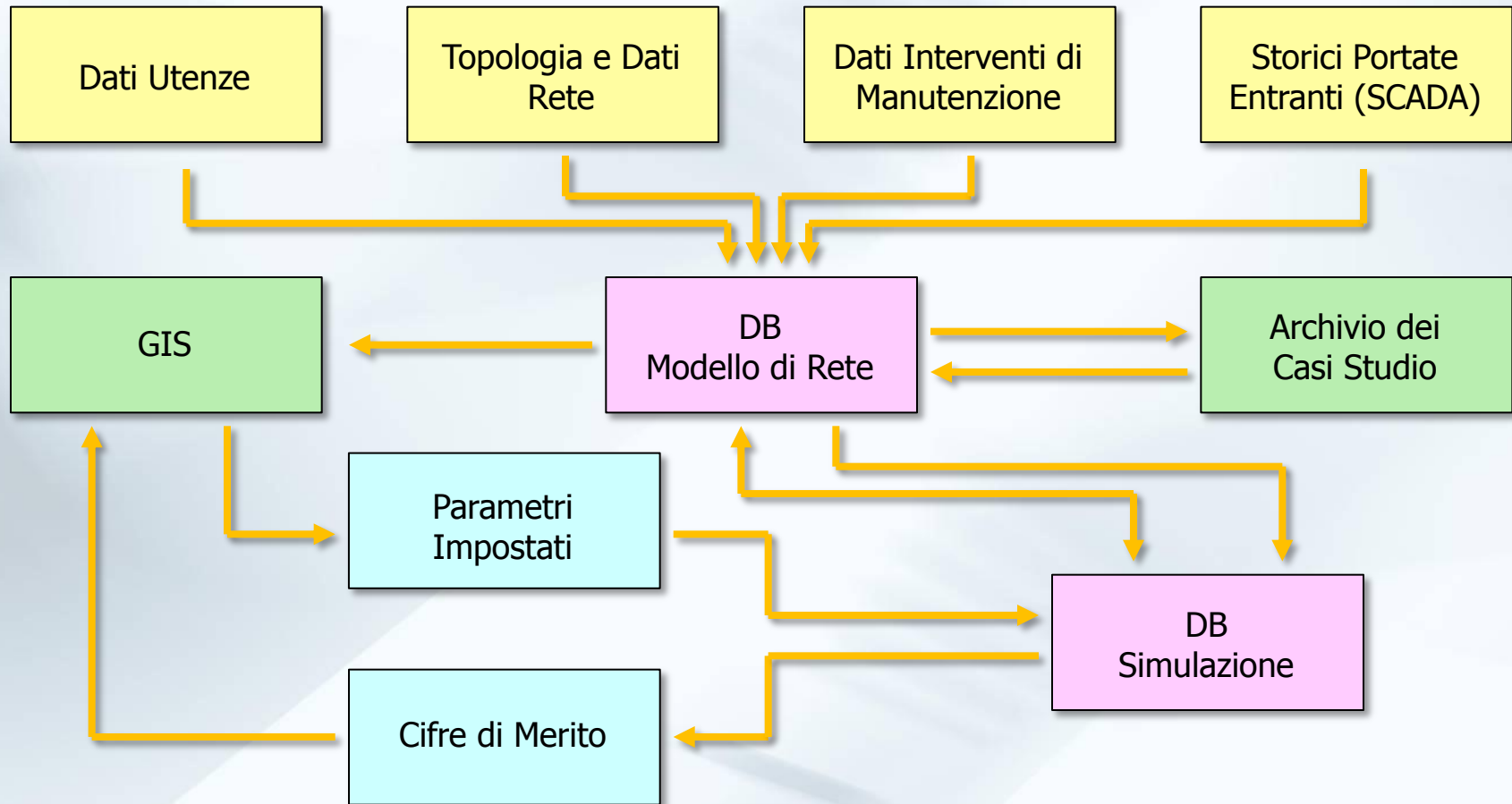




# Processo di Distrettualizzazione (2-3)



# Processo di Distrettualizzazione (3-3)



# Distrettualizzazione Automatica (1-4)

La Distrettualizzazione elaborata in modo automatico da un tool software si basa sui seguenti principi:

- Utilizzare un approccio di tipo matematico al problema
- Impiegare algoritmi di Clustering
- Impiegare di Cifre di Merito allo scopo di garantire l'omogeneità e la connettività tra i differenti distretti
- Verificare la soluzione ottenuta dal processo di Distrettualizzazione attraverso elaborazioni simulate della soluzione proposta



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Distrettualizzazione Automatica (2-4)

In particolare l'elaborazione di Distrettualizzazione tiene conto dei seguenti parametri iniziali da definire a cura del gestore della rete:

- Numero di distretti in cui suddividere l'intera rete
- Parametrizzazione del peso relativo a “*Minimizzazione della connettività*” (minimizzazione del numero di saracinesche da controllare) Vs. “*Massimizzazione dell'omogeneità dei distretti*” da creare
- Parametrizzazione del peso relativo ai tre diversi aspetti che caratterizzano l'omogeneità: “*Distanza geografica*” Vs. “*Differenza altimetrica*” Vs. “*Diversità nella domanda*”



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



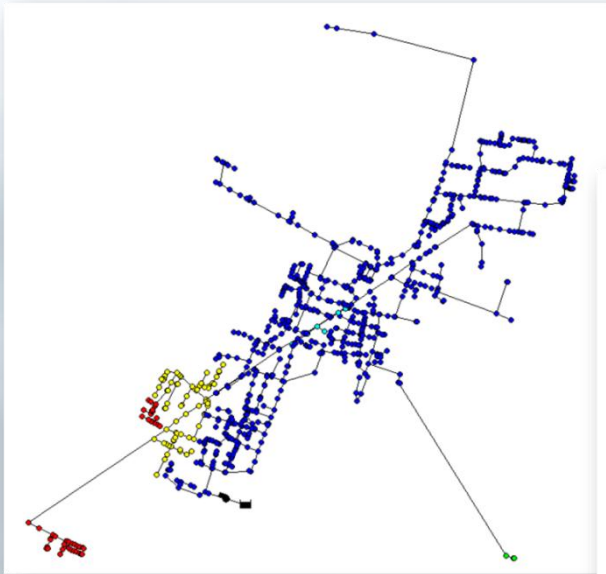
# Distrettualizzazione Automatica (3-4)

Lo studio è corredato da una sperimentazione condotta su una rete di distribuzione reale per la quale è stata applicata la seguente parametrizzazione:

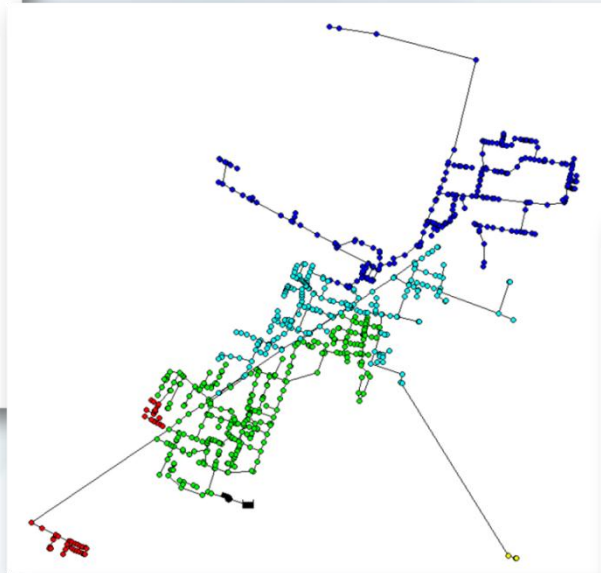
- Suddivisione della rete in N. 6 distretti (inserimento di N. 5 misuratori)
- Impostazioni di Omogeneità e Connettività dei distretti in accordo alla casistica sotto riportata

Omogeneità	Connettività (1-Omogeneità)	Saracinesche aperte	Saracinesche chiuse
0	1	171	10
0.1	0.9	171	10
0.15	0.85	168	13
0.2	0.8	165	16
0.25	0.75	162	19
0.35	0.65	160	21
$\geq 0.5$	$\leq 0.5$	163	18

# Distrettualizzazione Automatica (4-4)

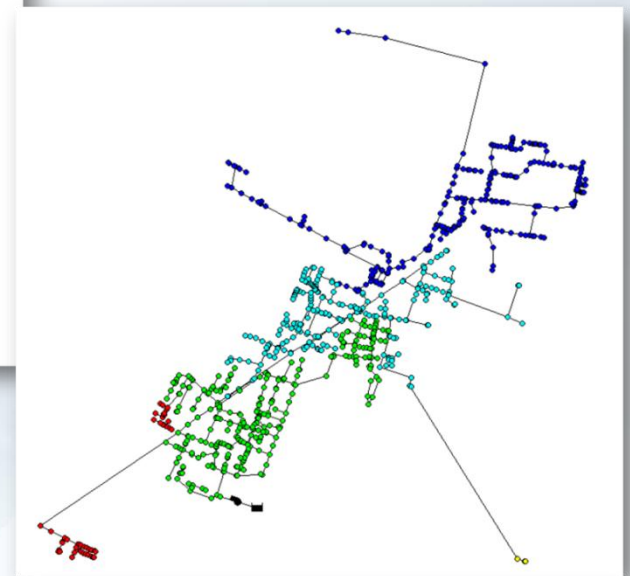


Omogeneità = 0.2  
Connettività = 0.8



Omogeneità = 0.25  
Connettività = 0.75

Omogeneità = 0.5  
Connettività = 0.5

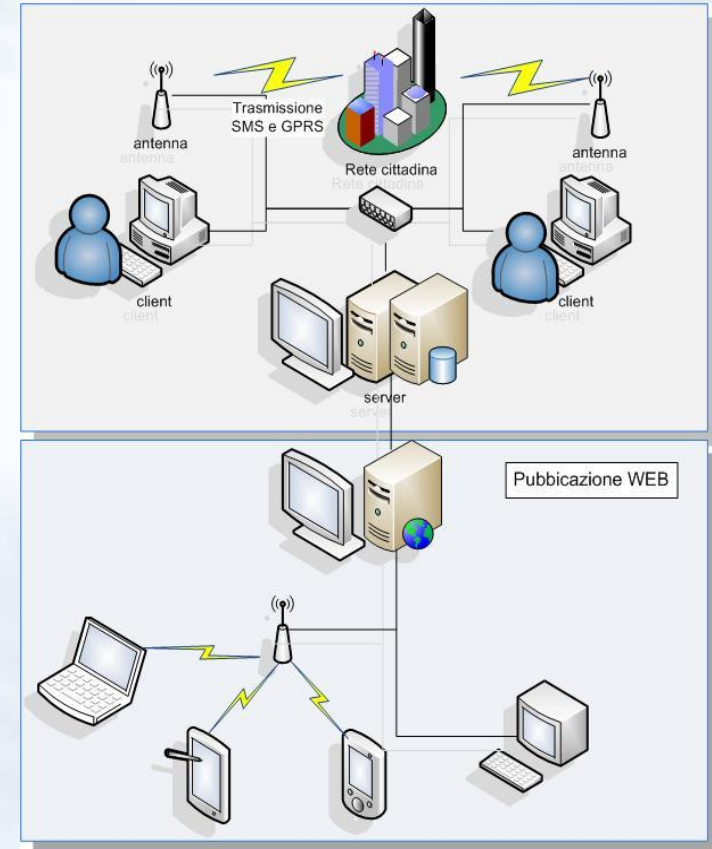




# Monitoraggio e ricerca perdite

Il sistema di telecontrollo per validare l'analisi matematica condotta ed approcciare la problematica di ricerca perdite si compone di:

- Sistema SCADA ridondato ad alta affidabilità
- RTU di campo dedicate all'acquisizione e storicizzare locale delle informazioni di campo
- Archivio storico dei dati d'impianto su DB relazione di lungo periodo per poter utilizzare serie storiche di dati nelle analisi statistiche fuori linea
- Interfaccia HMI per rendere fruibili le informazioni elaborate



# Il sistema SCADA (1-3)

L'impiego di un sistema SCADA consente di :

- Gestire in modo integrato sia i flussi dati del sistema di controllo che il loro monitoraggio
- Integrare i dati provenienti dai misuratori con i dati acquisiti da altri elementi sensibili della rete (es. stazioni di pompaggio)
- Dedicare un database allarmi/eventi alla funzione di monitoraggio delle perdite così che l'operatore sia allertato in modo puntuale e preciso sulla base di soglie configurabili
- Disporre di una diagnostica puntuale di eventuali problemi di comunicazione e dello stato delle periferiche RTU (livello alimentazione, campo GSM, mancanza comunicazione, ...), problemi che potrebbero inficiare le elaborazioni di ricerca perdite
- Disporre di semplici metodologie di integrazione dei dati con sistemi di archiviazione su DB relazionali e facile approntamento di schemi di interscambio verso sistemi esterni (es. GIS)



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



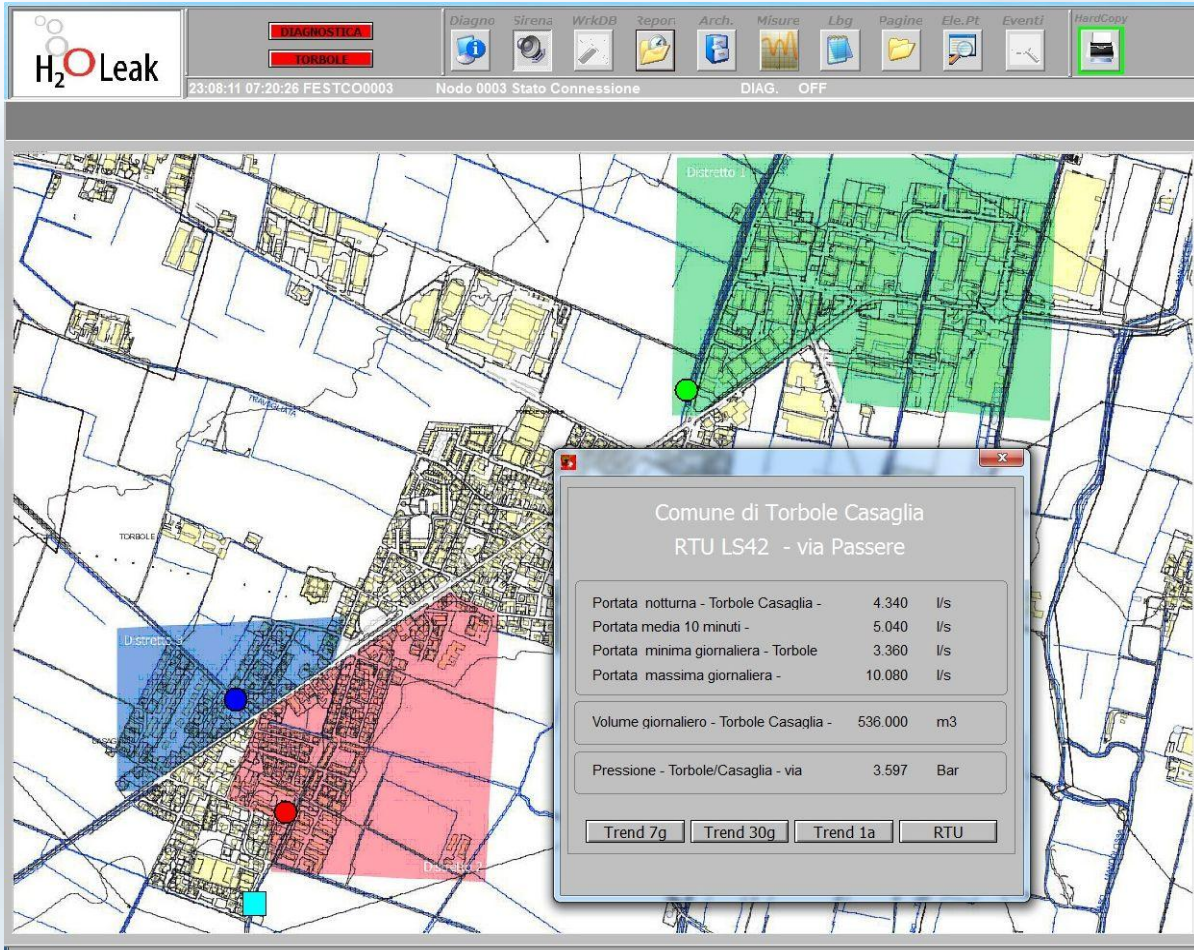
DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura





# Il sistema SCADA (2-3)



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE

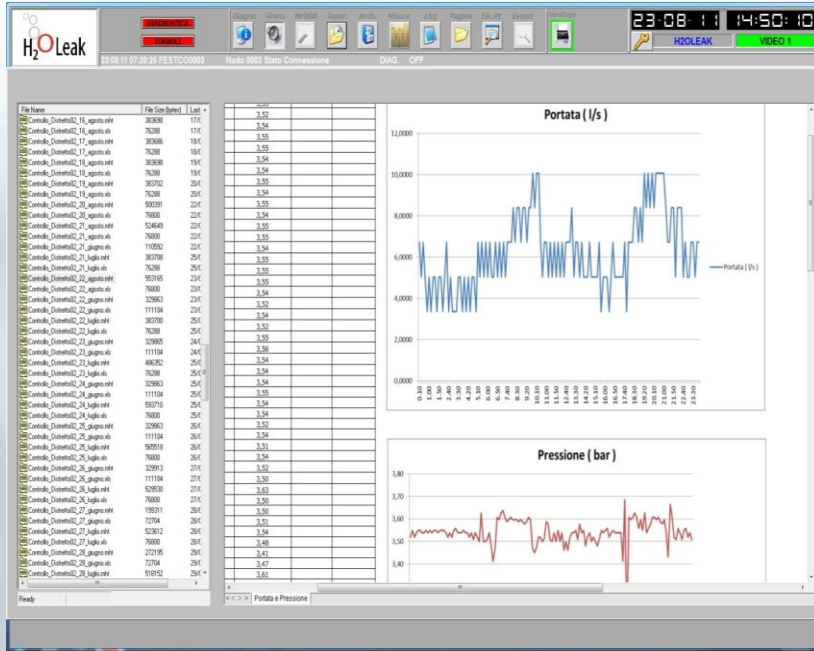


DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura

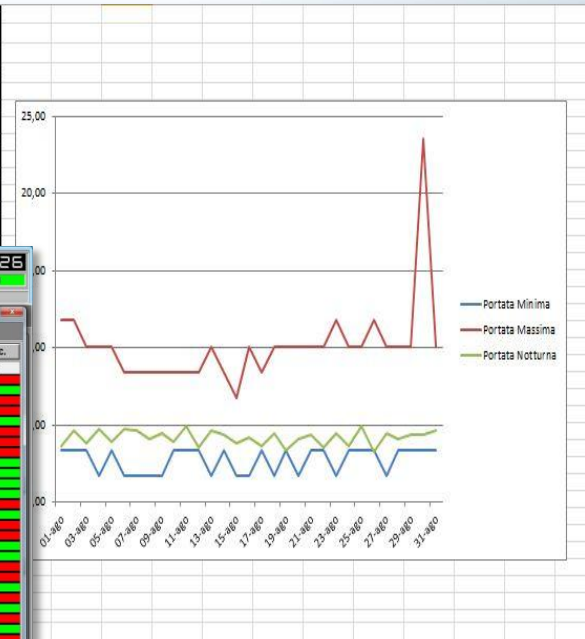


# Il sistema SCADA (3-3)



Comune di Torbole Casaglia

Data	Distretto 02 - Passere		
	Portata Minima	Portata Massima	Portata Notturna
01-ago	3,36	11,76	3,64
02-ago	3,36	11,76	4,62
03-ago	3,36	10,08	3,78
04-ago	1,68	10,08	4,76
05-ago	3,36	10,08	3,92
06-ago	1,68	8,40	4,76
07-ago	1,68	8,40	4,62
08-ago	1,68	8,40	4,06
09-ago	1,68	8,40	4,48
10-ago	2,52	8,40	3,92





# Il sistema GIS -1

L'impiego di un sistema GIS consente di :

- Creare un modello topologico della rete
- Pianificare e progettare interventi di manutenzione e l'espansione di una rete tecnologica
- Creare ogni elemento grafico (*feature*) come parte di un network connesso
- Eseguire simulazioni e *tracce* della rete attraverso la sola modifica dello stato degli elementi che la compongono (attributi della *feature*)
- Modellare i comportamenti degli elementi della rete, gestendo topologia e connessioni
- Integrare i dati geografici con dati di monitoraggio e misurazioni real-time (SCADA)
- Integrare simulazioni idrauliche in grado di proporre nuove configurazioni della rete (EPANET)
- Centralizzare tutti i dati provenienti da diversi moduli (SCADA – Simulazione - Analisi B.I. - GIS) in un unico sistema



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE

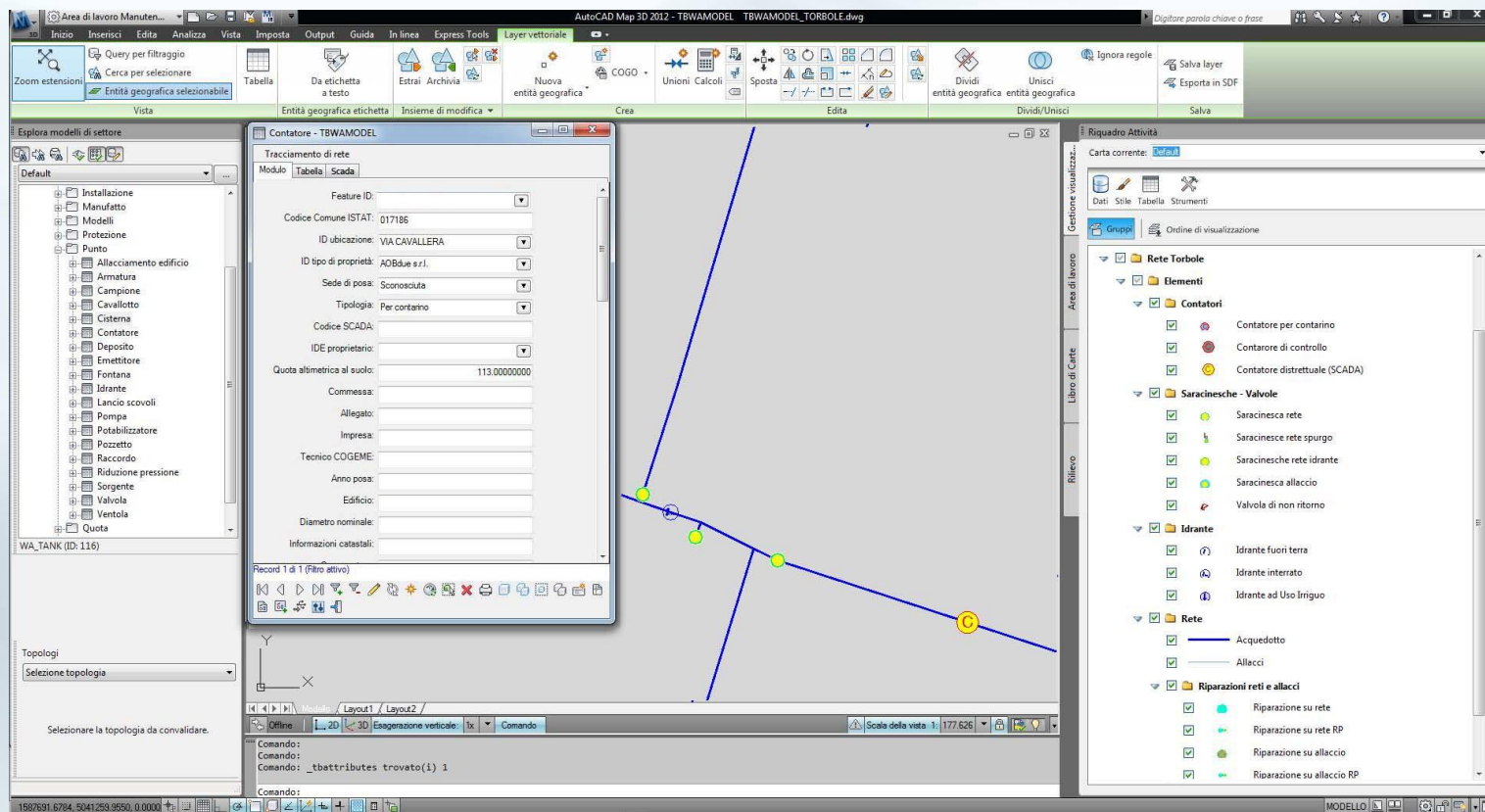


DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Il sistema GIS -2



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura





# Il sistema GIS - 3

The screenshot shows the AutoCAD Map 3D 2012 interface for a GIS application. The main window displays a network diagram with nodes and lines. A dialog box titled 'Contatore - TBWAMODEL' is open, showing the following parameters:

Parametro	Valore	Unità
Data misurazione:	28/09/2011	
Soglia portata massima:	6	l/s
Soglia pressione minima:	2,5	bar
Soglia pressione massima:	5	bar
Soglia portata minima:	0,5	l/s
Portata notturna:	1,12	l/s
Livello Rx/bx Gsm L542 1:	11	(0-32)
N° messaggi inviati da L542 1:	1005	n.
Portata massima giornaliera:	5,04	l/s
Portata minima giornaliera:	0	l/s
Capacità consumata batteria:	9,883321997	(0-99)%
Contatore giornaliero m3:	15130	m3
Volume giornaliero:	172	m3

The interface also includes a toolbar, a command line, and several panels for data management and visualization. The 'Rete Torbole' panel on the right shows a list of elements and their status:

- Contatori**
  - Contatore per contario
  - Contatore di controllo
  - Contatore distrettuale (SCADA)
- Saracinesche - Valvole**
  - Saracinesca rete
  - Saracinesca rete spurgo
  - Saracinesca rete idrante
  - Saracinesca allaccio
  - Valvola di non ritorno
- Idrante**
  - Idrante fuori terra
  - Idrante interrato
  - Idrante ad Uso Irriguo
- Rete**
  - Acquedotto
  - Allacci
- Riparazioni reti e allacci**
  - Riparazione su rete
  - Riparazione su rete RP
  - Riparazione su allaccio
  - Riparazione su allaccio RP



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sviluppi Futuri

Oggetto di ulteriori approfondimenti ed indagini saranno i seguenti argomenti:

- Ulteriori approfondimenti della metodologia di Distrettualizzazione:
  - Gestione di vincoli sulla posizione di installazione dei misuratori di portata
  - Analisi e valutazione automatica di assetti alternativi di rete
  
- Realizzazione di Tool per valutazione dei danni provocati dalla perdita:
  - Costi per pompaggio in eccesso dell'acqua da erogare
  - Riduzione della qualità del servizio o mancata erogazione del servizio



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Il progetto H2OLeak

REGIONE LOMBARDIA  
Programma Operativo Regionale 2007-2013

INTERVENTI DI RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO SPERIMENTALE  
NELLE AREE TEMATICHE PRIORITARIE



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura

