



METROPOLITANA MILANESE SPA

L'esperienza di MM nella gestione idrica

Progetti e innovazioni

Carlo Alessandro Carrettini

Davide Segalini

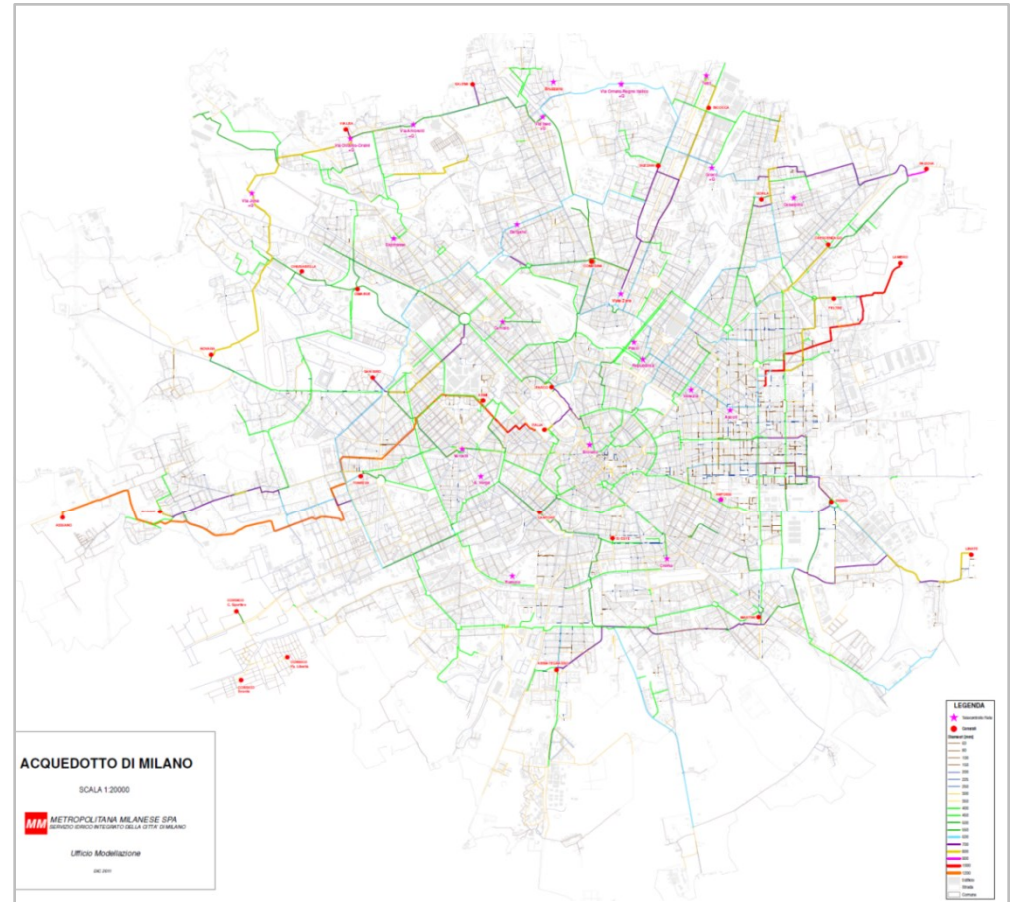
Emilio Attilio Lanfranchi

Ravenna - 21 Maggio 2014

RETE ACQUEDOTTO

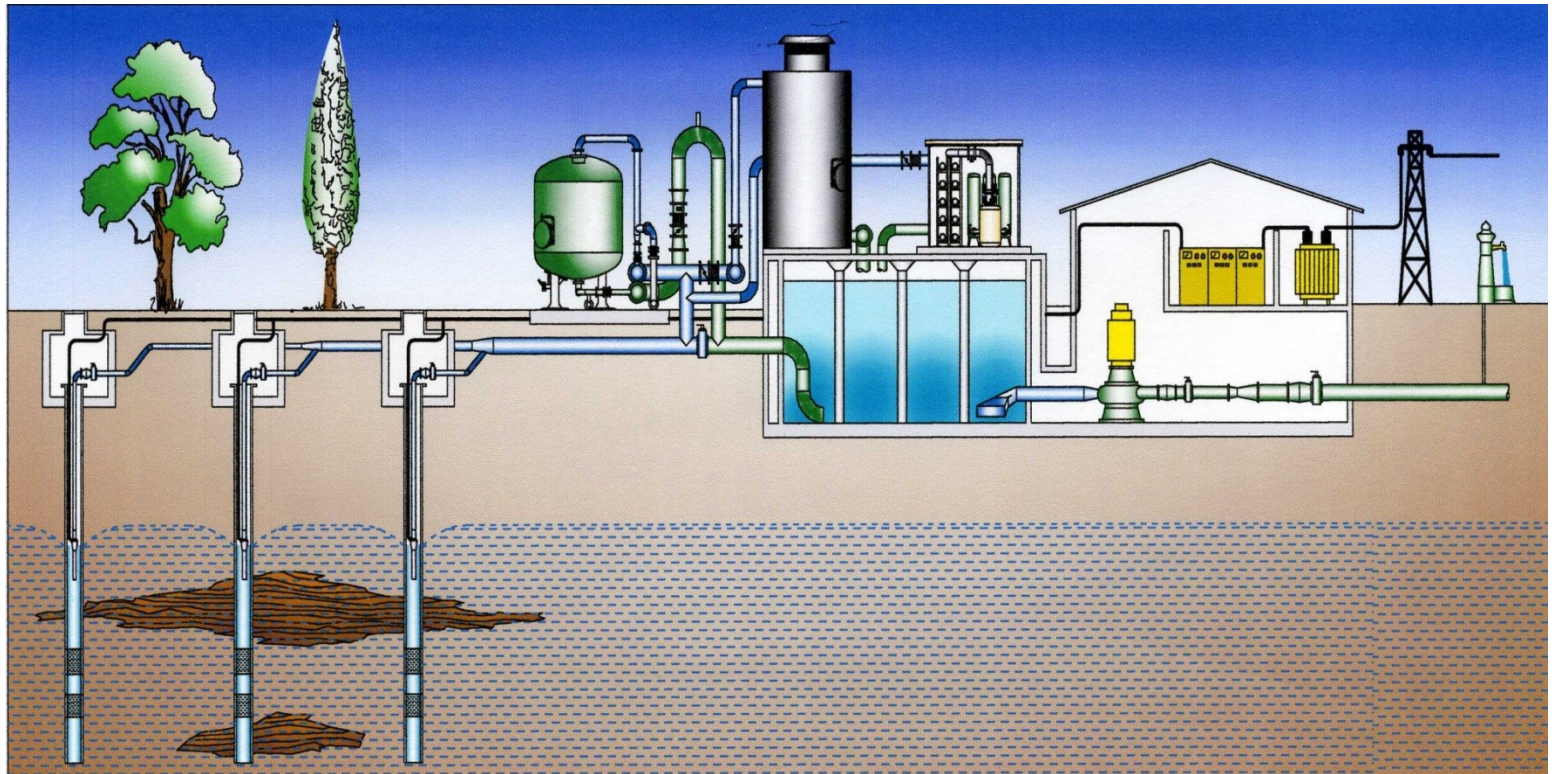
- Popolazione servita 1.3 M residenti e 0.7 M fluttuanti
- Volume erogato 227'938'865 mc
- Area Servita Comune di Milano
- Lunghezza rete attuale 2'250 km
- Utenze 50'000

- ❖ Numero Pozzi in funzione: 450
(30 campi pozzi)
- ❖ Numero centrali funzionanti: 29
(100 pompe)
- ❖ Punti telecontrollati in rete (P e Q):
27
- ❖ Tipologia di impianti di
trattamento: 29
 - filtri a carboni attivi (22)
 - torri di aerazione (6)
 - osmosi inversa (1)



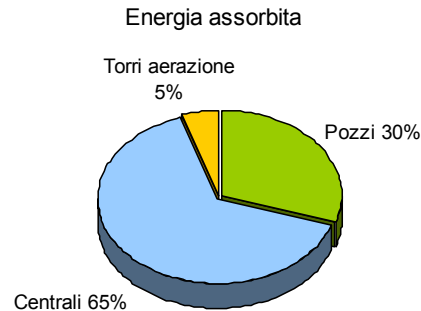
CAPTAZIONE
TRATTAMENTO
ACCUMULO
POMPAGGIO

SCHEMA TIPO DI CENTRALE DI POMPAGGIO CON IMPIANTO DI TRATTAMENTO

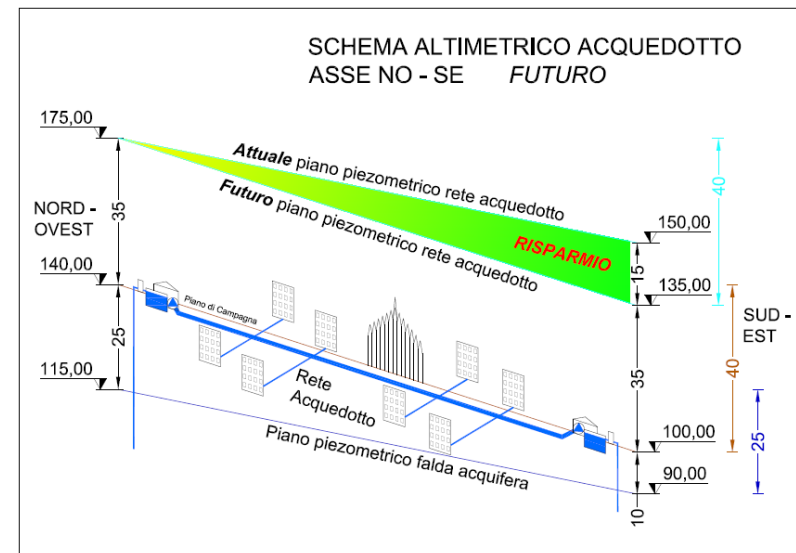
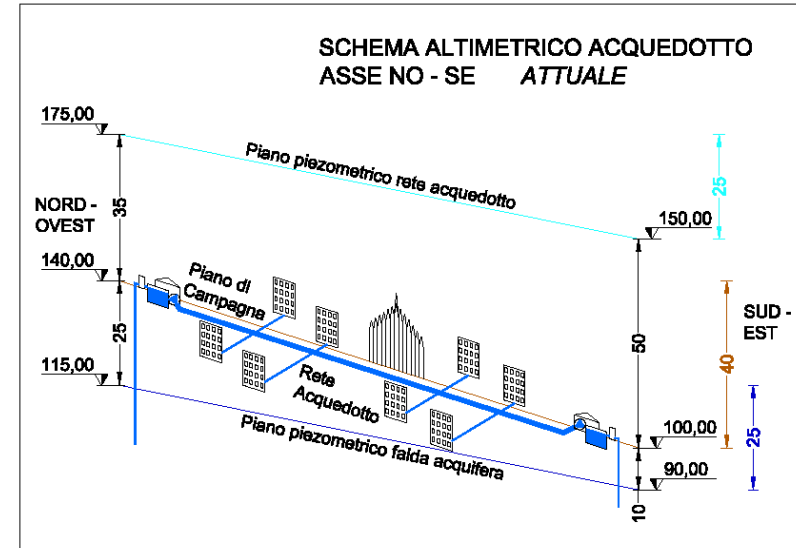


CONSUMI ENERGETICI

Schema altimetrico acquedotto



- ❖ Il dislivello del piano di campagna fra la zona nord-ovest e la zona sud-est di Milano è di circa **40 m**
- ❖ Il piano piezometrico dell'acquedotto tra le stesse due zone presenta un dislivello medio di circa **25 m**
- ❖ Tra le due zone il piano piezometrico della falda presenta un dislivello medio di **25 m**
- ❖ Tanto le centrali a nord quanto quelle a sud devono pertanto vincere un dislivello medio complessivo di **60 m** circa, tramite i pozzi e le pompe di spinta in rete
- ❖ Una parte di energia è assorbita dai ventilatori delle torri di aerazione installate presso 6 centrali
- ❖ Il consumo totale di energia elettrica per il funzionamento dell'acquedotto è pari a circa **100 milioni di kWh/anno**; il costo raggiunge circa **16 mln€/anno**
- ❖ Rispetto all'attuale configurazione dell'acquedotto vi è la possibilità di un risparmio teorico di circa il **12%** di energia



CONSUMI ENERGETICI

Azioni di
efficientamento e
risparmi attesi

AZIONI DI EFFICIENTAMENTO

❖ Acquisto e implementazione, dal 2009, di un software di modellazione numerica (modello matematico) dell'acquedotto e del suo funzionamento idraulico, energetico, qualitativo;



❖ Audit energetici specifici e mirati svolti presso le centrali avvalendosi di collaborazioni autorevoli e consulenze specialistiche.



EFFETTI CONSEGUENTI E RISPARMI ATTESI SU BASE ANNUA:

- ❖ Riduzione e regolarizzazione dei consumi elettrici in seguito ad interventi sugli impianti volti a migliorare l'efficienza energetica intrinseca delle apparecchiature elettromeccaniche:

4% in 10 anni	500'000 €/anno
---------------	-----------------------
- ❖ Riduzione dei consumi elettrici mediante adozione di modalità operative volte alla massimizzazione dell'utilizzo della capacità di accumulo dei serbatoi e al conseguente minor ricorso alle fasce energetiche diurne:

1,5% in 2 anni	180'000 €/anno
----------------	-----------------------
- ❖ Riduzione dei consumi e ottimizzazione idraulica dell'acquedotto mediante utilizzo del software di modellazione per la creazione dei distretti:

6% in 5 anni	1'000'000 €/anno
--------------	-------------------------

Approccio IWA

-Bilancio idrico
-Indicatori di performance

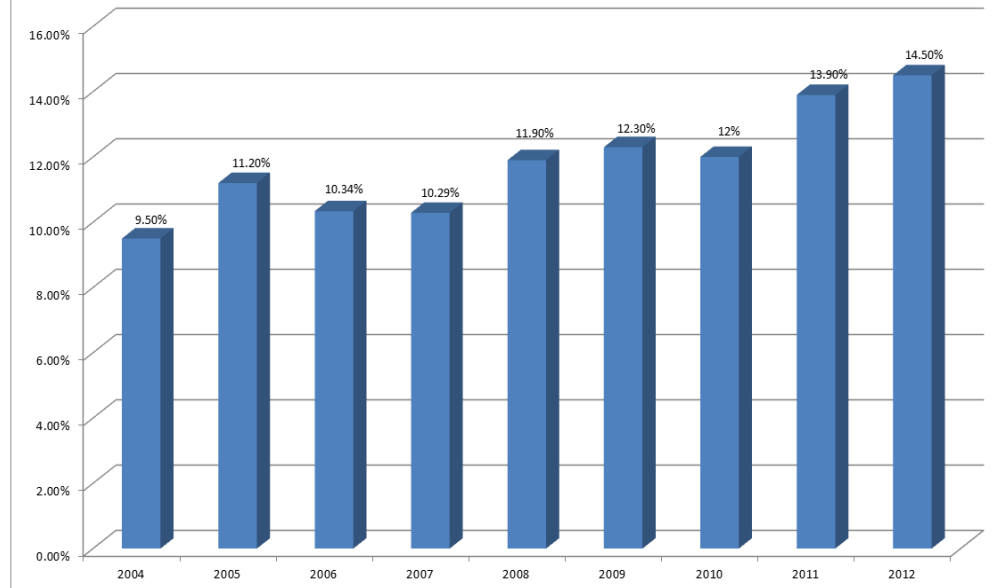
❖ % NRW non del tutto rappresentativo
(valore < 40% : media nazionale)

❖ TREND NEGATIVO

Software PIFastCalcs per il calcolo del Bilancio Idrico

'LEAKS' Suite of LEAKAGE EVALUATION and ASSESSMENT KNOW-HOW SOFTWARE																
WATER BALANCE AND PERFORMANCE INDICATORS PROGRAM 'PIFastCalcs'						Standard	Version 4a	31/08/2010	Metropolitana Milanese	© ILMSS Ltd						
ANNUAL WATER BALANCE CALCULATION IN IWA STANDARD FORMAT, WITH 95% CONFIDENCE LIMITS							Data entry	Defaults	Calculated Values	From other Worksheet						
Note: Calculations should be based on a 12-month period for all aspects of the worksheet to function correctly						Currency =		Euro	Volume units =	lit	and m ³					
Utility	MM	Start Date of Calculation		01/01/2012	Number of Days	365	Bulk supply (BIS) or Distribution System (DIS)?		DIS	Do most customers have storage tanks?						
System	Whole System	End Date of Calculation		01/01/2013	Calculation by	A. B. Other			Date	31st August 2010						
WATER BALANCE CALCULATIONS						Volume in period	95% Confidence Limits, Variance & Top 5 Priorities for Action to Improve Calculations		ADDITIONAL INFORMATION ON BULK METERING, RESIDENTIAL CONSUMPTION AND BSW % BY VOLUME AND VALUE							
Reliability Band	WATER FROM UTILITY'S OWN SOURCES					Recorded volume in period	Systematic Error Correction	Correction to metered volume	MI	95% Confidence Limit, +/- %	Variance	Priority for Action	% of System Input Volume	BULK METERING		
						MI	%	MI								
***	Downstream Pumping Stations					229796.2	0.00%	0.0	229796.2	1.0%	1374591	2	100.0%	Based on 0	30	meters
						0.0	0.00%	0.0	0.0	2.0%	0		0.0%	Based on 0	0	meters
						0.0	0.00%	0.0	0.0	1.0%	0		0.0%	Based on 0	0	meters
	WWS: VOLUME FROM OWN SOURCES					229796.2	0.00%	0.0	229796.2	1.0%	1374591		100.0%	Based on 30	0	meters
	WS: WATER IMPORTED					0.0	0.00%	0.0	0.0	2.0%	0		0.0%	Based on 0	0	meters
	SW: SYSTEM INPUT VOLUME					229796.2	0.00%	0.0	229796.2	1.0%	1374591		100.0%	Based on 30	0	meters
	BACKWATER EXPORTED					0.0	0.00%	0.0	0.0	2.0%	0		0.0%	Based on 0	0	meters
	WS: WATER SUPPLIED + SW - BACE					229796.2	0.00%	0.0	229796.2	1.0%	1374591		100.0%	RESIDENTIAL CONSUMPTION		
***	BACMI: Billed Authorised Consumption: Metered					Small Res	Type D	meter lag	196545.9	2.0%	4022213	1	85.0%	Residents	MI	in period

NRW % del Volume Imnesso in Rete di Metropolitana Milanese nel Periodo dal 2006 al 2012



OBIETTIVO

❖ Litri/presa/giorno ≈ 1000

❖ Infrastructure Leakage Index

$$ILI = \frac{CARL (Perdite Reali)}{UARL (Perdite Inevitabili)} > 8 : \text{CLASSE D}$$



CLASSE C (WBI)

«Scarsa gestione delle perdite; tollerabile solo se l'acqua è abbondante e poco costosa. Analizzare comunque il livello e la natura delle perdite e intensificare gli sforzi per la riduzione delle perdite»

MODELLO MATEMATICO

RAPPRESENTAZIONE
DELLA REALTA'
IDRAULICA
DELL'ACQUEDOTTO

Il modello dell'acquedotto è un modello matematico (deterministico e analitico) che utilizza e implementa le equazioni fondamentali della fisica che ne governano il funzionamento.

E' un formidabile **strumento tecnico-scientifico** per:

- ricostruire quello che è accaduto,
- imitare quello che accade ora,
- prevedere quello che accadrà.

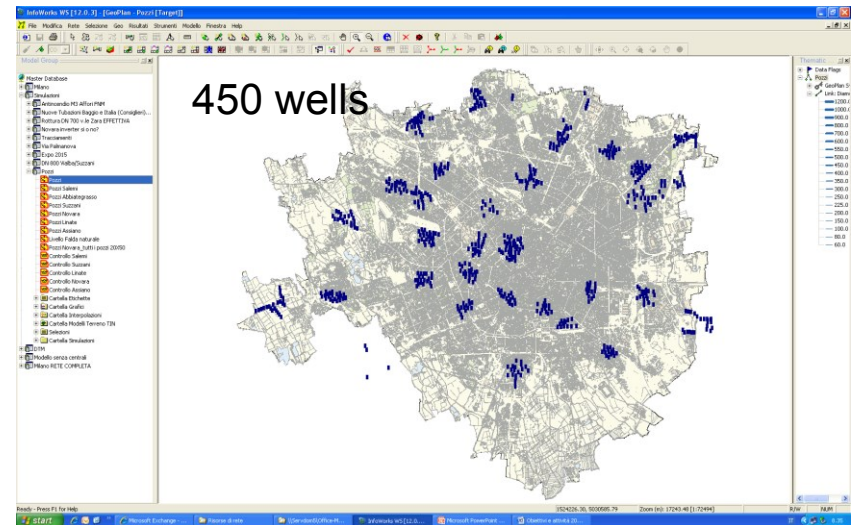
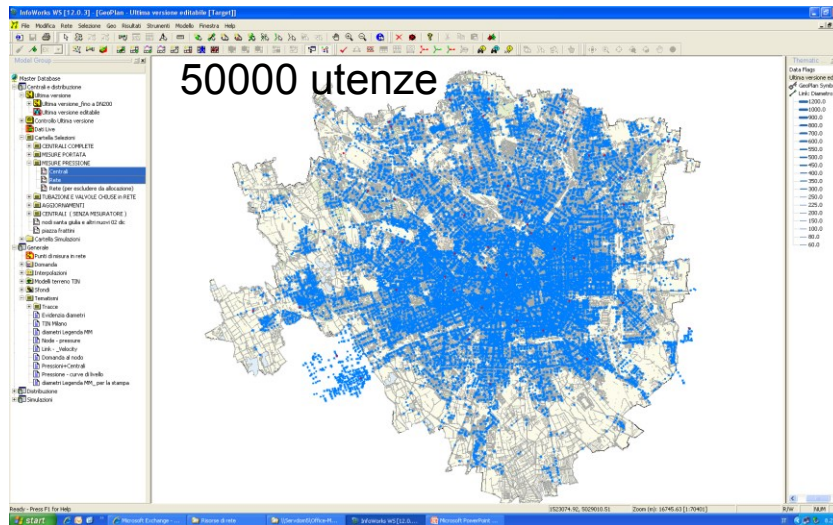
Quindi è uno **strumento di supporto alle decisioni di investimento (Risparmio strutturale) e gestione (Risparmio energetico)**.

L'acquedotto di Milano è un sistema molto complesso, costituito da elementi fisici, idraulici ed elettromeccanici che interagiscono e si influenzano fra di loro.

- Rappresentazione delle caratteristiche fisiche ed idrauliche di tutto il sistema acquedotto



Simulazioni comportamento
idraulico ed energetico



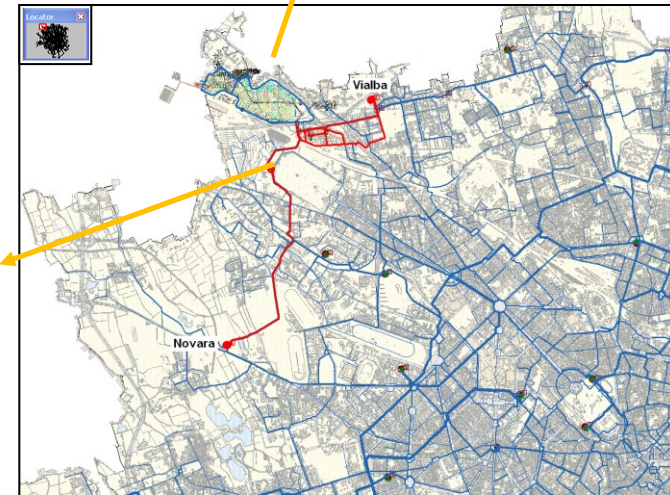
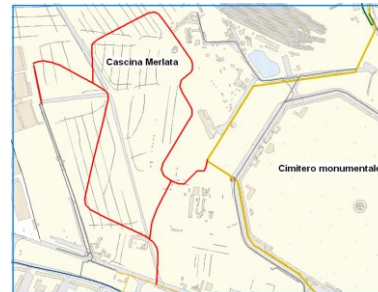
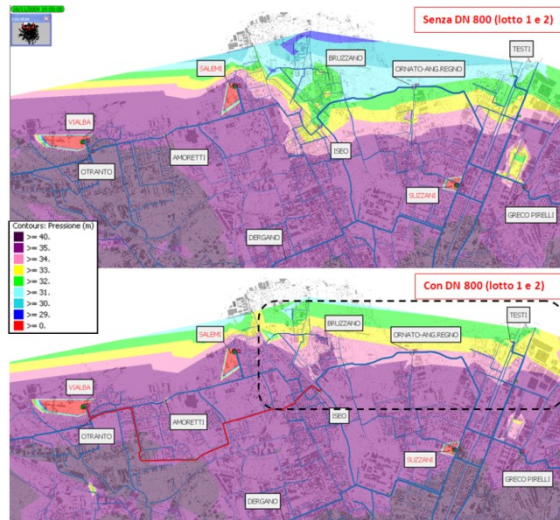
MODELLO MATEMATICO

PER LA VERIFICA E LE
OTTIMIZZAZIONI

- Progettare nuove reti e verificare le reti esistenti in diversi scenari

Ex-post: Rottura tubazione DN 700 v.le Zara,
Interferenze idrauliche tra centrali di pompaggio,
miscelazione delle sostanze disciolte lungo la rete
e/o proveniente da centrali

Ex-ante: Nuova tubazione DN 800 Vialba-Salemi-
Suzzani, Alimentazione Expo 2015, alimentazione
PII Cascina Merlata, alimentazione impianti
antincendio nuove stazioni metropolitana



- Simulazioni di ottimizzazione
 - energetica (gestione pressione e logiche di avviamento)
 - ma anche utilizzo delle fonti di maggior qualità dell'acqua

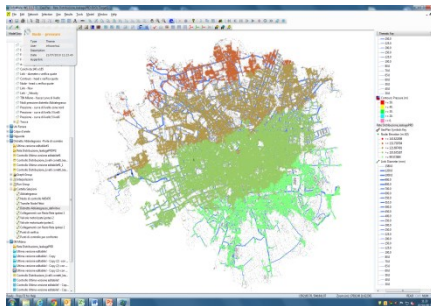
ZONA DI PRESSIONE

PMZ
«ABBIETEGRASSO»

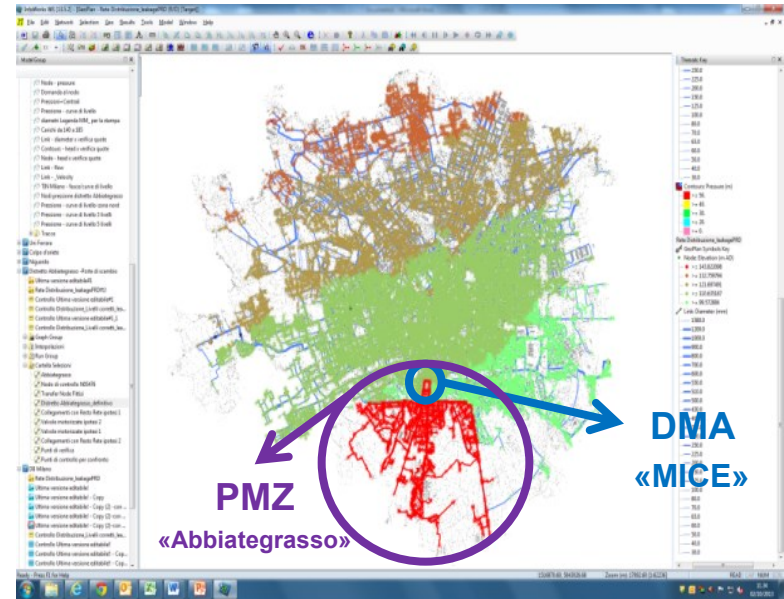
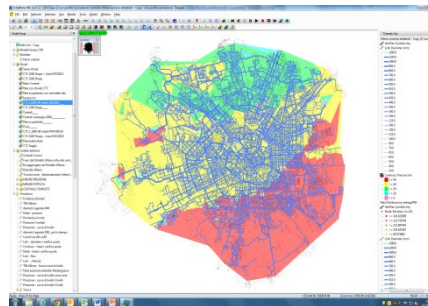
L'area di gestione della pressione «Abbiategrosso» è costituito da 1194 nodi e 1362 tronchi con diametro variabile tra 50 mm e 900 mm, per una lunghezza complessiva di circa 116 km; il numero di utenze servite è pari a 1628.

Per isolarla è stato necessario chiudere 23 valvole.

Dislivello geodetico di 40 metri da Nord-Ovest a Sud-Est



Unico piano piezometrico con differenza di pressione di 25 m



- Simulazioni di dimensionamento del distretto in funzione della domanda, della capacità dei pozzi e dei problemi strutturali (valvole da chiudere e/o nuove tubazioni)
- Simulazioni Demand Driven (gestione della pressione) e Pressure Driven (perdite e consumi legati alla pressione: $N1=0.69$ e $N3= 0.0605$)
- Ottimizzazione del funzionamento e dei pompaggi dei pozzi nel serbatoio

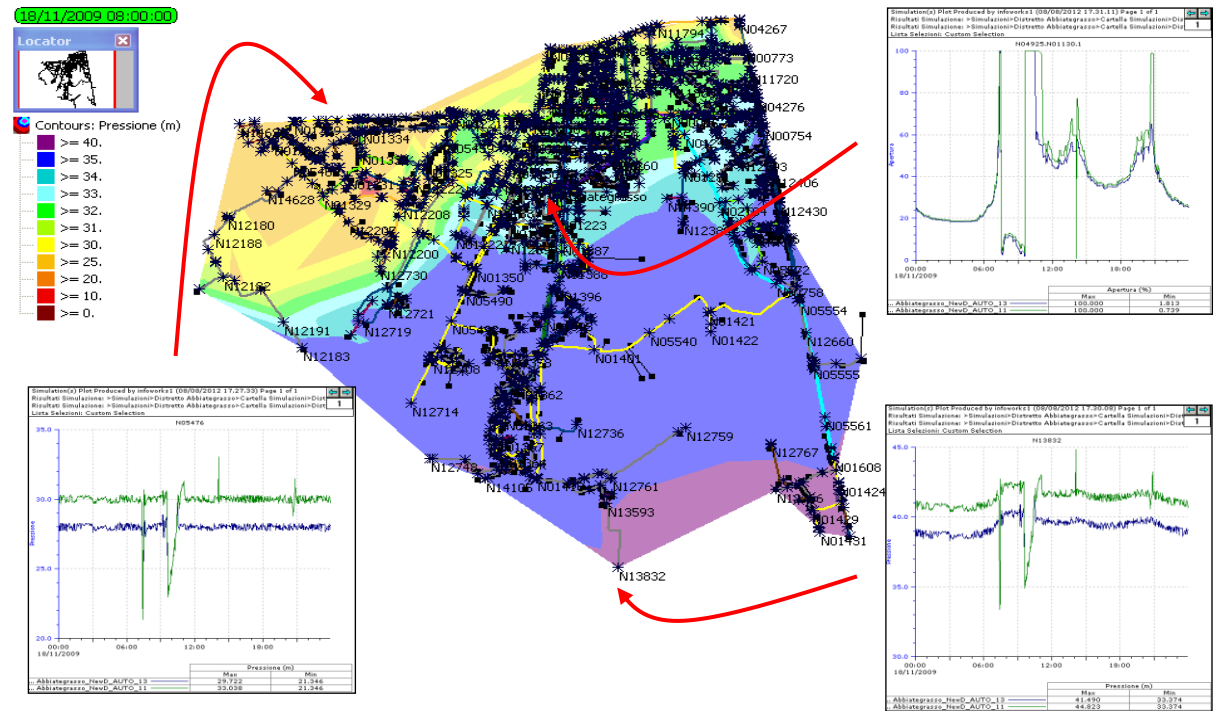
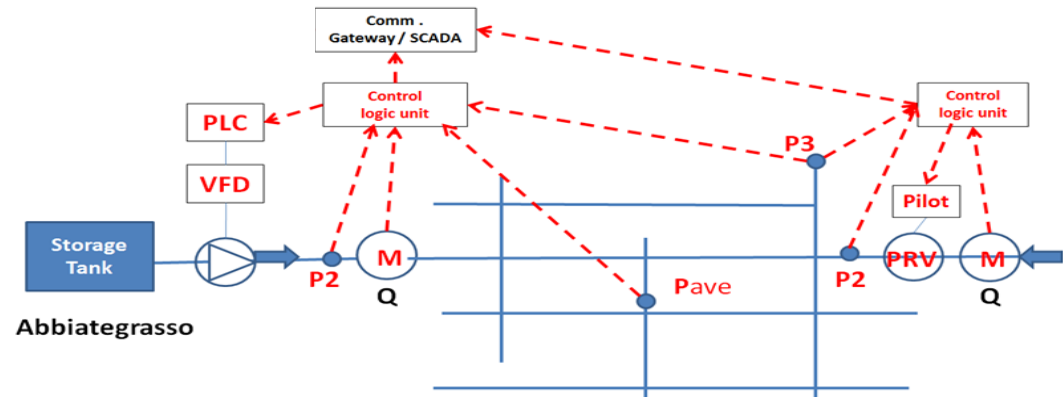
ZONA GESTIONE PRESSIONE

PMZ «ABBIATEGRASSO»: IL FUNZIONAMENTO

Regolazione al Punto Critico:

- 1 centrale di pompaggio «Abbiategrosso» con 2 Inverter Nuovi
- Valvole PRV (connessione al resto della rete)

Riduzione della
pressione media di circa
15 metri



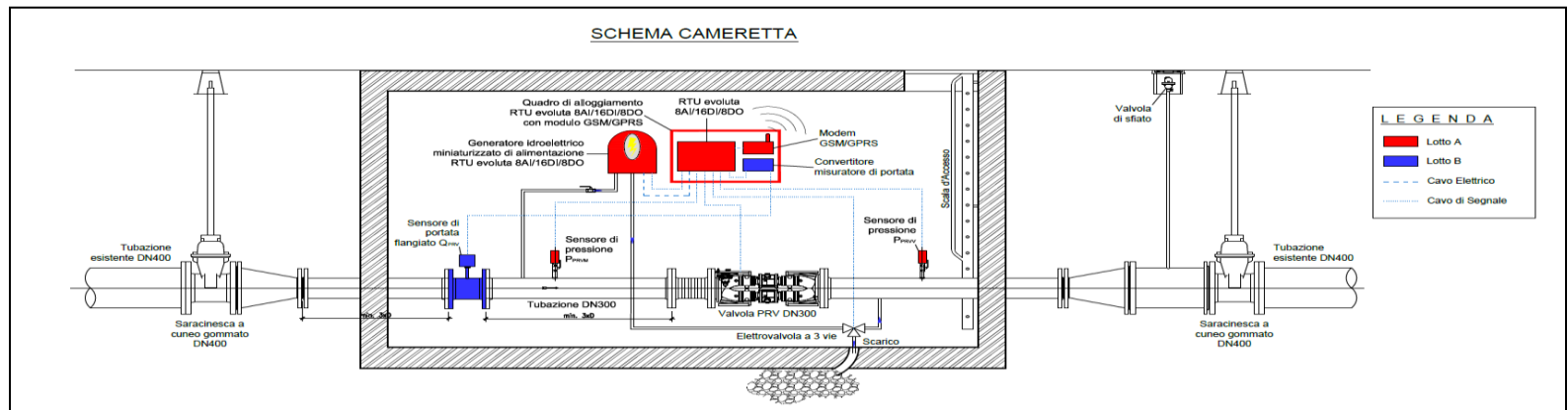
ZONA GESTIONE PRESSIONE

PMZ
«ABBIATEGRASSO»
INSTALLAZIONI



Abbiategrasso pumping station (inverter)

PRV chamber (instruments)



ICewater Project

PMZ
«ABBIATEGRASSO»:

ICT Solutions for efficient Water Resources Management



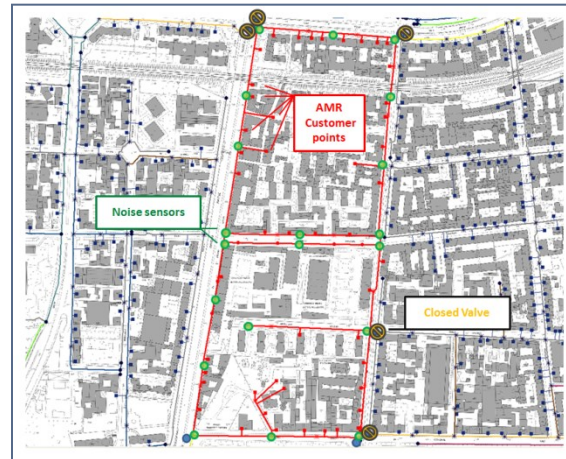
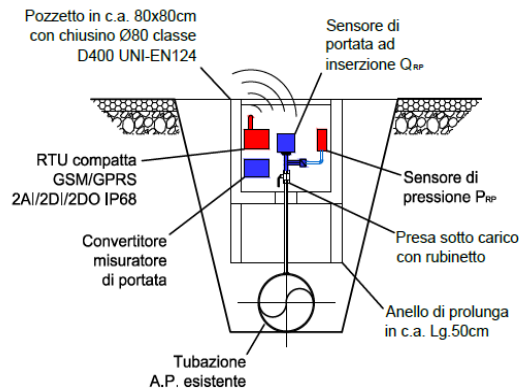
Partners: Siemens, Toshiba, Unesco-Ihe, Consorzio Milano Ricerche, Italdati, ICCS

Icewater combina sofisticate soluzioni ICT per fornire monitoraggio in tempo reale delle risorse idriche e della domanda. Sulla base dei dati dei sensori e dei sistemi avanzati di supporto alle decisioni, che verranno sviluppati, faciliterà l'ottimizzazione della gestione delle reti idriche.

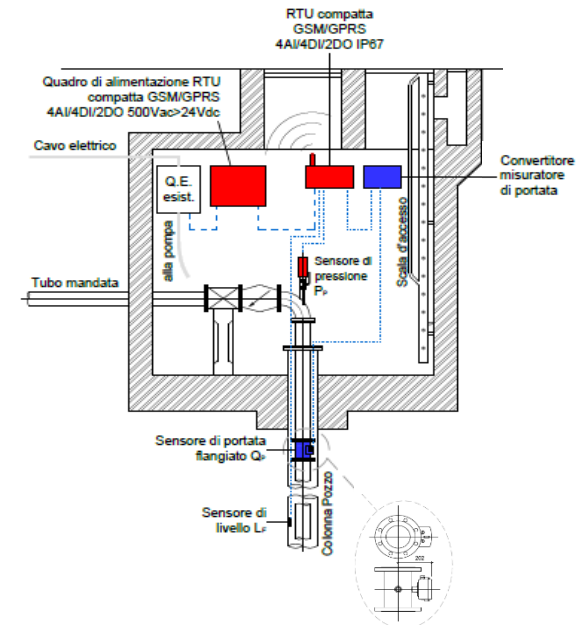
Architettura ICT:

- Strumentazione di processo,
- Sistemi HW e FW di comunicazione e distribuzione dei dati
- Moduli SW di calcolo e supporto alle decisioni (DSS)

TIPOLOGICO PUNTI DI TELEMETRIA RETE POZZI "PTRP"
Particolare sensori di portata/pressione con pozzetto strumentazioni



TIPOLOGICO PUNTI DI TELEMETRIA POZZI



ICeWater Project

PMZ
«ABBIATEGRASSO»:

ICT Solutions for efficient Water Resources Management

Use case categories:



Water loss management



Energy management



Water quality management



Demand management



Asset management

Water loss management:

- Analisi con i bilanci idrici (anche con AMR) e Minimi Notturmi (NDF).
- Strumenti di localizzazione noise logger e modellazione numerica.

Water quality management:

Analisi dispersione nella rete di cloro e torbidità.

Asset management:

Analisi dei dati storici sulla rete e delle perdite per la definizione di scenari di rischio e priorità di intervento

Energy Management:

- Pump scheduling e ottimizzazione idraulica grazie al modello.
- Modellazione per ottimizzazione in aree di gestione della pressione

Water demand management: Curve di domanda e previsione dei consumi.

**ATTIVITA' GESTIONE
-PERDITE REALI
-PERDITE COMMERCIALI**

Volume Imnesso in Rete System Input Volume	Consumi Autorizzati	Consumi Autorizzati Fatturati	Consumo Fatturato Misurato	Revenue Water
			Consumo Fatturato Non Misurato	
	Perdite Idriche	Consumi Autorizzati Non Fatturati	Consumo Non Fatturato Misurato	Acqua Non Fatturata Non Revenue Water
			Consumo Non Fatturato Non Misurato	
		Perdite Apparenti	Consumo Non Autorizzato	
			Imprecisione dei Contatori Clienti	
		Perdite Reali	Perdite nella Rete di Trasporto e di Distribuzione	
			Perdite e Sfiori dai Serbatoi	
			Perdite dalle Prese d'Utenza fino al Contatore	

**GESTIONE
PERDITE
REALI**



- Gestione pressione
- Gestione tubi e asset
- Controllo attivo perdite
- Velocità e qualità riparazioni

65 % volume NRW : 1'200'000 €/anno
(costo marginale 0.06 €/mc)

**GESTIONE
PERDITE
APPARENTI**



- Prelievi non autorizzati limitati
- Svecchiamento contatori
- Maggior qualità precisione
- Corretto dimensionamento
- AMR

35 % volume NRW : 5'800'000 €/anno
(prezzo medio vendita 0.6 €/mc)

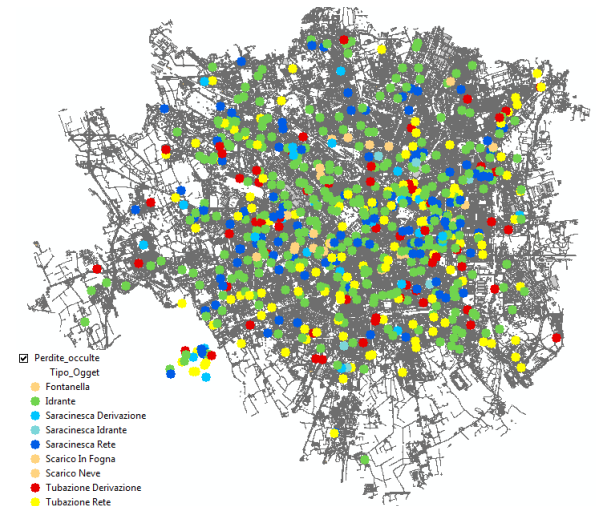
ATTIVITA' DI RICERCA PERDITE

RICERCA PERDITE	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Quota della rete sottoposta a ricerca perdite	14,5%	38%	46%	23%	4.1%	6.7%	12.2%	15.4%	20.0%
Perdite occulte rilevate sulla rete n./Km.	0.28	0.28	0.23	0.11	0.28	0.40	0.29	0.17	0.22

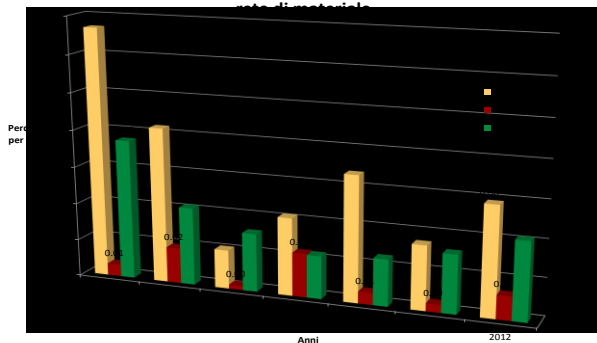
- Attività di ricerca perdite classiche: preascolto, correlazioni e geofoni
[metodo Classico utilizzato su tutta la rete]

Innovazioni:

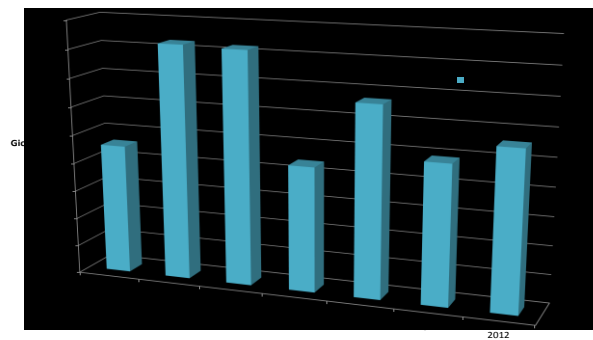
- Analisi dello storico (tipologia, materiali, DN, georeferenziazione)
- Riduzione del tempo di riparazione
(implementazione nel software di gestione delle comunicazioni di ritrovamento perdita e riparazione con georeferenziazione)



Perdite occulte rilevate su tubazione pesate in base ai Km di rete di materiale



Tempo Medio di Riparazione



ricerca perdite fino DN 400
intera rete

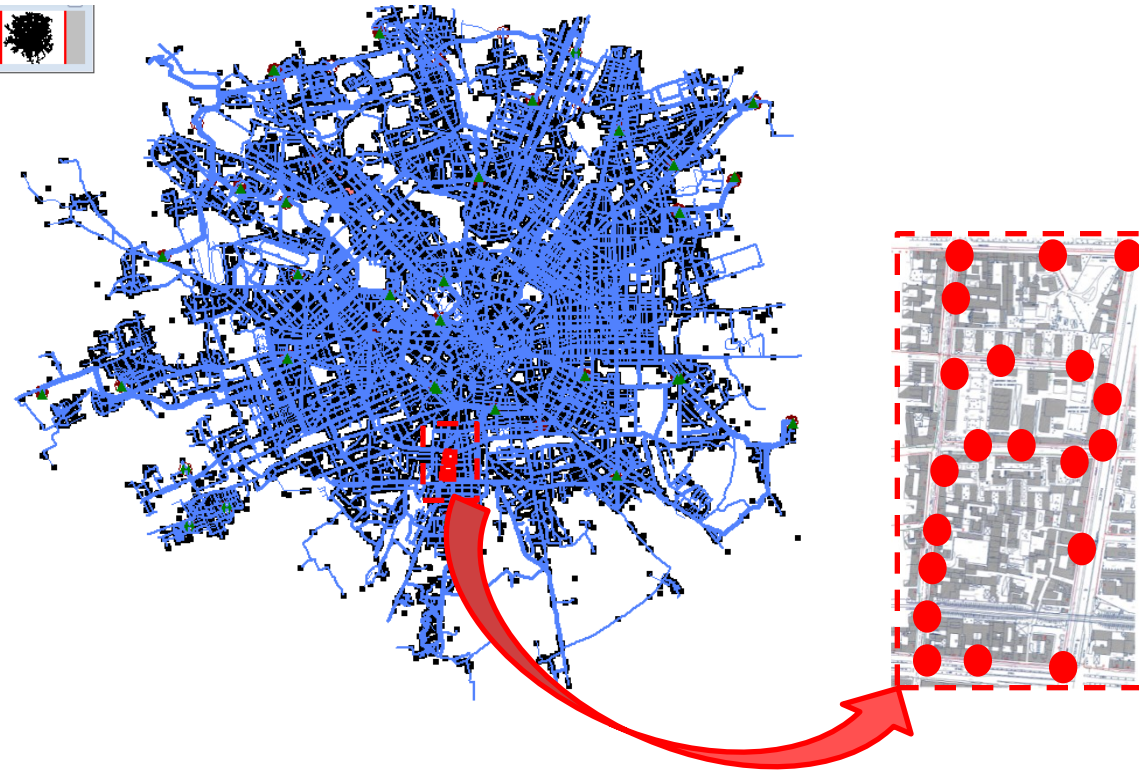
**RITORNO INVESTIMENTO
≈ 15 MESI**

ATTIVITA' DI RICERCA PERDITE

- Analisi Volumi Notturmi e Bilanci idrici nei distretti in fase di costruzione
- Utilizzo di un sistema di identificazione automatica della nascita/presenza di una perdita con Noise Logger [Progetto ICeWater]

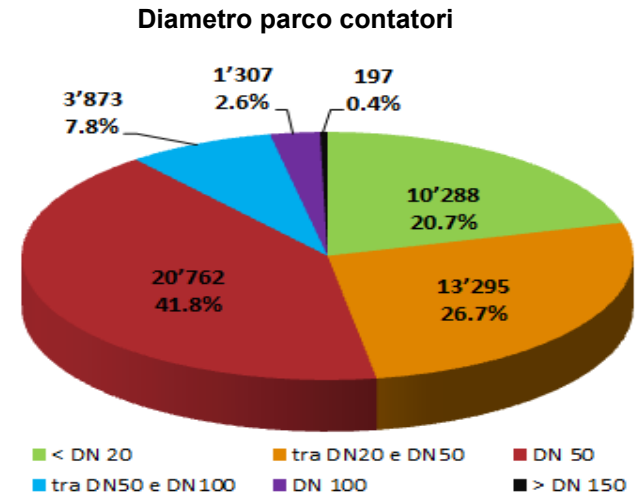
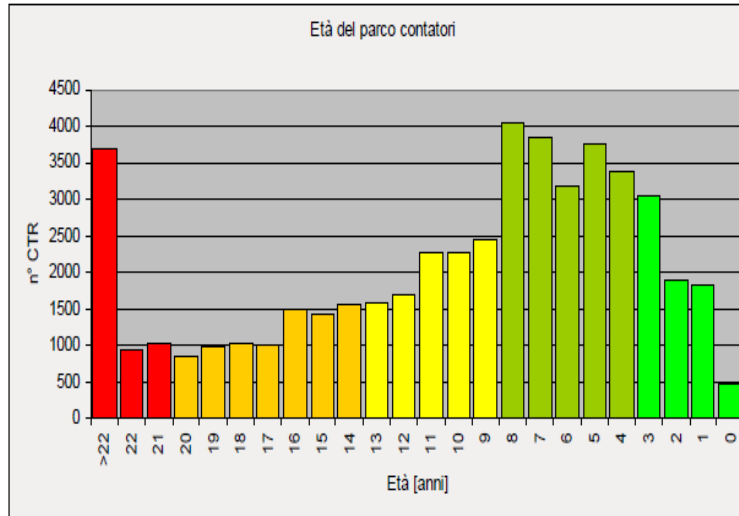
Il NOISE LOGGER è un logger acustico intelligente che rileva il rumore generato dalle perdite d'acqua.

Il logger esamina il rumore ad intervalli di un secondo in tre periodi differenti durante la notte. Effettua l'analisi statistica su ciascun periodo analizzato e ne determina il fattore "confidence".



ANALISI PARCO CONTATORI

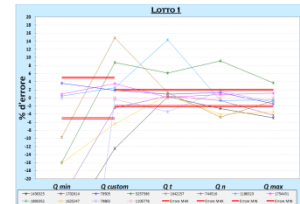
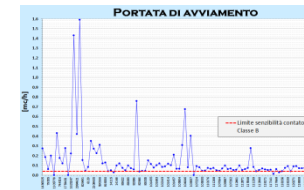
ETA' MEDIA 18 ANNI



❖ Analisi campione 100 contatori DN 50 testati in laboratorio MM



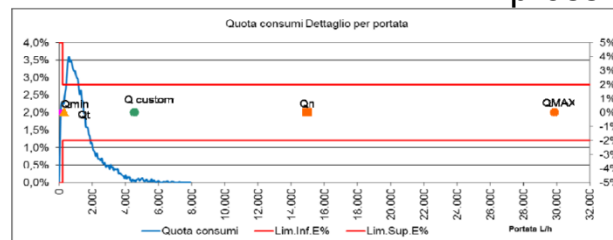
INVECCHIANDO riduzione prestazioni
(limite sensibilità e range errore)



❖ Costruzione profilo consumo 3 tipologie di utenza



SOVRADIMENSIONATI
Campo di funzionamento non ottimale ($Q_t - Q_n$)
prossimo Q_{min} errore $\pm 5\%$



PIANO AMMODERNA- MENTO CONTATORI

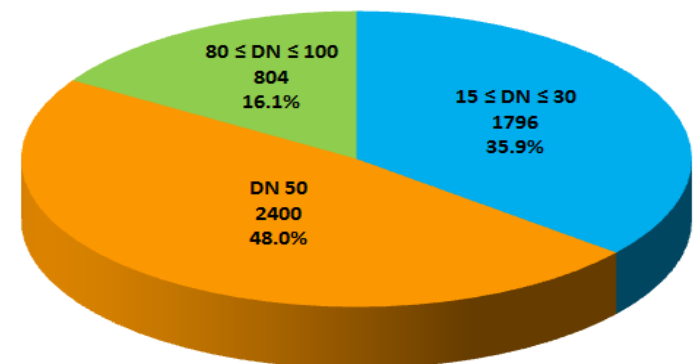
1° FASE



- ❖ PIANO DI CAMBIO: 5.000 utenze/anno
- ❖ CONTATORI MID predisposti per Telelettura (uscita impulso Optometrica)
- ❖ $15 \leq DN \leq 50$: contatori turbina a getto multiplo ($200 \leq R \leq 315$)
- ❖ $80 \leq DN \leq 100$: contatori Woltmann, mulinello elicoidale orizzontale ($160 \leq R \leq 200$)

- ❖ Sostituzione contatori con età ≥ 20 anni
- ❖ Priorità a quelli con maggior fatturato
- ❖ Dimensionamento:
 - consumi storici
 - numero appartamenti
 - numero lance A.I.
 - sopralluogo

Classi di Diametro contatori da sostituire



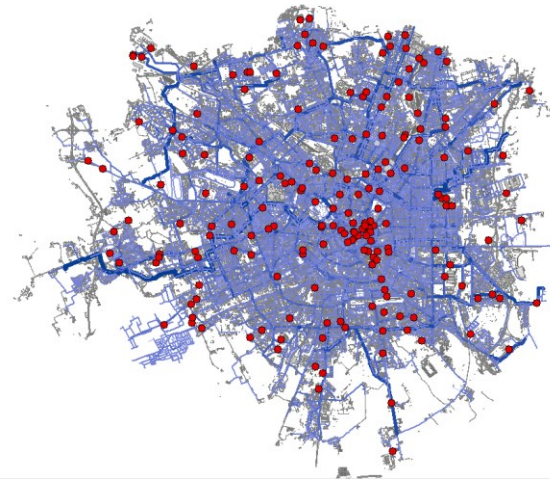
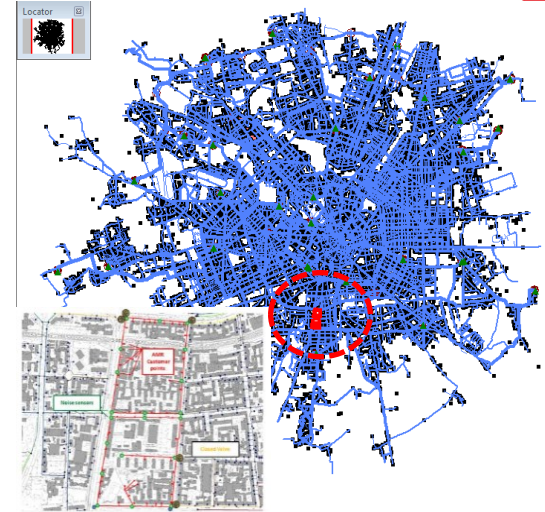
RITORNO INVESTIMENTO $\approx$ 12 MESI

TELELETTURA CONTATORI

3 PILOTI AMR

1) DATA LOGGING (GPRS)

Costruzione profilo di consumo di 70 utenze (IceWater) per corretto dimensionamento

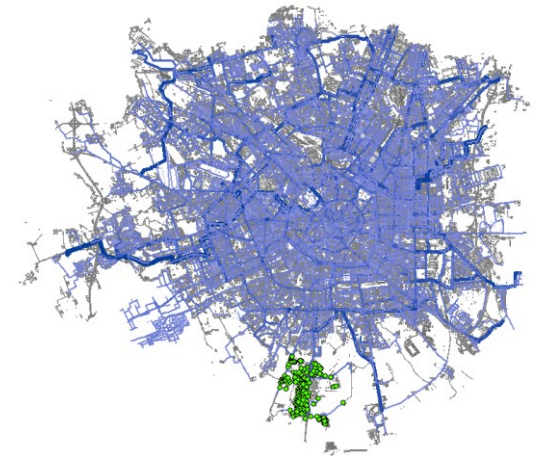


2) TELELETTURA (GPRS)

Telelettura con sistema GPRS sulle 200 utenze con consumi maggiori. Installazione contatori statici

3) TELELETTURA (RADIO 169 MHz)

Telelettura con sistema RADIO 169 MHz su circa 200 utenze all'interno del distretto Abbiategrasso. Sistema fisso e/o Walk-by, Drive-by



GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!!

