



METROPOLITANA MILANESE SPA

SERVIZIO IDRICO INTEGRATO DELLA CITTA' DI MILANO

CONTROLLI DI QUALITA' SULL'ACQUA POTABILE:
IL CASO DI MILANO

ing. Carlo CARRETTINI, ing. Chiara PAGANO

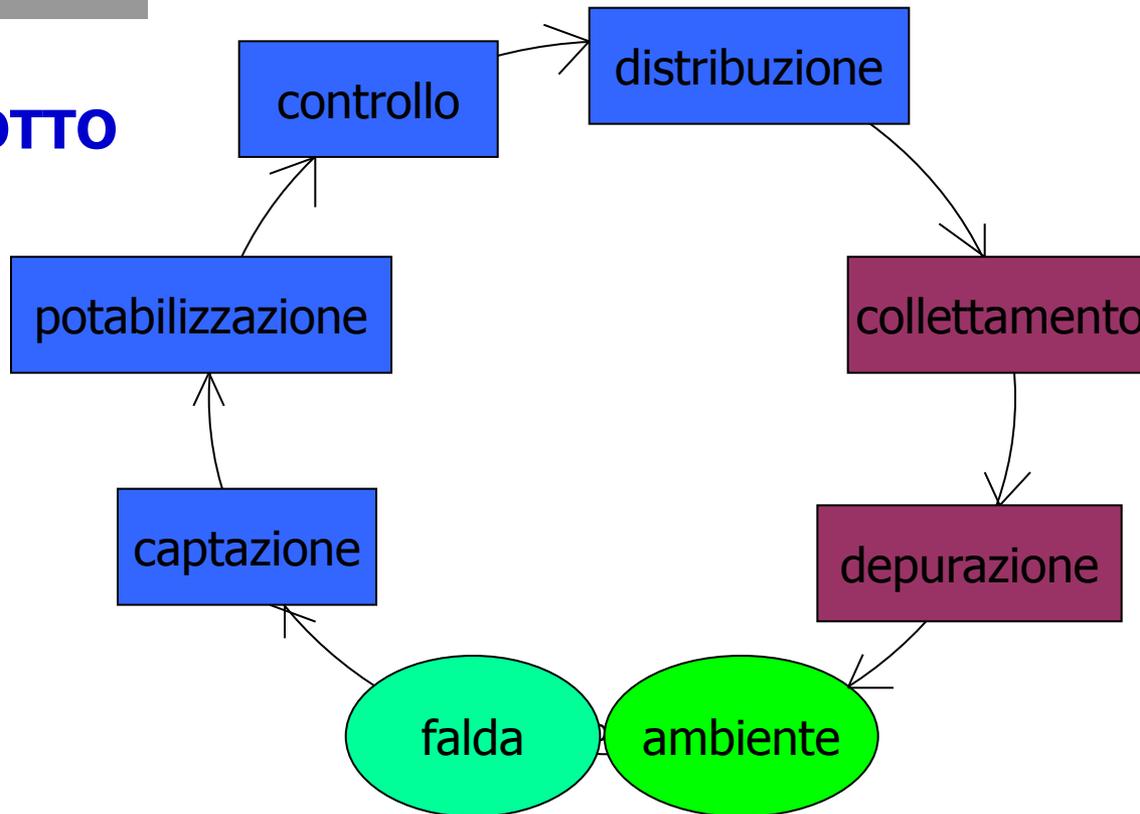
17 giugno 2011

SOMMARIO

pag.3	SERVIZIO IDRICO INTEGRATO
pag.4	FALDA
pag.5	STRATIGRAFIE E TIPI DI POZZO
pag.6	CAPTAZIONE
pag.7	DISLOCAZIONE CAMPO POZZI
pag.8	LA CONTAMINAZIONE CHIMICA DELL'ACQUA DI FALDA
pag.9	POSSIBILI VIE DI CONTAMINAZIONE DELLA FALDA
pag.10	SITUZIONE ATTUALE DEGLI IMPIANTI
pag.14	POTABILIZZAZIONE
pag.22	CONTROLLO
pag.27	DISTRIBUZIONE
pag.29	DATI DI ESERCIZIO 2010
pag.30	VOLUMI ANNUI IMMESSI IN RETE
pag.33	CONSUMI ENERGETICI

SERVIZIO
IDRICO
INTEGRATO

ACQUEDOTTO



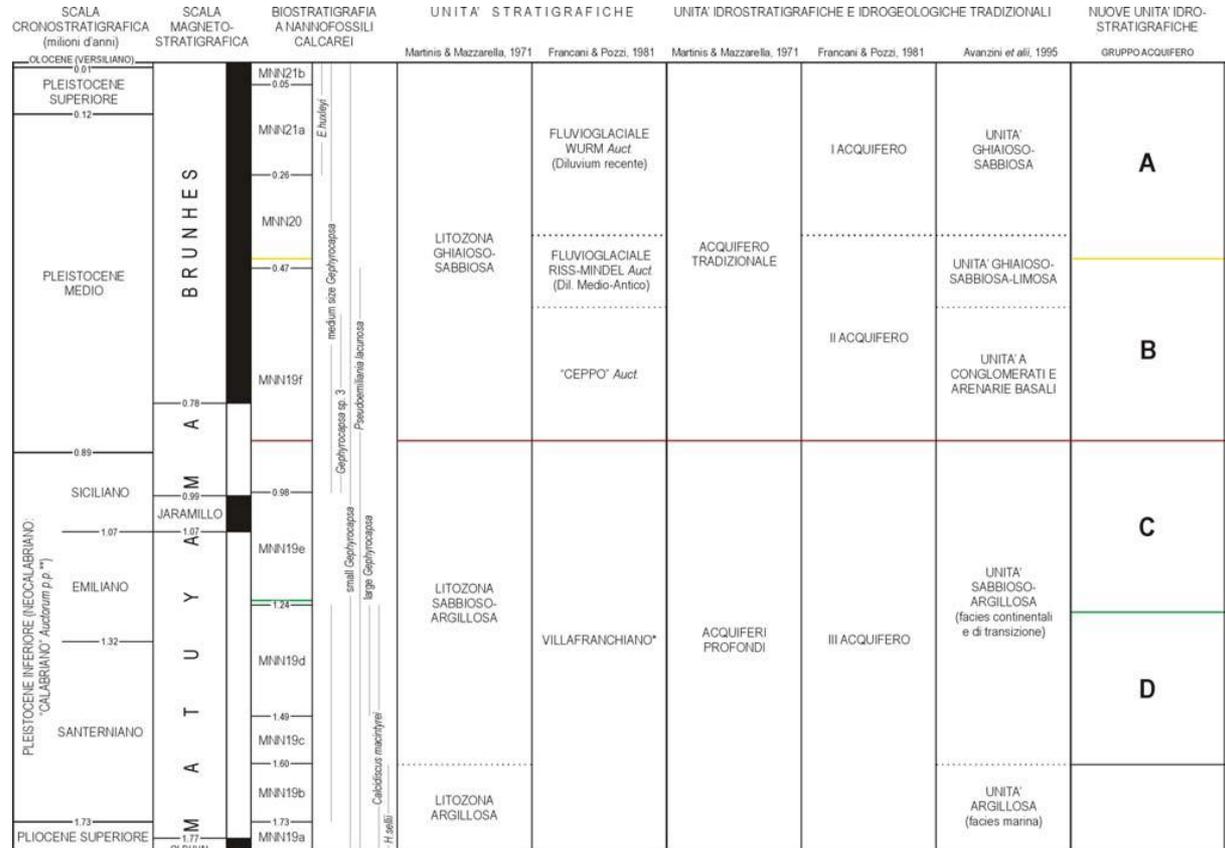
FALDA

Schematicamente il sottosuolo della città di Milano è costituito da orizzonti permeabili (acquiferi) separati da orizzonti impermeabili (acquicludi costituiti da limi e argille):

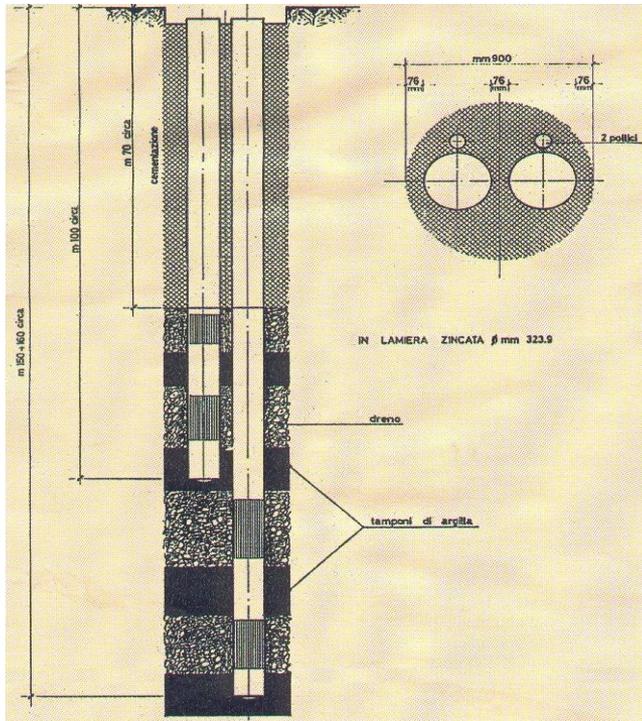
- **PRIMO ACQUIFERO:** costituito da sedimenti di elevata permeabilità (ghiaie e sabbie con frazioni subordinate di limi) con spessore dal piano campagna fino a 30 – 40 m di profondità contiene la falda più superficiale;

- **SECONDO ACQUIFERO:** costituito da sedimenti di medio-alta permeabilità (sabbie e ghiaie con frazioni fini e orizzonti di conglomerati e arenarie) lo spessore varia da 30 – 40 m fino a 100 m circa, la falda contenuta in questa unità si presenta libera o confinata perché spesso in collegamento con quella sovrastante;

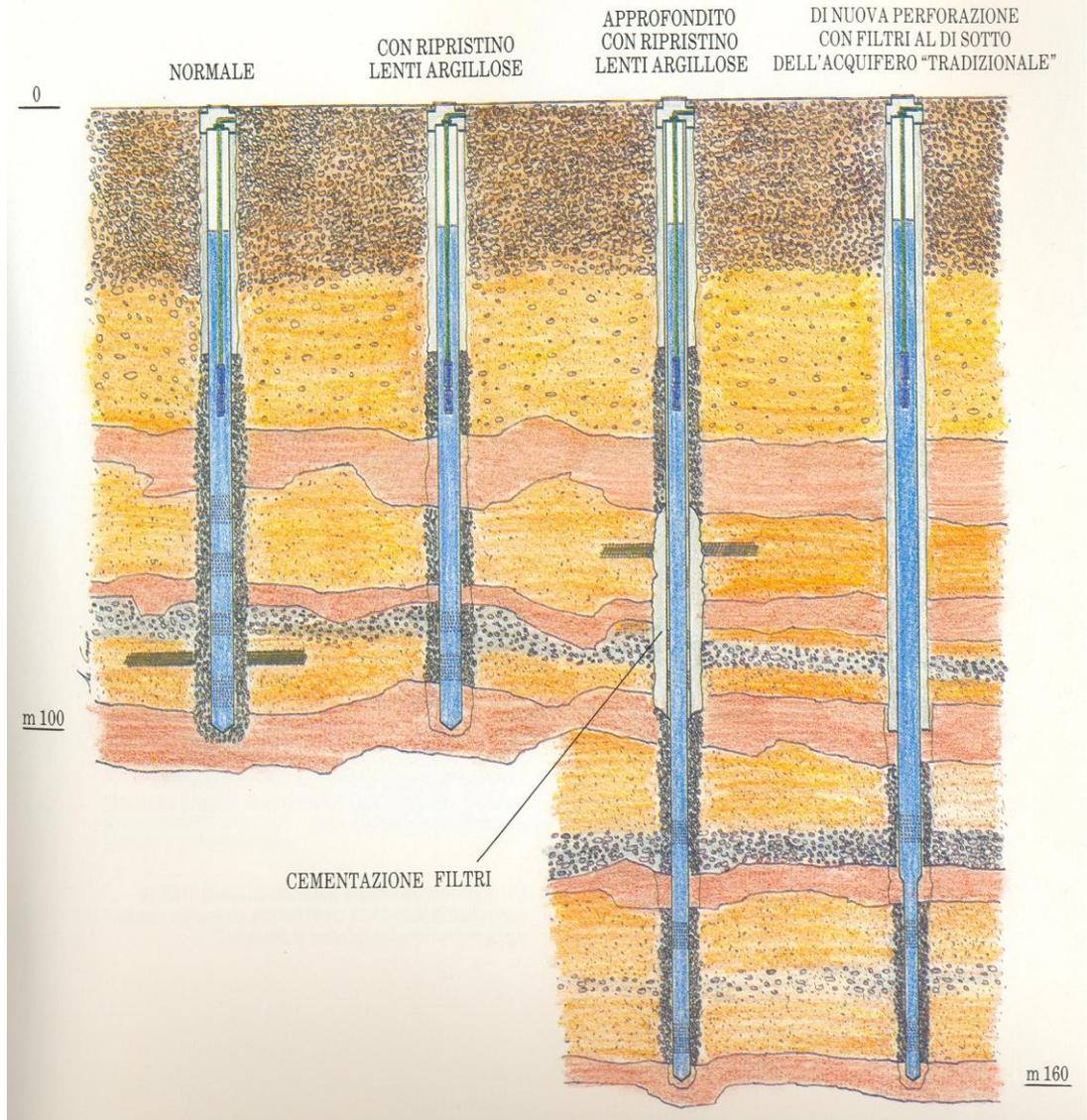
- **TERZO ACQUIFERO:** costituito da sedimenti di medio-bassa permeabilità (limi e argille con livelli sabbiosi) ospita le falde profonde, si trova tra i 100 m fino a 200 m e oltre.



STRATIGRAFIE E TIPI DI POZZI



POZZO A DOPPIA COLONNA



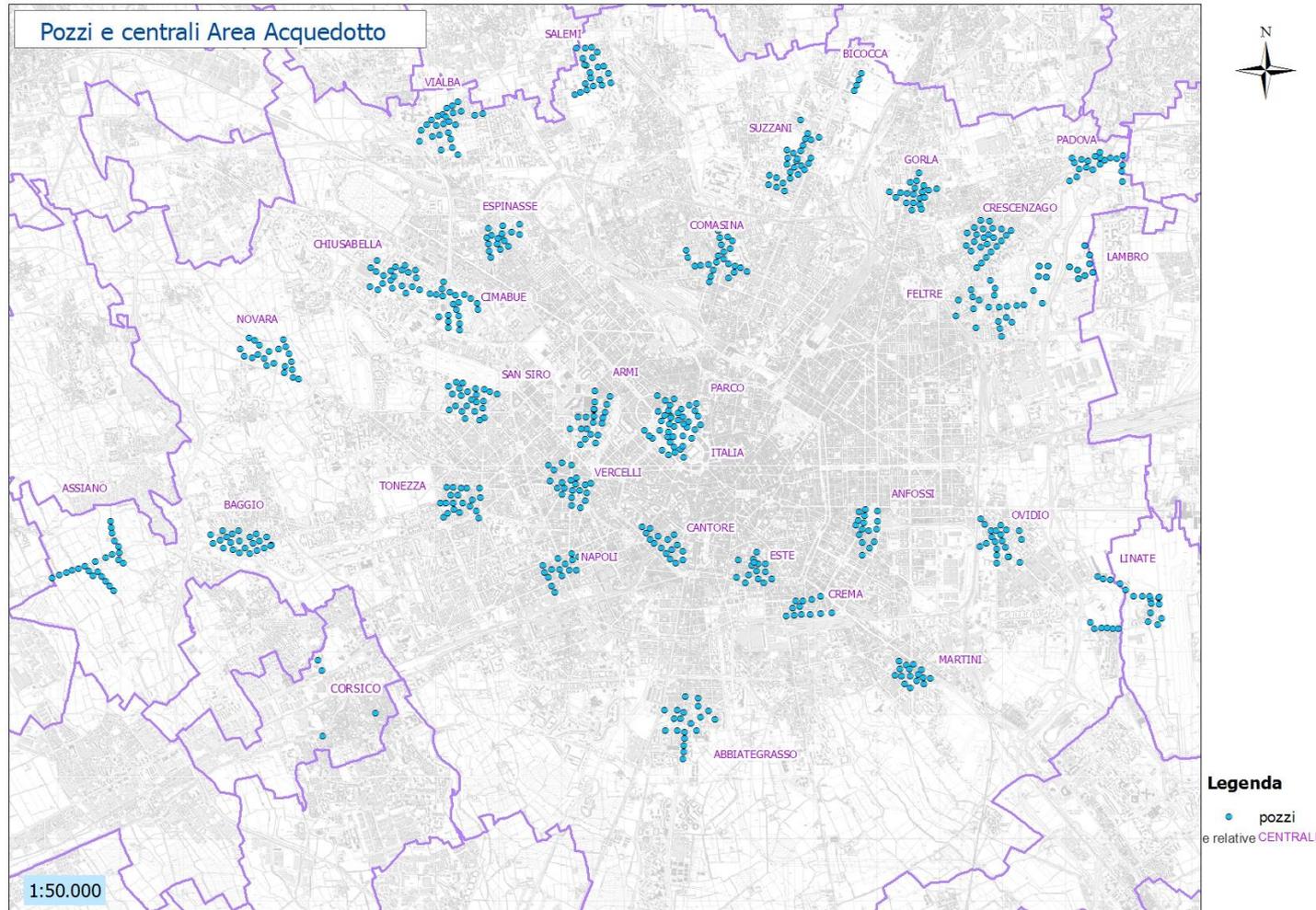
CAPTAZIONE

L'acquedotto dispone di circa 550 pozzi suddivisi in "campi" pozzi distribuiti principalmente sull'area della città che fanno capo a 31 centrali di pompaggio.

I pozzi dell'acquedotto attingono acqua principalmente dal PRIMO e dal SECONDO acquifero, con filtri posizionati ad un'altezza compresa tra 40 m e 100 m.

Alcuni, più recenti, attingono acqua dal SECONDO e TERZO acquifero.

DISLOCAZIONE CAMPO POZZI

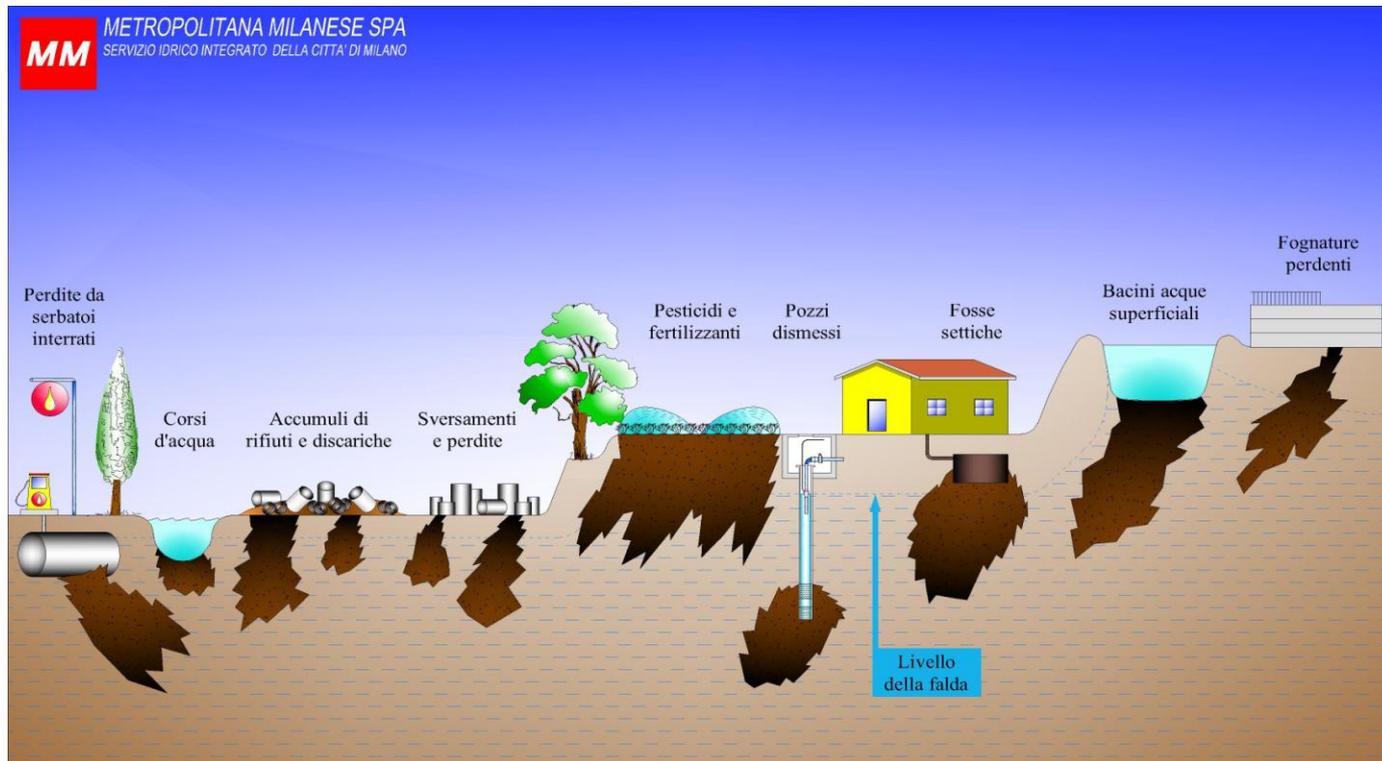


LA CONTAMINAZIONE CHIMICA DELL'ACQUA DI FALDA

- **Cause:**
 - mancanza ed inadeguatezza di fognature nelle aree a nord di Milano;
 - dispersione sul suolo e nel sottosuolo dei residui di lavorazione delle attività produttive quali industrie meccaniche, industrie galvaniche, ecc.;
 - uso di diserbanti, disinfestanti, biocidi e antiparassitari.
- **Inquinanti principali:**
 - solventi organo clorurati (tricloroetilene, tetracloroetilene, etc.);
 - pesticidi (atrazina, 2,6 diclorobenzammide etc.);
 - cromo esavalente (riscontrato già negli anni '60 e in via di diminuzione);
 - nitrati.
- **Rimedi adottati:**
 - esclusione pozzi inquinati dalla centrale e messa in spurgo;
 - perforazione nuovi pozzi in zone meno contaminate e a maggiori profondità;
 - trattamento delle acque con processi specifici (torri di aerazione, carboni attivi , osmosi inversa etc.).

LA CONTAMINAZIONE CHIMICA DELL'ACQUA DI FALDA

Possibili vie di contaminazione della falda idrica



SITUAZIONE ATTUALE DEGLI IMPIANTI

- **POZZI:**
 - Totale pozzi a disposizione n. 550
 - Normalmente in funzione n. 450
 - Fermi per inquinamento/manutenzione n. 100
 - Potenzialità massima 14 m³/s
- **SERBATOI:** n. 29 capacità d'invaso tot. 200.000 m³

- **CENTRALI:** n. 31
 - pompe installate n. 101
 - Portata massima erogabile 32 m³/s
 - Potenza installata 33 MW

- **TRATTAMENTI**
 - Totale Centrali con trattamenti n. 23
 - Numero di centrali con Torri di aerazione n. 1
 - Numero di centrali con Carboni attivi n. 16
 - Numero di centrali con Torri di aerazione e Carboni attivi n. 5
 - Numero di centrali con Carboni attivi e Osmosi inversa n. 1

- **TELEMETRIA:** controllo centralizzato di tutte le centrali e dei punti significativi della rete



Sala macchine **Centrale Comasina**



Centrale Comasina



Foto di archivio della **Centrale Cenisio**

POTABILIZZAZIONE

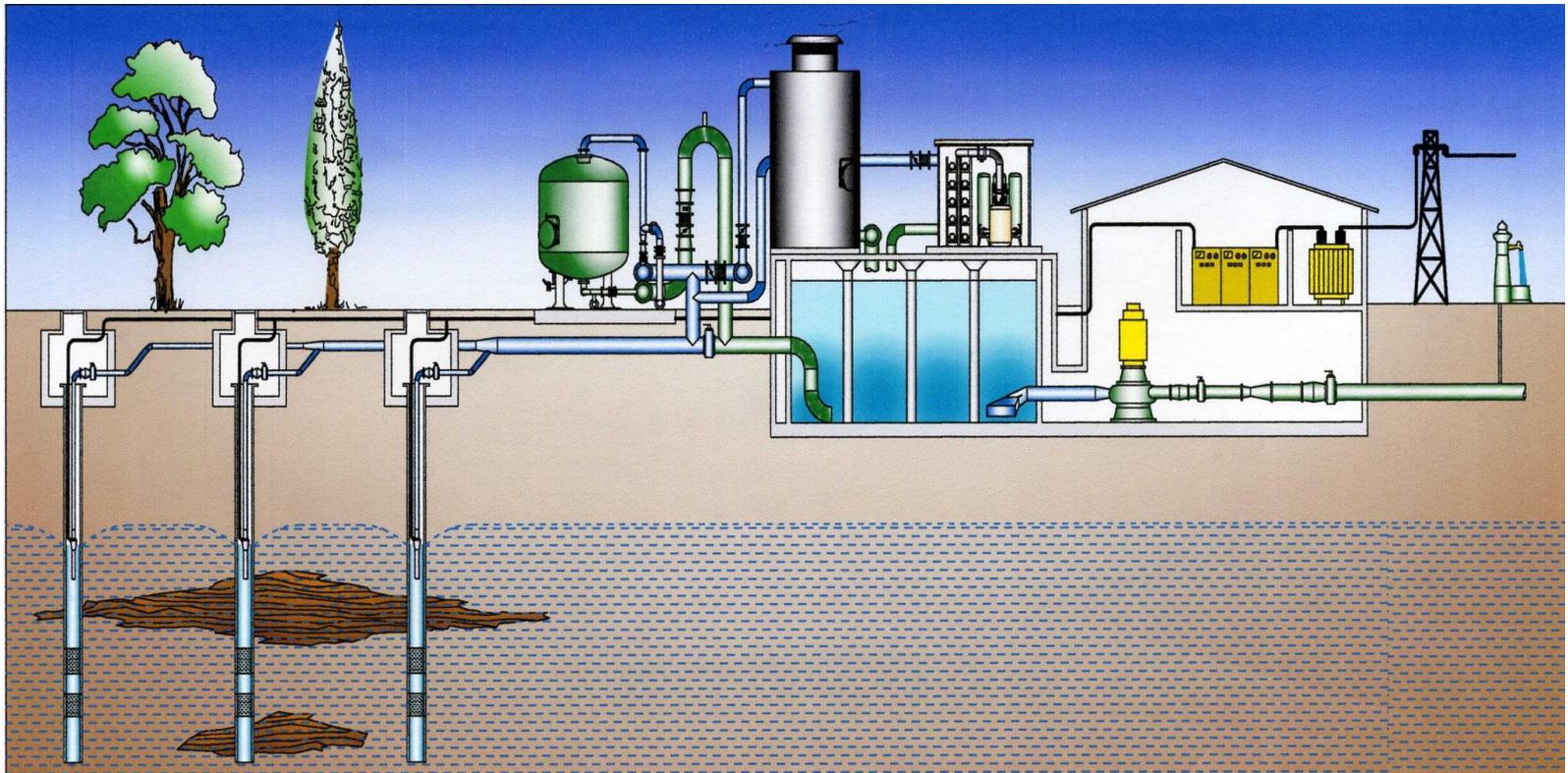
Le operazioni di potabilizzazione avvengono utilizzando i seguenti trattamenti:

- Carboni attivi;
- Torri di aerazione;
- Osmosi inversa.

Queste operazioni si rendono necessarie al fine di rendere la qualità dell'acqua conforme alla normativa vigente (D.Lgs. 31/01) rimuovendo i microinquinanti presenti.

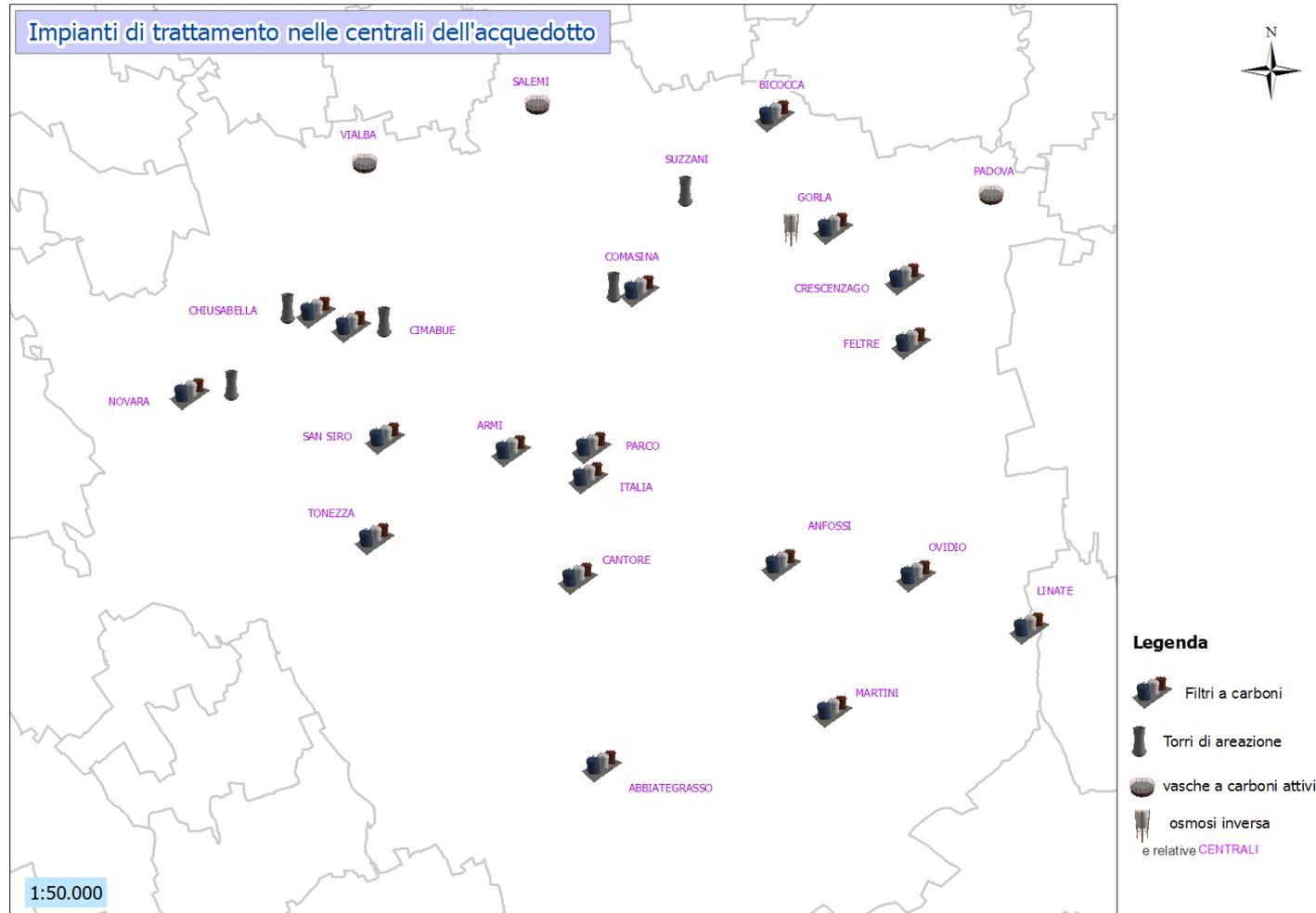
POTABILIZZAZIONE

SCHEMA DI UNA CENTRALE CON IMPIANTO DI TRATTAMENTO



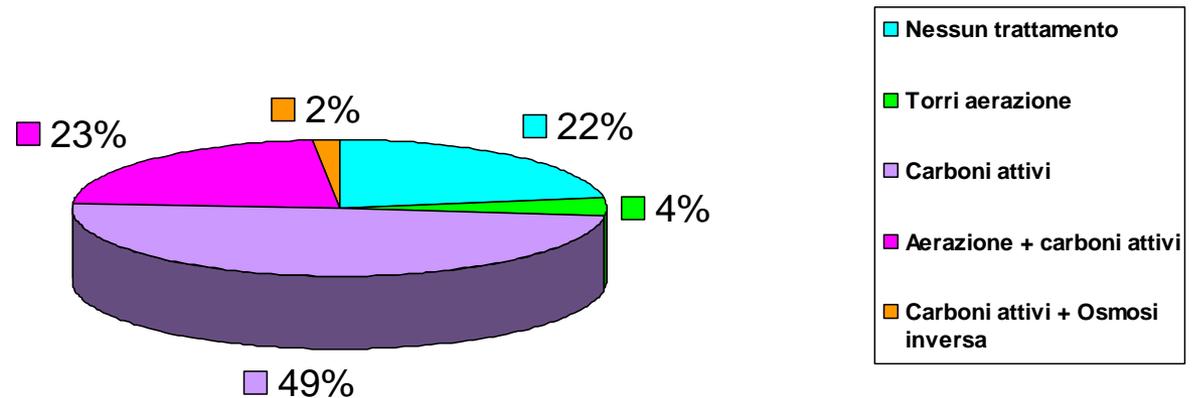
POTABILIZZAZIONE

MAPPA DELLE CENTRALI E DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO



POTABILIZZAZIONE

Percentuale del volume d'acqua erogato in funzione della tipologia di trattamento *Anno 2010*



CARBONI ATTIVI

I CARBONI ATTIVI SONO UTILIZZATI PER L'ELIMINAZIONE DEGLI INQUINANTI ORGANICI VOLATILI E NON VOLATILI.

Il processo chimico-fisico che avviene all'interno del carbone attivo si definisce ADSORBIMENTO secondo il quale molecole o gruppi ionici vengono trattenuti dalla superficie del solido poroso.

Il carbone attivo, che può essere di origine minerale o vegetale, con il tempo subisce un processo di esaurimento; negli impianti dell'acquedotto la durata del carbone attivo varia da 10 mesi ad oltre 24 mesi in funzione della concentrazione delle sostanze inquinanti presenti. Il carbone attivo esausto può essere nuovamente rigenerato con appositi trattamenti termici.

I carboni attivi vengono anche utilizzati nel trattamento di potabilizzazione delle acque superficiali per togliere odori e gusti sgradevoli.



POTABILIZZAZIONE

TORRI DI AERAZIONE

LE TORRI DI AERAZIONE SI UTILIZZANO PER L'ELIMINAZIONE DEI COMPOSTI VOLATILI.

Le torri d'aerazione sono utili per abbattere la principale tipologia d'inquinanti presenti nell'acqua dei pozzi di Milano, cioè i solventi clorurati o composti organici volatili (COV).

Nelle torri l'acqua viene spruzzata dall'alto e va a contatto con l'aria, preventivamente filtrata, insufflata dal basso. In questo modo, le sostanze volatili indesiderate si trasferiscono dall'acqua all'aria.

L'azione di "strippaggio" dell'aria si sviluppa anche nei confronti di altre sostanze presenti nell'acqua, come l'anidride carbonica (CO₂) che, in alcune situazioni, deve essere ripristinata con apposita iniezione prima della distribuzione in rete.



POTABILIZZAZIONE

OSMOSI INVERSA

L'OSMOSI INVERSA È UN TRATTAMENTO FISICO DI SEPARAZIONE ED È UNA TECNOLOGIA UTILIZZATA PER LA RIMOZIONE DEI NITRATI.

L'osmosi inversa permette di ridurre il contenuto di sali nell'acqua fino alla loro completa eliminazione, senza alterarne la composizione chimica. Tutto ciò avviene grazie alla membrana osmotica, vero e proprio cuore dell'intero sistema, la quale è in grado di "setacciare" l'acqua fino a grandezze molecolari.

Quest'acqua, per essere idonea al consumo umano dovrà poi essere rimineralizzata, miscelandola con l'acqua non trattata.

La centrale dell'acquedotto che possiede questa tecnologia è la centrale Gorla dove nell'acqua da trattare sono presenti, tra gli altri, i nitrati e il cromo esavalente in concentrazioni importanti.

Questo trattamento è spesso usato per potabilizzare le acque di mare.



POTABILIZZAZIONE

DISINFEZIONE

Dopo i trattamenti l'acqua arriva nella vasca di accumulo dove, prima di essere inviata in rete, subisce un processo di disinfezione per l'inattivazione di eventuali microrganismi presenti.

La disinfezione può avvenire con:

- Ipoclorito di sodio;
- Raggi UV.



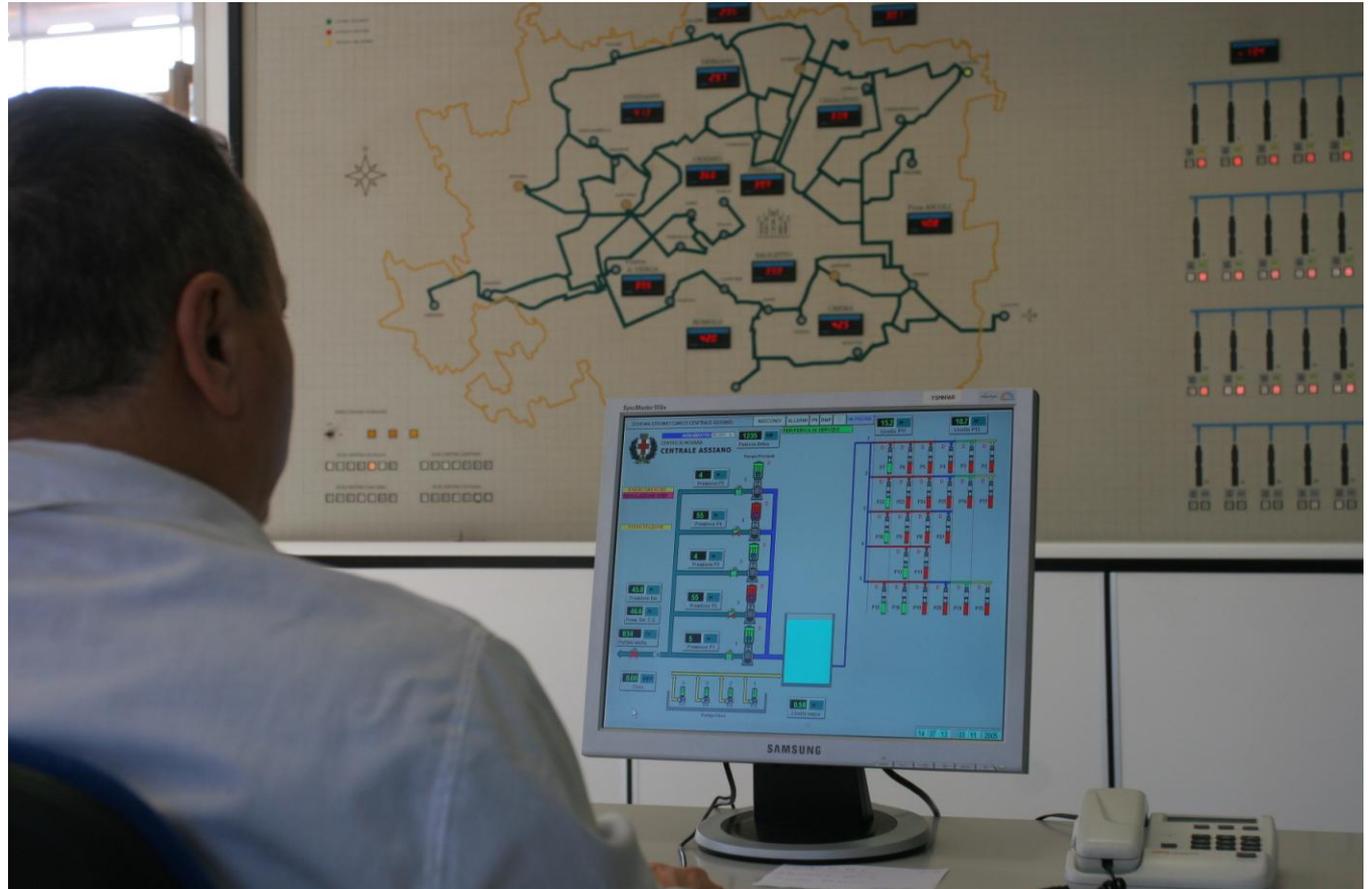
RAGGI UV

tubazione in uscita dalla centrale prima dell'immissione in rete

CONTROLLO

Centrale San Siro

Centrale operativa di telecontrollo



CONTROLLO

LABORATORIO INTERNO

La qualità dell'acqua destinata al consumo umano è stata regolamentata in un primo tempo dal **D.P.R. n° 236/88** che recepiva la direttiva **CE n° 778 del 1980**; attualmente dal **D.Lgs. n°31/01** che recepisce la direttiva **CE n° 83 del 3 novembre 1998**.

Il controllo della qualità dell'acqua avviene tramite il nostro laboratorio interno.

Il Laboratorio nel corso del 2010 ha eseguito 17'174 campionamenti di acqua, prelevati ai rubinetti delle centrali, ai pozzi, in diversi punti della rete e alle utenze.

Su detti campioni sono state effettuate analisi dei diversi parametri chimico-fisici, chimici e microbiologici per un totale di 190'814 a totale garanzia della qualità dell'acqua distribuita.

Nel seguito sono riportati i numeri dei campionamenti e delle analisi suddivisi per tipologia:

Controlli microbiologici:

n. campionamenti:	2'791
n. parametri analizzati:	9'279

Controlli chimico-fisici:

n. campionamenti:	2'092
n. parametri analizzati	14'644

Controlli chimici:

n. campionamenti:	12'291
n. parametri analizzati:	166'891

CONTROLLO

ATTIVITA' di LABORATORIO – PARAMETRI DA ANALIZZARE

Per gli aspetti microbiologici si analizzano: batteri coliformi a 37°C, escherichia coli, enterococchi, colonie a 22° e 37°C, pseudomonas aeruginosa, clostridium perfringens.

Per gli aspetti chimico-fisici si analizzano i seguenti parametri: cloro residuo libero, residuo fisso, conducibilità, colore, torbidità, durezza e pH.

Per gli aspetti chimici si analizzano : antiparassitari, composti organo-clorurati volatili (COV), idrocarburi aromatici, metalli, idrocarburi policiclici aromatici, cromo VI, anioni e cationi.

CONTROLLO

CONTROLLI INTERNI ai sensi dell'art. 7 D. Lgs. 31/01

I controlli interni sono quelli che il gestore, ovvero MM, è tenuto ad effettuare per la verifica della qualità dell'acqua.

I punti di prelievo e la frequenza dei controlli interni possono essere concordati con le ASL.

CONTROLLI ESTERNI ai sensi dell'art. 8 D. Lgs. 31/01

I controlli esterni sono quelli svolti dalle ASL effettuare per verificare che le acque destinate al consumo umano soddisfino i requisiti del D.Lgs. 31/0, sulla base di programmi elaborati secondo i criteri generali dettati dalla Regione in ordine all'ispezione degli impianti, alla fissazione dei punti di prelievo dei campioni da analizzare e alle frequenza di campionamento della qualità dell'acqua.

I controlli ,rispetto a quanto stabilito nell'Allegato II, si dividono in

- controlli di routine;
- controlli di verifica.

Il numero dei prelievi effettuati dalla ASL, nel corso dell'anno 2009, sono stati i seguenti:

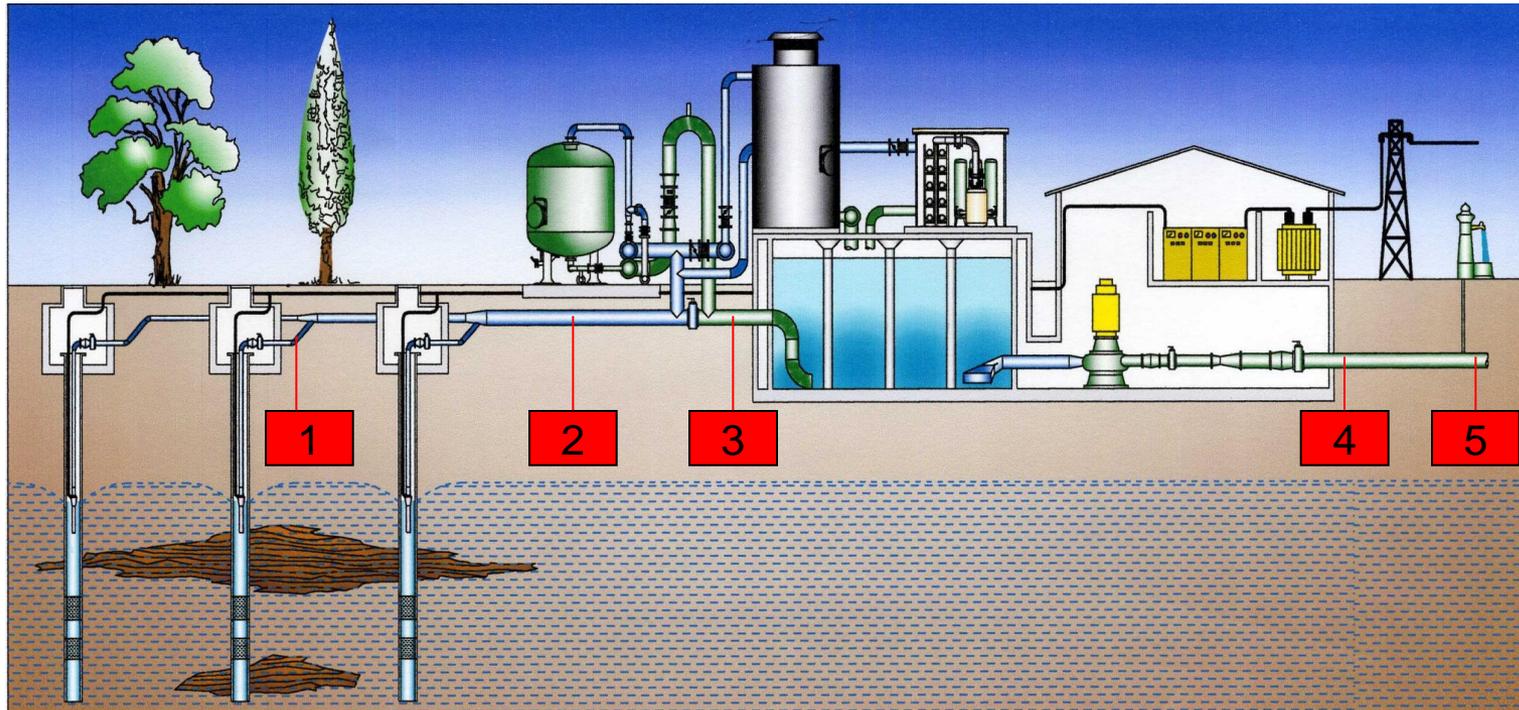
- *Prelievi microbiologici: 2'159*
- *Prelievi chimici: 1'156*
- *vigilanza su impianti di approvvigionamento /trattamento: 145*

CONTROLLO

PUNTI di PRELIEVO dei CAMPIONI da ANALIZZARE da parte di MM

I prelievi dei campioni da analizzare vengono effettuati:

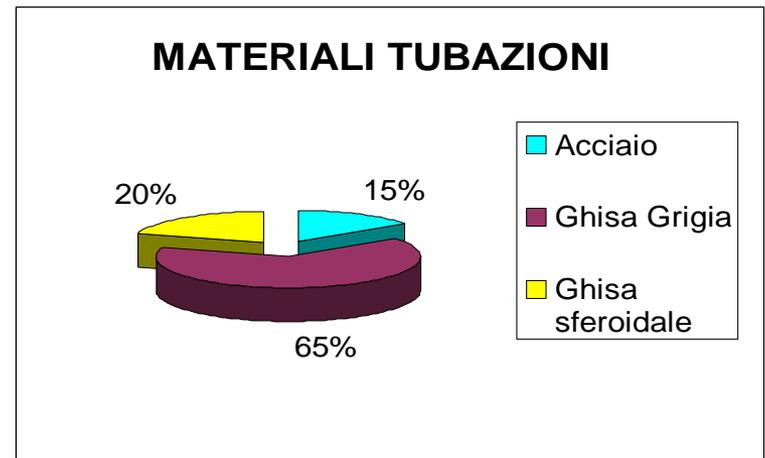
- 1 – ai pozzi
- 2 – in ingresso agli impianti di trattamento
- 3 – in uscita dagli impianti di trattamento
- 4 – in uscita dalla centrale
- 5 – sulla rete di distribuzione dell'acqua



DISTRIBUZIONE

La rete acquedottistica della Città di Milano si sviluppa per circa 2.361 Km.

La struttura della rete idrica di distribuzione è a tela di ragno e presenta quasi esclusivamente condotte di materiale metallico con la seguente suddivisione indicativa: acciaio (15%), ghisa grigia (65%) e ghisa sferoidale (20%).

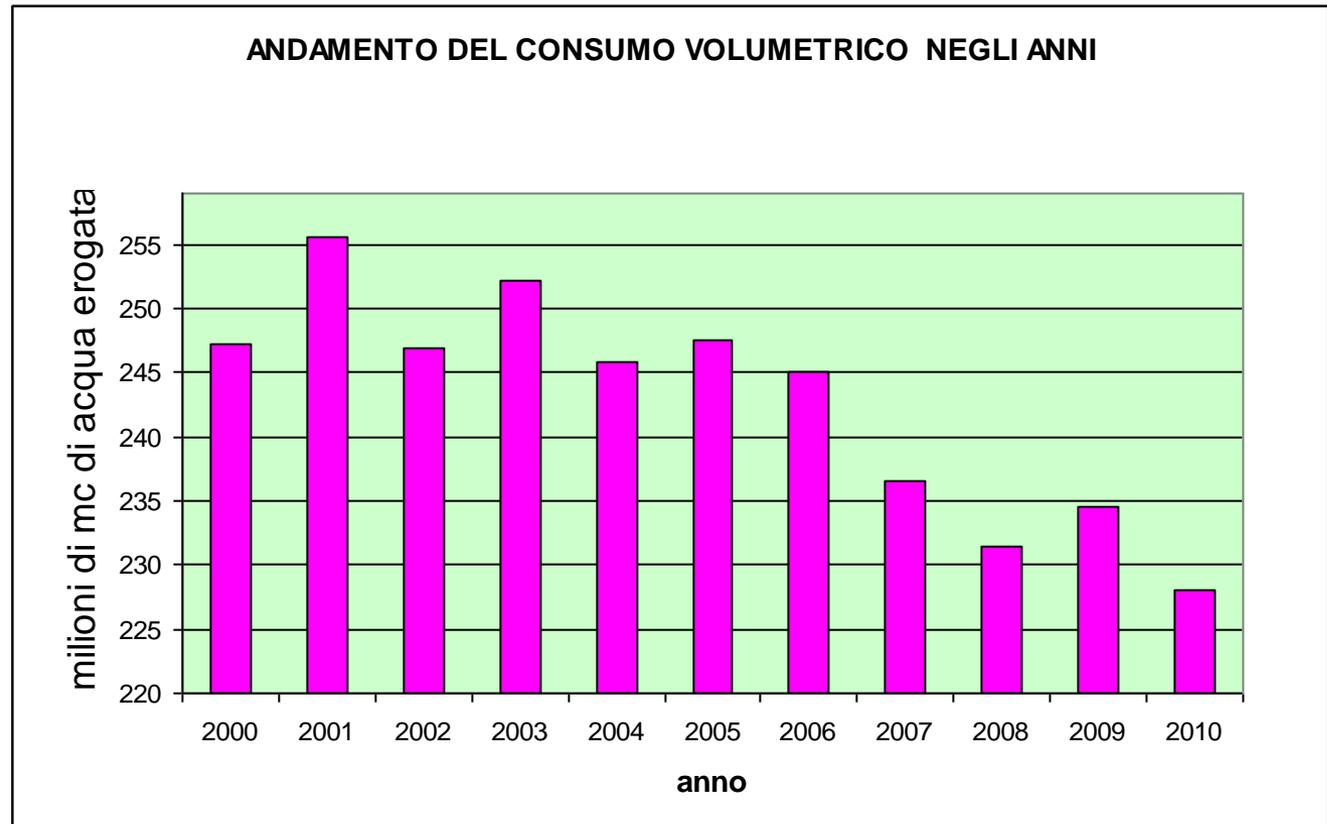


DATI DI ESERCIZIO

ANNO 2010

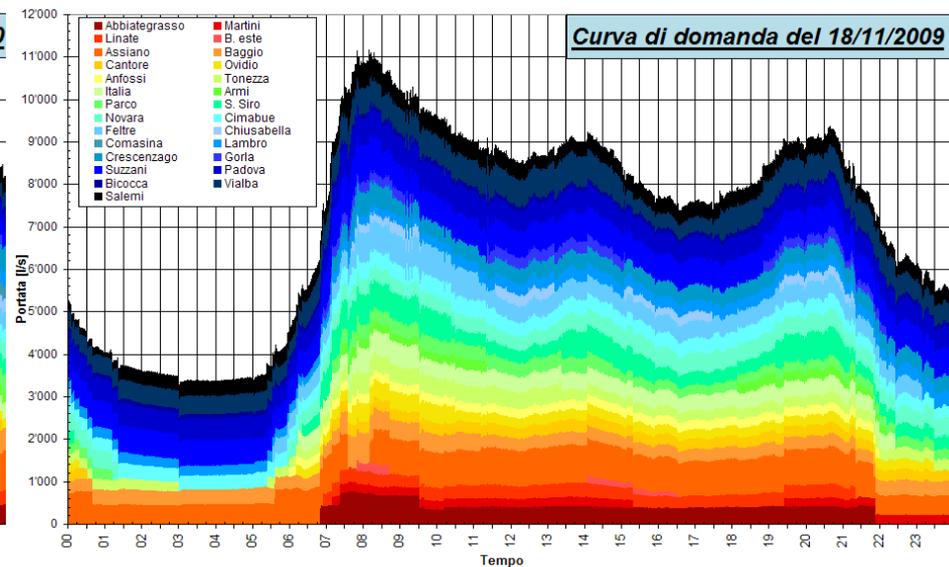
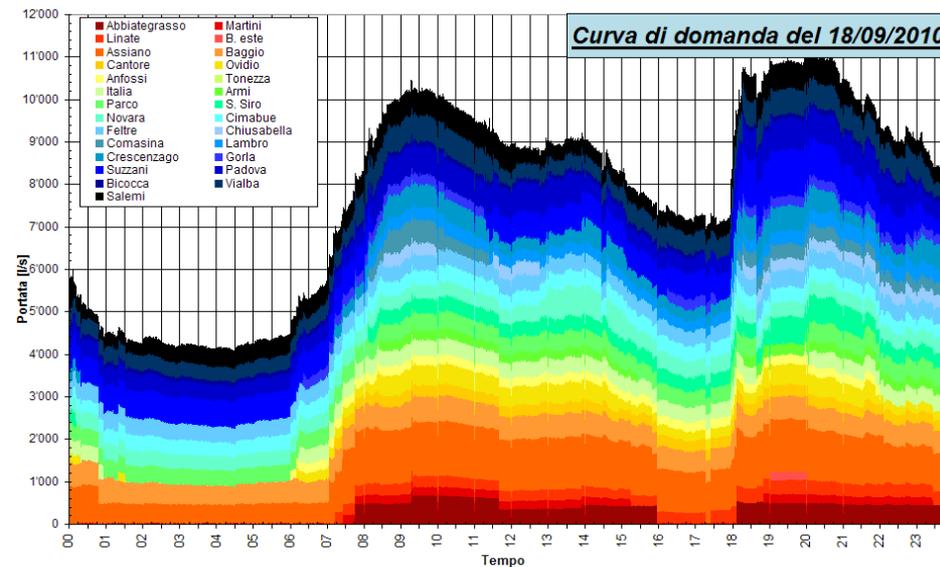
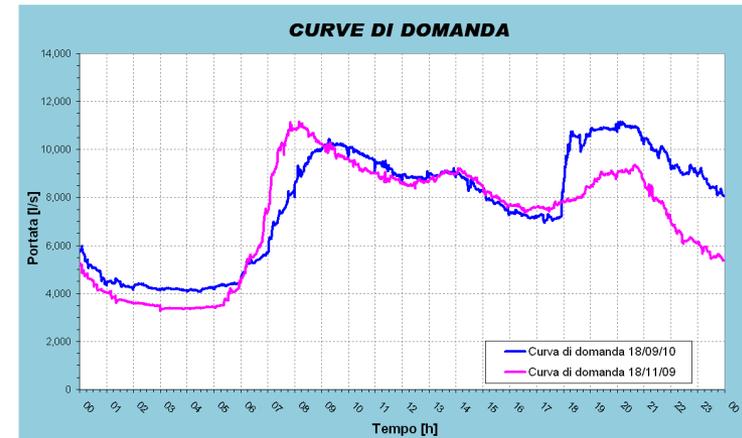
Comuni serviti	Milano e parte di Corsico e Peschiera Borromeo
Numero di abitanti residenti	1.322.750 (comune di Milano)
Tipo di acqua utilizzata	100 % acqua di falda
Numero di stazioni di pompaggio	31
Numero totale di pozzi	548
Volume totale vasche di accumulo	194.159 m³
Volume totale acqua pompata in un anno	228.039.422 m³
Dotazione idrica giornaliera per abitante	472 l/g ab.
Portata media erogata	7,23 m³/s
Portata media erogata nel giorno di massimo consumo	9,15 m³/s
Volume giornaliero medio pompato	624.783 m³/g
Volume giornaliero pompato nel giorno di massimo consumo (15 luglio 2010)	790.914 m³/g
Volume giornaliero pompato nel giorno di minimo consumo (15 agosto 2010)	442.971 m³/g
Portata delle elettropompe da pozzo	da 30 a 40 l/s
Portata elettropompe di spinta	da 250 a 400 l/s
Numero di centri di telecomando delle stazioni di pompaggio	5
Numero di Centrali telecomandate e automatizzate	28 su 31
Numero di Impianti di trattamento a carboni attivi	16
Numero di Impianti di trattamento con torri di aerazione	1
Numero di Impianti di trattamento con torri di aerazione e filtri a carboni attivi	5
Numero di Impianti di trattamento a carboni attivi e osmosi	1
Percentuale di acqua complessivamente trattata	78% dell'acqua distribuita

VOLUMI ANNUI IMMESSI IN RETE

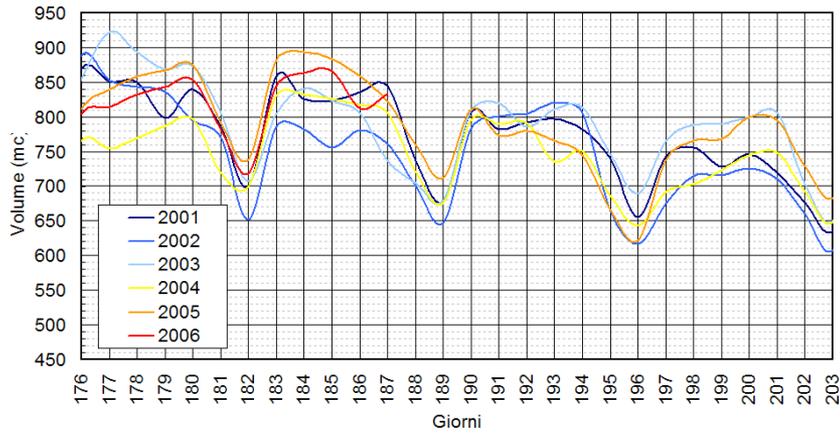


VOLUMI ANNI IMMESSI IN RETE

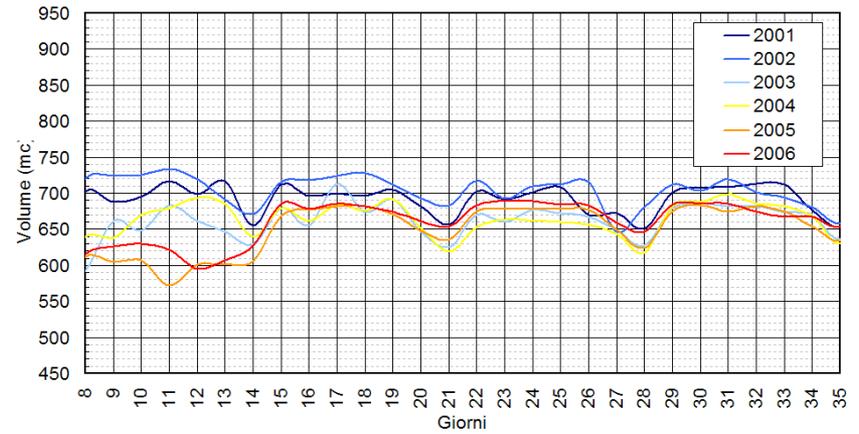
- ❖ Tramite la telemetria gli operatori del centro di controllo di San Siro, coadiuvati da automatismi di funzionamento, governano il funzionamento di circa **100 pompe delle centrali** e **circa 450 pompe dei pozzi**
- ❖ Per far fronte in ogni momento alla richiesta idrica della città, molto variabile nel corso dell'anno e in modo particolare nel corso del giorno, effettuano centinaia di manovre di accensione/spengimento delle pompe dei pozzi e delle centrali ogni giorno
- ❖ Le manovre sono volte ad utilizzare il parco pompe e centrali nel modo più equilibrato possibile, in modo che ogni centrale contribuisca al meglio all'erogazione complessiva



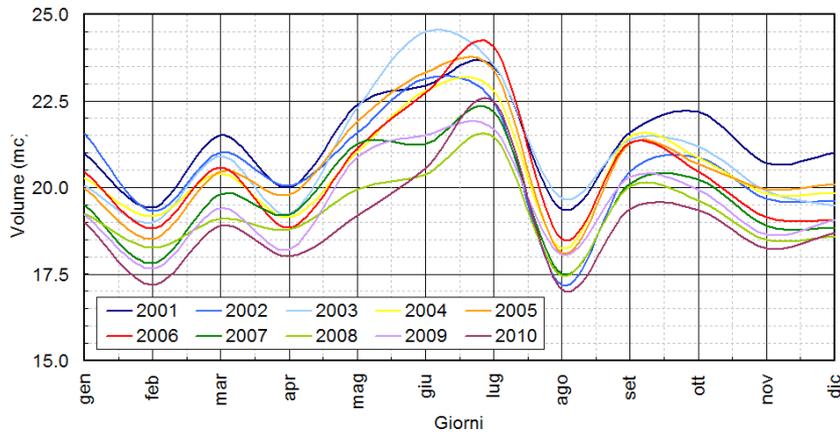
Volume erogato giornaliero - Settimane estive



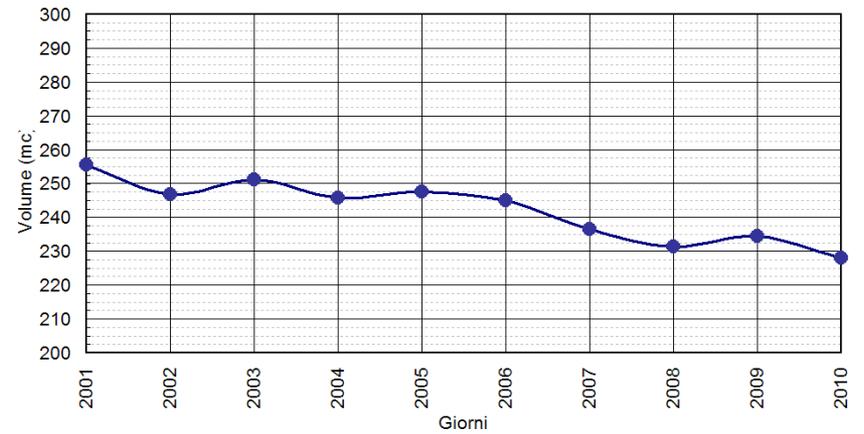
Volume erogato giornaliero - Settimane invernali



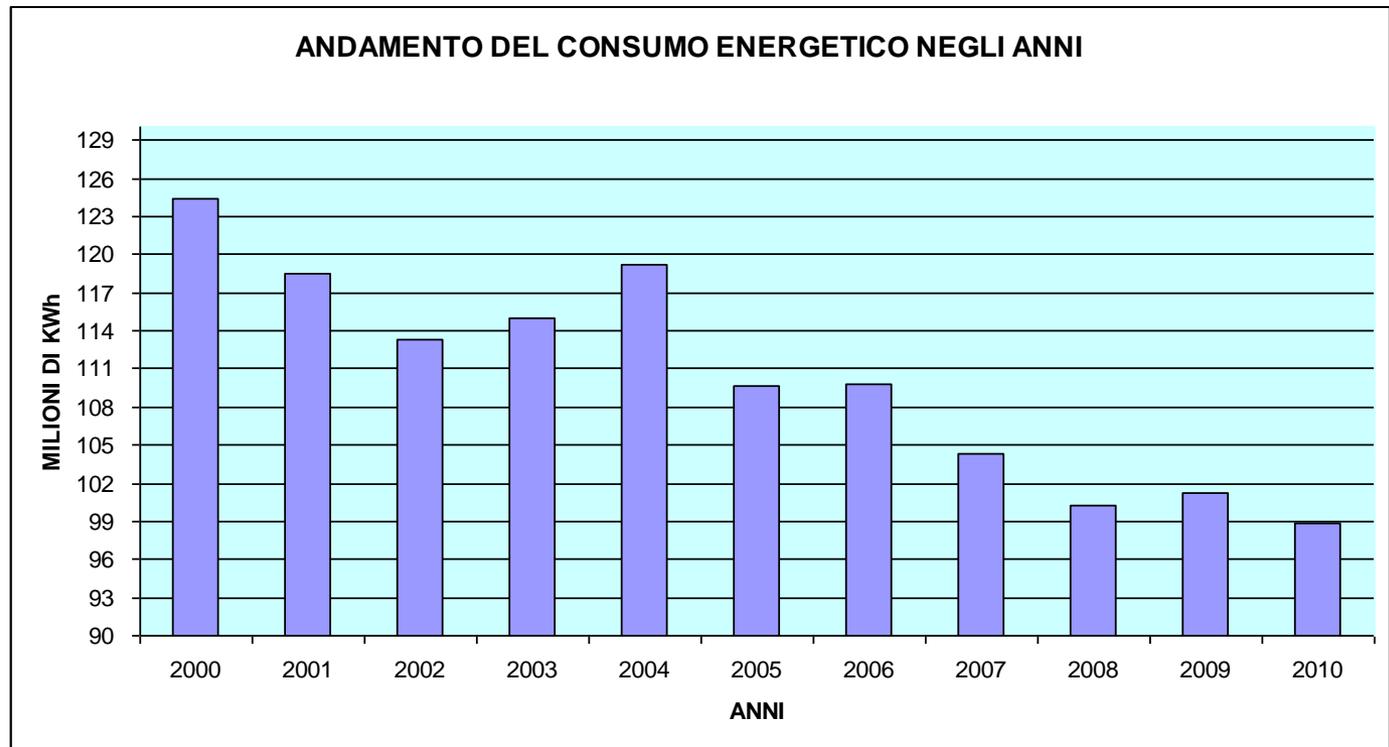
Volume erogato mensile - Dal 2001 al 2010



Volume erogato annuale - Dal 2001 al 2010



CONSUMI ENERGETICI

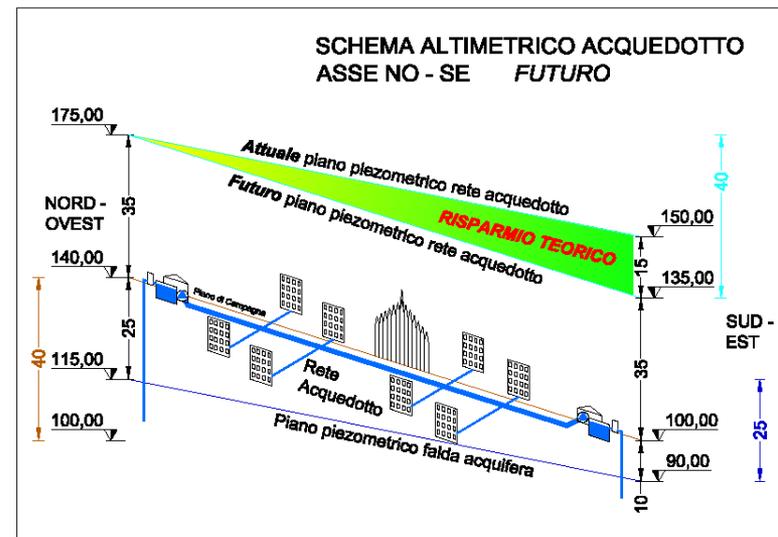
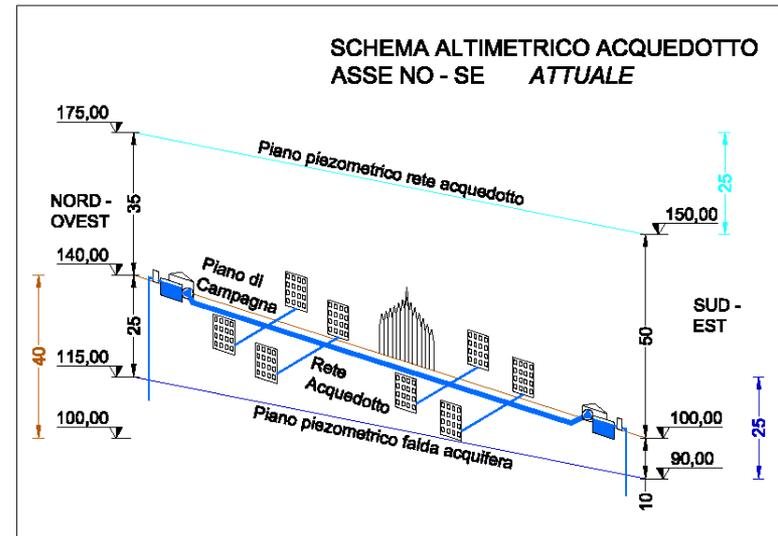


CONSUMI ENERGETICI

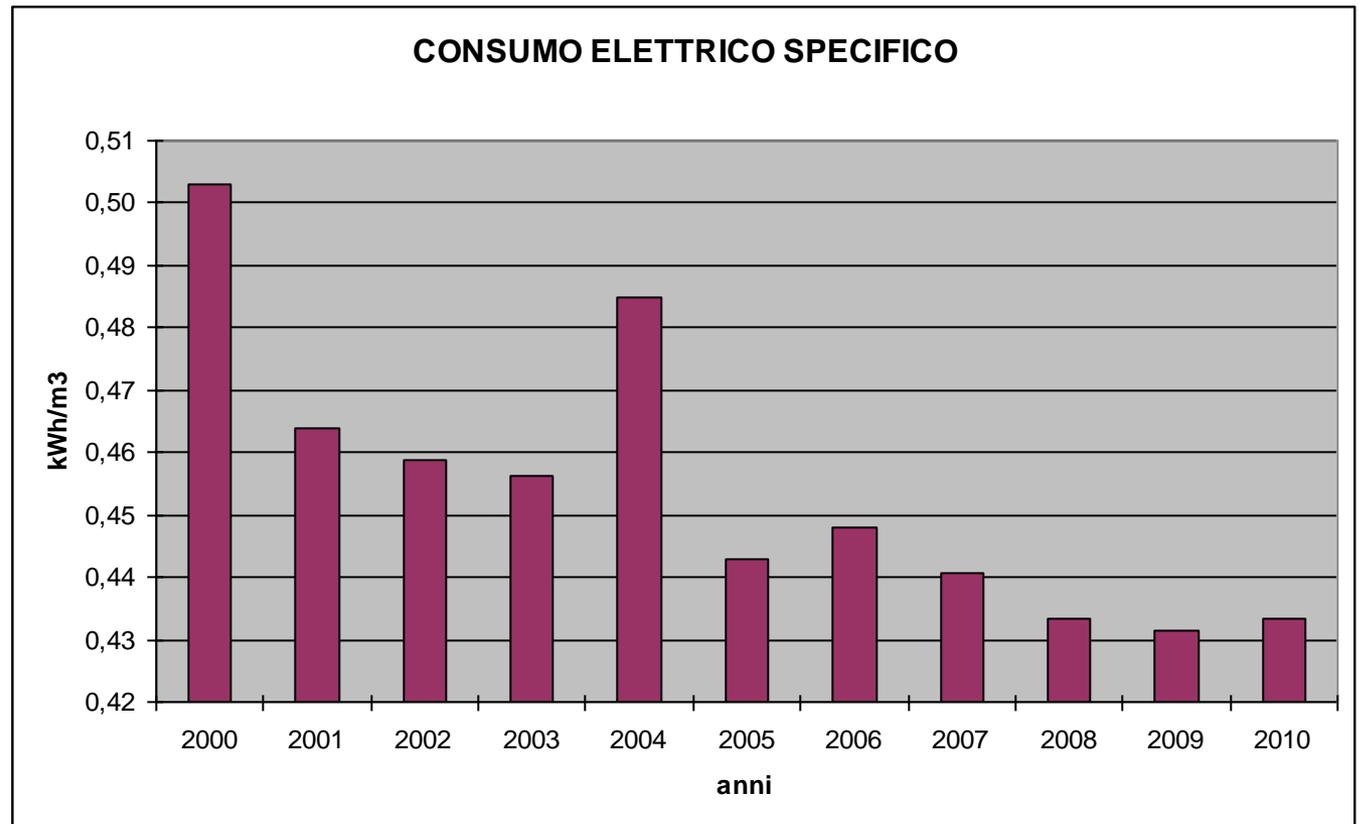
Schema altimetrico acquedotto



- ❖ 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 quasi **12 mln€/anno**
- ❖ Rispetto all'attuale configurazione dell'acquedotto vi è la possibilità di un **risparmio teorico** di circa il **12%** di energia



CONSUMI ENERGETICI





Grazie per l'attenzione!!

ing. Carlo Carrettini
AREA MANAGER AREA ACQUEDOTTO
c.carrettini@metropolitanamilanese.it