





Milano, conoscenze e pratiche per l'adattamento climatico

Relatori: Andrea Salvatore - Stefano Tani

L'utilizzo dei dati pluviometrici per la progettazione delle opere idrauliche e per la gestione della rete fognaria nella Città di Milano: ieri, oggi, domani CORSO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

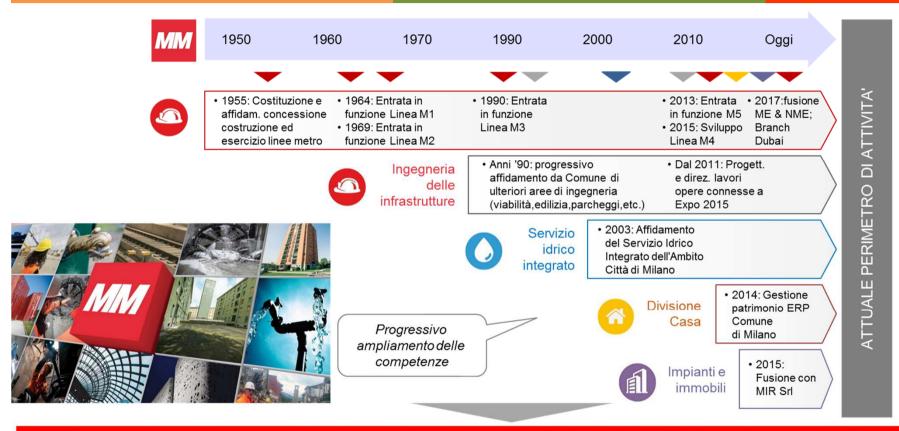












MM ha progressivamente incrementato il proprio portafoglio di attività nell'ambito dei servizi pubblici, divenendo una solida realtà multiservizio









Highlights del Servizio Idrico Integrato della Città di Milano

Livello di copertura del servizio pari al 100%



ACQUEDOTTO

- Rete Città di Milano: 2.189 km
- Volumi distribuiti: 214 mln metri cubi
- · 31 centrali di pompaggio

FOGNATURA

- · Rete Città di Milano: 1.579 km
- · Sistema fognario misto per acque bianche e nere
- · Volumi in ingresso agli impianti di depurazione di Nosedo e San Rocco: ~236 mln mc

DEPURAZIONE

- · Attuato un percorso di ripubblicizzazione dei depuratori:
 - San Rocco, dal 2014
 - Nosedo, previsto a fine 2019
- · L'acqua depurata si può destinare interamente a uso irriguo



GESTIONE CLIENTI

- Popolazione residente servita: 1.4 mln abitanti
- Popolazione servita totale (includendo city user, turisti,...): 2,0 mln abitanti
- · Contesto peculiare a elevata densità di popolazione: 7.500 abitanti/kmq



ANALISI E CONTROLLI

- · ca.17 mila campioni annui analizzati
- ca.190 mila parametri annui analizzati
- sicurezza dell'acqua sull'interno territorio gestito
- Adozione del Water Safety Plan per la Sistemi di monitoraggio on-line in tempo reale delle case dell'acqua













I Pluviometri nella città di Milano



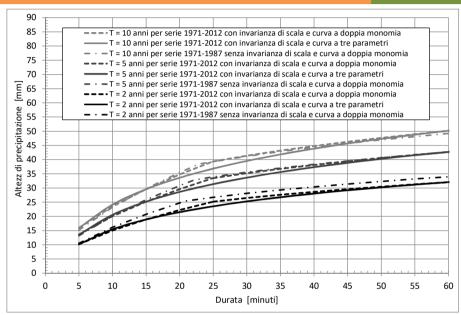








Le curve di possibilità pluviometrica

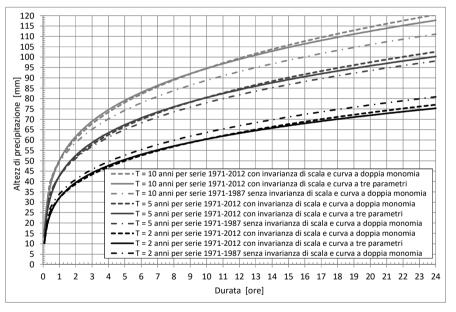


Grafici di confronto tra le curve di possibilità pluviometrica per **tempi** di ritorno T pari a 2, 5 e 10 anni relative alla serie di Milano – Via Monviso 1971-2012

Curve di possibilità pluviometrica di Milano – Via Monviso 1971-2012

Studio realizzato per MM da: Gianfranco Becciu, Maurizio Brown, Stefano Mambretti, Fabio Marelli, Andrea Salvatore, Umberto Sanfilippo.

La stima delle caratteristiche delle precipitazioni estreme è basata su linee segnalatrici della possibilità pluviometrica (dette anche **curve di possibilità pluviometrica**) esprimibili come relazioni altezza-durata-frequenza (ADF) ovvero intensità-durata-frequenza (IDF).











I diversi utilizzi dei dati pluviometrici

Fornitura dati realtime per protezione civile Lombardia



Fornitura dati realtime per progetto AQUAVISTA Nosedo



Dati pluviometrici per modellazione matematica della rete fognaria di afflussi/deflussi











I diversi utilizzi dei dati pluviometrici

Diversi progetti del Comune



Diverse tesi di laurea



Attività di ricerca su bilanci idrici e studi idrogeologici





«La società MM SpA è molto interessata alle azioni e ai risultati del progetto, perché direttamente interessata alla conoscenza delle condizioni climatiche cittadine per perseguire, anche in risposta ai cambiamenti climatici, efficienza ed efficacia nelle quotidiane azioni di gestione del Servizio Idrico Integrato»









I cambiamenti climatici



CONCLUSIONI

- AUMENTO DI PIOGGIA E TEMPERATURA SU TUTTA L'AREA OGGETTO DI STUDIO
- -ESTATI PIU' CALDE (FINO A +6 °C) E SECCHE (FINO A -2 MM/DAY), AUTUNNI PIU' UMIDI
- AUMENTO DI PIOGGIA CONSIDEREVOLE NELLA ZONA PEDEMONTANA
- LA TEMPERATURA SEMBRA AUMENTARE IN MANIERA SPAZIALMENTE UNIFORME (1°C AL 2040, 4°C AL 2080, 6°C AL 2100)









Criticità Storiche e Attuali : Cambiamenti climatici









Dal secolo scorso, al presente....











Criticità Storiche e Attuali



Lambro: Ponte via Forlanini



Lambro: Linate



Lambro: Monluè



Lambro: Via Bonfadini





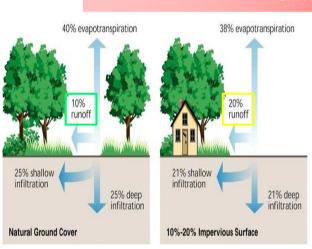


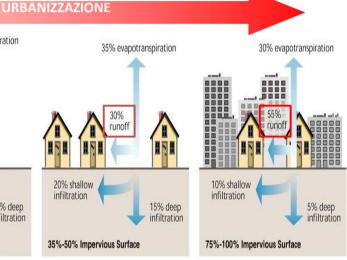


La necessità di una città resiliente

Nel caso in cui non vengono previste adeguate misure di salvaguardia,

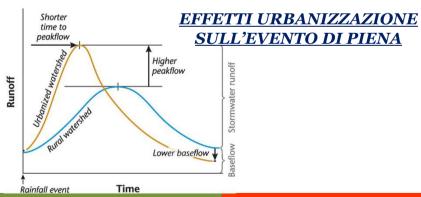
salvaguardia,
l'incremento
dell'urbanizzazione
può comportare un
aumento
considerevole del
rischio idraulico.





EFFETTI URBANIZZAZIONE

- Incremento dei **volumi di deflusso** e delle **portate di picco** all'interno dei recapiti (corsi d'acqua e fognature)
- Diminuzione del **tempo di formazione** delle piene
- Riduzione della ricarica della falda
- Aumento della **frequenza** e dell'**intensità** degli eventi di piena











Invarianza Idraulica

- R.R. n.7/17 Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12
- R.R. n.8/19 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R.R. n.7/17





Obiettivo: limitare **localmente** la formazione del deflusso superficiale facilitando il ripristino dei processi naturali del ciclo idrologico (infiltrazione e evapotraspirazione)

Invarianza idraulica

Principio in base al quale le **portate** massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione

Invarianza idrologica

Principio in base al quale sia le **portate** sia i **volumi di deflusso meteorico** scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle **non sono maggiori** di quelli preesistenti all'urbanizzazione

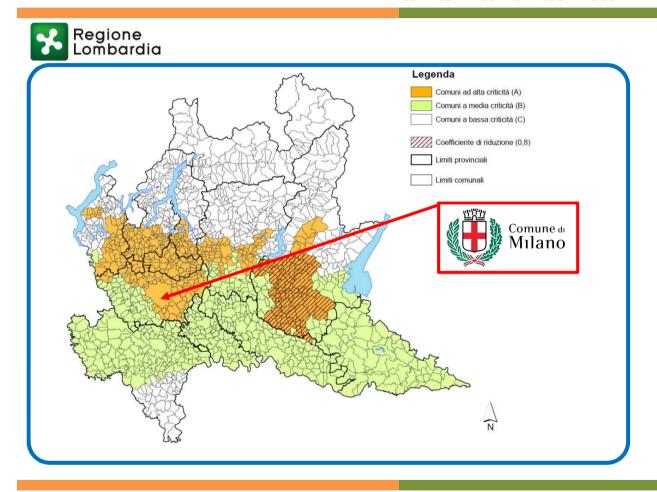








Invarianza Idraulica



Valori ammissibili della portata meteorica scaricata nei recettori



Criticità alta (A)

• u_{lim} = 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Criticità media (B)

• u_{lim} = 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Criticità bassa (C)

• u_{lim} = 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento









Invarianza Idraulica

Ambiti di applicazione

(secondo R.R. n.7/17 art. 3 e R.R. n.8/19 art.1 comma d)

Nuove costruzioni compresi ampliamenti

(secondo R.R. n.8/19 art. 1 comma 1 lettera d numero 2 punto b)

Ristrutturazioni edilizie con demolizione totale e incremento superfici

(secondo R.R. n.8/19 art. 1 comma 1 lettera d numero 2 punto a)

Ristrutturazioni urbanistiche

(secondo R.R. n.8/19 art. 1 comma 1 lettera d numero 2 punto c)

Interventi pertinenziali e opere di pavimentazione

(secondo R.R. n.8/19 art. 1 comma 1 lettera d numero 2 punto d ed e)

Nuovi parcheggi, aree di sosta e piazze

(secondo R.R. n.8/19 art. 1 comma 1 lettera d numero 3)

Lo smaltimento dei volumi di pioggia in eccesso deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:



Riuso dei volumi stoccati



Infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo



Scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale



Scarico in fognatura

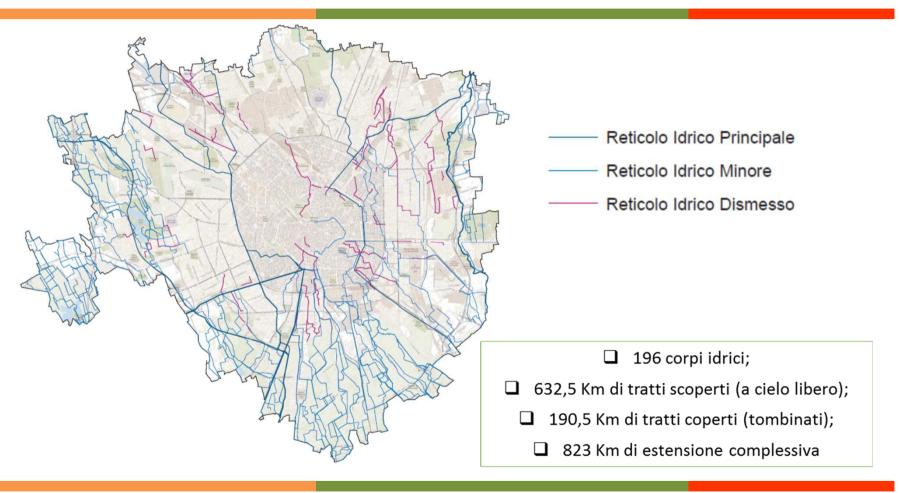








Il reticolo idrico di Milano - OGGI











PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA RETE

Estensione: 1560 km (fognatura)

Superficie coperta: 193 km²

Tipologia fognatura: mista

Pendenza media: 1.50 ‰

Sistema a terrazzi: bacini scolanti a quote diverse

Età media: **66** anni

Schema funzionale rete fognaria Rete secondaria

(maglie chiuse)



Rete principale (schema ad albero)



Depuratore

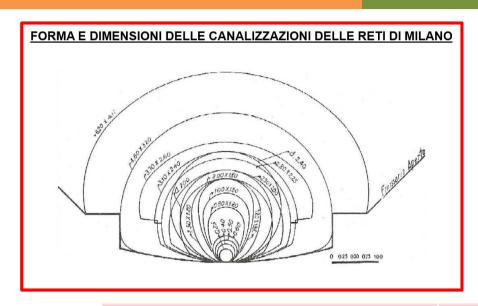












MATERIALI DI COSTRUZIONE

Principali materiali di costruzione impiegati:

- Mattoni e calcestruzzo
- Calcestruzzo semplice
- Calcestruzzo armato
- Gres ceramico

TIPOLOGIA DEI CONDOTTI	SVILUPPO (km)	%	INVASO (m³)
Condotti minori (A < 1 m²)	1.212,70	77,70%	688.144,46
Collettori Interzonali (1 < A < 3 m²)	242,97	15,57%	401.271,93
Grandi Collettori (3 < A < 20 m²)	105,13	6,73%	696.768,47
Totale	1.560,80	100%	1.786.184,87







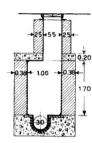


Dimensioni delle sezioni

• tipi di sezione adottati: ≈ 320

• sezione minima: circolare d = 0,30 m

• sezione massima: policentrica $\Omega = 6.80 \text{ x}3.30 \text{ m}$.

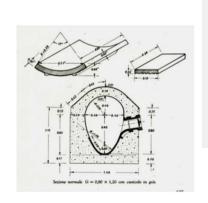


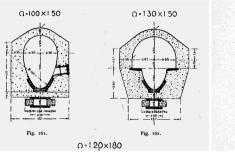
Forme delle Sezioni

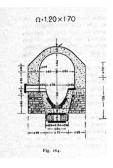
• sezioni circolari: condotti di modeste dimensioni non ispezionabili $(S \le 3 \text{ m}^2)$

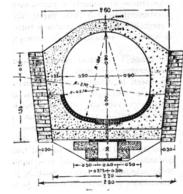
• sezioni ovoidali: condotti di medie dimensioni $(1 \text{ m}^2 \le S \le 3 \text{ m}^2)$

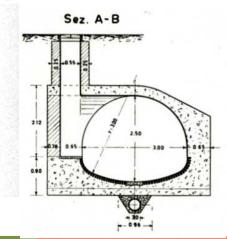
• sezioni policentriche condotti di dimensioni maggiori (collettori principali) (S > 3 m²),.







































La capacità di invaso della rete fognatura di Milano

La struttura della fognatura di Milano - rete a maglia e interconnessione dei condotti - risulta omogenea sull'intero bacino urbano e si differenzia dalle reti dei comuni circostanti (reti ad albero):

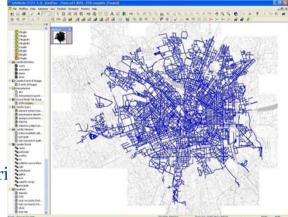
☐ Elevata capacità di invaso

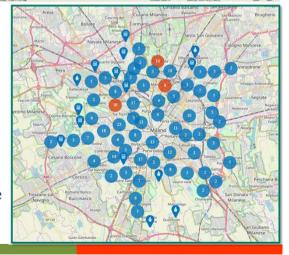
in caso di eventi piovosi di rilevante intensità le dimensioni dei condotti e la loro interconnessione consentono di accumulare in rete le acque meteoriche (1.650.000 m3; ≈ 130 m3/ha) e di trasferire le portate eccedenti alle zone contigue rallentando il deflusso verso gli impianti di depurazione e i corpi ricettori finali.

☐ Interconnessione dei condotti e dei bacini scolanti

in periodo di tempo asciutto, rende possibili deviazioni localizzate delle acque (facilitando la manutenzione ordinaria e straordinaria); consente anche di regolare il trasferimento delle acque reflue tra i bacini scolanti del sistema di depurazione.

- ☐ Controllo elettronico centralizzato del funzionamento della rete, degli impianti di manovra e degli scaricatori
- **Monitoraggio permanente della rete fognaria** attraverso l'installazione di 350 misuratori (livello/portata)
- ☐ Avanzato sviluppo del modello matematico di funzionamento della rete













La gestione dei corsi d'acqua - OGGI

La gestione dei corsi d'acqua non rientra nei compiti del Servizio Idrico Integrato ma è di competenza del Comune di Milano

Nel giugno 2003, in concomitanza dell'affidamento del Servizio Idrico Integrato, il Comune di Milano ha affidato con una apposita Convenzione a MM incarichi per specifiche **attività operative finalizzate alla manutenzione:**

- dei corsi d'acqua tombinati;
- dei connessi impianti elettromeccanici di regolazione delle portate;
- delle griglie posizionate agli imbocchi dei tratti tombinati ;
- dell'impianto di sgrigliatura del torrente Seveso a Bresso.

MM ha sempre assicurato al Comune di Milano anche le attività concernenti la gestione dei corsi d'acqua minori di competenza comunale.











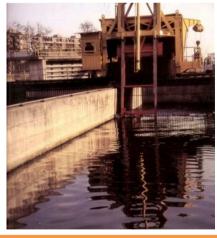
La gestione delle emergenze Seveso - OGGI

Nell'ambito del Piano di Emergenza Comunale, MM svolge le seguenti attività:

- la gestione del sistema di monitoraggio e allerta delle piene;
- il presidio e la gestione dello sgrigliatore di Bresso;
- le prestazione di Pronto Intervento in occasione delle esondazioni;



• il supporto tecnico nell'ambito Accordo di Programma per la Salvaguardia Idraulica e la riqualificazione dei Corsi D'acqua dell'area Metropolitana Milanese (Regione Lombardia, Comune di Milano, Autorità di Bacino del Po, Agenzia interregionale per il Po).









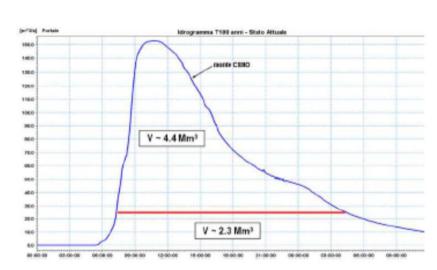


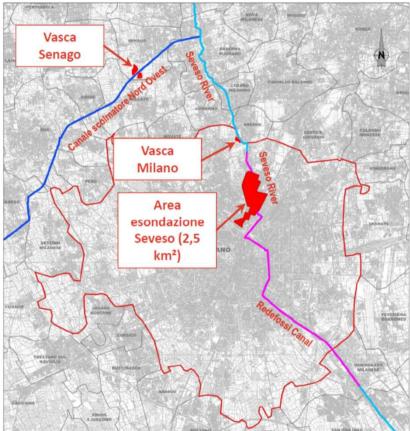




Progettazione vasca laminazione del Seveso - DOMANI







Vasca di Milano:

Max. capacità: 250.000 m³
Max. portata ingresso : 32 m³/s











PROGETTO DI RICONNESSIONE

IDRAULICA DEI NAVIGLI



La **FASE 1** consiste nel ricostruire l'antica continuità idraulica della città riportando le acque del naviglio della Martesana al sistema di canali irrigui del Sud Milano.

Contemporaneamente si prevede di aprire a cielo aperto 5 tratti significativi-per un totale di 2,2 km-che costituiscano la premessa per la successiva fase 2.

La **FASE 2** consiste nella riapertura completa di tutto il tracciato di 7,7 km e la restituzione alla città dell'intero Naviglio.







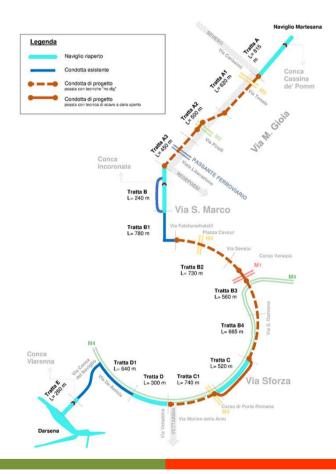




FASE I: RICONNESSIONE IDRAULICA

5 tratti riaperti di Naviglio (tot. 2.020 metri):

- A. Via M. Gioia fino a via Carissimi
- B. Via San Marco fino a via Castelfidardo
- C. Via F. Sforza da via Laghetto a Corso di Porta Romana
- D. Via Molino delle Armi da via Vettabbia a Corso di Porta Ticinese
- E. Via Conca del Naviglio da via d'Oggiono alla Darsena 2 tratti recuperati di tombinatura (tot. 1.420 metri):
- Via San Marco da via Castelfidardo a via Fatebenefratelli
- 2. Roggia Castello da Via de Amicis fino a Via d'Oggiono 2 tratti nuovi di condotte (tot. 4.265 metri):
- 1. Via M. Gioia da via Carissimi a piazzale Monte Grappa
- 2. Fossa interna da via Fatebenefratelli a via F. Sforza











I benefici attesi nell'utilizzo delle acque a fini irrigui

La rinnovata alimentazione idraulica permette il recapito immediato nella Darsena di un ulteriore e benefico contributo irriguo per le aree agricole del Sud Milano e inoltre consente anche l'alimentazione di eventuali derivazioni sempre a fine irriguo, come la Roggia Vettabbia e cavo Bolagnos o i parchi cittadini (ad esempio, i giardini della Guastalla).



I benefici attesi nella gestione del Servizio Idrico Integrato

Assolvere alla funzione di recapito delle di portate che attualmente gravano sulla fognatura mista del centro storico conseguendo:

- □ Il distoglimento delle acque parassite attualmente convogliate nella rete fognaria con conseguente diluizione del refluo dannosa per i processi di depurazione finale dei reflui urbani;
- □ Il collettamento di acque meteoriche intercettate dalla superficie impermeabile delle piattaforme stradali, adiacenti alle nuove tratte di riapertura, attualmente recapitate nella rete fognaria di tipo misto e di conseguenza agli scolmatori di piena;
- ☐ La raccolta di acque provenienti da nuovi pozzi di geotermia o da campi pozzi, finalizzati al controllo dei fenomeni di risalita della falda, che recapitano in fognatura acque bianche in violazione alle norme regolamentari del SII









TRATTA A – MELCHIORRE GIOIA



TRATTA B - SAN MARCO



TRATTA C – VIA SFORZA



TRATTA D – VETRA



TRATTA E -VIARENNA











FASE II: RIAPERTURA TOTALE

Naviglio interamente riaperto → 7'7 km

Tratti di intubati della fase I

→ restano con funzione di bypass

SCOPI E BENEFICI

- Collega il naviglio esistente della Martesana con la Darsena
- Disconnette le acque irrigue della Martesana dal sistema misto attuale
- Riceve le acque bianche degli impianti di geotermia e abbassamento falda
- Alimenta i corpi idrici esistenti lungo il percorso
- Alimenta la Darsena e le aree agricole a sud di Milano
- Dotato di bypass che consentiranno l'alimentazione del canale anche in caso di messa in asciutta di alcune tratte per manutenzione
- Via d'acqua navigabile: idrovia Locarno-Milano-Venezia











Andrea Salvatore- Responsabile Telecontrollo a.salvatore@mmspa.eu



Ing. Stefano Tani - Responsabile Servizi Divisione Servizio Idrico s.tani@mmspa.eu





