



# MM utilizza l'interferometria radar satellitare

**Il metodo di indagine accurato ed economico per monitorare gli spostamenti della rete fognaria milanese**

Andrea Aliscioni – Direttore Acque Reflue e Depurazione MM S.p.A.  
Marco Codognotto – Monitoraggio Ambientale MM S.p.A.

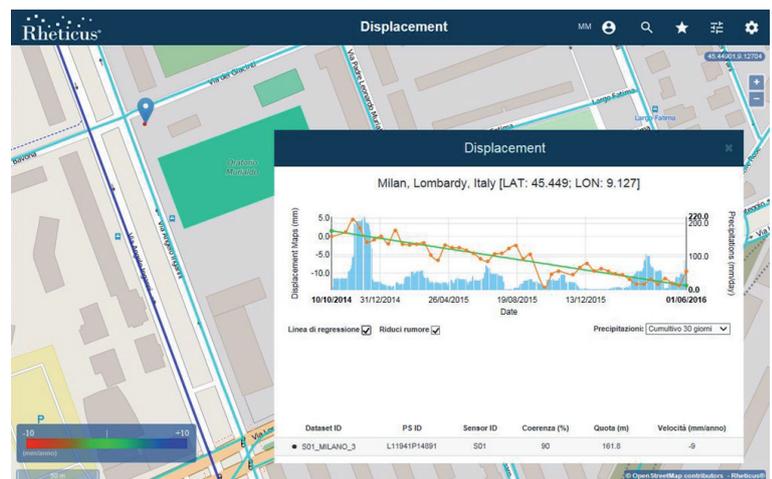
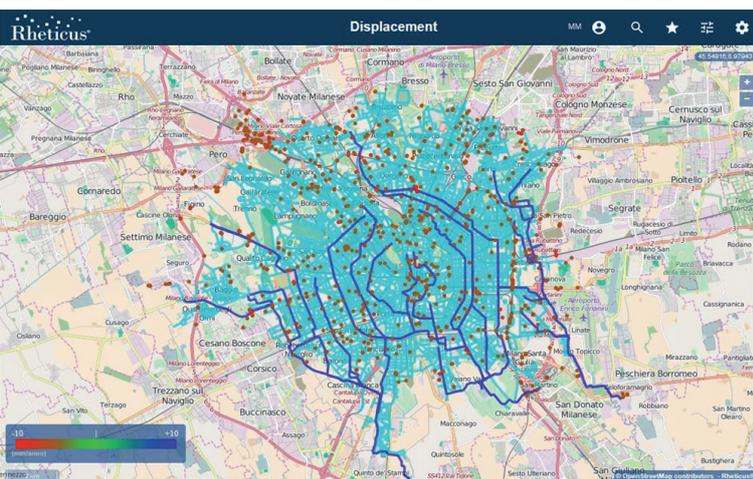
La rete di pubblica fognatura di Milano si sviluppa per circa 1500 km, di cui 150 associati al sistema dei collettori principali che adducono le acque ai depuratori di Milano San Rocco e Nosedo, e in parte al depuratore di Peschiera Borromeo.

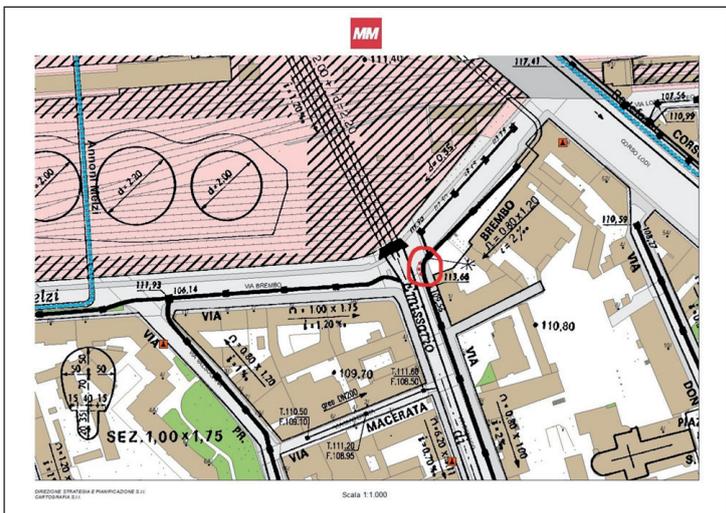
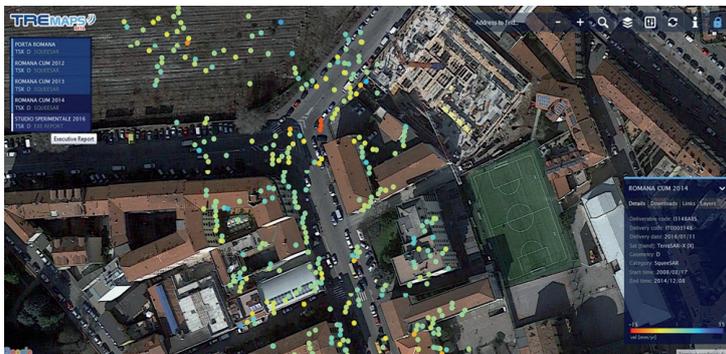
Il quesito che si è presentato ad MM, gestore del Servizio Idrico Integrato della Città di Milano, è stato quello di trovare un metodo per approfondire il quadro conoscitivo dei possibili movimenti superficiali che potrebbero riguardare l'area soprastante la rete primaria e quelle immediatamente limitrofe, dovuti a cedimenti strutturali

del collettore. L'obiettivo di tale ricerca risiede nella prevenzione del danno alle strutture di superficie (strade, edifici, servizi) rilevandone gli spostamenti quando essi sono appena iniziati e ancora non sono visibili gli effetti in superficie.

## La scelta del metodo

Il metodo di indagine desiderato doveva soddisfare la necessità di avere una rete di capisaldi densa a fronte di uno sviluppo lineare dei condotti ed un elevato numero di intersezioni fra collettazione principale e secondaria.





Per la valutazione dell'evoluzione temporale del fenomeno di subsidenza occorre una serie storica dei movimenti pregressi e la possibilità di costruirne il trend futuro.

Vista la dislocazione millimetrica delle strutture e il conseguente andamento iperbolico dell'entità del danno, si auspicavano risultati migliori con un metodo che prevedesse una precisione del movimento verticale maggiore di altre tecnologie d'indagine quali, per esempio, il GPS. Al contempo si cercava una soluzione economicamente vantaggiosa che prevedesse nessuna installazione di strumenti e loro manutenzione unita a costi e tempi di indagine ristretti.

## Interferometria Radar Satellitare - SAR

Le tecniche avanzate di rilevamento da satellite degli spostamenti della superficie terrestre sono note come interferometria SAR (InSAR). I sistemi radar coerenti e, nello specifico, i radar di tipo SAR (Synthetic Aperture Radar) sono in grado di misurare la distanza tra il sensore e un bersaglio a terra, registrando il tempo intercorso tra l'emissione dell'onda elettromagnetica e la ricezione del segnale retro-diffuso dal bersaglio stesso. Grazie alla loro periodicità di acquisizione, i dati SAR forniscono misure ripetute della distanza sensore-bersaglio lungo la direzione di vista del satellite. Il confronto della distanza, misurata in istanti di tempo diversi, consente di mettere in luce eventuali spostamenti dei bersagli al suolo. La tecnica tradizionale per lo studio dei dati SAR è l'interferometria differenziale (DInSAR) e si basa sul confronto tra due immagini distinte, acquisite sulla stessa area di interesse. Lo sviluppo nel corso degli anni di tecniche avanzate di telerilevamento, basate su analisi multimmagine, ha successivamente permesso di ovviare alle limitazioni dell'interferometria tradizionale al fine di ottenere misurazioni quantitative e puntuali. Ad oggi le indagini satellitari permettono quindi di: misurare deformazioni nell'ordine del millimetro e suoi sottomultipli, studiare l'evoluzione degli spostamenti nel tempo ed elaborare trend periodici grazie alle serie storiche dei dati acquisiti, identificare movimenti non lineari, determinare le componenti orizzontale e verticale della velocità di spostamento dei punti, effettuare analisi multiscala, integrare altre fonti di dati.

## Applicazione alla rete fognaria milanese

### Collettore di Via Brembo

Grazie alla collaborazione con TRE ALTAMIRA, analizzando i dati ricevuti dal satellite TerraSAR X, è stata rilevata una velocità di spostamento in tre punti pari a 13.79 mm/anno (2014). Da ispezione del condotto si è appurato che il movimento del bersaglio a terra era dovuto alla sostituzione di parte della fognatura con una condotta di sezione sensibilmente minore.

### Viabilità a traffico veicolare sostenuto

Le sottostrutture delle strade con traffico veicolare intenso sono maggiormente sollecitate e possono dar luogo a movimenti subverticali del terreno, i quali hanno un'alta probabilità di determinare cedimenti dei collettori e amplificare la stessa subsidenza. Grazie alla piattaforma informatica Reticus di proprietà di Planetek Italia che elabora i dati interferometrici dei satelliti Sentinel, abbiamo individuato una cinquantina di punti con sensibile movimento subverticale su una base di 24 strade a traffico intenso, i quali saranno oggetto di indagine approfondita in loco.

## Conclusioni

Lo studio dell'interferometria radar satellitare è risultato il metodo di indagine più accurato e al contempo economico per prevenire e individuare possibili cedimenti dei collettori fognari, anche in relazione all'elevato traffico veicolare di una città metropolitana come Milano.

## Monitoraggio continuo del territorio e delle infrastrutture con immagini satellitari

Il monitoraggio delle infrastrutture e del territorio è una attività fondamentale per garantire la incolumità delle persone, la tutela dell'ambiente e la salvaguardia degli asset in tutte le fasi del ciclo di vita delle infrastrutture: progettazione, realizzazione, gestione.

Le campagne tradizionali di monitoraggio periodico su aree vaste o remote, però, impiegano notevoli risorse economiche e di tempo e risultano spesso di complessa attuazione. L'utilizzo delle tecnologie satellitari permette di superare questi limiti e di disporre di informazioni frequenti, accurate e sostanzialmente accessibili, grazie ad una ormai ampia disponibilità di informazioni territoriali, anche in modalità open data.

Tra le diverse tecniche disponibili i rilievi satellitari, GPS e immagini satellitari, sono ampiamente utilizzati. In quest'ambito, l'Europa ha deciso di dotarsi di due costellazioni di satelliti per disporre di una propria autonomia: Galileo e Sentinel. Galileo, in corso di realizzazione, che disporrà di 30 satelliti GNSS (Global Navigation Satellite System, il GPS europeo). I satelliti Sentinel, di cui 4 sono già operativi, sono dedicati all'osservazione della Terra nell'ambito del programma Copernicus e i dati acquisiti sono resi disponibili in modalità open data.

Le immagini acquisite dai satelliti Sentinel sono alla base dei servizi di monitoraggio erogati dalla piattaforma su cloud Rheticus®. Servizi che spaziano dal monitoraggio della stabilità delle infrastrutture (dighe, strade,

condutture, ecc.) al monitoraggio della stabilità dei versanti e della subsidenza, alla qualità delle acque marine costiere, agli incendi boschivi, ai cambiamenti antropici del territorio.

Rheticus® Displacement è il servizio geoinformativo per il monitoraggio mensile degli spostamenti millimetrici superficiali del territorio, per l'osservazione delle aree in frana, della subsidenza indotta da prelievi o immissione di fluidi nel sottosuolo o dallo scavo di miniere o tunnel, della stabilità di infrastrutture.

Rheticus® Displacement fornisce, alla sua attivazione, un'analisi storica di almeno 12 mesi e aggiornamenti periodici mensili.

Nei suoi primi mesi di operatività il servizio è già stato adottato da numerosi clienti in diversi ambiti applicativi.

Due casi di successo:

- ANAS: analisi della stabilità dei versanti a supporto della pianificazione, progettazione e monitoraggio di strade
- MM S.p.A. (Ex Metropolitana Milanese): supporto alla ricerca di perdite della rete idrica e fognaria attraverso l'analisi della instabilità delle strade sovrastanti alle condotte.

Displacement è uno dei servizi disponibili on-line sulla piattaforma Rheticus®, progettata e realizzata da Planetek Italia, azienda italiana che opera dal 1994 nel segmento della geomatica e spazio.



Dashboard informativa del servizio on-line Rheticus® Displacement



Screenshot del servizio su Web Rheticus® Displacement