

Pulse Project: una knowledge platform di dati multivariati al servizio della salute pubblica

(2 interlinee 12pt)

Domenico Vito ^(a), Riccardo Bellazzi ^(a), Cristiana Larizza ^(a), Vittorio Casella ^(b)
Marica Frasini ^(b), Andrea Pogliaghi ^(c), Daniele Pala ^(b)

(a) Center of Health Technologies, Università degli studi di Pavia, dvito.pulse@gmail.com,
riccardo.bellazzi@unipv.it

(b) Dipartimento di Ingegneria Civile ed Architettura, Università degli studi Pavia,
vittorio.casella@unipv.it

(c) Genegis GI, a.pogliaghi@genegis.net

Abstract

La sostenibilità urbana è spesso collegata anche alla qualità della vita nonché alla salute in ambito urbano. L'utilizzo combinato di dati geo referenziati con dati legati alla salute può fornire la capacità di creare sistemi di supporto alle decisioni per esperti, ricercatori, e decisori politici, volti a promuovere un ambiente urbano più sostenibile e stili di vita migliori. Queste prospettive sono molto legate ad una visione di una città futura come in particolare il tema della qualità dell'aria: secondo una stima del WHO, l'inquinamento atmosferico è responsabile ogni anno di 120 decessi in più per 100.000 abitanti nel mondo, e di 133 e 129 decessi in più ogni 100.000 abitanti in Europa. Il monitoraggio e la pianificazione di un ambiente urbano più salubre è prioritario in una prospettiva di "smart city" e a questo fine la creazione di piattaforme integrate di dati che possano mostrare le correlazioni tra qualità dell'aria e distribuzioni epidemiologiche è molto utile per una progettazione intelligente degli spazi. Il progetto PULSE (Participatory Urban Living for Sustainable Environments) è un progetto che vuole utilizzare i Big Data a supporto di interventi di Salute pubblica.

Attraverso un innovativo approccio che coniuga tecnologie di analisi dati biometrici, webgis e raccolta dati partecipativa tramite citizen science, il progetto è attivo in otto città pilota Barcellona, Birmingham, New York, Parigi, Singapore, Pavia, Keelung e Taiwan.

PULSE vuole costruire una serie di modelli e tecnologie estensibili per prevedere, mitigare e gestire i problemi di salute nelle città e promuovere la salute della popolazione.

PULSE raccoglie dati di tipo spaziale e dati provenienti da sistemi sanitari, sensori urbani e remoti e dispositivi personali: tramite l'app PulseAIR vengo anche raccolti dati sulle abitudini e stili giornalieri dei cittadini.

L'obiettivo è ridurre il rischio ambientale e comportamentale di incidenza di malattie croniche per consentirà una gestione tempestiva e evidence-driven degli episodi epidemiologici legati in particolare a due patologie; l'asma e il diabete di tipo 2 nelle popolazioni adulte.

Il presente lavoro mostrerà la struttura della piattaforma e l'implementazione di modelli di stratificazione del rischio che conto di determinanti biologiche, comportamentali, sociali e ambientali attraverso tecnologia WebGis combinata all'utilizzo di dati satellitari e dati epidemiologici.

Introduzione

Il secolo scorso ha vissuto due decenni di urbanizzazione molto intensa, e tuttora si prevede che al 2050, il 68% delle popolazioni vivrà nelle città. È fondamentale quindi comprendere quelle che sono le tendenze di sviluppo urbano, le problematiche e le opportunità connesse ai diversi settori che interessano la crescita della città come ad esempio la salute, l'istruzione e il trasporto pubblico (WHO, 2019).

La crescita delle città e quindi delle sue attività è stata accompagnata nel corso di questi anni da un progressivo aumento delle emissioni di gas inquinanti ed un peggioramento della qualità dell'aria.

una transizione di urbanizzazione molto

Al giorno d'oggi, le città generano il 75% delle emissioni di carbonio, il che significa che la popolazione urbana lo è altamente esposto agli inquinanti e vulnerabile ai cambiamenti climatici (UN, 2015).

L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) stima che il 63% della mortalità globale (circa 36 milioni di morti all'anno) sia il risultato di patologie cardiovascolari non trasmissibili (ad es. malattie cardiovascolari, cancro, diabete e malattie polmonari).

Un grande la percentuale di queste è attribuibile alla crescente esposizione alla concentrazione di inquinamento atmosferico.

Secondo l'OMS, tra tutte le città del mondo, solo il 20% della popolazione urbana vive in aree conformi ai livelli delle linee guida della qualità dell'aria dell'OMS in materia di particolato fine (PM2.5) (WHO, 2019).

Per questo motivo un'alta percentuale di cittadini è esposta ad elevati livelli di inquinamento e può determinare un alto rischio per la salute a lungo termine.

Queste motivazioni ovviamente spingono alla necessità di creare strumenti, linee guida e raccomandazioni per rendere più sani, sostenibili e resilienti gli stili di vita negli ambienti urbani.

La letteratura riporta diverse iniziative in cui il settore pubblico, commerciale e scientifico hanno fatto ricorso alle tecnologie open Access e data smart (Cook et al. 2018) per orientare le policy di quelle che vengono definite "Smart cities".

In questo senso l'utilizzo di tecnologie digitali come l'Internet of Things (IoT) permette di fornire informazioni che aiutino a migliorare la salute e il benessere dei cittadini (Ashrafian et al. 2018).

Oggi l'integrazione delle tecnologie digitali con sensori domotici, smartphone, dispositivi indossabili sono disponibili sul mercato a prezzi accessibili anche per gli utenti finali: questa apertura tecnologica consente quindi ai cittadini di raccogliere e condividere informazioni e misurazioni su se stessi e l'ambiente che li circonda, in modo partecipativo e questo approccio viene normalmente definito come "citizen science" e può essere applicata anche al monitoraggio ambientale e alla comprensione dell'impatto sulla salute degli inquinanti.

La raccolta dei dati può in questo caso non solo rappresentare una mera collezione del dato scientifico, ma può supportare le politiche e le strategie legate alla salute dei cittadini.

Queste considerazioni sono alla base del progetto europeo H2020 PULSE (Participatory Urban Living for Sustainable Environment) che mira a sviluppare un osservatorio per la salute pubblica e sulle politiche correlate utilizzando un ecosistema di dati multivariati.

Dati dai sistemi sanitari pubblici, sensori ambientali remoti e fissi e dispositivi mobili dei cittadini sono stati raccolti in otto città pilota (Barcelona, Birmingham, New York, Paris, Singapore, Pavia, Keelung and Taiwan) attraverso una piattaforma di raccolta dati e un'applicazione mobile.

Tali dati sono utilizzati dalla piattaforma di PULSE per supportare dei modelli di di stratificazione del rischio di insorgenza di asma e diabete di tipo 2.

PULSE applica i principi della "citizen science" per valutare l'impatto della qualità dell'aria sulla salute umana cercando di integrare differenti tipi di dato e coinvolgendo il cittadino nella generazione e scambio di informazioni a riguardo del tema.

Il progetto PULSE e la sua architettura

PULSE è un progetto partecipativo incentrato sul benessere nelle comunità di cittadini

L'obiettivo finale è quello di costruire modelli e tecnologie estensibili per prevedere, mitigare e gestire i problemi di salute pubblica e promuovere la salute della popolazione nelle città.

Gli otto siti pilota del progetto - Barcellona, Birmingham, New York, Parigi, Singapore, Pavia, Keelung e Taiwan - possono essere definiti come "Città intelligenti". Le "città e comunità intelligenti" comprendono infrastrutture e soluzioni IT integrate e servizi ai cittadini, in tutti i settori delle città, compresa la salute.



Figura 1 - I siti pilota di PULSE e alcune iniziative di policy sulla salute pubblica già attive

Al fine di supportare i sistemi sanitari e stimolare lo sviluppo della politica intersettoriale nelle città, PULSE sfrutta le grandi quantità di dati provenienti e disponibili da amministrazioni cittadine, sistemi sanitari e cittadini.

Oltre alla raccolta di dati esistenti, PULSE si impegna a:

- attuare un nuovo sistema di sorveglianza ambientale / sanitaria sulla qualità dell'aria all'interno di quartieri specifici e modellare il rischio di esposizione all'aria inquinata per i cittadini, in particolare quelli con asma;
- sviluppare nuove intuizioni sulla relazione tra rischio per l'insorgenza di T2D e fattori ambientali e comportamentali;
- raccogliere dati completi sul benessere individuale e della comunità;
- modellare il rischio e la resilienza della salute pubblica e sviluppare strumenti e tecnologie per intervenire e cambiare comportamento, traducendo i Big Data in politiche.

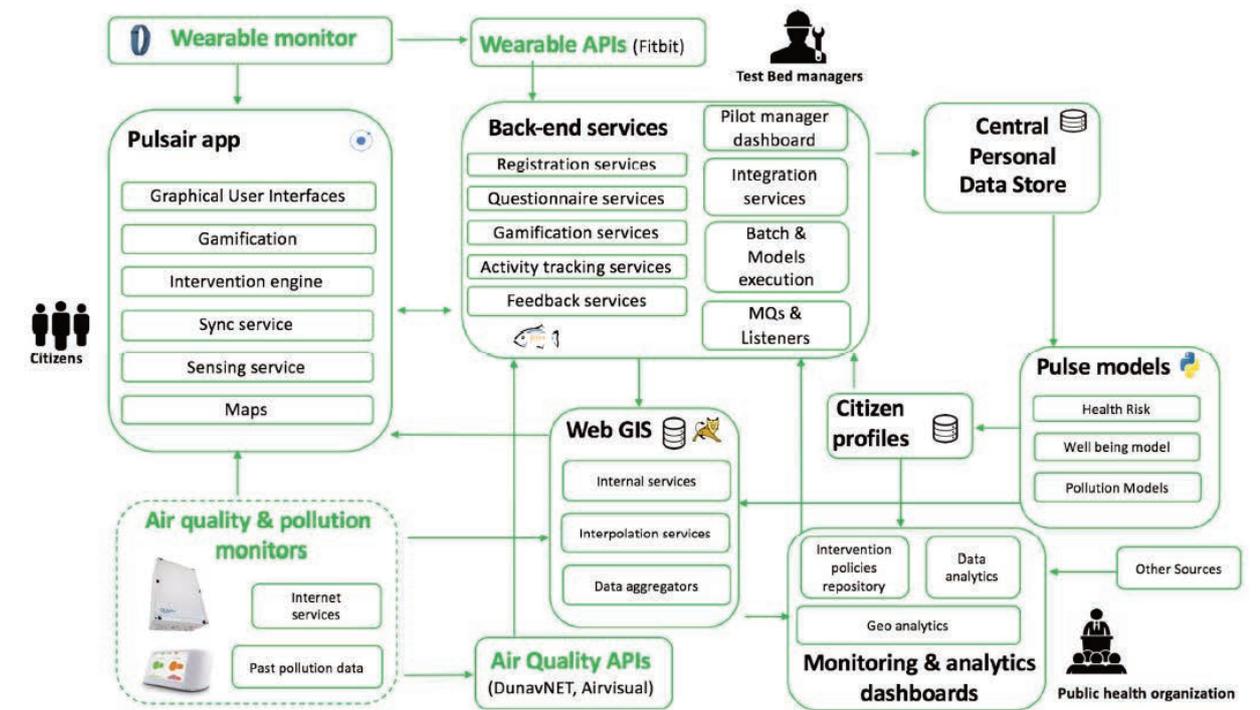


Figura 2 - Architettura dati del sistema PULSE

Il cuore del progetto PULSE è l'architettura di gestione dei dati: è progettata per raccogliere ed elaborare un insieme multivariato di dati.

La Figura 1 inquadra il concetto di base e gli elementi principali dell'architettura PULSE: è costituito da diversi moduli in grado di raccogliere dati da fonti eterogenee.

I diversi moduli dell'infrastruttura PULSE consentono la gestione dei dati partecipativi dall'app PulsAIR, dal satellite geolocalizzato (MODIS, Sentinel, Landstast) e anche dai sensori AIR statici che possono provenire da stazioni AQ ufficiali esistenti ma anche da una fitta rete dedicata di sensori a basso costo, installati sulle città del banco di prova dal progetto PULSE.

I dati raccolti vengono utilizzati per generare mappe della qualità dell'aria ambientale, calcolare l'esposizione personale e alimentare modelli di rischio

sanitario che valutano il rischio di insorgenza di asma e diabete T2 a causa sia delle condizioni di qualità dell'aria sia dello stato di salute del soggetto.

L'app PulsAIR infatti è progettata sia per connettersi a un dispositivo Fit-Bit, (modelli Garmin o Asus) sia per il monitoraggio dello stato di salute, sia per interagire e raccogliere dati dai cittadini tramite questionari e tecniche di gamification relative allo stato di salute soggettivo, alla fisiologia e all'attività quotidiana e alla posizione corrente.

Per gestire l'insieme eterogeneo di dati, l'architettura interna dei dati è strutturata in diversi moduli e repository.

In particolare, i dati relativi alla salute e agli stili di vita provenienti direttamente dagli utenti tramite PulseAIR vengono archiviati in un repository di dati personali e gli output del modello sanitario vengono salvati in un repository di profili di cittadini.

I dati ambientali, provenienti dalle stazioni AQ e dai sensori di rete diffusi, nonché le mappe ambientali di output sono memorizzati nel geodatabase WebGIS.

La comunicazione incrociata tra i diversi repository, la conversione tra i diversi dati all'interno di unità di misura comuni e timelapse è gestita da una serie di servizi di backend ospitati su un server remoto.

I servizi di back-end includono anche tutte le routine necessarie per le interazioni utente-dati fornite dall'app PulseAIR e dai dispositivi Fit-bit.

La PulsAIR App

PulsAIR è un'applicazione sviluppata all'interno di PULSE per incentivare la raccolta di partecipata di informazioni dai cittadini secondo il paradigma della "citizen science"

L'app è altresì un mezzo per veicolare informazioni su stili di vita sostenibili e creare coscienza dell'inquinamento atmosferico in città.

PulsAir è disponibile sia per iOS che Androis è stato progettato seguendo un approccio centrato sull'utente basato sulla metodologia di progettazione orientata agli obiettivi (GOD), in cui gli utenti finali e le parti interessate guidano il processo e infine convalidano il prodotto finale (Ottaviano et al 2019).

La Figura 3 mostra la schermata principale dell'app

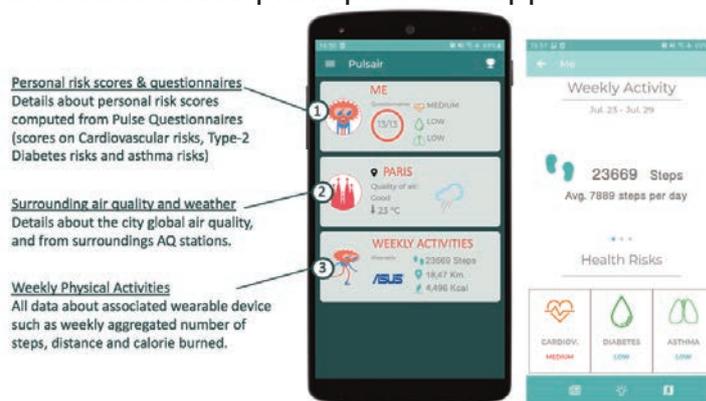


Figura 3 - PulsAIR, schermata principale

L'app raccoglie dati GPS, questionari sui comportamenti ecologici, lo stile di vita e lo stato di salute, i dati dei sensori (utilizzando un sensore di qualità dell'aria e un Fitbit). Tutti i dati vengono uniti per creare mappe dell'inquinamento e stimare i rischi per la salute di ogni utente specifico.

L'obiettivo principale dell'app è quello di interfacciare i dati sull'attività fisica (raccolti dai dispositivi indossabili associati) con punteggi di rischio e indicatori di inquinamento dell'aria. Attraversare questo tipo di dati aiuta a costruire una migliore comprensione della qualità della vita urbana e ad aumentare la consapevolezza delle scelte salutari

L'app utilizza elementi di gamification per coinvolgere i partecipanti. Il primo elemento di gamification è l'uso di un avatar, chiamato "Truffy" che rappresenta i partecipanti e funge da coach della salute, fornendo consigli, consigli salutari e consigli all'utente seguendo i punteggi e le risposte. Il secondo elemento di gamification principale è la partecipazione al Pulse City Challenge e alla sfida globale, confrontando tutti i punteggi degli utenti e stabilendo una classifica a livello di progetto e di città. Gli utenti possono recuperare punti rispondendo ai questionari e ad altre funzionalità dell'app

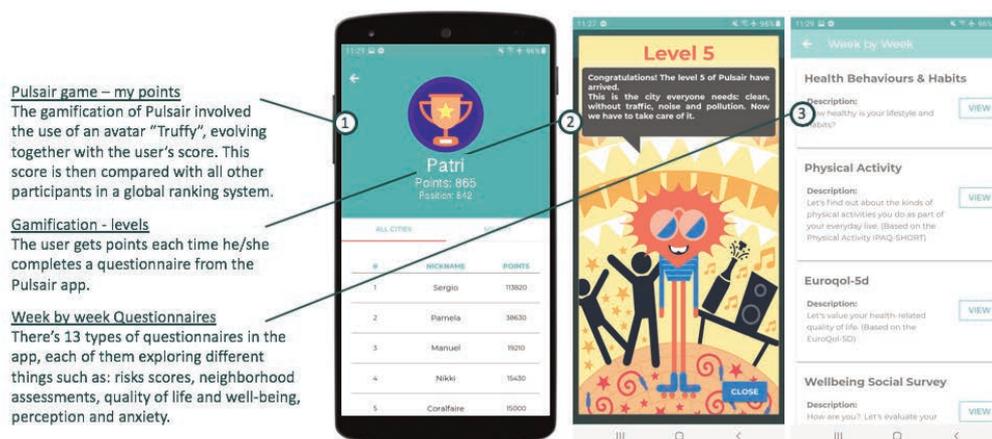


Figura 4 - PulsAIR, schermata di gaming

La rete diffusa di sensori

Il sistema di sensori di qualità dell'aria PULSE è composto da diversi tipi di sensori e set di dati di sensori, e dati storici e in tempo reale, che monitorano tutti gli inquinanti atmosferici (PM 2.5, PM10, NO2, O3, SO2).

Per avere una copertura capillare del campionamento il progetto integra sensori fissi e rete mobile di sensori in al fine di istituire un sistema di monitoraggio capillare e spazialmente e temporalmente risoluto ed ad alta frequenza di campionamento.

In particolare due tipi di sensori sono utilizzati nei siti pilota di PULSE : il sensore AQ10x of DunavNet (20+, distribuito in tutti i piloti) e il sensore PurpleAir PA-II (30+ a Pavia - ha iniziato l'acquisizione nel 2018): hanno permesso di avere un'alta frequenza misurazione che fornisce un campione

ogni minuto. Prima dell'acquisizione del banco di prova, i sensori sono stati testati e calibrati nella città di Barcellona per 2 settimane.



Figura 5 -Tipi di sensori della rete A. PurpleAir PA-II sensor B. AQ10x of DunavNet

Il Modulo WebGIS

Come si può Il modulo WebGIS di pulse raccoglie e georeferenzia set eterogenei di dati, in particolare

- *dati socioeconomici*: distribuzione per età, livello di istruzione, percentuali di povertà, tassi di disoccupazione, tasso di violenza.
- *salute ambientale*: concentrazione di polveri sottili (PM2,5 e PM10), concentrazione di NOS, popolazione esposta al rumore, ambiente residenziale verdeggianti (NDVI), accesso a negozi di alimentari più sani e cene.
- *trasporto e mobilità*: utilizzo del trasporto pubblico
- *dati di salute e stili di vita*: comportamenti con influenza sulla salute (alcol, fumo, inattività fisica) ricoveri per asma e T2D, prevalenza, mortalità

Il modulo permette di visualizzare i dati raccolti usando mappe, per migliorare la comprensione di fenomeni che mostrano relazioni e modelli che altrimenti rimarrebbero nascoste fornisce i servizi geospaziali utilizzati da altri componenti Pulse.

Offre funzionalità di base e avanzate sfruttando i dati delle stazioni / sensori di monitoraggio, e dati satellitari (qualità dell'aria, ambiente)

E' costituito da 8 WebGIS (1 per ogni città pilota) che lavorano su 3 livelli (Figura 6)

Il livello di "Data Ingestion layer" raccoglie i dati dalle diverse sorgenti (sensori, app, satellite), il "Processing layer" elabora e crea le geostatiche e le mappe di interesse e il "visualization layer" visualizza in mappe esplorabili temporalmente e spazialmente per ogni sito pilota.

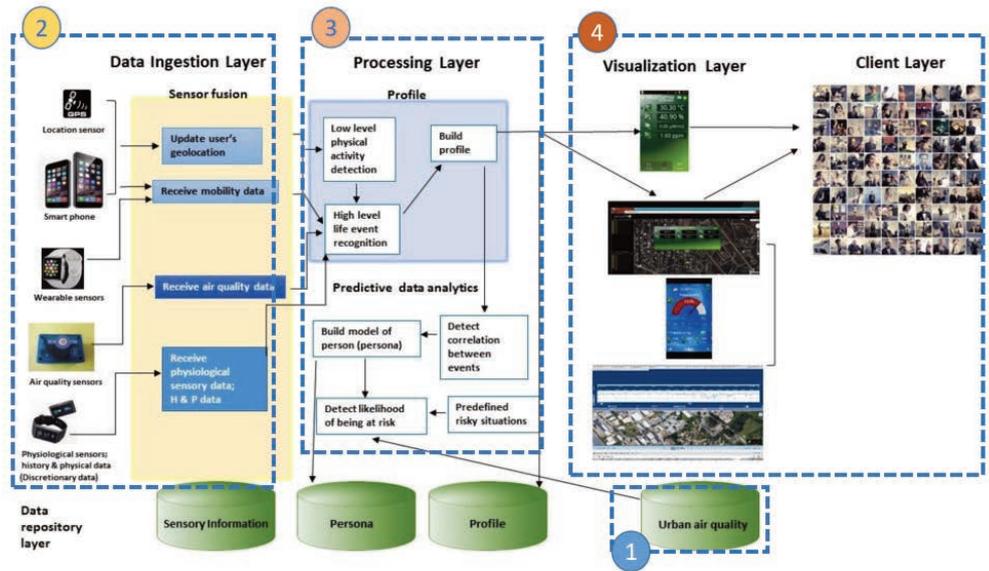


Figura 6 -Struttura del Modulo WebGIS di Pulse

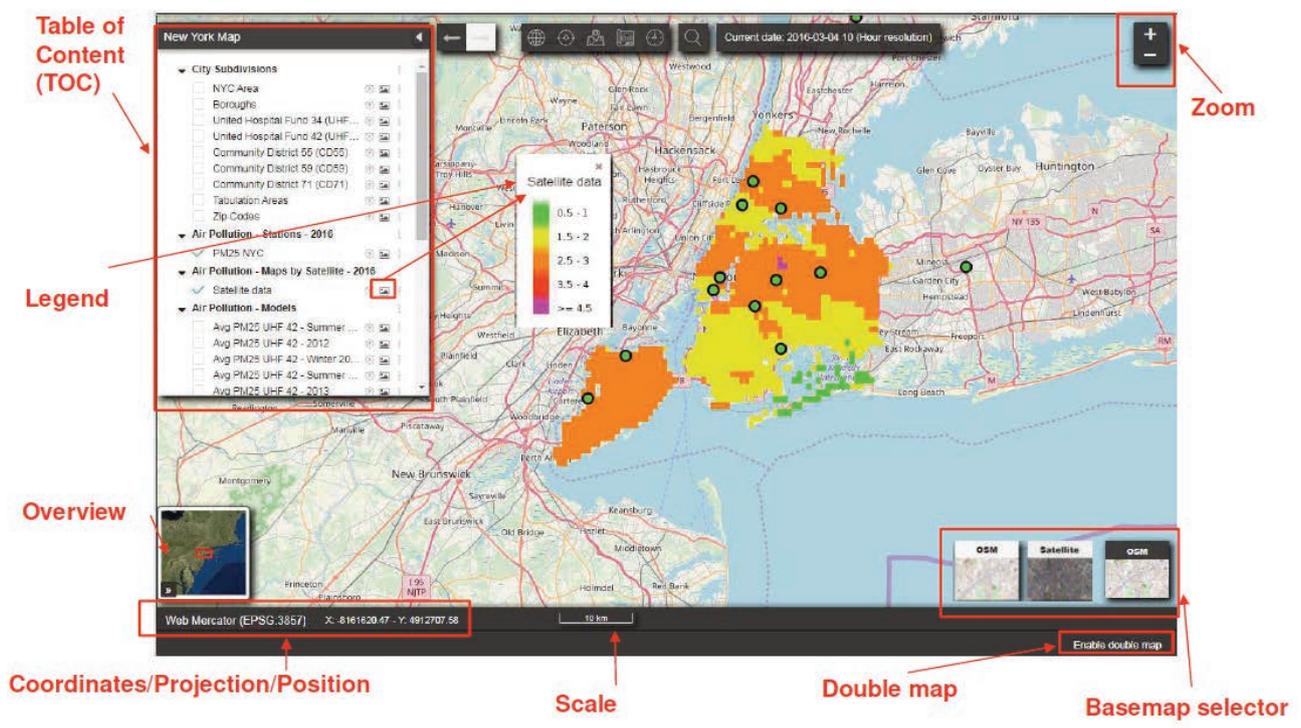


Figura 7 - Interfaccia del Modulo WebGIS di Pulse per il sito pilota

Un esempi di applicazione: il calcolo della personal exposure al PM10

Il concetto di esposizione personale utilizzato da epidemiologi per quantificare la quantità di inquinamento a cui ogni individuo è esposto, come conseguenza di dove vive, il abitudini che ha, e la quantità di inquinanti con cui viene a contatto.

L'esposizione personale inasprisce o meno il rischio sanitario associato ad un determinato inquinante.

Nel caso del particolato PM10 ad esempio esso è una delle cause maggiori per l'insorgenza di asma e di malattie croniche respiratorie.

Tramite la rete diffusa di sensori di PULSE che fornisce misure ad alta frequenza e l'integrazione dei dati sugli stili di vita provenienti dalla PulsAIR app è possibile tramite pulse generare delle mappe di *personal exposure* come riportato in Figura 8 per il caso del PM10 per il sito pilota di Pavia.

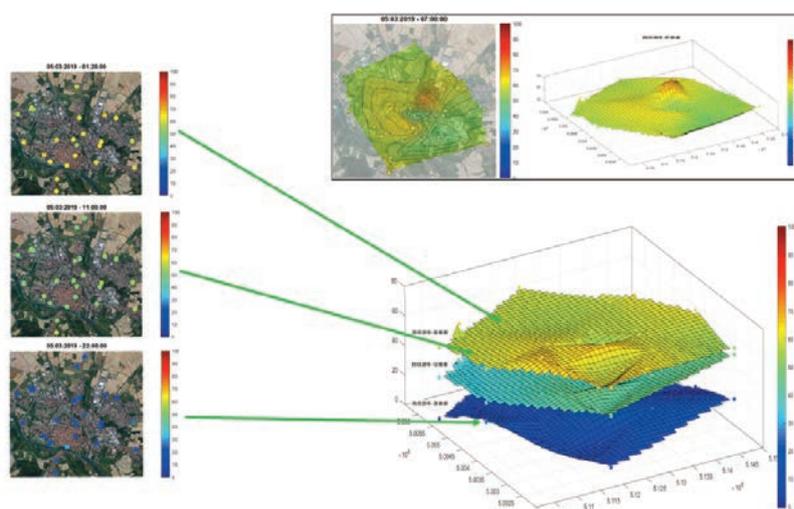


Figura 7 - Mappe di Personal Exposure per il PM10 nel sito pilota di Pavia

Conclusioni

PULSE rappresenta un esempio di utilizzo di dati per integrare informazioni eterogenee ed estrarre da queste nuove informazioni che possono essere utili per orientare processi decisionali relativi a problemi urbani.

In questo senso promuove il concetto di smart-city, dove l'informazione sullo stato dell'ambiente e sulla percezione dei cittadini è integrata per generare nuove soluzioni a partire dai dati esistenti.

L'approccio partecipativo fa sì inoltre che il dato diventi patrimonio della collettività ed in particolare dei decisori sulla salute pubblica affinché possano orientare la loro azione verso la soluzione ad un problema diffuso e comunitario come quello della qualità dell'aria.

Dal punto di vista sanitario inoltre promuove l'approccio di *medicina preventiva* ossia che agisce sulle cause piuttosto che sulle conseguenze delle patologie.

Attualmente PULSE oltre all'architettura dati sta anche sviluppando degli osservatori e delle comunità di pratica, dove il contenuto informativo del dato viene trasferito agli specialisti per darne efficacia.

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata finanziata dal programma ricerca e innovazione dell'Unione Europea H2020 ed è documentato nel grant No 727816.

In particolare PULSE è stato finanziato sotto la call H2020-EU-3.1.5 nel topic SCI-PM-18-2016 - Big Data Supporting Public Health Policies.

Maggiori informazioni su

www.project-pulse.eu

Riferimenti bibliografici

Health Topics: Urban Health, World Health Organization.

Disponibile online

https://www.who.int/topics/urban_health/en/

Accesso il 14 maggio 2019

Sustainable Development Goals, United Nations Development Programme.

Disponibile online:

http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable_development_goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities/targets/

Accesso il 14 maggio 2019

Ambient (outdoor) Air Quality and Health: Key Facts, World Health Organization.

Disponibile online:

[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Accesso il 20 maggio 2019

Cook D.J., Duncan G., Sprint G., Y Fritz R.L. (2018) "Using Smart City Technology to Make Healthcare Smarter" *Proc. IEEE 2018*, 106, 708–722.

Ashrafian H., Darzi A.,(2018) "Transforming health policy through machine learning" *PLoS Med.* , 15, e1002692.

Ottaviano M., Cabrera-Umpiérrez M. F., Waldmeyer M. T. A. (2019). "PULSE: Participatory Urban Living for Sustainable Environment" *2019 IEEE 32nd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)* (pp. 62-63). IEEE.

Ottaviano M., Beltrán-Jaunsarás M. E., Teriús-Padrón J. G., García-Betances R. I., González-Martínez S., Cea G., Arredondo Waldmeyer M. T. (2019).

"Empowering Citizens through Perceptual Sensing of Urban Environmental and Health Data Following a Participative Citizen Science Approach"
Sensors, 19(13), 2940.

I riferimenti bibliografici devono essere tutti richiamati in forma abbreviata nel testo come segue: (Giugno, 1997), oppure (Maggio, Aprile, 2006) o, nel caso di 3 o più autori, (Dicembre et al., 1996) e riportati per esteso nel paragrafo relativo, in ordine cronologico inverso (dalle pubblicazioni più recenti alle più vecchie) e secondo il modello qui di seguito indicato.

Fac-simile

Giugno A. (1997), "Titolo dell'articolo", *Rivista Tal dei Tali*, 5: 25-42

Maggio G., Aprile C. (2006), *Titolo del libro*, Edizioni Pallino, Roma

Luglio P. (2006) "Titolo del capitolo", in Maggio G., Aprile C. (a cura di), *Titolo del libro*, Edizioni Pallino, Roma, 55-69

