

## PROGETTO TOO(L)SMART

### OUTPUT AZIONE 3 - O.3.f

<b>Codice Output</b>	<b>O.3.f</b>
<b>Denominazione</b>	<b>Realizzazione e/o modellizzazione di applicazioni/servizi verticali legate al monitoraggio di variabili ambientali o alla gestione di servizi</b>
<b>Unità di Misura</b>	<b>Numero</b>
<b>Valore Target</b>	<b>4</b>
<b>Enti coinvolti</b>	Ente Responsabile: UNIME/Comune di Torino Enti partecipanti: tutti
<b>Descrittivo:</b>	
<p>Come accennato nell'output O.3.e, durante la fase di progettazione è stata condotta un'attenta analisi dei verticali di sperimentazione nelle diverse aree partner.</p> <p>Da tale analisi, è emerso un alto grado di complessità e articolazione, sia dal punto di vista dell'infrastruttura tecnologica che dei pre-requisiti tecnici nei vari territori partner.</p> <p>Si è pertanto deciso di focalizzare l'attenzione su un unico verticale omogeneo in tutti i territori partner, quello del <b>monitoraggio ambientale</b>, con un focus sugli aspetti <b>partecipativi</b> e il coinvolgimento delle <b>nuove generazioni</b>.</p> <p><b>IL MONITORAGGIO AMBIENTALE PARTECIPATIVO:</b></p> <p><b>Ma cosa si intende per monitoraggio ambientale partecipativo?</b></p> <p>Il progetto TOO(L)SMART si è posto l'obiettivo, tra gli altri, di realizzare una rete di sensori ed una piattaforma IoT per il monitoraggio ambientale e meteorologico in ambito urbano, in un contesto afferibile al paradigma della Smart City.</p> <p>A livello normativo ufficiale, le funzioni di monitoraggio ambientale sono demandate alle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Le ARPA delle Regioni italiane e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) compongono il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) istituito dalla legge 132/2016.</p> <p>L'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (OMM), globalmente conosciuta con la sigla WMO (World Meteorological Organization), nella sua pubblicazione n°8, ha stabilito le regole entro le quali le stazioni meteorologiche devono essere installate per poter confrontare i dati da esse registrate.</p> <p>Tale pubblicazione viene costantemente aggiornata ed è disponibile al seguente link: <a href="https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html">https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html</a>.</p> <p>In essa sono definiti i criteri di installazione di ogni sensore, dettagliando anche le differenze tra l'ambito urbano e l'ambito rurale o extra-urbano. Le Agenzie e gli Enti appartenenti all'SNPA sono tenute a seguire le normative stabilite dal WMO, creando così delle reti di monitoraggio ufficiale ben regolamentate dal punto di vista metrologico.</p> <p>Tuttavia, fin dai primi anni 2000 e particolarmente nell'ultimo decennio appena trascorso, si è andato sempre più diffondendo il concetto di <b>"monitoraggio partecipativo"</b> (o partecipato), fortemente incoraggiato in ambito internazionale ed europeo. Sempre più spesso i cittadini e gli enti di formazione (scuole, associazioni, etc.) sono invitati a contribuire alla formazione del quadro conoscitivo ambientale mediante la comunicazione e la condivisione di dati, diventando una nuova e preziosa fonte di informazione e conoscenza. <u>Questo percorso è stato facilitato e sostenuto dallo sviluppo di hardware e software Open Source.</u></p>	

In ambito urbano, la diffusione di dispositivi e tecnologie appartenenti al mondo IoT (Internet of Things) ha portato il monitoraggio ambientale ad essere un componente fondamentale della Smart City.

Tra le esperienze più significative di monitoraggio partecipativo vanno sicuramente citate l'esperienza del portale EyeOnEarth, realizzato dall'Agenzia Europea Ambientale, e il progetto R-MAP (Rete di monitoraggio ambientale partecipativo), promosso dall'Arpa Emilia Romagna.

Il progetto R-MAP si è posto, tra gli obiettivi principali, i seguenti:

- raccogliere e distribuire dati ambientali rilevati dai cittadini;
- rendere disponibili questi dati anche ai servizi meteorologici, alle agenzie di prevenzione ambientale, alla protezione civile e agli enti di ricerca;
- fornire strumenti ai fornitori di dati per testare e migliorare la qualità dei dati;
- divulgare temi scientifici e sensibilizzare i cittadini sui temi ambientali - coinvolgere scuole e università a scopi formativi;
- creare un circolo virtuoso tra enti di formazione, pubbliche amministrazioni, aziende private e cittadini.

Un'altra esperienza interessante è quella del progetto EveryAware (Enhance Environmental Awareness through Social Information Technologies), finanziato dalla Comunità Europea e focalizzato sul monitoraggio partecipativo nell'ambito della qualità dell'aria in contesti urbani.

**Il progetto TOOLSMART si inserisce in questo filone e si innesta pienamente nel dominio del monitoraggio partecipativo.**

Le esperienze descritte e lo stesso progetto TOO(L)SMART rafforzano sempre più il concetto che, nella letteratura dello stato dell'arte, viene definito come **"Citizen Science"**. Quest'ultima prevede il coinvolgimento di cittadini volontari, non professionisti, nel processo scientifico.

I cittadini raccolgono dati attivamente in svariati campi, quali la meteorologia, la qualità dell'aria, l'ecologia e in molti casi contribuiscono ad analizzare i dati; fino ad arrivare eventualmente alla collaborazione con i ricercatori nella creazione e sviluppo della ricerca.

La Citizen Science si pone come obiettivo principale quello di fornire sistemi affidabili di monitoraggio, strumenti di gestione ambientale e approcci educativi per i cittadini.

Infine, la pubblicazione "Smart Environment: Infrastrutture di monitoraggio diffuso" del 2014 introduce l'interessante e innovativo concetto di "Smart Environment", in cui si afferma che il monitoraggio partecipativo e la Citizen Science generano del valore. Nella visione di Smart Environment presentata, le componenti che generano valore sono le seguenti.

- Startup & Business: nascita e sviluppo di startup innovative.
- Norme e Istituzioni: i dati e le informazioni generate dai sensori e dalle reti di sensori, anche gestite da enti pubblici, si fondono con quelli provenienti da reti amatoriali. Il loro uso permette anche la nascita e lo sviluppo di imprese innovative che possono creare attività da questi dati e generare benessere per i cittadini. Ma perché questo accada è necessario che siano definite la qualità e l'affidabilità e dei dati e soprattutto che questi siano gratuiti e liberamente riutilizzabili.
- Ricerca: l'attività di ricerca può avere il maggior beneficio, anche a breve termine, dallo Smart Environment. Il mondo della ricerca inoltre riveste un ruolo importante di "generatore di domanda", creando domanda su vari aspetti, dal punto di vista della locazione delle risorse o degli orientamenti tecnici e tematici.
- Partecipazione: il coinvolgimento dei cittadini e, più in generale, di tutti i soggetti a vario titolo interessati (ad esempio le scuole) è fondamentale per formare una cittadinanza attiva in grado di comprendere la complessità delle relazioni tra la natura e le attività dell'uomo.

- **Formazione:** con formazione non si intende il semplice trasferimento di conoscenze, ma la necessità di avviare processi di formazione specializzata, dalle caratteristiche ibride, per individuare adeguate soluzioni a specifici problemi, con l'impiego di nuove tecnologie e reti diffuse di sensori. Le nuove metodologie di monitoraggio, di diffusione dell'informazione e l'integrazione di sistema necessitano di esperti che coniughino la conoscenza tecnologica con la comprensione dei processi ambientali che si vanno a monitorare, visualizzare e comunicare o viceversa.

A pochi anni di distanza dalla pubblicazione citata, si può certamente affermare che il progetto TOO(L)SMART vede la partecipazione attiva di tutte le componenti che generano valore, dando origine ad un vero e proprio Smart Environment.

### LE STAZIONI METEOREOLOGICHE:

Nell'ambito del progetto, sono state pertanto acquistate **stazioni meteo**, integrabili nell'architettura di riferimento ed in grado di raccogliere i dati seguenti: temperatura, umidità, pressione, direzione e intensità del vento, millimetri di pioggia, particolato.

TOO(L)SMART prevede, infatti, l'installazione di una serie di **stazioni di monitoraggio ambientale** a basso costo sparse per il territorio delle diverse Città partner equipaggiate con connettività Wi-Fi o Ethernet, 4G o Lora.

A queste stazioni già pronte per l'uso saranno affiancati e distribuiti altrettanti **kit di autocostruzione** delle stazioni meteorologiche ad Istituti Superiori localizzati in alcune Città partner: in questo modo e grazie al supporto tecnico fornito dall'Università di Messina gli studenti o i referenti individuati negli enti potranno acquisire conoscenze legate all'IoT che permetteranno di costruire e gestire le stazioni di monitoraggio ambientale.

Nella tabella sottostante, uno schema sintetico delle stazioni e degli starter kit presso i vari Enti:

RIEPILOGO SITUAZIONE PER ORDINE DIRETTO SU MePA			
	DOTAZIONE	TIPOLOGIA CONNETTIVITA'	ESTREMI ATTO APPROVAZIONE ACCORDO ATTUATIVO
TORINO	7 stazioni di monitoraggio (con stazione meteo) 7 starter kit	sim card e LORA	D.G.C. n. 2019/01119 del 02/04/2019
LECCE	5 stazioni di monitoraggio (con stazione meteo)	sim card + Wi-Fi	D.D. n. 01226/2019 del 04/04/2019
SIRACUSA	5 stazioni di monitoraggio 8 starter kit	cavo ethernet e WIFI	G.C. n. 72 del 30/04/2019
PADOVA	10 stazioni di monitoraggio	sim card	D.D. n. 2019/17/0049 del 11/04/2019
MESSINA	5 stazioni di monitoraggio 8 starter kit	Wi-Fi/Ethernet - LORA	G.C. n. 194 del 26/03/2019

5 AREE URBANE COPERTE

35 STAZIONI DI MONITORAGGIO (di cui 12 con stazioni meteo)  
21 STARTER KIT

Oltre 30 EDIFICI comunali target (scuole e uffici comunali) per installazioni

3 ISTITUTI SUPERIORI COINVOLTI SU MONITORAGGIO CIVICO DIFFUSO E TRAINING IOT

COMUNITA' di ALMENO 1500 UTENTI

### TORINO:

In particolare, **Torino** ha avviato una sperimentazione localizzata principalmente nell'area del quartiere di

Mirafiori sud, dove sono state installate 6 stazioni di monitoraggio ambientale in altrettanti edifici scolastici. Un'ulteriore stazione è stata installata presso Open011 - Casa della Mobilità Giovanile e dell'Intercultura (quartiere Borgo Vittoria).

**[!]** *Focus 1 - Perché Mirafiori Sud:* Le installazioni realizzate nell'ambito del progetto Too(l)smart sono state localizzate principalmente nell'area del quartiere di Mirafiori Sud. Tale area è stata scelta in quanto già laboratorio per testare soluzioni basate sulla natura nell'ambito del progetto europeo "ProGiReg" (<https://www.torinocitylab.com/it/progireg>): la rete di monitoraggio ambientale nonché le attività di sensibilizzazione e formazione a supporto svolte nell'ambito di Toolsmart sono considerate sinergiche e funzionali alle attività di valutazione delle nuove opere a verde che saranno lì realizzate nell'ambito del progetto Progireg e si intende creare sinergie tra i due progetti, interrelando le informazioni reciproche per capire le integrazioni tra i dati e coinvolgendo i cittadini per sensibilizzarli mostrando – attraverso i dati – come i loro comportamenti possano incidere sull'ambiente. Obiettivo della sperimentazione, infatti, è anche quello di testare un modello di monitoraggio ambientale partecipato, in grado di coinvolgere la comunità scolastica e la cittadinanza in un percorso di consapevolezza diffusa sulla qualità dell'aria grazie ai dati raccolti a livello di quartiere.

E' bene specificare, infine, che attraverso la sinergia tra i due progetti, si è inteso creare un sistema di monitoraggio ambientale a livello di quartiere per capire come i dati sub-locali possano integrarsi con i dati di ARPAP e dettagliare politiche pubbliche in materia di mobilità. **[!]**



Gli edifici oggetto di installazione sono stati scelti dopo un'attenta analisi tramite sopralluoghi tecnici presso i siti selezionati, coinvolgendo i responsabili/referenti dei vari plessi e dei vari settori comunali interessati (tra i quali i servizi educazione, ambiente, edilizia scolastica).

A seguito dei sopralluoghi, sono stati redatti report descrittivi delle possibili opzioni individuate relativamente a: punti di installazione delle centraline e dei quadretti elettrici; modalità di staffaggio; presa di alimentazione 220V.

Per ognuna delle opzioni individuate, sono stati evidenziati potenziali vantaggi e svantaggi dal punto di vista degli obiettivi del progetto e in particolare del monitoraggio ambientale partecipativo, delle grandezze da monitorare (temperatura, umidità, vento, pioggia; PM<sub>x</sub> e particolati), della fattibilità tecnica (tenendo anche conto di tempi, impatto visivo, costi...), dell'accessibilità protetta ed in sicurezza a centralina/quadretto elettrico, della manutenzione e gestione futura della centralina. Nel caso si notassero dei malfunzionamenti di una centralina (mancanza di dati o arrivo di dati «fuori range atteso»), infatti, il



personale in forze nel sito ospitante la centralina stessa (referenti tecnici, docenti o altre figure incaricate e formate) potrebbe essere chiamato a svolgere semplici azioni quali controllo dell'alimentazione, controllo visivo degli elementi della centralina, (verificare se non vi siano parti mancanti o fuori posto), collaborare a eseguire semplici test, quali ad esempio far ruotare la banderuola o il segnamento, versare dell'acqua del pluviometro. A tale riguardo, CSP ha messo a disposizione delle scuole un documento di istruzioni per la manutenzione (cfr. all. 5 e 6).

### **[!] Focus 2 - La scelta dei punti di installazione sugli edifici:**

Nell'individuare il punto di installazione di centraline e quadretti elettrici, occorre trovare un compromesso tra varie situazioni, quali:

- Collocazione opportuna della centralina per gli obiettivi di monitoraggio (il pluviometro della centralina deve essere installato in modo tale che resti liberamente esposto alla pioggia, non sormontato da sporti di tetti, pensiline, anemometro o banderuola; ove possibile, la centralina non deve essere a troppi metri da terra)
- Accesso facile, ma protetto/riservato
- Possibilità di operare in sicurezza
- Linea di alimentazione non eccessivamente lunga
- Laddove possibile, è opportuno sfruttare quanto già disponibile: una ringhiera su cui staffare il palo, una canalina e/o foro in un muro attraverso cui far passare il cavo, una presa d'alimentazione...; così da non aggiungere ulteriori elementi impattanti e da ridurre i tempi di installazione **[!]**

Una volta scelte ed approvate le soluzioni definitive tra le varie opzioni proposte, sono stati redatti i documenti con le indicazioni tecniche per l'esecuzione delle installazioni delle centraline e delle linee di alimentazione. Si è poi proceduto alla verifica della corretta funzionalità delle centraline tramite test in laboratorio, testando l'intera catena del dato (dal sensore al dataportal). Dopodiché, si è proceduto all'installazione delle centraline e delle linee di alimentazione secondo quanto progettato, al collaudo finale della centralina una volta installata, alla verifica che i dati arrivassero correttamente al dataportal.

Si è così, infine, potuta avviare l'attività di monitoraggio dei dati sul dataportal e quindi del funzionamento delle centraline.

### **[!] Focus 3 - L'analisi dei dati:**

Per l'analisi dei dati monitorati, il Comune di Torino ha richiesto la collaborazione di ARPAP, al fine di:

- Verificare periodicamente la stazione di monitoraggio e la dashboard Too(l)smart. Il controllo è inteso sia dal punto di vista meccanico (controllo anemometri, pluviometri in bolla e così via) che software. In questo modo si intende garantire l'affidabilità del sistema
- Analizzare i dati rilevati a livello sub-locale secondo la modalità del monitoraggio ambientale partecipato (cfr. "focus 1"), al fine di comprenderli al meglio, valutarli in maniera comparativa a quelli regolarmente monitorati da ARPAP e verificarne, dunque, possibilità e modalità di utilizzo.

A tal scopo, ARPAP ha peraltro dato una sua prima disponibilità a co-installare 4 stazioni, derivanti dai kit di autocostruzione assemblati dagli studenti dell'ISS Levi (cfr. "focus 4"), in altrettanti 4 siti: Copertura della Sede di Arpa Piemonte, Via Pio VII; Stazione Consolata di Arpa Piemonte presso l'immobile di Piazzetta della Visitazione; Cascina Falchera nella parte Nord della città; Basso fabbricato "B" di Corso Suor Michelotti.

Le collocazioni, ipotizzate in accordo tra gli uffici ed Arpa Piemonte, saranno oggetto di ulteriori verifiche operative, da effettuarsi appena la normalizzazione delle attività della pandemia COVID-19

lo permetterà.

Sempre con riguardo all'analisi dei dati prodotti, è stato affidato all'Università di Torino un servizio di "Analisi conclusiva sulle pratiche di monitoraggio ambientale condotte nell'area di Mirafiori Sud", consistente in:

- Analisi comparativa dei diversi approcci e procedure di monitoraggio ambientale condotte nell'area di Mirafiori Sud nell'ambito dei progetti Too(l)smart e Progireg e sulla base dell'analisi della letteratura di riferimento sul monitoraggio a scala sub-locale.
- Produzione di una relazione finale che sintetizzi i diversi approcci di monitoraggio, distinguendo fra monitoraggio ambientale partecipato e monitoraggio scientifico/metrologico, a partire dalla documentazione sul progetto Too(l)smart e sul progetto ProGreg messi a disposizione dal Comune di Torino.
- Produzione di materiale formativo in formato slide, utilizzabile a fini di diffusione verso altre PA e verso studenti delle scuole superiore.
- Registrazione di almeno 2 pillole formative – webinar (entro ottobre 2020)

#### **[!] Focus 4 - L'attività di formazione nelle scuole:**

L'installazione dei sensori nei plessi scolastici coinvolti è stata accompagnata da un primo momento di coinvolgimento con il Comitato Scuole a Mirafiori Sud, durante il quale sono stati presentati i progetti Too(l)smart e Progireg e scelti i punti di installazione.

E' seguita una giornata formativa (7 novembre 2019) presso l'Istituto Levi, presieduta da CSP e dedicata alla formazione in vista dell'installazione presso il plesso della centralina di monitoraggio e dell'assemblaggio, da parte dei ragazzi, dei kit di autocostruzione del sensore.

L'Istituto Tecnico Levi, infatti, oltre all'installazione di 1 centralina, è stato anche dotato di n. 6 kit di autocostruzione di stazioni di monitoraggio a fini didattici: all'Istituto, infatti, sono stati dati in comodato d'uso gratuito 6 starter kit, ovvero stazioni meteo da montare a fini di formazione tecnica.

I ragazzi di classi individuate (2 classi di IV superiore - 4A e 4B), seguiti dai loro professori, hanno utilizzato tali "Kit di autocostruzione di sensori" per sviluppare un percorso formativo dedicato.

L'esperienza formativa messa in campo, che ha portato alla costruzione da parte dei ragazzi di centraline di monitoraggio proprio tramite i kit forniti, potrà trasformarsi, in futuro, in un processo di "peer education" (inserita in un'attività di alternanza scuola lavoro) offerto ad altri ordini di scuole in materia di "tecnologie per l'ambiente".

Un ulteriore evento di inquadramento del progetto Too(l)smart, dei suoi obiettivi, del concetto di monitoraggio ambientale partecipato e degli strumenti utilizzati (centraline, kit di autocostruzione) nonché ovviamente delle attività di formazione previste, è stato organizzato il 29 novembre 2019 presso l'Istituto Levi. L'evento, dedicato agli Studenti dell'Istituto e alle classi coinvolte (4 classi con circa 80 studenti) ma aperto anche ad altre scuole del quartiere, ha visto la partecipazione, come relatori, dei coordinatori di progetto della Città di Torino, di CSP, di INRIM.

*NB: Gli starter-kit acquistati dal Comune di Torino nell'ambito del progetto sono 7 in tutto: 6, appunto, sono stati dati in comodato all'Istituto succitato, mentre 1 è in utilizzo in laboratorio presso CSP per prove di laboratorio e formazione per la PA. Una volta terminato tale utilizzo (scopo formativo per l'Istituto e di testing e formazione per il kit in dotazione a CSP), i kit saranno così riutilizzati: 3 resteranno all'Istituto Levi per scopi didattici, 4 dei kit assemblati dagli studenti saranno installati presso il Tetto di ARPAP, il Tetto Stazione ARPA Consolata, Torino Nord/Cascina Falchera, Scuola Media Corso Michelotti/Sassi.*

#### **MESSINA:**

**Messina** ha programmato la sperimentazione del monitoraggio ambientale mediante l'installazione

di 9 centraline in edifici comunali e 4 nei plessi scolastici degli istituti che hanno manifestato interesse al partenariato.

Al fine di avviare una valutazione ambientale ad ampio raggio sul territorio comunale, è stato ritenuto di realizzare l'installazione sugli alcuni edifici di proprietà comunale distribuiti sul territorio. Le strutture di proprietà comunale interessate sono le seguenti:

- **Palacultura** (lato via XXIV Maggio in prossimità della biblioteca);
- **Palazzo Zanca** (adiacenze asilo nido lato via Consolato del Mare);
- **Palazzo Via Campo delle Vettovaglie**;
- **Palazzo Satellite** (presso locali dei Servizi Sociali ad angolo tra Piazza della Repubblica e via La Farina);
- **Isolato 88** (lato Viale S. Martino)
- **Convitto Dante Alighieri** (lato viale della Libertà);
- **Palazzo Autoparco** (lato via Bonino angolo via Bonsignore);
- **Circoscrizione 6 – Ganzirri** (presso SS 113);
- **Circoscrizione 1 – Tremestieri** (presso SS 114 nuovi locali ex RIS dei Carabinieri).

L'emergenza Covid 19 ha causato una brusca interruzione del progetto e bloccato l'evento di comunicazione e di consegna dei kit programmato per il 12 marzo 2020. Con mail del 26/06/2020 l'ufficio ha comunicato ai dirigenti scolastici degli istituti coinvolti, che la consegna dei kit e il riavvio della attività coincideranno con l'inizio dell'anno scolastico 2020-2021 a partire dal mese di settembre 2020; sarà così possibile consegnare i 4 kit di montaggio delle centraline agli istituti scolastici partner, i quali riceveranno apposita attività formativa per gli studenti che, con il supporto degli insegnanti coinvolti, dovranno occuparsi dell'assemblaggio e successiva installazione delle stazioni di monitoraggio.

L'attività formativa e di sensibilizzazione verrà rivolta anche nei confronti del personale del Comune che opera su tematiche ambientali mediante la somministrazione dei moduli didattico-formativi (video e registrazioni dei webinar) messi a disposizione dal progetto.

L'emergenza Covid-19 ha inoltre impattato negativamente sulle attività di installazione delle centraline rimanenti. Tuttavia, è stato concluso il processo di trasferimento delle competenze necessarie alla configurazione e attivazione della piattaforma.

La raccolta dei dati di rilevazione ambientale potrà poi essere integrata da altri dati forniti da progetti simili, che consentiranno significativi miglioramenti negli strumenti di pianificazione e controllo del territorio, con ricadute positive nella gestione delle pratiche in materia ambientale, e favorendo al contempo, l'accesso ad informazioni generali da parte del cittadino. Lo sviluppo di un sistema integrato consentirà di conoscere lo stato di salute e di sicurezza del territorio declinato sotto vari aspetti quali: qualità dell'aria, rumorosità, assetto idrogeologico e sicurezza sismica, monitoraggio della rete idrica, uso delle risorse naturali e consumi energetici, rifiuti, sicurezza urbana tramite il monitoraggio con sistemi di analisi in tempo reale di punti sensibili, efficienza energetica e relamping.

#### **LECCE:**

A Lecce si intende avviare la sperimentazione del monitoraggio ambientale nel centro storico (nelle vicinanze di una centralina ARPA) e in prossimità di alcune aree ad alto traffico veicolare e/o con presenza di scuole (primaria e secondaria), dove sono state installate n. 5 stazioni di monitoraggio ambientale: una stazione è collocata presso la sede comunale dell'Ente (Piazza S. Oronzo) e quattro stazioni sono collocate presso altrettanti edifici scolastici. Si riporta la mappa delle aree di interesse:



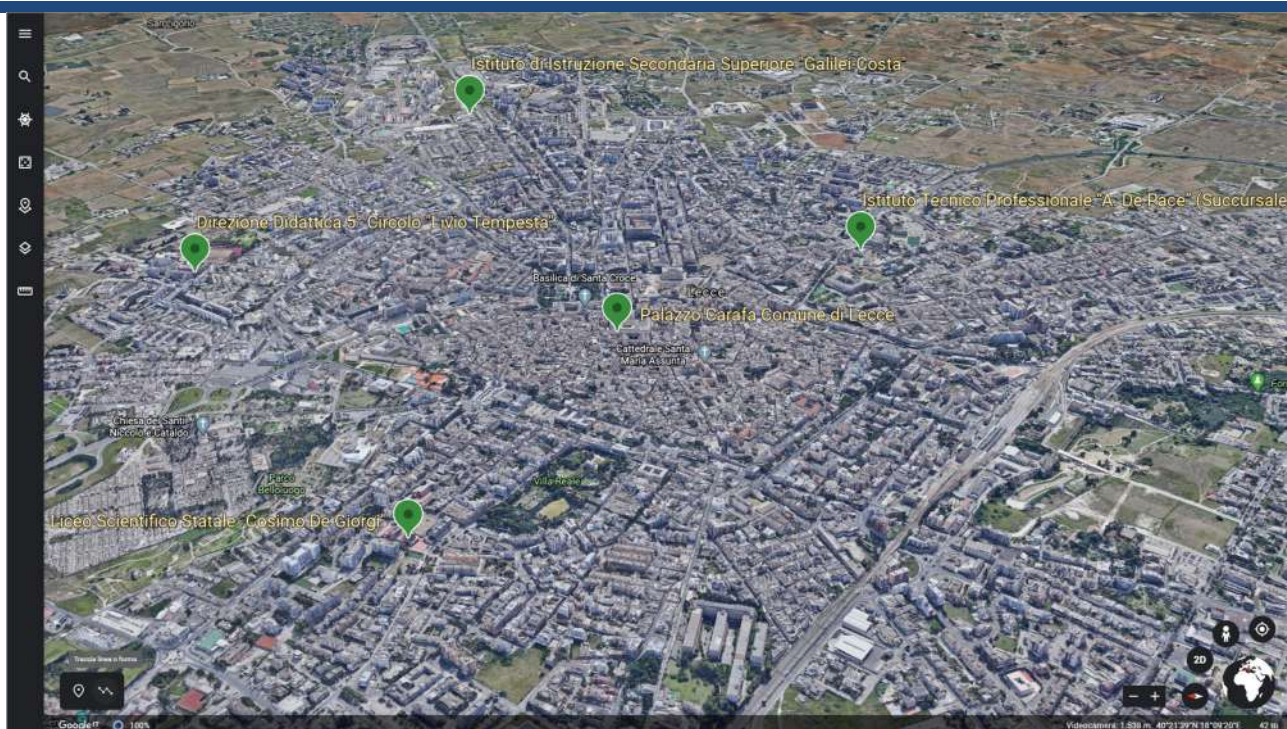


Fig.1 – Area punti di interesse progetto Too(l)smart

L'obiettivo dell'Ente è quello di creare - nel lungo periodo - una piattaforma civica per il monitoraggio ambientale diffuso, in ottica Smart Cities e IoT, con potenziamento dei punti di raccolta dati attraverso il coinvolgimento attivo della comunità locale, in particolare degli studenti, al fine di sensibilizzare le nuove generazioni ad un utilizzo consapevole e sostenibile delle risorse ambientali. A valle della sperimentazione il comune intende definire, laddove necessario, nuove policy locali in campo ambientale (e non solo) che consentano di migliorare i servizi pubblici erogati dall'amministrazione comunale e la qualità della vita dei propri cittadini.

Dopo aver deciso le aree d'interesse sono stati individuati gli edifici sulla base della fattibilità tecnica di installazione delle centraline, tenuto conto dei servizi elettrici e di connettività esistenti nonché della possibilità di manutenzione e accesso alle centraline per i soli addetti ai lavori. Si è optato, altresì, per quegli edifici dove il comune di Lecce ha già installato antenne e/o ponti radio per il wifi pubblico cittadino. In questo modo le centraline di Too(l)smart possono sfruttare le due interfacce dati con tecnologia 4G/WiFi oltre che l'alimentazione elettrica presente.

Dei 5 edifici individuati, 2 sono di proprietà dell'amministrazione comunale (Palazzo Carafa e scuola 5° circolo L. Tempesta) per i quali è stato coinvolto il settore Lavori Pubblici dell'ente e 3 sono di proprietà dell'amministrazione provinciale (IIS Galilei-Costa, Liceo Scientifico De Giorgi, ITP De Pace) per i quali è stata formulata la richiesta di nulla osta per l'installazione. Per l'installazione delle centraline l'amministrazione si avvarrà di una società esterna che garantirà, dopo il collaudo, un servizio di manutenzione on-site per un anno, per un max di n. 5 interventi di manutenzione. La fornitura prevede anche l'installazione di gruppi UPS per la protezione fisica delle centraline. Dopo il primo anno il servizio di manutenzione sarà a cura del comune di Lecce.

Le centraline sono state prima collegate, configurate e testate con esito positivo in ambiente di test nella sala CED del comune di Lecce (cfr. All. 6 O.3.e). Poi si è proceduto all'installazione *in situ*.

A partire da Febbraio 2020 è stata fatta un'attività di monitoraggio sull'acquisizione dei dati ambientali



delle centraline (in ambiente di test) nonché sulla corretta pubblicazione degli stessi sul dataportal di progetto. Per l'analisi dei dati provenienti dalla sperimentazione il comune di Lecce ha richiesto ad ARPA Puglia una collaborazione, comunicando contestualmente le aree di interesse e le caratteristiche tecniche delle centraline del progetto Too(l)smart. Il comune intende, altresì, promuovere ed incentivare - con future progettualità - l'analisi dei dati di monitoraggio ambientale di Too(l)smart per la creazione di App civiche che incentivino e favoriscano il miglioramento della qualità della vita dei cittadini.

Il comune, inoltre, intende mettere a fattor comune le proprie progettualità attualmente in essere e quindi procedere con la collaborazione con il progetto SAMOA - SemAntic MObility Analyzer (il comune di Lecce è anche in questo progetto soggetto sperimentatore) per uno scambio/integrazione di servizi al fine di migliorare gli obiettivi progettuali complessivi dell'amministrazione comunale in termini di mobilità sostenibile, in accordo a quanto previsto dal nuovo Piano della Mobilità della città.

N.B.: Le installazioni delle centraline, previste da Gantt per il mese di marzo 2020, sono state completate nel mese di maggio 2020, quando l'emergenza sanitaria COVID-19 nel territorio lo ha consentito. Nei mesi di maggio e giugno 2020 si è proceduto con la fase di sperimentazione reale.

#### **PADOVA:**

Lo stesso è stato fatto a Padova, dove i dati monitorati verranno restituiti ai cittadini. Per il Comune di Padova il progetto Too(L)Smart ha l'obiettivo di definire un modello di implementazione su larga scala, utilizzabile nei progetti di infrastrutturazione della città con sensoristica di monitoraggio e attuazione per la gestione dei servizi pubblici e il governo del territorio.

I risultati della sperimentazione saranno utilizzati nella definizione dei requisiti esecutivi dei seguenti progetti:

- progetto MyData – POR FESR 2014 2020 Asse 6 OT2 di Regione Veneto, il cui kick-off è previsto per marzo 2020, avente l'obiettivo di realizzare una piattaforma di Data Analysis e Data Lake da IoT;
- progetto Innovation lab che dovrebbe attivarsi entro il 2020

I siti scelti per le installazioni sono: Parco la Fenice (Monitoraggio di zona verde nei pressi di lungargini molto frequentati da podisti e ciclisti), Centralina ARPAV zona Mandria (Taratura sensore con campione di riferimento), Parco Europa (Monitoraggio di zona verde nei pressi di un importante snodo della mobilità cittadina), Liceo Scientifico Nievo (Scopo didattico), Liceo Scientifico Fermi (Scopo didattico), Istituto Tecnico Statale Natta (Scopo didattico), Scuola Media Levi Civita (Scopo didattico). Inoltre, 2 centraline verranno utilizzate per iniziative didattiche estemporanee e test di risoluzione anomalie.

#### **SIRACUSA:**

Obiettivo della sperimentazione di Siracusa è lo sviluppo di una rete di monitoraggio urbano grazie all'installazione di 5 centraline su altrettanti edifici comunali, con restituzione di dati e risultati ai cittadini e con trasferimento di know-how agli studenti dell'Istituto Fermi.

Le attività di installazione dei sensori è avvenuta prima dell'emergenza Covid-19. Tuttavia, l'impossibilità di raggiungere gli edifici comunali nella fase di emergenza ha rallentato le attività di configurazione e attivazione della piattaforma. In ogni caso, è stato concluso il processo di trasferimento delle competenze atto a consentire al più presto l'attivazione della piattaforma di monitoraggio.

Seguirà un'attività formativa e di sensibilizzazione che verrà svolta nei confronti del personale del Comune che opera su tematiche ambientali e all'Istituto Tecnico Fermi.

#### *Conclusioni*

*Esito del progetto Too(l)smart sarà pertanto una piattaforma di monitoraggio ambientale diffusa in grado di raccogliere dati relativi a diverse Città Italiane.*

Attraverso la raccolta dei dati dalle stazioni mobili disseminate nelle varie Città partner, sarà possibile ampliare l'informazione ambientale ai cittadini, coinvolgendoli nella definizione di politiche pubbliche e promuovendo comportamenti più sostenibili.

Il sistema Too(l)smart è scalabile e aperto e potrà consentire in futuro sia un ampliamento in termini di nuovi territori urbani coperti, sia in termini di nuove fonti dati (relativi ad esempio a: mobilità, parcheggi, livello del rumore, tour virtuali dalla città per i turisti, ecc. ).

Inoltre, una rete di informazioni veloce, capillare e interattiva quale quella di Too(l)smart, moltiplica le possibilità di aziende, start-up e ricerca universitaria nel creare nuovi servizi più efficaci. Non solo: Too(l)smart abilita la creazione di OpenLab, ovvero laboratori di sperimentazione con le imprese sul tema dell'IoT secondo il modello in espansione di Torino City Lab. Fra le componenti non tecnologiche della buona pratica, infatti, si evidenziano i modelli collaborativi co-sviluppo e «living lab», di monitoraggio civico e di crowdfunding. Tali componenti sono state testate nei territori di Torino e Messina e modellizzati a beneficio di tutto il partenariato e ai fini di un più ampio riuso.

#### **Allegati:**

Use case locali:

All. 1 – Torino

All. 2 – Padova

All. 3 – Lecce

All. 4 a,b – Siracusa

Materiali/Istruzioni installazione centraline, dashboard:

All. 5a

All. 5b

All. 5c

Monografie:

All. 6a, b, c, d, e, f, g

**PROGETTO TOO(L)SMART**

***0.3.f – All. 1 USE CASE LOCALE TORINO - “Toolsmart Report Torino”***



## Executive Summary

Questo documento è un report tecnico che racconta come la Città di Torino ha operato nel dare concretezza al progetto Too(l)Smart, evidenzia le criticità incontrate e spiega perché sono state prese determinate decisioni. Non è una guida operativa passo passo sulle azioni da svolgere, per le quali si rimanda ai manuali di [Stack4Things IoTronic](#) ed alla [Guida IoTronic per Debian 9](#) (che contiene alcune specificità per l'installazione presso la Città di Torino) predisposti da Smartme.IO, ma si affianca a questi per fornire delucidazioni, quali, ad esempio, lo scopo dei comandi impartiti.

Si consiglia una lettura di questo documento, almeno fino al capitolo 3, prima di passare alla progettazione operativa, perché contiene utili spunti di riflessione, e di affiancarlo alle suddette guide durante le fasi di installazione, perché evidenzia alcune criticità riscontrate e risolte dalla Città di Torino nel contesto della propria sperimentazione.

**N.B.** La comprensione dei capitoli 3 e, soprattutto, 4 di questo documento richiede una conoscenza di base del sistema operativo Linux poiché, pur non scendendo in ogni specifico dettaglio, viene utilizzato un linguaggio tecnico.

## Introduzione alla sperimentazione locale

La sperimentazione locale presso la Città di Torino ha trovato attuazione con il deploy di Stack4Things, un framework per l'Internet of Things (IoT) sviluppato dal Mobile and Distributed Systems Lab (MDSLAb) dell'Università di Messina. Stack4Things è un progetto open source che aiuta a gestire flotte di dispositivi IoT senza preoccuparsi della loro posizione fisica, della configurazione della rete e della tecnologia sottostante.

## Obiettivi

Gli obiettivi della sperimentazione locale, che si sono inseriti nel contesto degli obiettivi più generali del progetto Too(l)Smart, sono sintetizzabili come segue:

acquisire know-how tecnologico;

dimostrare che, con risorse e competenze interne ad un ente pubblico, è possibile installare e mettere in esercizio un complesso sistema per il governo di nodi IoT, dotati di sensori, distribuiti sul territorio, che va dal controllo remoto delle nodi IoT stessi alla raccolta dei dati da questi rilevati;

dimostrare che un sistema a basso costo costruito con componenti open software e open hardware può essere affidabile;

gettare le basi per la costruzione di una rete di nodi IoT di rilevazione dati basata su specifiche aperte, riducendo il rischio di lock-in e agevolando la concorrenza delle imprese sul mercato.

Le evidenze raccolte nella fase conclusiva della sperimentazione hanno dimostrato il raggiungimento di questi obiettivi.

## Stakeholder coinvolti

La sperimentazione ha visto coinvolti i seguenti soggetti:

*Servizio Fondi Europei e Innovazione* della Città di Torino, con il ruolo di coordinamento del progetto;

*Sistemi Informativi* della Città di Torino, con il ruolo di coordinamento tecnico, di installazione dell'infrastruttura "lato server" e, in generale, di supporto su materie informatiche;

*Servizio Politiche per l'Ambiente* della Città di Torino, potenziale utilizzatore/validatore dei dati raccolti dai sensori;

università di Messina, ...;

*Smartme.IO*, a supporto dell'attività di installazione (troubleshooting, indicazioni operative, ...) con il ruolo di co-manutentore;

*CSP Torino*, a cui è stato affidato il compito di installare i nodi IoT (centraline di rilevamento dati) presso i siti individuati, realizzare le interfacce per l'invio dei dati su rete LoRa e sviluppare dashboard di visualizzazione personalizzate.

## Area territoriale

L'area territoriale di sperimentazione è stata individuata nel quartiere di "Mirafiori Sud", che era già stato selezionato in precedenza per il progetto europeo ProGiReg; nello specifico sono stati installati sei nodi IoT, costituiti da centraline dotate di sensori di monitoraggio ambientale, presso sei sedi scolastiche presenti nel quartiere. Un settima centralina è stata installata presso l'Open011 (Casa della Mobilità Giovanile e dell'Intercultura), una struttura situata nella zona nord della Città all'interno del quartiere "Borgata



Vittoria”.

In allegato la mappa (allegato 1) con la dislocazione dei nodi IoT presso i siti scolastici. Nella mappa non sono presenti, al momento della stesura di questo documento, sette centraline acquisite in forma di “kit di montaggio” per finalità didattiche, ma se ne prevede una futura installazione dopo avere individuato siti idonei.

#### 4. Attività previste

Per la messa in esercizio del sistema sono state previste le seguenti macro attività, svolte con il supporto di Smartme.IO:

- progettazione dell’architettura di rete su cui eseguire il deploy dell’infrastruttura “lato server”;
- installazione del sistema operativo Linux (requisito del framework Stack4Things) sui server coinvolti;
- installazione e configurazione del framework Stack4Things, preposto al controllo dei nodi IoT;
- installazione e configurazione di CKAN, il noto software largamente impiegato per la realizzazione di portali per la raccolta e la distribuzione di open data;
- installazione e configurazione di InfluxDB, un database “time-series oriented”;
- installazione e configurazione di Node-RED, un generatore/esecutore di flussi dati;
- installazione e configurazione di Grafana, un tool per la costruzione di widget e dashboard per la visualizzazione di dati;
- montaggio, installazione e configurazione delle centraline di monitoraggio ambientale presso i siti individuati;
- sviluppo dashboard personalizzate;
- sviluppo dei flussi di trasmissione dati via rete LoRa.

Le prime sette attività sono state svolte con risorsa dei sistemi informativi della Città, risorsa che si è occupata anche del presidio dell’infrastruttura “lato server” durante la sperimentazione; le successive hanno visto coinvolto il CSP.

#### 5. Tempi e durata

Per la messa in esercizio del sistema “lato server” sono stati necessari circa 4 mesi (va tenuto in considerazione che la risorsa impiegata non era dedicata esclusivamente al progetto ed ha lavorato in modalità “best effort”), a cui vanno sommati ulteriori 3-4 mesi per portare a termine l’installazione delle centraline e testarne il funzionamento.

La durata della sperimentazione dell’intero sistema, che è a regime nel momento della stesura di questo documento e vede attualmente una fase di “tuning” dei flussi dati via rete LoRa, è stata di circa un anno (da aprile 2019 a marzo 2020).

#### 6. Skill impiegati

Per la sperimentazione sono state impiegate le seguenti competenze ed attitudini:

1. *buona conoscenza della lingua inglese*  
la documentazione di Stack4Things è scritta in inglese; la conoscenza della lingua inglese è anche un pre-requisito per il punto successivo;
2. *amministrazione di sistemi Linux*  
assolutamente indispensabile per eseguire il deploy dei vari componenti software;
3. *fondamenti di reti e sicurezza informatica*  
seppure non strettamente indispensabile, è fortemente raccomandabile per progettare correttamente l’infrastruttura di rete e le modalità di colloquio tra i vari componenti software;
4. *fondamenti di programmazione Python e di Bash scripting*  
non indispensabile ma utile;
5. *conoscenza dei meccanismi che regolano il funzionamento delle community open source*  
non indispensabile ma utile;
6. *predispensione all’auto apprendimento*  
indispensabile, perché occorre muoversi in autonomia, cercando e individuando informazioni nei vari manuali o guide on-line dei componenti software utilizzati.

Nel corso della sperimentazione sono stati acquisiti nuovi skill. Nello specifico sono state acquisite conoscenze di base sull’utilizzo di *IoTronic*, *CKAN*, *Node-RED*, *Grafana* e *InfluxDB*.

## Progettazione operativa

Per il deploy degli ambienti server si è deciso di ricorrere a virtual machine da istanziare all'interno del Virtual Data Center messo a disposizione dal CSI Piemonte. La decisione è stata dettata da diversi fattori: le virtual machine non richiedono, a differenza di hardware reale, idonei spazi fisici (protetti e climatizzati) in cui essere collocate;

le virtual machine non richiedono connettività fisica di rete ed alimentazione elettrica;

flessibilità, perché le virtual machine si possono, ad esempio, clonare, "fotografare" ad una certa data e, all'occorrenza, eliminare;

le virtual machine sono più facilmente scalabili rispetto all'hardware reale (anche se, va detto, i requisiti di Stack4Things sono abbastanza "leggeri");

il Virtual Data Center dispone di funzionalità di backup in modalità "self-service" già pronte per l'uso;

in ultimo, ma non per ultimo, il contenimento dei tempi di deploy.

Nel seguente paragrafo viene descritta l'architettura tecnica per come è stata progettata; il capitolo 4 è di interesse per i lettori che volessero addentrarsi in maggiori dettagli.

## Scelte architetturali

Per lo scenario di installazione sono stati previsti due macro-componenti, poi istanziati su due server (virtual machine) separati:

il *controller*, deputato a gestire le centraline e monitorarne il funzionamento, su cui sono stati installati i componenti software del framework Stack4Things (*IoTronic*, *Crossbar.io* e *WSTUN*);

il *dataportal*, deputato a ricevere i dati rilevati dalle centraline e a darne visibilità, sia in forma tabellare "grezza" che in forma di widget e dashboard, su cui sono stati installati i software *CKAN*, *InfluxDB*, *Node-RED* e *Grafana*.

Da rilevare che *IoTronic* è disponibile in due versioni: Standalone e OpenStack-based. Su indicazione di Smartme.IO è stata installata la versione Standalone, perché più completa e più aggiornata rispetto a quella OpenStack-based.

Su entrambi i server è stato utilizzato il sistema operativo Debian Linux versione 9.5 a 64 bit. Ad ogni server sono stati assegnati una CPU, 4Gb di memoria RAM e 64Gb di hard disk con lo schema di partizionamento mostrato nella tabella seguente.

Filesystem	Dimensione
/boot	256Mb
/	10Gb
/home	2Gb
/var	40Gb
/tmp	2Gb
swap	8Gb

Il funzionamento di Stack4Things era stato testato, da Smartme.IO, su distribuzione Ubuntu Linux, ma la Città di Torino ha scelto di utilizzare la distribuzione Debian perché concepita per essere impiegata come server (solo software essenziale, quindi maggiore sicurezza e stabilità), mentre Ubuntu è una derivazione di Debian orientata all'utilizzo interattivo di tipo "desktop" (molta dotazione di software di produttività individuale che non ha utilità su di un server e lo rende intrinsecamente meno sicuro).

È importante sottolineare che la decisione di utilizzare Debian Linux ha consentito la rimozione di un potenziale lock-in tecnologico verso Ubuntu Linux: sono stati infatti riscontrati problemi durante il deploy di *IoTronic* seguendo la [guida per Ubuntu](#) e, con la collaborazione tra Città di Torino e Smartme.IO, è stata messa a punto una [guida specifica per l'installazione su Debian](#).

Stack4Things richiede che il *controller* ed il *dataportal* siano raggiungibili da rete Internet, quindi, poiché alle virtual machine istanziate nel Virtual Data Center è stato assegnato un indirizzo IP di rete privata il cui accesso ad Internet è mediato da un firewall, è stato necessario esporre i server su Internet tramite NAT su due indirizzi IP pubblici. Questa rete privata, peraltro, è del tutto isolata rispetto alla rete interna comunale,

per cui, sebbene da un lato sia una limitazione qualora fosse utile mettere in comunicazione host posizionati nelle due reti, dall'altro garantisce che i server di sperimentazione di Too(l)Smart non possano diventare essi stessi dei rischi per la rete interna comunale (qualora, ad esempio, un attacco informatico tentasse di utilizzarli come "ponte" per portare attacchi alla rete interna).

Al *controller* ed al *dataportal* sono stati assegnati opportuni nomi a dominio, rispettivamente *iotronic.comune.torino.it* e *dataportal.comune.torino.it*.

Uno schema di alto livello delle interazioni tra i vari componenti è riportato nell'allegato 2.

### Piano di installazione

Il piano di installazione è stato così articolato:

deploy del server con il ruolo di *controller*;

installazione sistema operativo;

configurazione firewall di rete per accesso alla shell di sistema via protocollo *ssh* (per l'amministrazione del server) con autenticazione tramite chiave pubblica/privata;

installazione di *MySQL Server 5.7* (DBMS);

installazione di *Apache* (web server);

installazione pre-requisiti software (varie utility e librerie di sistema);

installazione di *Crossbar.io*;

installazione di *Node.js*;

installazione di *WSTUN*;

installazione e configurazione di *IoTronic*;

configurazione e avvio dei servizi *Crossbar.io*, *WSTUN* e *IoTronic*;

configurazione dell'ambiente di amministrazione di *IoTronic* e della dashboard di amministrazione;

securizzazione delle connessioni via protocollo *https*;

deploy del server con il ruolo di *dataportal*;

installazione sistema operativo;

configurazione firewall di rete per accesso alla shell di sistema via protocollo *ssh* (per l'amministrazione del server) con autenticazione tramite chiave pubblica/privata;

installazione pre-requisiti software (varie utility e librerie di sistema);

installazione di *CKAN*;

installazione di *InfluxDB*;

installazione di *Node-RED*;

installazione di *Grafana*;

Nel seguito di questo capitolo sono stati sviluppati, in appositi paragrafi, gli argomenti che, per quanto emerso nel corso dei lavori, necessitano di illustrazioni aggiuntive rispetto alle guide ufficiali (alle quali si rimanda per tutto il resto).

### Deploy del controller

Il *controller* ed il *dataportal* comunicano con i nodi IoT via rete 3G/4G (LTE). Nell'ambito della sperimentazione è stato messo a punto ed installato sui nodi un plugin per trasmettere dati via rete LoRa su di un server "ponte" gestito da IREN. Da quest'ultimo, tramite appositi script, i dati vengono trasmessi al *dataportal*.

### Installazione di MySQL Server

*IoTronic* richiede il DBMS *MySQL Server 5.7*, che nelle recenti distribuzioni Debian non viene più fornito perché è stato sostituito da *MariaDB* e non è più presente nei suoi package repository. È quindi stato necessario prima aggiornare la lista dei repository Debian per aggiungere il repository di *MySQL Server* e poi installare *MySQL Server*.

### Installazione di Apache

Prima di procedere, è opportuno installare il web server *Apache* (il pacchetto è *apache2*) ed impostare la connessione solo via protocollo *https*. Poiché si tratta di sperimentazione, è stato utilizzato un certificato digitale autofirmato generato con *openssl*.

È importante mettere in sicurezza la connessione perché tramite *Apache* si accede alla dashboard di amministrazione di *IoTronic* e, via rete, vengono trasmesse le credenziali.

## Pre-requisiti software

Stack4Things richiede i seguenti pre-requisiti software, che sono parte del sistema operativo e reperibili nei suoi “package repository”: *build-essential*, *python-dev*, *python-setuptools*, *libyaml-dev*, *libpython2.7-dev*, *unzip*, *socat*, *bridge-utils*, *python-pip*, *python-httplib2*, *libssl-dev*, *libffi-dev*, *python3-pip*.

La guida richiede di installare anche il pacchetto *nmap* (un insieme di tool per l'analisi di rete), ma in realtà serve solo per attività di debug ed è opportuno non installarlo su un server di esercizio.

## Installazione di Crossbar.io

*Crossbar.io* dipende dal pacchetto *python-snappy*, ma questa dipendenza non viene risolta da `pip3` in fase di installazione, per cui è necessario prima installare *python-snappy* e poi *Crossbar.io*.

## Installazione di Node.js

Prima di procedere con l'installazione di *Node.js* occorre installare *curl* (pacchetto di sistema), se non è già installato; `curl` è una command line utility per trasferire dati utilizzando vari protocolli di rete (tra cui *http* e *https*).

Al termine dell'installazione di *Node.js* ricordarsi valorizzare la variabile di ambiente `NODE\_PATH` andando a scrivere `NODE\_PATH=/usr/lib/node\_modules` nel file */etc/environment* ed eseguendo poi `source /etc/environment` per rendere attive le modifiche.

*Node.js* scarica, tra le altre cose, `npm` (originariamente abbreviazione di Node Package Manager), un gestore di pacchetti per il linguaggio di programmazione JavaScript. È il gestore di pacchetti predefinito per l'ambiente JavaScript runtime *Node.js* e viene utilizzato per l'installazione di *WSTUN* e dei pre-requisiti di *IoTronic*.

## Installazione di IoTronic

Smartme.IO ha suggerito di installare *IoTronic* dal codice sorgente e non via `npm`. Con questa modalità è stato necessario prima installare i pre-requisiti e poi *IoTronic* stesso:

- installazione dei pre-requisiti di *IoTronic* tramite `npm`;
- scarico del codice sorgente di *IoTronic*;
- configurazione del database;
- configurazione di *Crossbar.io*;
- configurazione di *WSTUN*;
- configurazione di *IoTronic*;
- avvio dei servizi;
- registrazione dell'utente di amministrazione;
- installazione della dashboard di amministrazione (web interface).

## Securizzazione delle connessioni via protocollo https

I servizi eseguiti sul *controller* sono, di default, esposti via protocollo *http*:

*Apache*, tramite il quale si accede alla dashboard di amministrazione di *IoTronic* e, via rete, vengono trasmesse le credenziali;

*IoTronic*, *Crossbar.io* e *WSTUN*, che gestiscono le connessioni con i nodi IoT..

Questo significa che tutte le informazioni scambiate dal *controller* con i nodi o con gli utenti che utilizzano l'interfaccia di *IoTronic*, incluse le credenziali di autenticazione, sono visibili sulla rete Internet. Un potenziale attaccante che ne venisse a conoscenza potrebbe fingersi uno dei nodi o accedere all'interfaccia di amministrazione di *IoTronic* per modificare le impostazioni, compromettendo così l'affidabilità del sistema.

La classica soluzione adottata in questi casi è di mettere in sicurezza le comunicazioni utilizzando il protocollo *https*, con cui si realizza un canale cifrato il cui contenuto è visibile solo a mittente e destinatario. Per fare questo sono state generate, con i tool *openssl*, delle coppie di chiavi asimmetriche (pubblica e privata) autofirmate. La scelta di utilizzare chiavi autofirmate ha consentito di contenere i tempi, con l'accettabile controindicazione, considerata la fase sperimentale, che i browser segnalano che il sito a cui ci si sta collegando non è affidabile.

## 2. Deploy del dataportal

Il *dataportal* è costituito da due macro-componenti: il repository dei dati *CKAN* e l'interfaccia di visualizzazione dati, erogata tramite i servizi di *Node-RED*, *Grafana* e *Influxdb*.



I nodi IoT trasmettono i dati a CKAN, utilizzando specifiche API, tramite rete 3G/4G e rete LoRa. I dati vengono memorizzati nel datastore di CKAN (un database *PostgreSQL*), dove rimangono disponibili per lo scarico in formato .csv, copiati tramite un flusso sviluppato con *Node-RED* in un database *InfluxDB* e, da qui, letti da *Node-RED* per visualizzare una mappa web delle centraline interrogabili con “click” del mouse. La finestra pop-up che si apre al “click” del mouse contiene, tra le altre cose, alcuni widget sviluppati con *Grafana* che leggono i dati dal database *InfluxDB* e li visualizzano in forma di “gauge” e un link ad una dashboard complessiva con grafici relativi a tutte le metriche raccolte dalla centralina (vedi schema ‘allegato 2’).

### Installazione di CKAN

Per l’installazione di *CKAN* sono state seguite le indicazioni di [Installing CKAN from source](#). Questa guida spiega come installare il tutto all’interno di un ambiente di sviluppo realizzato con un virtual environment di Python: sebbene possa apparire strano (perché magari si vuole installare un ambiente di produzione e non di sviluppo), questa è la via da seguire. Più avanti si comprenderà che:

il virtual environment serve ad installare tutto il software necessario per poter eseguire le utility a linea di comando di *CKAN*, in particolare il comando ``paster``, in una sandbox isolata dall’installazione Python di sistema;

per installare *CKAN* in ambiente di produzione occorre installare e configurare i web server *Apache* e *Nginx*; quest’ultimo eseguirà il proxy del contenuto da *Apache* e aggiungerà un livello di memorizzazione nella cache.

Da notare che molte delle funzioni per amministrare *CKAN*, tra cui la gestione degli utenti, non sono disponibili nell’interfaccia web, ma devono essere svolte da linea di comando nella shell del sistema operativo.

L’installazione di *CKAN* si è rivelata piuttosto lunga e laboriosa, ma è stata portata termine senza incontrare particolari problemi seguendo puntualmente le istruzioni della guida. Va rilevato che la guida suggerisce di installare un mail server, ma non è stato installato in quanto non necessario, così come non è stato configurato alcun “worker for background jobs”.

Al termine dell’installazione si è proceduto alla creazione di un utente con il ruolo di *sysadmin* è di un utente specifico, chiamato *toolsmart*, per la ricezione dei dati dai nodi IoT. L’invio dei dati dai nodi prevede infatti l’autenticazione verso *CKAN* tramite una API key (una stringa alfanumerica) associata ad un utente. Poiché questa API key è inserita in chiaro nel codice degli script presenti sulle centraline, è opportuno che:

l’utente titolare della API key non abbia ruolo di *sysadmin*;

l’utente titolare della API key abbia il ruolo di editor in una apposita “organization”.

Si rimanda alla guida di *CKAN* per una spiegazione dei ruoli, di cosa sia una “organization” e dei meccanismi di gestione dei permessi.

In ultimo, tramite appositi script Python, sono state create le strutture dati in *CKAN* per ricevere i dati dai nodi IoT.

### Installazione di Node-RED

*Node-RED* viene utilizzato per eseguire due flussi:

copia dati dal database di *CKAN* a *InfluxDB*, per creare una cache di sei mesi di dati di *CKAN* su *InfluxDB*; questo è utile perché, come detto in precedenza, *InfluxDB* è un database “time-series oriented” molto efficiente per l’estrazione di dati e la produzione di grafici in tempo reale;

estrae dati da *InfluxDB* e produce una mappa che visualizza le centraline geolocalizzate.

Per installare *Node-RED* è necessario ``npm`` (originariamente abbreviazione di Node Package Manager), un gestore di pacchetti per il linguaggio di programmazione JavaScript; per questa procedura fare riferimento alla [guida](#) predisposta da Smartme.IO. L’installazione di *Node-RED* tramite ``npm`` è stata abbastanza semplice e portata a termine senza difficoltà.

Per eseguire *Node-RED* come servizio ``systemd`` sono stati scaricati alcuni script da GitHub ed è stato creato un utente specifico senza shell di sistema (per motivi di sicurezza) che è stato necessario indicare tra i parametri dello script di avvio di ``systemd``. Questa procedura è descritta nel paragrafo “Autostart al boot”. La guida fornisce indicazioni per impiegare l’utente root, ma è preferibile utilizzare un utente apposito.

Per impostazione predefinita, l’editor *Node-RED* non è protetto, chiunque conosca il suo indirizzo IP può

accedere all'editor e apportate modifiche ai flussi. Per attivare la gestione degli utenti è stato necessario (paragrafo "Abilitare il login" della guida):

installare il pacchetto *node-red-admin*;

generare l'hash di una password assegnata all'utente *admin* con il comando ``node-red-admin hash-pw``;

editare il file di configurazione inserendo username e hash della password nella sezione ``adminAuth``;

riavviare il servizio con ``systemctl restart nodered``.

È opportuno, infine, disabilitare la shell di sistema per l'utente *nodered*. A seguire si è proceduto, tramite l'interfaccia web di amministrazione, alla configurazione dei flussi dati (vedi guida).

### Installazione di Grafana

*Grafana* viene impiegato per l'estrazione dei dati da *InfluxDB* e la produzione di grafici in tempo reale.

La [guida](#) predisposta da Smartme.IO è piuttosto sintetica ed elenca solo 4 comandi da lanciare in sequenza: qui di seguito cerchiamo di fornire qualche spiegazione in merito.

Per installare *Grafana* occorre prima aggiungere il suo repository alla lista gestita dal gestore dei pacchetti del sistema operativo. Per fare questo si utilizza il comando ``add-apt-repository``, che però non è presente di default su Debian 9 e si ottiene installando il pacchetto *software-properties-common*. Dopo aver aggiunto il repository si va ad aggiungere la chiave di verifica per autenticare i pacchetti di *Grafana* al "keyring" del gestore dei pacchetti (punto 2 della guida) e si esegue l'installazione di *Grafana* (punti 3 e 4 della guida).

I comandi successivi elencati nella guida (paragrafo "Autostart") servono a impostare l'avvio automatico del servizio *Grafana* e ad eseguire una prima configurazione di base.

### Installazione di InfluxDB

La [guida](#) predisposta da Smartme.IO, anche in questo caso, è piuttosto sintetica, per cui andiamo ad aggiungere qualche spiegazione in merito.

Per installare *InfluxDB* occorre prima aggiungere il suo repository alla lista gestita dal gestore dei pacchetti del sistema operativo. Per fare questo si utilizza la sequenza di comandi contenuta nei punti da 2 a 5, con i quali si va a leggere la versione della distribuzione Debian per scrivere le corrette informazioni del repository che verrà utilizzato da ``apt-get``, ma prima si deve aggiungere la chiave di verifica per autenticare i pacchetti di *InfluxDB* al "keyring" del gestore dei pacchetti (punto 1 della guida).

Si esegue, a questo punto, l'installazione di *InfluxDB* (punto 6 della guida) e si avvia il servizio (punti 8 e 9).

È importante sapere che, per default, l'**autenticazione è disabilitata** nel file di configurazione, per cui occorre creare un utente amministratore e poi abilitare l'autenticazione, seguendo le istruzioni di [Set up authentication](#) del manuale di *InfluxDB* e la guida (punto 10 e 1.a del paragrafo successivo). Si procede infine alla creazione delle necessarie strutture dati (punto 1.b)

**N.B.** Il punto 7 della guida, nel nostro caso, non è stato necessario perché lo "unit file" era già abilitato. Per una descrizione dello stato degli "unit files" vedere [Unit Management](#).

### Messa in sicurezza delle connessioni via protocollo https

I servizi esposti all'esterno sono: *CKAN*, *Node-RED* e *Grafana*. Per ognuno di questi è disponibile una guida specifica:

[Setting up CKAN with SSL](#), integrata con [How to Configure NGINX](#);

[How to add SSL certification to NodeRED](#);

[Grafana https configuration](#).

Per tutti questi servizi sono stati utilizzati certificati digitali autofirmati.

### Criticità e follow up

Il presidio dell'infrastruttura "lato server", elemento cardine del progetto che richiede competenze di system administrator, è in capo ai sistemi informativi della Città e, nello specifico, ad una risorsa che si occupa di svariati altri progetti informatici. Questa risorsa può dedicarsi al presidio solo modalità in "best effort", cosa che può essere accettabile in un contesto di sperimentazione, ma non di produzione.

La Città dovrà quindi decidere, al termine della sperimentazione, se chiudere il progetto Toolsmart ritenendolo un "proof of concept" che ha raggiunto gli obiettivi prefissati, oppure se effettuare il passaggio in produzione (in qualche modo già in programma, vista la previsione di installare le sette centraline in "kit di montaggio"), recuperando le necessarie competenze per creare una struttura organizzativa interna in grado di monitorare l'infrastruttura tecnica ed intervenire rapidamente se e quando necessario. Qualora si

decidesse per il passaggio in produzione, una seconda opzione potrebbe essere l'affidamento in outsourcing dei compiti di presidio, aumentando però i costi e dissipando il know-how acquisito nel corso del progetto che è, di fatto, un patrimonio della Città.

Di seguito si va a delineare un possibile assetto organizzativo per presidiare internamente un ambiente di produzione.

### 1. Attività da svolgere

Esempi di attività organizzative:

comunicazione a vario titolo con gli stakeholder;

comunicazione interna;

predisposizione di presentazione, linee guida, manuali, report.

Esempi di macro-attività tecniche da svolgere sui server *controller* e *dataportal*:

gestione del virtual data center (regole di NAT e firewall);

amministrazione del sistema operativo (aggiornamenti, manutenzione ordinaria e straordinaria);

amministrazione e configurazione (ognuno per le proprie specifiche caratteristiche) dei componenti software (*IoTronic*, *CKAN*, *Node-RED*, *Grafana*, *InfluxDB*);

gestione utenti;

monitoraggio periodico della visibilità delle centraline e del funzionamento delle stesse e flussi di trasmissione dati;

aggiunta di centraline;

gestione di flussi Node-Red.

### 2. Assetto organizzativo

Il nucleo per il governo del sistema Too(l)smart (nel momento in cui si passasse ad una fase di produzione si parlerebbe di "sistema" e non più di "sperimentazione") dovrà essere costituito da un mix di professionalità: un responsabile del nucleo, con competenze tecniche ed organizzative;

sistemisti Linux e gestori/programmatore delle piattaforme *IoTronic*, *CKAN*, *Node-RED*, *Grafana* e *InfluxDB*;

rete di referenti presso i siti di installazione delle centraline per attività di manutenzione di primo livello (verifiche a vista dell'apparato, alimentazione elettrica...).

## PROGETTO TOO(L)SMART

### O.3.f – All. 2 – Sperimentazione Locale – Comune di Padova

#### TOOLSMART – SPERIMENTAZIONE LOCALE

##### COMUNE di PADOVA

##### Introduzione alla sperimentazione locale

Per il Comune di Padova il progetto Too(L)Smart ha l'obiettivo di definire un modello di implementazione su larga scala, utilizzabile nei progetti di infrastrutturazione della città con sensoristica di monitoraggio e attuazione per la gestione dei servizi pubblici e il governo del territorio

Il risultati della sperimentazione saranno utilizzati nella definizione dei requisiti esecutivi dei seguenti progetti:

- progetto MyData – POR FESR 2014 2020 Asse 6 OT2 di Regione Veneto, il cui kick-off è previsto per marzo 2020, avente l'obiettivo di realizzare una piattaforma di Data Analysis e Data Lake da IoT;
- progetto Innovation lab che dovrebbe attivarsi entro il 2020

##### Localizzazione dei siti di sperimentazione

Nome sito	Motivazione
Parco La Fenice	Monitoraggio di zona verde nei pressi di lungargini molto frequentati da podisti e ciclisti
Centralina ARPAV zona Mandria	Taratura sensore con campione di riferimento
Parco Europa	Monitoraggio di zona verde nei pressi di un importante snodo della mobilità cittadina
Giardini Treves	Parco storico in centro città e vicino alla scuola ????
Liceo Scientifico Nievo	Scopo didattico
Liceo Scientifico Fermi	Scopo didattico
Istituto Tecnico Statale Natta	Scopo didattico
Scuola Media Levi Civita	Scopo didattico

N. 2 centraline verranno utilizzate per iniziative didattiche estemporanee e test di risoluzione anomalie.

##### Attività di progetto

Di seguito le attività previste dal progetto:

ID	Nome attività	Data completamento prevista	Stato
----	---------------	-----------------------------	-------



1	Analisi del sistema in riuso	Dicembre 2018	conclusa
2	Definizione degli ambiti di sperimentazione	Dicembre 2018	conclusa
3	Acquisizione dei dispositivi	Agosto 2019	conclusa
4	Configurazione del middleware	Novembre 2019	conclusa
5	Configurazione delle centraline	Dicembre 2020	conclusa
6	Stesura manuale di installazione	Gennaio 2020	conclusa
7	Coinvolgimento dei partner di progetto	Gennaio 2020	conclusa
8	Definizione dei siti		conclusa
8	Installazione centraline	Riprogrammazione causa covid-19	In completamento
9	Attivazione monitoraggio	Riprogrammazione causa covid-19	In completamento
10	Presentazione dei risultati del primo periodo di monitoraggio	Riprogrammazione causa covid-19	In completamento
11	Divulgazione del kit di sviluppo alle scuole	Riprogrammazione causa covid-19	In completamento

#### Stakeholder coinvolti

Interni:

- Settore Servizi Informatici e Telematici
- Settore Ambiente
- Assessorato all'Ambiente

Esterni:

- ARPAV
- Liceo Scientifico Ippolito Nievo
- Liceo Scientifico Enrico Fermi
- Istituto Tecnico Statale Giulio Natta
- Scuola Secondaria di primo ordine Levi Civita

#### Descrizione del lavoro svolto nel 2019 in termini di progettazione operativa

##### Dettaglio del Piano di installazione

Nome sito	Installazione prevista	Soggetti coinvolti	Protocollo di comunicazione	Dataset	Finalità
Bassanello (poi Parco la Fenice)	Centralina con sensori ambientali	Settore Ambiente Urbana Solutions	LoraWAN	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Sperimentazione con rete LoraWAN presente
Centralina ARPAV zona	Centralina con sensori ambientali	Settore Ambiente ARPAV	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Taratura sensore con campione di

Mandria					riferimento
Parco Europa	Centralina con sensori ambientali	Settore Ambiente	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Monitoraggio di zona verde in periferia nei pressi di un importante snodo della mobilità cittadina
Giardini Treves	Centralina con sensori ambientali	Settore Ambiente Liceo Cornaro (*)	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Monitoraggio di zona verde in centro città, scopo didattico
Liceo Scientifico Nievo	Centralina con sensori ambientali	Informa ambiente Liceo Scientifico Nievo	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Scopo didattico
Liceo Scientifico Fermi	Centralina con sensori ambientali	Informa ambiente Liceo Scientifico Fermi	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Scopo didattico
Istituto Tecnico Statale Natta	Centralina con sensori ambientali	Informa ambiente Istituto Tecnico Statale Natta	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Scopo didattico
Scuola Media Levi Civita	Centralina con sensori ambientali	Informa ambiente Scuola Media Levi Civita	4G	Tutti i dataset forniti dalla centralina	Scopo didattico

## PROGETTO TOO(L)SMART

## O.3.f – All. 3 – Sperimentazione Locale – Comune di Lecce

## TOOLSMART – SPERIMENTAZIONE LOCALE

## COMUNE di LECCE

**Descrizione della sperimentazione locale comune di Lecce**

Migliorare il livello della qualità della vita dei cittadini attraverso il monitoraggio delle variabili ambientali con l'obiettivo di creare - nel lungo periodo - una piattaforma civica per il monitoraggio ambientale in ottica Smart Cities e IoT. Sensibilizzare i giovani ad un utilizzo consapevole delle risorse e alla sostenibilità ambientale.

**Obiettivi della sperimentazione**

La sperimentazione ha lo scopo di monitorare la qualità dell'aria in alcune aree del territorio che potrebbero essere esposte a fattori di rischio ambientale dovuti principalmente a sorgenti inquinanti provenienti da riscaldamento residenziale e/o traffico veicolare. Attraverso questa sperimentazione il comune intende definire, laddove necessario, nuove policy locali in campo ambientale (ma non solo) che consentano di migliorare i servizi pubblici e la qualità della vita dei cittadini.

**Area di sperimentazione**

Trattandosi di rilevazione di variabili ambientali quali il particolato (vengono rilevati anche i dati meteo), il comune di Lecce con apposita nota del 5.12.2019 ha ritenuto opportuno richiedere formale coinvolgimento di ARPA Puglia al fine dell'individuazione congiunta delle aree oggetto della sperimentazione e quindi dell'analisi/gestione/pubblicazione del dato sperimentale acquisito. L'idea è quella di monitorare la qualità dell'aria nei principali ingressi alla città e nelle vicinanze di alcune scuole. Di seguito si riporta il link del posizionamento delle centraline, in accordo a quanto comunicato ad Arpa:

[https://drive.google.com/open?id=1hTo44rylORTJhqNS\\_iW3d1HHvRczD-nV&usp=sharing](https://drive.google.com/open?id=1hTo44rylORTJhqNS_iW3d1HHvRczD-nV&usp=sharing)

Si riporta il link definitivo della pubblicazione dei dati ambientali per Lecce (dati di pre-esercizio di laboratorio): <https://toolsmart-dataportal.comune.lecce.it:1880/worldmap/>

**Attività previste per l'implementazione di tutte le componenti della BP**

## FASE 1:

Sono state dapprima individuate le aree d'interesse per l'installazione delle centraline con il coinvolgimento ARPAP: in questa fase l'amministrazione ha individuato le aree di interesse per la sperimentazione e ha comunicato ad ARPA Puglia la dislocazione delle stesse con l'obiettivo di monitorare la qualità dell'aria nei principali ingressi alla città e nelle vicinanze di alcune scuole.

## FASE 2:

Si è poi provveduto alla configurazione e installazione del middleware: a partire da novembre 2019, infatti, sono state avviate tutte le attività relative all'installazione e configurazione degli ambienti previsti a progetto. In particolare:

- sono state configurate n. 2 macchine virtuali nel cloud del Comune di Lecce sulla base delle specifiche progettuali;
- sono stati installati i certificati SSL e configurati i sottodomini [toolsmart-dataportal.comune.lecce.it](https://toolsmart-dataportal.comune.lecce.it) e [toolsmart-controller.comune.lecce.it](https://toolsmart-controller.comune.lecce.it)

Sono, in seguito, state implementate le policy di rete sulla base delle specifiche progettuali:

Controller:

- 8181 (collegamento a Crossbar server)
- 8080 (server WSTUN che gestisce l'assegnazione delle porte per l'esposizione dei servizi dei device: un range ad esempio che vada 40001 alla 40010)
- 8585 (dashboard di Iotronic)
- 8888 (API rest di Iotronic)

Dataportal:

- 3000 (Grafana)
- 5000 (CKAN)
- 1880 (Node-RED)

Gli ambienti sono disponibili ed in esercizio dal mese di Gennaio 2019.

**FASE 3 – Installazione centraline:**

Le 5 centraline sono state accese e configurate in laboratorio in accordo alle specifiche di progetto.

Le stesse centraline allo stato attuale sono in fase di pre-esercizio dal mese di Febbraio e correttamente funzionanti. I dati ambientali di test per la fase di pre-esercizio possono essere visualizzati al link <https://toolsmart-dataportal.comune.lecce.it:1880/worldmap/>.

Si è provveduto alla procedura di affidamento a società esterna per i lavori di installazione e manutenzione post-collauda delle centraline nelle 5 sedi individuate dal Comune di Lecce.

**FASE 4:**

collaudo e messa in esercizio piattaforma Toolsmart

**FASE 5:**

analisi dei dati [monitoraggio dati in ambiente di pre-esercizio: A partire dal mese di Febbraio sono monitorati i dati ambientali delle centraline al fine di verificare il corretto funzionamento dei sensori in ambiente di pre-esercizio; l'attività è sarà svolta anche per i dati di monitoraggio ambientale in esercizio;

**FASE 6:**

pubblicazione dati portale Open Data

**FASE 7:**

Promozione e comunicazione dell'intervento

**Stakeholder coinvolti (interni ed esterni)**

ARPA Puglia, Scuole secondarie di secondo grado, Comune di Lecce - Settore traffico e mobilità, Provincia di Lecce.

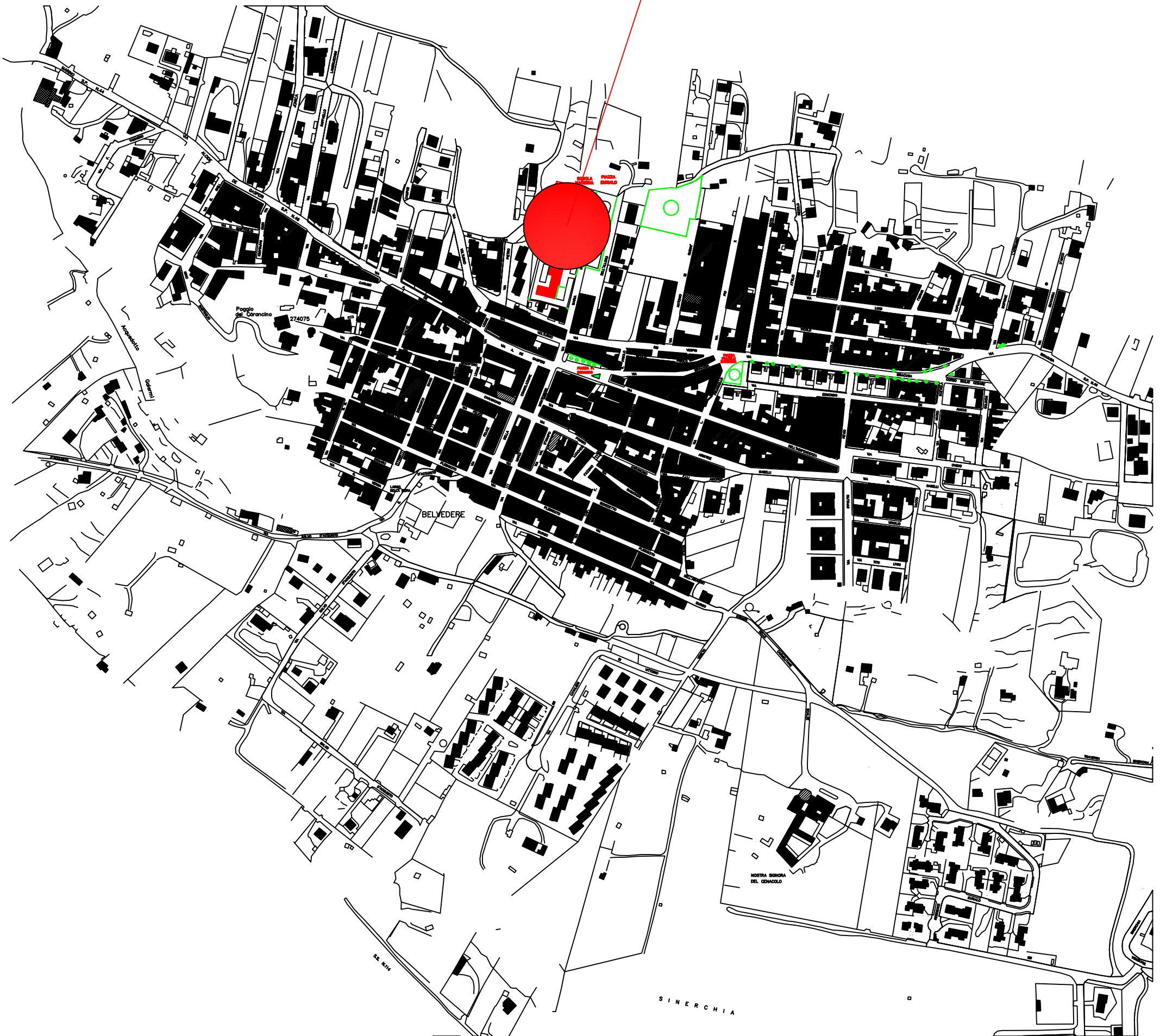




Individuazione punti di installazione  
Centro Urbano di Siracusa



Scuola Materna Comunale



BELVEDERE

**TOO(L)  
SMART**

La tua città **nelle tue mani**

## L'IoT per il monitoraggio ambientale

Paolo Mollo  
CSP – Innovazione nelle ICT

7 novembre 2019

LA TUA CITTÀ  
DIVENTA SMART,

E TOO(L)?



# Agenda

---



- ⦿ Internet of Things
- ⦿ Inquinamento ambientale
- ⦿ Inquinamento atmosferico
- ⦿ Reti di telecomunicazioni LPWA
- ⦿ Open data: il portale Toolsmart



# Internet of Things

---



**The Internet of things** is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment.

Gartner

Objects with computing devices in them that are to connect to each other and exchange data using the Internet

CambridgeDictionary



The Internet of things (IoT) is the network of devices such as vehicles, and home appliances that contain electronics, software, actuators, and connectivity which allows these things to connect, interact and exchange data.

The IoT involves extending Internet connectivity beyond standard devices, such as desktops, laptops, smartphones and tablets, to any range of traditionally dumb or non-internet-enabled physical devices and everyday objects. Embedded with technology, these devices can communicate and interact over the Internet, and they can be remotely monitored and controlled.

Wikipedia

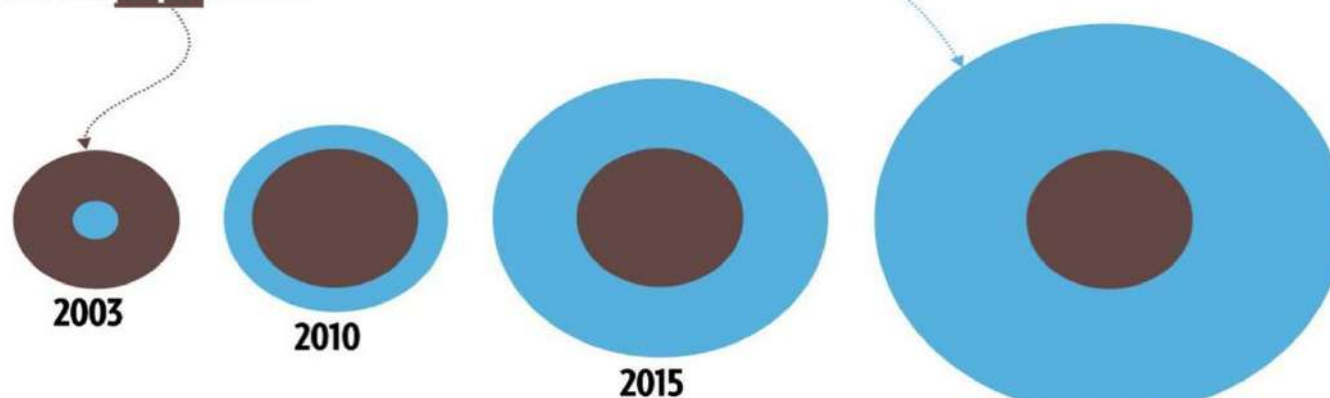




# Diamo I numeri



During 2010, the number of **things** connected to the Internet exceeded the number of **people** on earth.



By 2020 there will be  
60+ billion things...and they are  
starting to talk to each other

source : cisco



## Define: Internet of Things

---



I Sistemi “smart” e l’IoT sono  
un organismo complesso,  
la combinazione di:



# Define: Internet of Things

I Sistemi “smart” e l’IoT sono  
un organismo complesso,  
la combinazione di:

SENSORI E ATTUATORI:  
GPS, videocamere,  
microfoni...

le cellule sensoriali  
(posizione, occhi, orecchie...)



# Define: Internet of Things



I Sistemi “smart” e l’IoT sono  
un organismo complesso,  
la combinazione di:

SENSORI E ATTUATORI:  
GPS, videocamere, microfoni...

le cellule sensoriali  
(posizione, occhi, orecchie...)

CONNESSIONI:  
Ethernet, WiFi, BT, RFID, 2/3/4G,  
ZIGBEE..

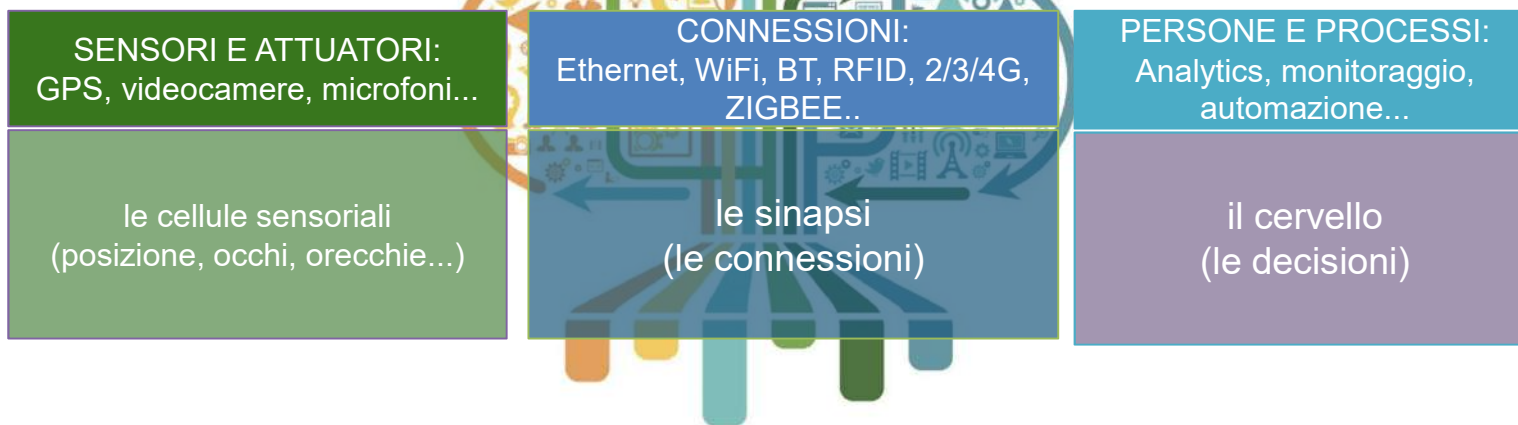
le sinapsi  
(le connessioni)



# Define: Internet of Things



I Sistemi “smart” e l’IoT sono  
un organismo complesso,  
la combinazione di:



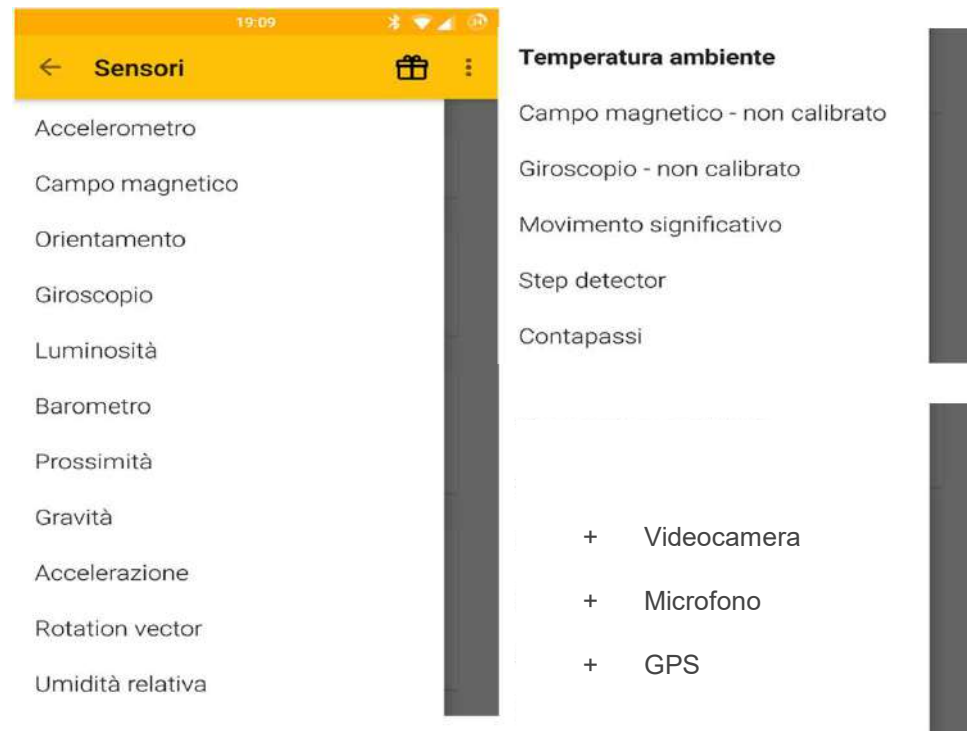


# Sapete quanti sensori avete in tasca?

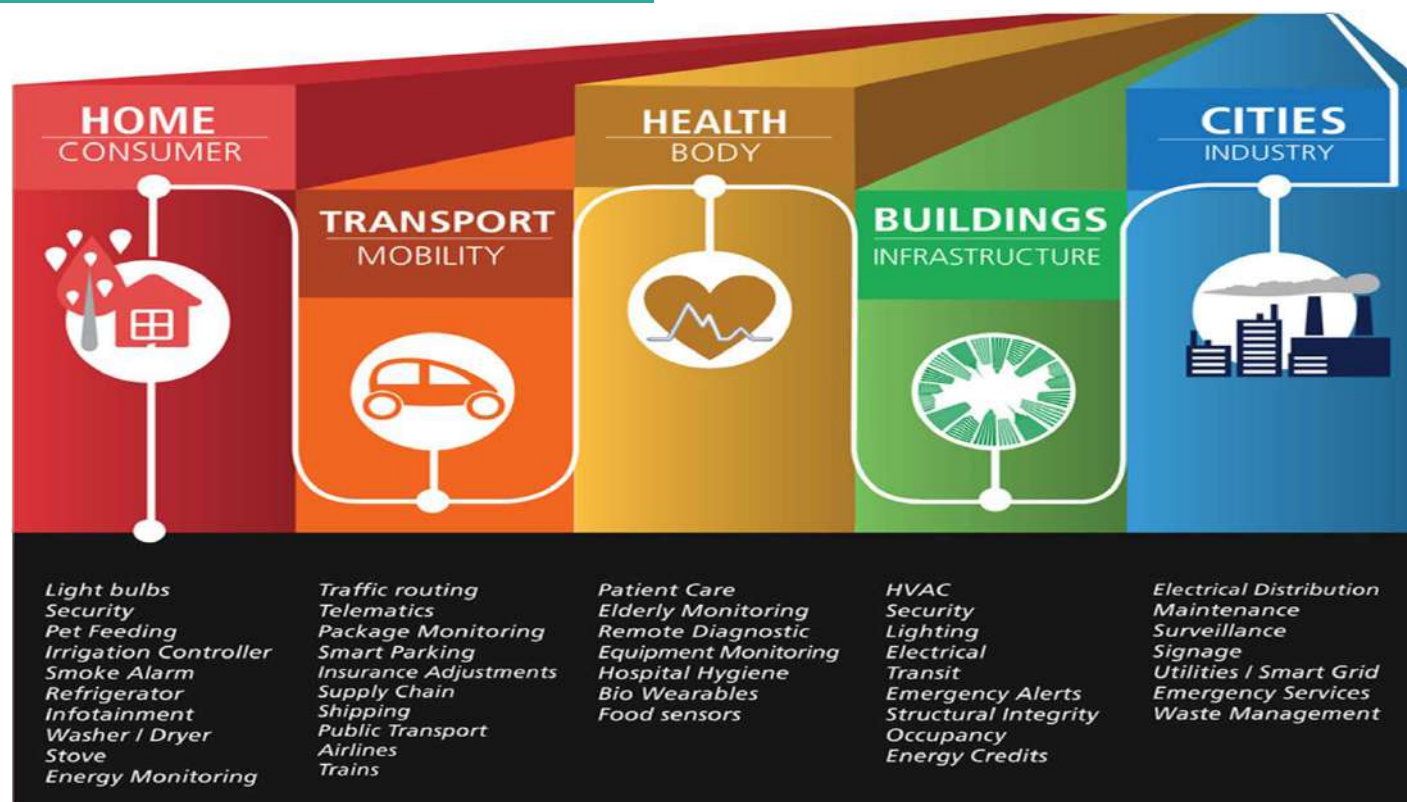
---

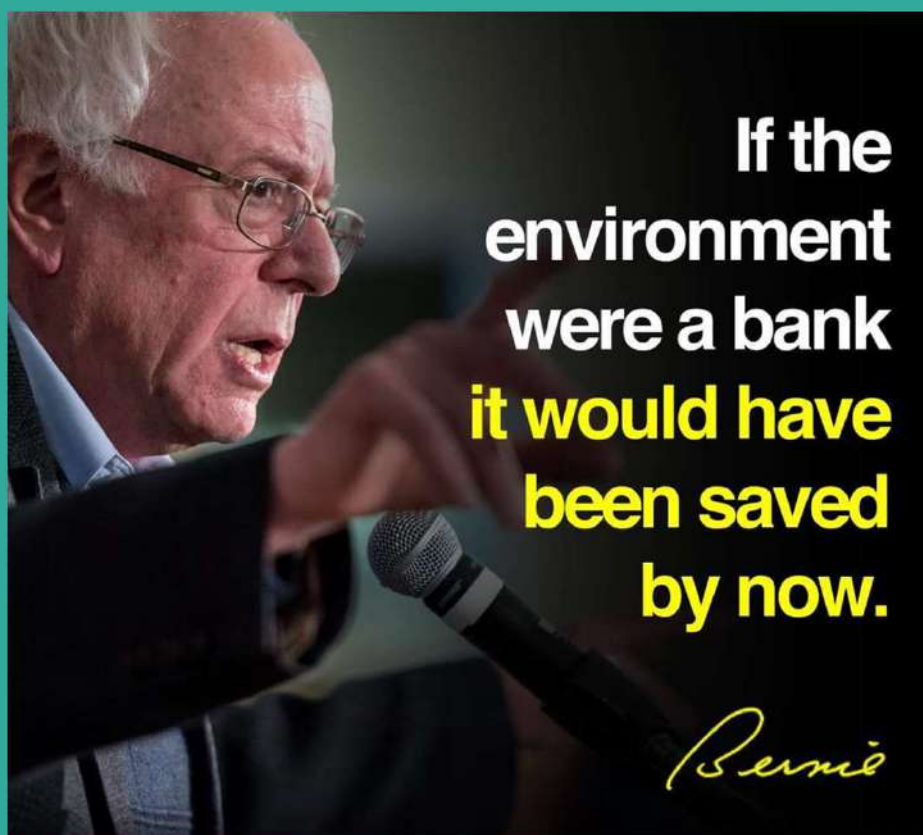


# Sapete quanti sensori avete in tasca?



# IoT:alcuni ambiti applicativi





# Parigi e il COP 21



## L'accordo di Parigi



**Soglia per il riscaldamento globale** (gradi centigradi tollerabili in più, rispetto alla temperatura media del mondo in età preindustriale)

sotto i **2 gradi** d'obbligo



sforzi fino a **1,5**



**Riduzione delle emissioni di CO2** (anidride carbonica)

*"equilibrio fra emissioni da attività umane e rimozioni di gas serra"*

*entro la seconda metà del XXI secolo (ma "picco da raggiungere il più presto possibile")*



**Finanziamenti dei "Paesi avanzati" a quelli "in via di sviluppo"**

**100 miliardi di dollari**

*entro il 2020 (roadmap precisa da definire)*

I "Paesi emergenti" possono contribuire in modo volontario



**Fondi ai Paesi con danni già permanenti e irreversibili** ("loss and damage")

**Auspicati**

ma con un meccanismo che dà poca garanzia ai Paesi più colpiti

L'articolo non può esser usato per far causa alle aziende più inquinanti

ANSA centimetri

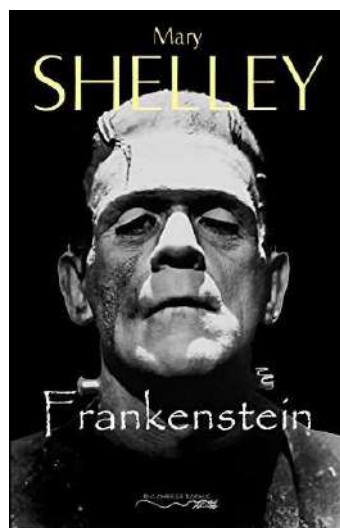


**TOO(L) SMART**

La tua città nelle tue mani



# Cosa hanno in comune?



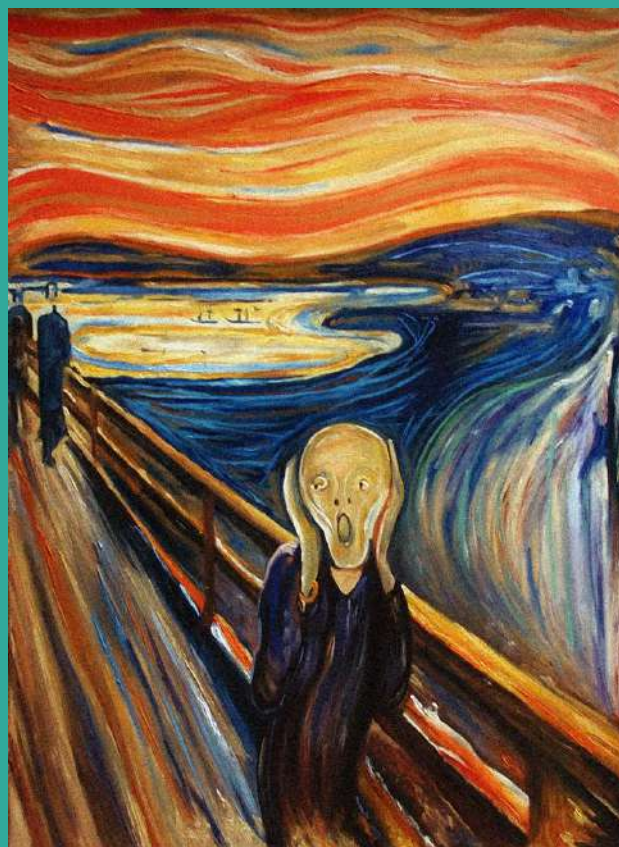
# 1816: l'anno senza estate

---

Eruzione vulcano **Tambora**:

- 11-12 aprile 1815
- 1300 metri di montagna cancellati
- due milioni di tonnellate di detriti e particelle di zolfo negli strati più alti dell'atmosfera
- durata 4 mesi
- 150 chilometri cubici di cenere e aerosol in atmosfera
- un'eruzione pliniana capace di generare una gigante colonna euttiva di 50 chilometri di altezza.



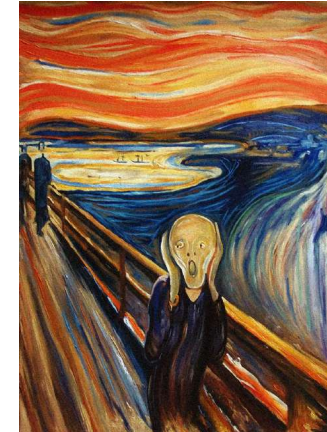


# L'Urlo di Munch



«Una sera passeggiavo per un sentiero, da una parte stava la città e sotto di me il fiordo... Mi fermai e guardai al di là del fiordo, il sole stava tramontando, le nuvole erano tinte di rosso sangue. Sentii un urlo attraversare la natura: mi sembrò quasi di udirlo. Dipinsi questo quadro, dipinsi le nuvole come sangue vero. I colori stavano urlando. Questo è diventato L'urlo.»

**Diario di Edvard Munch**



Secondo gli scienziati, Munch e alcuni amici probabilmente camminavano lungo la strada nel 1883. Lo studio dettagliato dei diari del pittore e la ricostruzione dei fenomeni celesti che possono aver creato il "cielo rosso sangue" hanno portato il team a propendere per l'eruzione del vulcano **Krakatoa**, il 27 agosto 1883. Il vulcano, pur molto lontano da Oslo, inviò una gran quantità di polveri e gas nell'atmosfera.





Tutto ciò che viene  
impresso in atmosfera ha  
conseguenze sul clima a  
livello globale

TOO(L)  
SMART

La tua città nelle tue mani



# Inquinamento ambientale

---



Presenza in un determinato sito di una o più sostanze o materiale in grado di alterare i componenti dell'ambiente in cui viviamo.

- ⦿ Inquinamento naturale
- ⦿ Inquinamento da attività umana (origine antropica)
- ⦿ Sostanze estranee o inquinanti
- ⦿ Sostanze normali ma in quantità eccessiva



# Inquinamento naturale

---



## Cause principali

- ⊙ **Vulcanica: Eruzioni**, ceneri che salgono in atmosfera e che restano sospese e che riducono la radiazione solare
- ⊙ **Eolica**: Venti che normalmente portano sostanze (es. sabbia del deserto, ceneri etc.) anche a migliaia di km di distanza
- ⊙ **Contaminazione locale (frane, gas e altro)**: Emissione di sostanze varie da sorgenti sotterranee (metalli, gas) Aumento della torbidità dei fiumi e dei laghi per frane e altro

**LE EMISSIONI NATURALI SONO POCA COSA  
RISPETTO A QUELLE PRODOTTE DALL'UOMO**



# Inquinamento dovuto ad azioni umane

---



## Cause principali

- ⦿ Concentramento urbano
- ⦿ Crescente industrializzazione
- ⦿ Incremento della motorizzazione
- ⦿ Produzione crescente di rifiuti

## Conseguenze principali

- ⦿ Effetti sul clima: smog, piogge acide, effetto serra, aumento globale della temperatura
- ⦿ Effetti sulla salute: patologie acute (esposizioni brevi), patologie croniche (esposizioni prolungate)



# Elementi inquinati e inquinanti

---



Classificazione degli inquinamenti:

- ⊙ **Aria**
- ⊙ Acqua
- ⊙ Suolo
- ⊙ Acustico
- ⊙ Elettromagnetico
- ⊙ Radioattivo

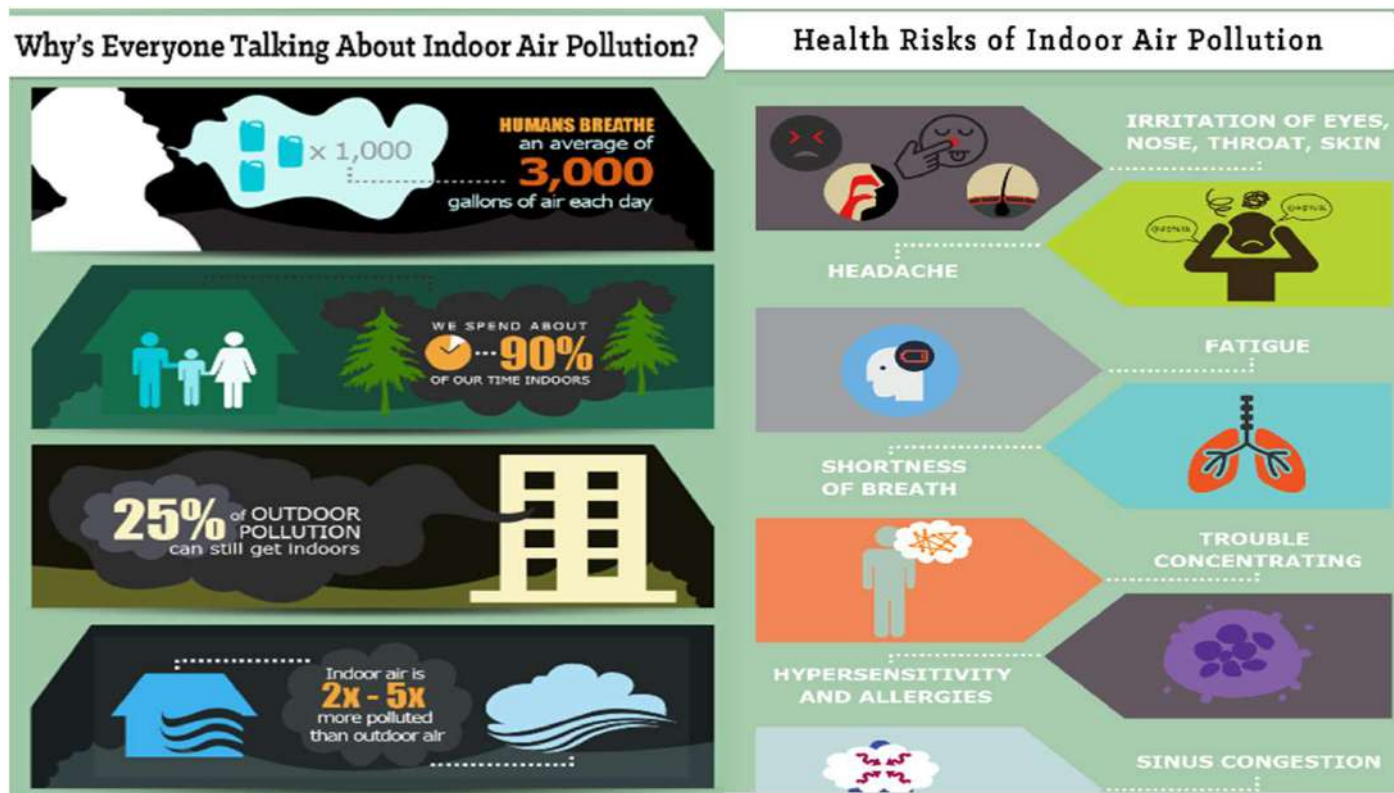
Si definisce **inquinamento atmosferico** la presenza nell'atmosfera di sostanze che causano un effetto misurabile sull'essere umano, sugli animali, sulla vegetazione o sui diversi materiali

Caratteristiche degli elementi inquinanti:

- ⊙ Liquidi
- ⊙ Gassosi
- ⊙ Solubili
- ⊙ Insolubili
- ⊙ Onde sonore
- ⊙ Emissioni



# Inquinamento indoor



# Inquinamento indoor - casa

## Fattori di inquinamento ambientale indoor

- 1 Libri
- 2 Mobili in compensato (esalazioni di colle e vernici)
- 3 Giocattoli di pezza, peluches
- 4 Deodoranti ambientali
- 5 Profumi e cosmetici
- 6 Prodotti per l'igiene personale
- 7 Umidificatore
- 8 Antitarne (naftalina, ...)
- 9 Materasso e biancheria da letto (acari)
- 10 Moquettes e tendaggi (acari)
- 11 Camino (gas di combustione)
- 12 Imbottiture e tappezzerie
- 13 Fumo di sigaretta
- 14 Parquet e mobili di compensato
- 15 Detergenti chimici per la pulizia
- 16 Cucina a gas
- 17 Odori di alimenti (cucinati o in dispensa)
- 18 Libri, documenti cartacei
- 19 Stampante e computer
- 20 Stufa a legna o carbone
- 21 Umidità, muffe
- 22 Prodotti di manutenzione (acidi, pesticidi, ...)
- 23 Lavatrice e asciugatrice senza sfiato
- 24 Detersivi e smacchiatori chimici
- 25 Isolazioni delle tubature in amianto
- 26 Radon
- 27 Vernici, solventi, sostanze chimiche diverse
- 28 Benzina
- 29 Gas di scarico dell'automobile



**TOO(L)**  
**SMART**

La tua città nelle tue mani



# Inquinamento indoor – fonti ed inquinanti



AMBIENTE	FONTI ed INQUINANTI
CASA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorgenti di natura metabolica: CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, odori</li> <li>• Fumo di tabacco: particolato respirabile (PM<sub>10</sub>), monossido di carbonio (CO)</li> <li>• composti organici volatili (VOC)</li> <li>• Fornelli a gas: NOX, CO</li> <li>• Forni a legna e camini: PM<sub>10</sub>, CO, idrocarburi policiclici aromatici (IPA)</li> <li>• Materiali da costruzione: radon e formaldeide</li> <li>• Terreno sottostante i fabbricati: radon</li> <li>• Mobili e prodotti per la casa: VOC, formaldeide</li> <li>• Riscaldamento a gas: NOX, CO</li> <li>• Riscaldamento a kerosene: NOX, CO, SO<sub>2</sub></li> <li>• Arredamento: VOC, formaldeide</li> <li>• Isolante: asbesto</li> <li>• Agenti esterni: CO, ossidi di azoto, particolato aerodisperso</li> </ul>
UFFICI, SCUOLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorgenti di natura metabolica: CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, odori</li> <li>• Fumo di tabacco: PM<sub>10</sub>, CO, VOC</li> <li>• Materiali da costruzione: VOC, formaldeide</li> <li>• Arredamento: VOC, formaldeide</li> <li>• Fotocopiatrici: VOC</li> <li>• Condizionatori: agenti biologici</li> <li>• Agenti esterni: CO, ossidi di azoto, particolato aerodisperso</li> </ul>



# Inquinamento outdoor



Principali distinzioni tra inquinanti:

- ⊙ Primari: liberati nell'ambiente come tali (es. biossido di azoto, monossido di azoto)
- ⊙ Secondari che si formano successivamente in atmosfera attraverso reazioni chimico-fisiche (es. ozono)

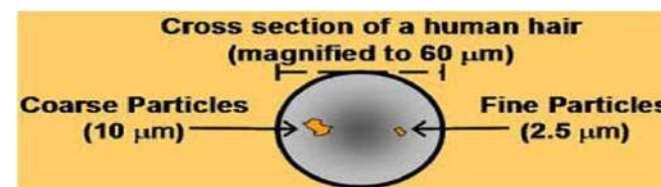
Classificazione degli inquinanti:

- ⊙ Macroinquinanti: CO, NO, **NO<sub>2</sub>**, SO<sub>2</sub>, **O<sub>3</sub>**
- ⊙ Microinquinanti: Benzene, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- ⊙ Particolato aerodisperso (**PM**): particelle sospese allo stato solido o liquido che per le loro piccolissime dimensioni rimangono sospese in atmosfera

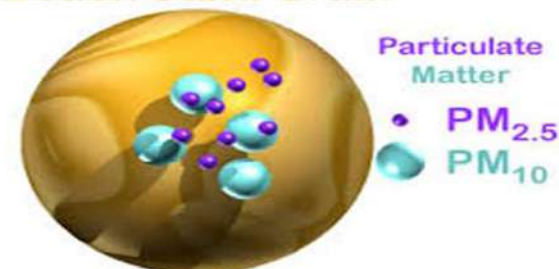


# Particolato aerodisperso

- ◉ **PM10**: indica particolato formato da particelle inferiori a  $10\text{ }\mu\text{m}$ , è una polvere inalabile, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso e laringe).
- ◉ **PM 2.5**: indica particolato fine con diametro inferiore a  $2,5\text{ }\mu\text{m}$ , è una polvere toracica, cioè in grado di penetrare nei polmoni
- ◉ **PM1**: indica particolato ultrafine con diametro inferiore ad un  $1\text{ }\mu\text{m}$ , è una polvere respirabile, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli.



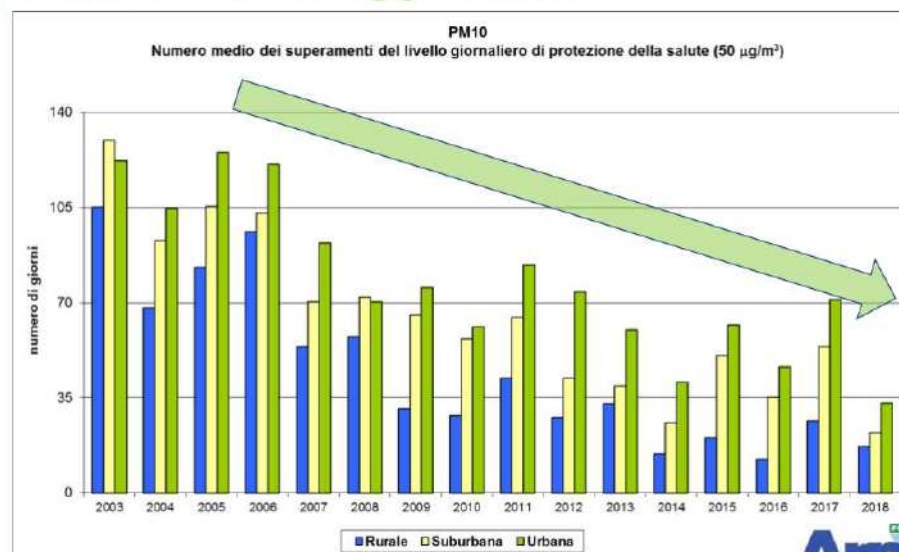
Beach Sand Grain



# E in Piemonte come siamo messi?



## I dati di ieri e di oggi – PM10



LA QUALITÀ DELL'ARIA: COSA DICONO I DATI AMBIENTALI - Torino, 20 giugno 2019

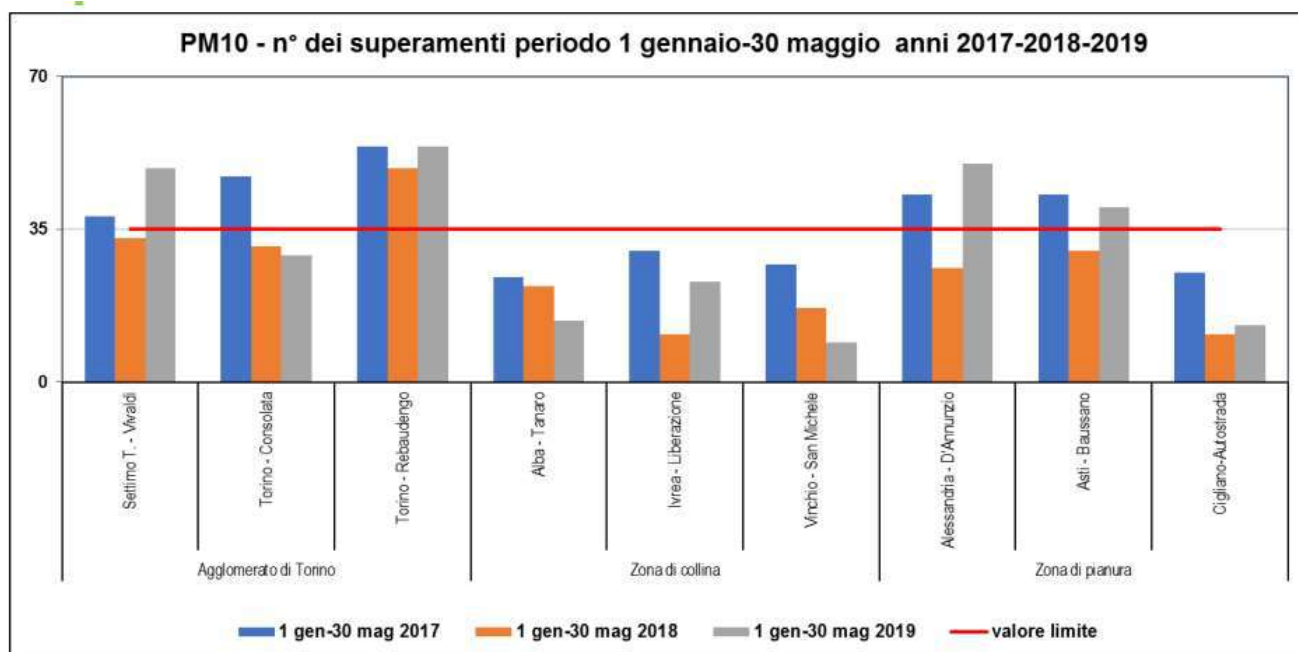
**Arpa**  
Agenzia Regionale  
per la Protezione Ambientale

**PIEMONTE**  
Sistema Regionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

**TOO(L)  
SMART**

La tua città **nelle tue mani**

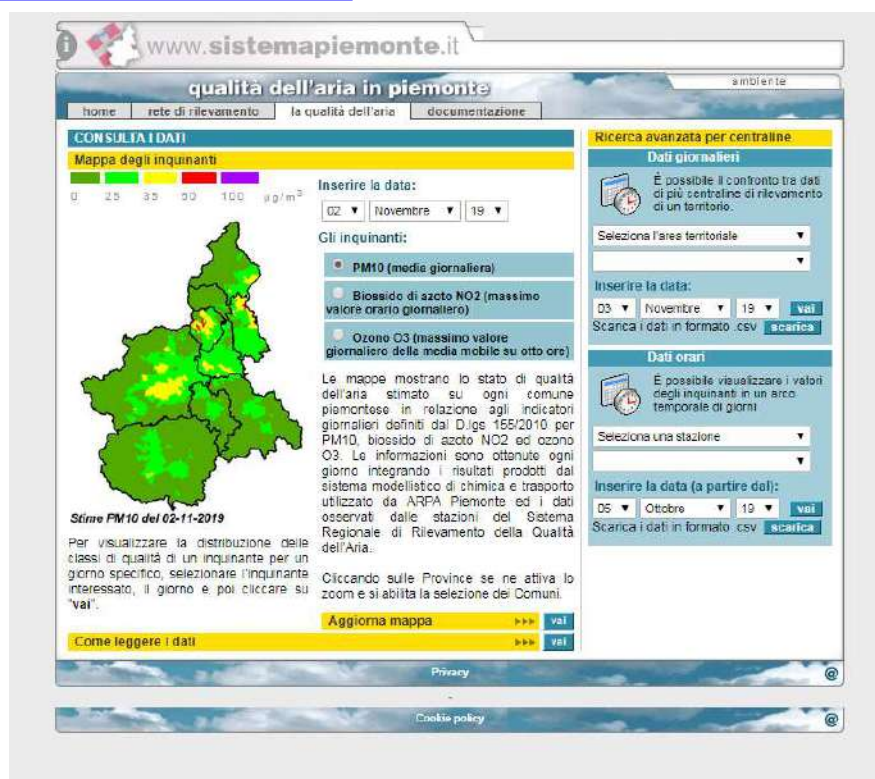
# E in Piemonte come siamo messi?



# Sistema Aria Piemonte



<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srga/consultadati.shtml>



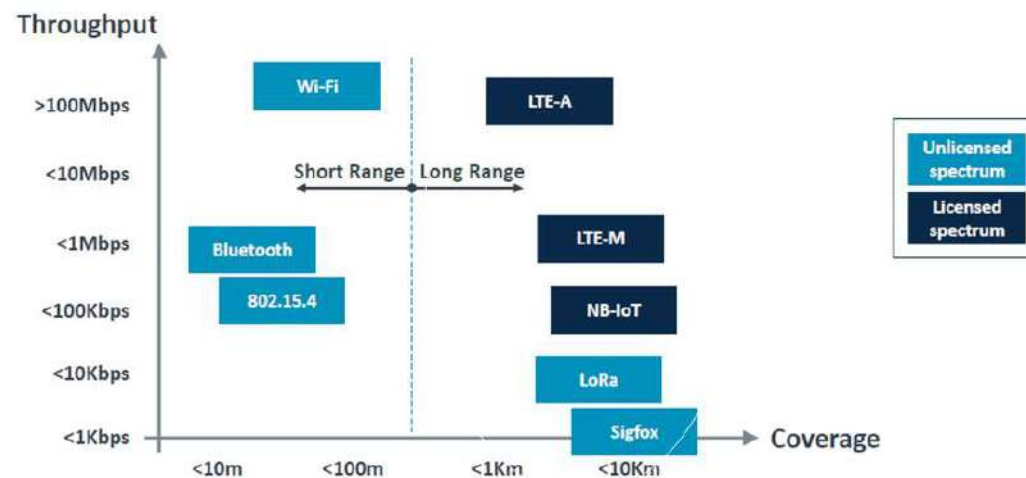


# Reti Low Power Wide Area



## IoT Wireless Connectivity Technology

Multiple standards, different attributes



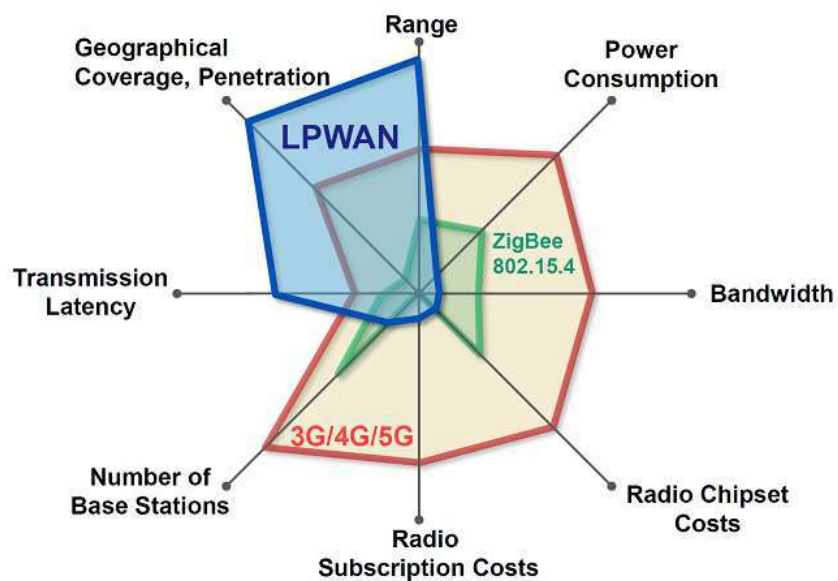
Enabling an Intelligent Planet

ADVANTECH

TOO(L)  
SMART

La tua città nelle tue mani

# Confronto con altre tecnologie



Basso costo



Ampia copertura



Bassi consumi

TOO(L)  
SMART

La tua città nelle tue mani

# LoRa/LoraWAN



**LoRa™ (Long Range)** → tecnica di modulazione wireless caratterizzata da:

- ◉ Bassa potenza di trasmissione: 25 mW
- ◉ Bassi consumi: 30mA in trasmissione, 10mA in ricezione, 0.2uA a riposo
- ◉ Basso bitrate: fino a 50 kbps
- ◉ Lungo raggio: 50 km in aree rurali, 15-20 km in aree suburbane, 2-5 km in aree urbane
- ◉ Elevata robustezza alle interferenze



**LoRaWAN™ (Long Range Wireless Area Network)** → architettura di rete wireless pensata per ambiti IoT/M2M, che utilizza la modulazione LoRa su bande libere (ISM, 868MHz), composta da:

- ◉ Nodi sensori mobili e fissi, dislocati sul territorio, che trasmettono dati via LoRa
- ◉ Gateway fissi che ricevono i dati trasmessi dai sensori e li ritrasmettono via internet
- ◉ Infrastruttura di rete che riceve/processa i dati e li rende fruibili agli utenti

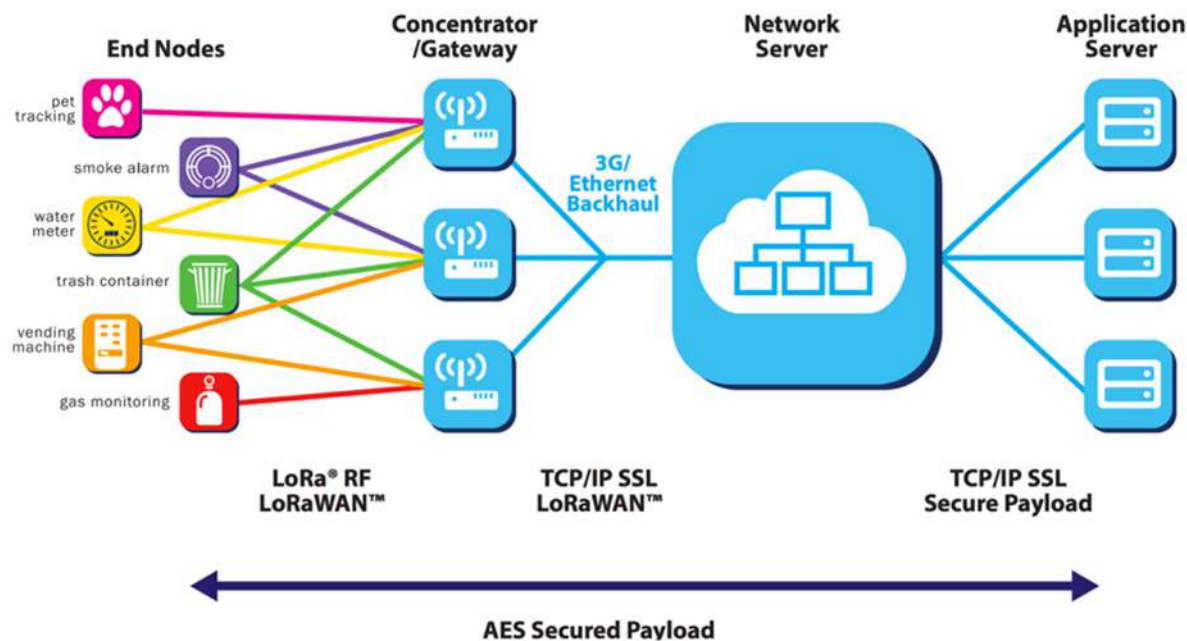


In ambito IoT, rispetto ad un architettura cellulare, LoRaWAN permette:

- ◉ Costi minori per gli utenti grazie a nodi a bassa potenza/consumo, e assenza di SIM
- ◉ Meno disservizi grazie alla robustezza alle interferenze



# LoRaWAN: architettura e principali caratteristiche



- Open network standard
- Bidirezionalità
- 3 profili impostabili
- Sicurezza
- Data rate: fino a 50 kbps
- Alta immunità a interferenze RF



# LoRa: una soluzione ideale per....



- ⦿ Raccogliere dati da un elevato numero di sensori dislocati in un'area estesa, caratterizzati da esigenze di bit-rate contenuto, garantendo 2 requisiti fondamentali:
  - ⦿ bassi costi
  - ⦿ bassi consumi
- ⦿ Offrire copertura radio sia di tipo outdoor che indoor, assicurando alta penetrabilità RF in zone critiche come tunnel, sotterranei e installazioni ubicate sottosuolo



.... Utilizzare l'IoT in una Smart City





# LoRa: esempi di social- open community



In linea con i principi perseguiti dalla LoRa Alliance, volti a supportare la diffusione dello standard LoRaWAN per le LPWAN a livello mondiale e a garantire agli utenti di connettersi ovunque vogliano portare i propri dispositivi si stanno diffondendo in alcuni paesi europei progetti che promuovono le OPEN COMMUNITY su reti pubbliche

## OPEN COMMUNITY - PRINCIPI BASE:

- ⦿ favorire la massima apertura → chiunque può parteciparvi
- ⦿ facilitare la costruzione di un'infrastruttura dati IoT interamente distribuita
- ⦿ favorire il contatto sociale → sviluppo della comunità
- ⦿ formare all'uso di nuove tecnologie
- ⦿ stimolare la messa a fuoco di nuovi modelli di business - open value chain

Qualche esempio:

- ⦿ TTN (The Things Network) - progetto per lo sviluppo di open community
- ⦿ NORAnet - (Levikom operatore pubblico estone di rete LPWA)



# Open Data

---



Sono dati che possono essere liberamente utilizzati, riutilizzati e ridistribuiti da chiunque, soggetti eventualmente alla necessità di citarne la fonte e di condividerli con lo stesso tipo di licenza con cui sono stati originariamente rilasciati.

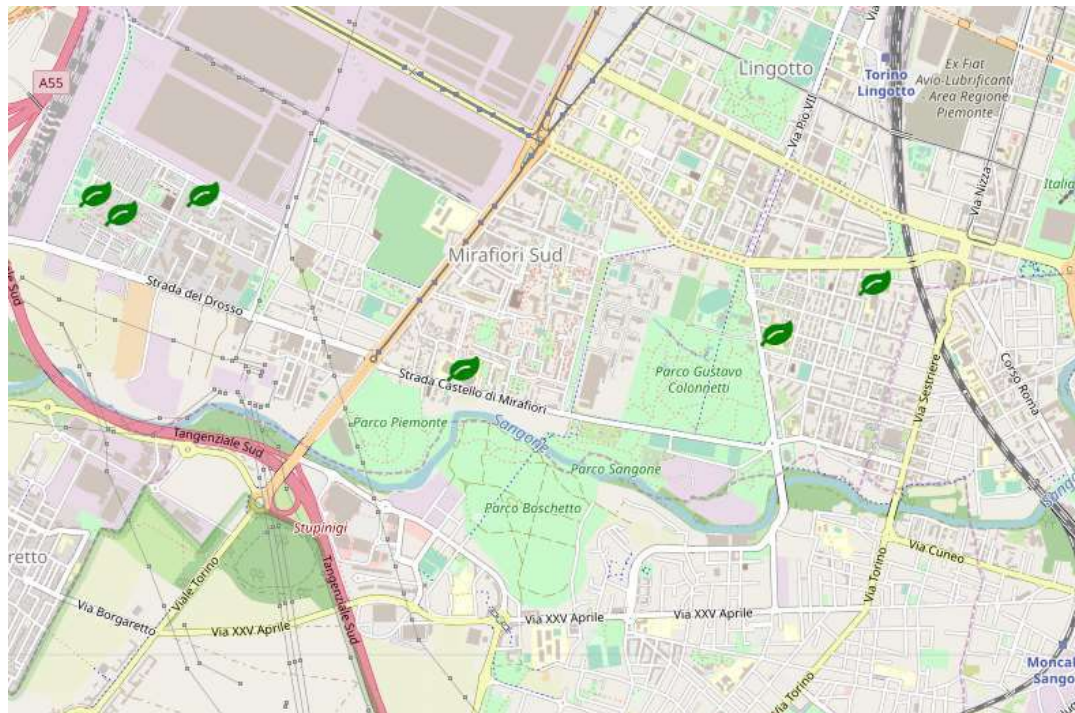
- ⦿ **Disponibilità e accesso:** i dati devono essere disponibili nel loro complesso, per un prezzo non superiore ad un ragionevole costo di riproduzione, preferibilmente mediante scaricamento da Internet. I dati devono essere disponibili in un formato utile e modificabile.
- ⦿ **Riutilizzo e redistribuzione:** i dati devono essere forniti a condizioni tali da permetterne il riutilizzo e la redistribuzione. Ciò comprende la possibilità di combinarli con altre basi di dati.
- ⦿ **Partecipazione universale:** tutti devono essere in grado di usare, riutilizzare e ridistribuire i dati. Non ci devono essere discriminazioni né di ambito di iniziativa né contro soggetti o gruppi. Ad esempio, la clausola 'non commerciale', che vieta l'uso a fini commerciali o restringe l'utilizzo solo per determinati scopi non è ammessa.



# Torino Toolsmart: il portale



<https://dataportal.comune.torino.it:1880/worldmap/>



Aforismario



**Non ereditiamo la terra dai nostri antenati,  
la prendiamo in prestito dai nostri figli.**

**TOO(L)  
SMART**

La tua città nelle tue mani

O.3.f. – All. 5.b

## TOO(L)SMART

-

### DAI SOPRALLUOGHI ALLE INSTALLAZIONI DELLE CENTRALINE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE PARTECIPATIVO

(v. 2)

#### RESPONSABILITÀ

Funzione	Nome	Data
Redatto	Paolo Mollo, Sandro Pera	10/02/2020
Controllato e Approvato da	Sandro Pera	31/03/2020
Emesso da	Sandro Pera	31/03/2020

#### STORIA DELLE VARIAZIONI

Versione	Data emissione	Parte modificata	Descrizione della variazione
01	28/11/2019	Tutto il documento	Versione iniziale del documento
02	31/03/2020	Tutto il documento	Aggiunta ex novo del capitolo introduttivo "Il monitoraggio partecipativo". Revisione completa di tutto il documento, con integrazioni varie.



## Sommario

Responsabilità .....	1
Storia delle variazioni.....	1
1. Introduzione: il monitoraggio ambientale partecipativo .....	4
2. Inquadramento delle attività e obiettivi.....	7
2.1 Scopo e campo di applicazione.....	7
2.2 Obiettivi .....	8
3. I sopralluoghi .....	8
3.1 Note dei sopralluoghi – Ipotesi di installazioni.....	9
3.1.1 Scuola I.C. “G. Salvemini” – Plesso V. Negarville.....	9
3.1.2 I.C. “G. Salvemini” – Plesso Elsa Morante .....	12
3.1.3 I.C. “G. Salvemini” – Plesso Castello di Mirafiori.....	14
3.1.4 I.C. “A. Cairoli” – Plesso V. Torrazza Piemonte.....	16
3.1.5 I.C. “A. Cairoli” – Plesso V. Rismondo .....	17
3.1.6 Scuola d’Infanzia “Roveda” .....	19
3.1.7 OPEN011 .....	21
4. Indicazioni tecniche per le installazioni.....	28
4.1 Scuola IC “G. Salvemini” – Plesso V. Negarville.....	28
4.1.1 Note di attenzione .....	28
4.1.2 Esiti dell’installazione.....	31
4.2 I.C. “G. Salvemini” – Plesso Elsa Morante.....	32
4.2.1 Note di attenzione.....	34
4.2.2 Esiti dell’installazione.....	34
4.3 I.C. “G. Salvemini” – Plesso Castello di Mirafiori .....	36
4.3.1 Note di attenzione.....	38
4.3.2 Esiti dell’installazione.....	39
4.4 I.C. “A. Cairoli” – Plesso V. Torrazza Piemonte .....	40
4.4.1 Note di attenzione.....	42

4.4.2 Esiti dell'installazione.....	43
4.5 I.C. "A. Cairoli" – Plesso V. Rismondo.....	44
4.5.1 Note di attenzione.....	46
4.5.1 Esiti dell'installazione.....	47
4.6 Scuola d'Infanzia "Roveda" .....	48
4.6.1 Note di attenzione.....	49
3.6.3 Esiti dell'installazione.....	50
4.7 OPEN011 – Casa della mobilità giovanile e dell'intercultura .....	51
4.7.1 Indicazioni tecniche per l'installazione .....	51
4.7.2 Note di attenzione.....	52
4.7.3 Esiti dell'installazione.....	54
5. Eventuali interventi in loco .....	56
6. La centralina di monitoraggio .....	58
7. Riferimenti CSP .....	60
2.1 CSP - Innovazione nelle ICT s. c. a r. l. ....	60
2.2 Riferimenti di progetto .....	60

## 1. Introduzione: il monitoraggio ambientale partecipativo

Il progetto TOO(L)SMART si è posto l'obiettivo, tra gli altri, di realizzare una rete di sensori ed una piattaforma IoT per il monitoraggio ambientale e meteorologico in ambito urbano, in un contesto afferibile al paradigma della Smart City.

A livello normativo ufficiale, le funzioni di monitoraggio ambientale sono demandate alle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Le ARPA delle Regioni italiane e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) compongono il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) istituito dalla legge 132/2016.

L'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (OMM), globalmente conosciuta con la sigla WMO (*World Meteorological Organization*), nella sua pubblicazione n°8, ha stabilito le regole entro le quali le stazioni meteorologiche devono essere installate per poter confrontare i dati da esse registrate. Tale pubblicazione viene costantemente aggiornata ed è disponibile al seguente link:

<https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>.

In essa sono definiti i criteri di installazione di ogni sensore, dettagliando anche le differenze tra l'ambito urbano e l'ambito rurale o extra-urbano. Le Agenzie e gli Enti appartenenti all' SNPA sono tenute a seguire le normative stabilite dal WMO, creando così delle reti di monitoraggio ufficiale ben regolamentate dal punto di vista metrologico.

Tuttavia, fin dai primi anni 2000 e particolarmente nell'ultimo decennio appena trascorso, si è andato sempre più diffondendo il concetto di "monitoraggio partecipativo" (o partecipato), fortemente incoraggiato in ambito internazionale ed europeo. Sempre più spesso i cittadini e gli enti di formazione (scuole, associazioni, etc.) sono invitati a contribuire alla formazione del quadro conoscitivo ambientale mediante la comunicazione e la condivisione di dati, diventando una nuova e preziosa fonte di informazione e conoscenza. Questo percorso è stato facilitato e sostenuto dallo sviluppo di hardware e software Open Source.

In ambito urbano, la diffusione di dispositivi e tecnologie appartenenti al mondo IoT (*Internet of Things*) ha portato il monitoraggio ambientale ad essere un componente fondamentale della Smart City.

Tra le esperienze più significative di monitoraggio partecipativo vanno sicuramente citate l'esperienza del portale *EyeOnEarth*<sup>1</sup>, realizzato dall'Agenzia Europea Ambientale, e il progetto R-MAP (Rete di monitoraggio ambientale partecipativo)<sup>2</sup>, promosso dall'Arpa Emilia Romagna.

<sup>1</sup> <https://eye-on-earth.net>

<sup>2</sup> [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/ecoscienza/ecoscienza2015\\_6/patruno\\_desavino\\_es2015\\_6.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2015_6/patruno_desavino_es2015_6.pdf)

I dati raccolti attraverso R-MAP sono disponibili al seguente portale: <https://rmap.cc/>.

Il progetto R-MAP si è posto, tra gli obiettivi principali, i seguenti:

- raccogliere e distribuire dati ambientali rilevati dai cittadini;
- rendere disponibili questi dati anche ai servizi meteorologici, alle agenzie di prevenzione ambientale, alla protezione civile e agli enti di ricerca;
- fornire strumenti ai fornitori di dati per testare e migliorare la qualità dei dati;
- divulgare temi scientifici e sensibilizzare i cittadini sui temi ambientali - coinvolgere scuole e università a scopi formativi;
- creare un circolo virtuoso tra enti di formazione, pubbliche amministrazioni, aziende private e cittadini.

Tra le precedenti esperienze progettuali cui ha partecipato CSP, si può citare il progetto EveryAware (*Enhance Environmental Awareness through Social Information Technologies*)<sup>3</sup>, finanziato dalla Comunità Europea e focalizzato sul monitoraggio partecipativo nell'ambito della qualità dell'aria in contesti urbani.

Il progetto TOOLSMART eredita e amplia gli obiettivi perseguiti dal progetto R-Map e si innesta pienamente nel dominio del monitoraggio partecipativo.

Le esperienze descritte e lo stesso progetto TOO(L)SMART rafforzano sempre più il concetto che, nella letteratura dello stato dell'arte, viene definito come "*Citizen Science*". Quest'ultima prevede il coinvolgimento di cittadini volontari, non professionisti, nel processo scientifico.

I cittadini raccolgono dati attivamente in svariati campi, quali la meteorologia, la qualità dell'aria, l'ecologia e in molti casi contribuiscono ad analizzare i dati; fino ad arrivare eventualmente alla collaborazione con i ricercatori nella creazione e sviluppo della ricerca. La *Citizen Science* si pone come obiettivo principale quello di fornire sistemi affidabili di monitoraggio, strumenti di gestione ambientale e approcci educativi per i cittadini.

Infine, la pubblicazione "Smart Environment: Infrastrutture di monitoraggio diffuso" del 2014, legata allo sviluppo di una Tesi di Dottorato presso l'Università di Venezia<sup>4</sup>, introduce l'interessante e innovativo concetto di "*Smart Environment*", in cui si afferma che il monitoraggio partecipativo e la *Citizen Science* generano del valore così come rappresentato nella Figura 1, tratta dalla pubblicazione stessa.

<sup>3</sup> <http://www.everyaware.eu/>

<sup>4</sup> "Smart Environment: Infrastrutture di monitoraggio diffuso", Niccolò Iandelli, Scuola di Dottorato IUAV - Dottorato NT&ITA Ciclo XXVI, Università di Venezia, Febbraio 2014.



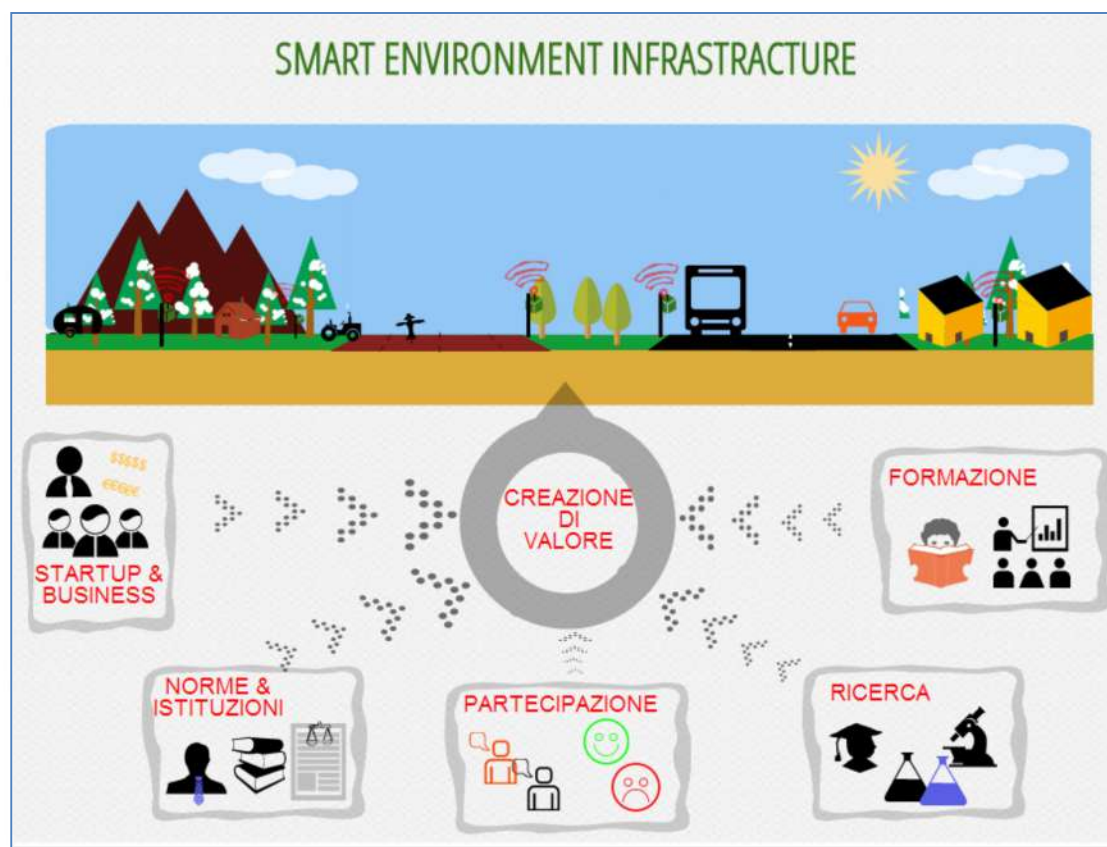


Figura 1 - Smart Environment: componenti che generano valore

Nella visione di *Smart Environment* presentata, le componenti che generano valore sono le seguenti.

- **Startup & Business:** nascita e sviluppo di startup innovative.
- **Norme e Istituzioni:** i dati e le informazioni generate dai sensori e dalle reti di sensori, anche gestite da enti pubblici, si fondono con quelli provenienti da reti amatoriali. Il loro uso permette anche la nascita e lo sviluppo di imprese innovative che possono creare attività da questi dati e generare benessere per i cittadini. Ma perché questo accada è necessario che siano definite la qualità e l'affidabilità e dei dati e soprattutto che questi siano gratuiti e liberamente riutilizzabili.
- **Ricerca:** l'attività di ricerca può avere il maggior beneficio, anche a breve termine, dallo *Smart Environment*. Il mondo della ricerca inoltre riveste un ruolo importante di "generatore di domanda", creando domanda su vari aspetti, dal punto di vista della locazione delle risorse o degli orientamenti tecnici e tematici.
- **Partecipazione:** il coinvolgimento dei cittadini e, più in generale, di tutti i soggetti a vario titolo interessati (ad esempio le scuole) è fondamentale per formare una cittadinanza attiva in grado di comprendere la complessità delle relazioni tra la natura e le attività dell'uomo.
- **Formazione:** con formazione non si intende il semplice trasferimento di conoscenze, ma la necessità di avviare processi di formazione specializzata, dalle caratteristiche ibride, per individuare adeguate soluzioni a specifici problemi, con l'impiego di nuove tecnologie e reti diffuse di sensori. Le nuove



metodologie di monitoraggio, di diffusione dell'informazione e l'integrazione di sistema necessitano di esperti che coniughino la conoscenza tecnologica con la comprensione dei processi ambientali che si vanno a monitorare, visualizzare e comunicare o viceversa.

A pochi anni di distanza dalla pubblicazione citata, si può certamente affermare che il progetto TOO(L)SMART vede la partecipazione attiva di tutte le componenti che generano valore, dando origine ad un vero e proprio *Smart Environment*.

## 2. Inquadramento delle attività e obiettivi

### 2.1 Scopo e campo di applicazione

Il presente documento riporta le descrizioni e gli esiti delle attività svolte in campo nell'ambito del Progetto TOO(L)SMART, in particolare quelle relative ai sopralluoghi presso le strutture, alle installazioni delle centraline di monitoraggio ambientale SME-2018-ES/WS di Smartme.io (v. Cap. 6) e rispettivi collaudi.

I sopralluoghi sono stati svolti in Settembre 2019 presso:

- A. I.C. "G. Salvemini" - Plesso Castello di Mirafiori, Via Coggiola n. 20 – 10135 Torino
- B. I.C. "G. Salvemini" - Sede centrale in Via Negarville n. 30/6 – 10135 Torino
- C. I.C. "G. Salvemini" - Plesso Elsa Morante, Piazzetta Jona n. 4 – Torino
- D. I.C. "A. Cairoli" – Sede centrale in Via Torrazza Piemonte n. 10 – 10127 Torino
- E. I.C. "A. Cairoli" - Plesso in Via Rismondo n. 68 – 10127 Torino
- F. Nido d'Infanzia, in Via Roveda n. 35 – 10135 Torino
- G. Open011 - Casa della Mobilità Giovanile e dell'Intercultura, in C.so Venezia n. 11 – 10147 Torino

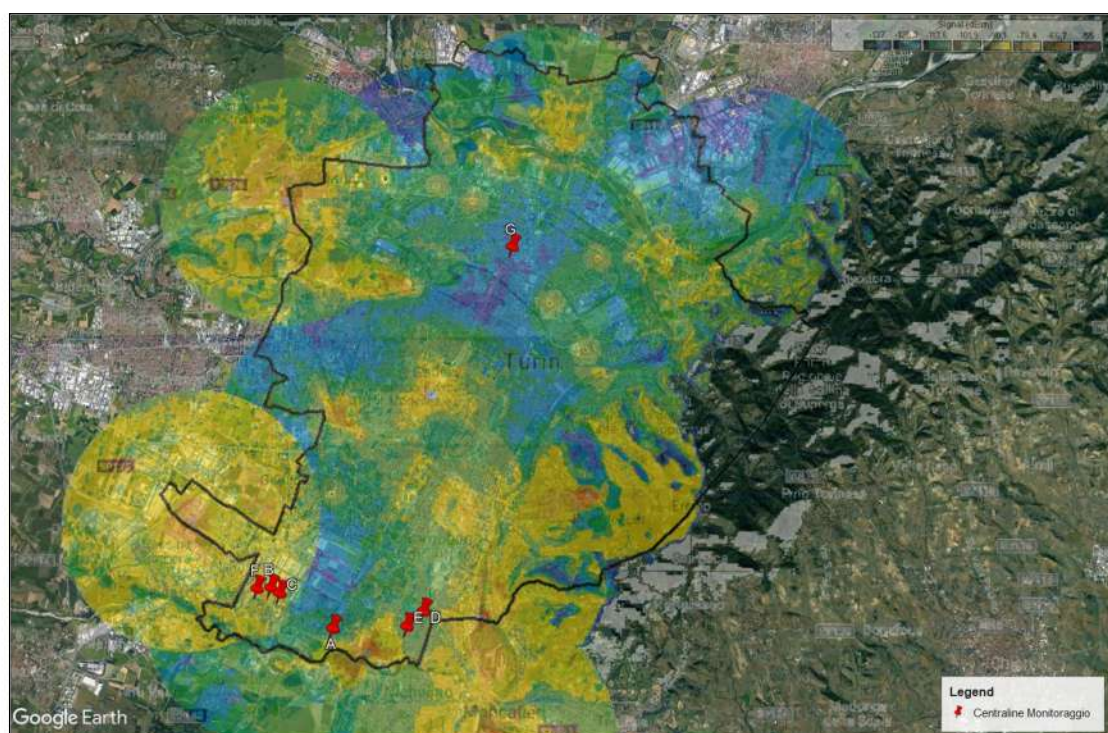
Le posizioni dei sette siti sono indicate sulla mappa della Città di Torino riportata nella Figura 2: i primi sei sono in zona Mirafiori Sud, il settimo in Borgo Vittoria.

In merito alle installazioni delle centraline, vengono riportate le indicazioni tecniche di come si sia deciso di realizzare le installazioni stesse e le rispettive linee di alimentazione; nonché i risultati finali delle installazioni eseguite.

Infine, a completamento del tutto, sono indicate alcune semplici azioni che il personale, in forze presso le varie strutture sopra elencate, potrebbe essere chiamato a svolgere in caso di malfunzionamenti della centralina.

## 2.2 Obiettivi

Il presente documento rappresenta dunque una relazione passo passo su quanto realizzato, ma anche una guida “*how to*” su cosa e come fare tali attività. Uno degli obiettivi del Progetto TOO(L)SMART è infatti quello di rendere disponibili anche a terze parti delle linee guida, delle *best practice* utile al replicare altrove analoghe esperienze.



**Figura 2 – I sette siti ove installare le centraline di monitoraggio ambientale (segnalini rossi) e simulazione della copertura di rete LoRaWAN di IREN sulla Città di Torino**

## 3. I sopralluoghi

Nell’ambito del Progetto TOO(L)SMART della Città di Torino, CSP ha svolto sopralluoghi tecnici presso i siti sopra indicati, finalizzati a:

- individuare i punti, in outdoor, più idonei all’installazione delle centraline di monitoraggio ambientale, meteo e qualità dell’aria (PM<sub>x</sub>);
- effettuare verifiche di copertura LoRaWAN e LTE dei punti individuati, tramite le quali reti le centraline trasmetteranno i dati raccolti;