



MantovArchitettura

POLITECNICO
MILANO 1863

Mantova Smart city

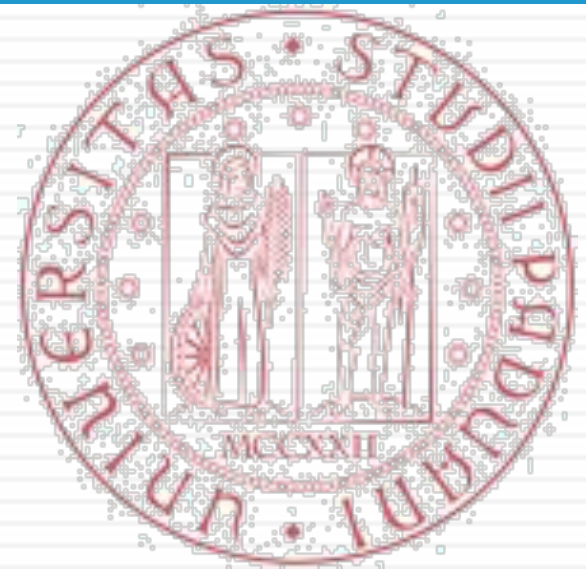


PATAVINA
TECHNOLOGIES



Andrea Zanella

andrea.zanella@unipd.it



SIGNals processing &
NETworking research group

martedì 10 maggio 2016 | h 18:00 | FUM, Aula Magna | Mantova

- Mi presento...
- Servizi “Smart City” di natura tecnologica
- Tecnologie abilitanti
- Esperienza “hands-on”: Padova Smart City
- Conclusioni

SIGNET & Patavina Technologies

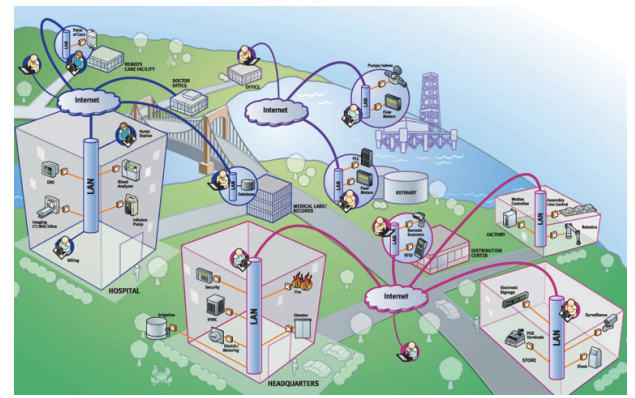


3



Are di ricerca principali

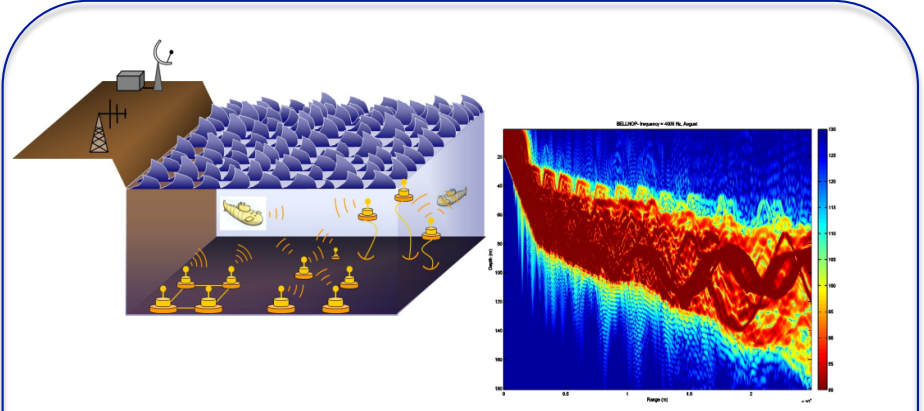
4



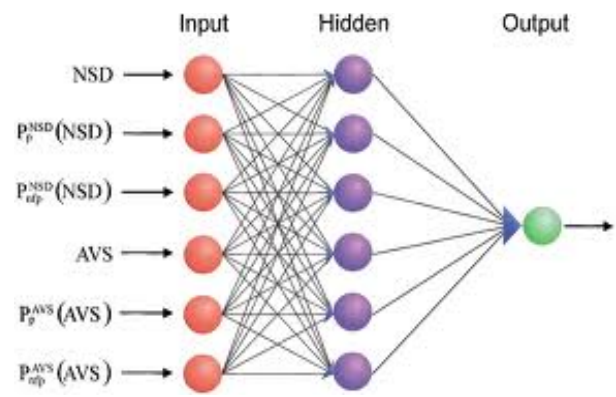
Next generation mobile & IoT



Energy harvesting



Underwater communications



Cognitive Networks

Raccolta rifiuti intelligente

6

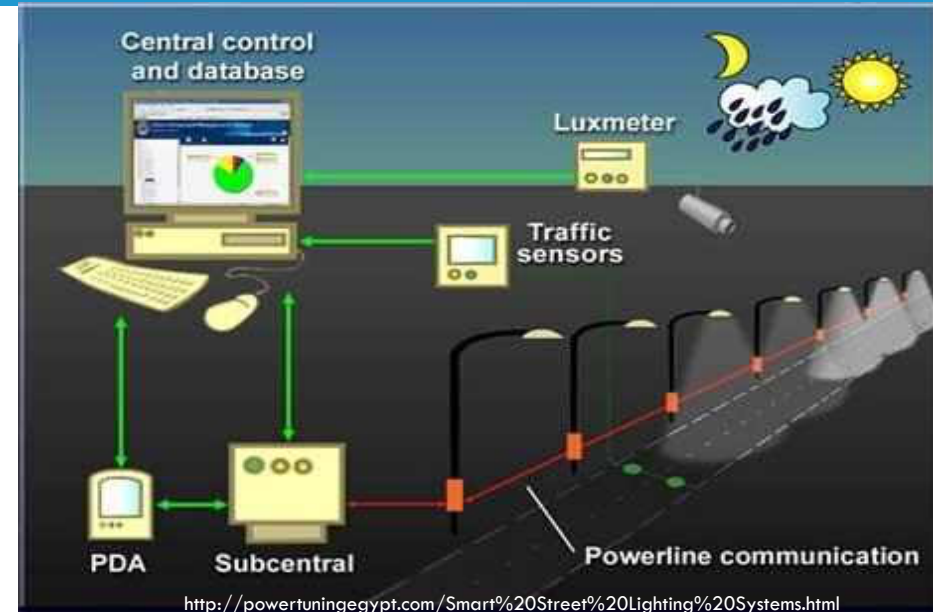
- Bidoni “smart”
 - ▣ Controllano il livello di riempimento
 - ▣ Controllano la qualità del rifiuto
 - ▣ Inviano dati via Internet
- Ottimizzazione compattatori
 - ▣ Riducono i costi
 - ▣ Riducono l'inquinamento
 - ▣ Migliorano il servizio



Illuminazione pubblica intelligente

7

- Sensori sui lampioni
- Ottimizza intensità
 - ▣ Ora del giorno
 - ▣ Condizioni meteo
 - ▣ Presenza di persone
- Controlla stato lampione
 - ▣ Riduce tempo di ripristino
 - ▣ Riduce costi
- Altri servizi
 - ▣ Monitoraggio ambientale
 - ▣ Wifi pubblico
 - ▣ Monitoraggio traffico...



Parcheeggio intelligente



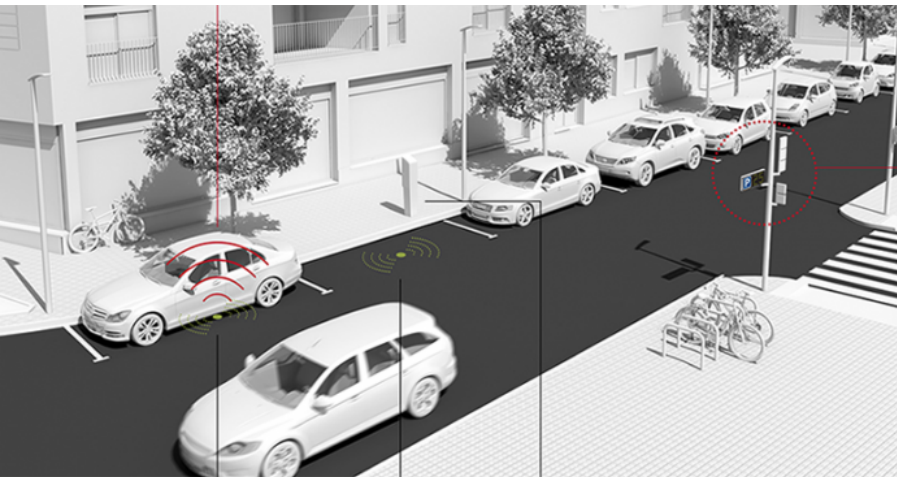
8

- Trovare un parcheggio in città? Un incubo!
 - ▣ Spreco di tempo → perdita economica
 - ▣ Frustrazione → impatto sulla salute
 - ▣ Inquinamento → impatto sulla salute/ambiente

Parcheeggio intelligente

9

- Sensori installati in ogni parcheggio
- Cartelli intelligenti di segnalazione lungo le strade
- App per smartphone



When a car parks over the sensor, it is detected and the sensor relays that information -wirelessly- to the gateway.

THE SYSTEM RELIES OF EMBEDDED SENSORS IN EACH PARKING BAY IN THE STREET.

When connected to the payment method system, the authority can identify non-paying cars and with the use of a tablet app, parking wardens can work more effectively.



Monitoraggio del traffico

10

- Molte città hanno già telecamere di controllo del traffico in punti strategici
 - ▣ Il sistema può essere complementato sfruttando un approccio “crowd source”
 - <https://www.waze.com>
- Una mappa accurata e in tempo reale del traffico può:
 - ▣ Ridurre le congestioni
 - ▣ Individuare le criticità nella viabilità urbana
 - ▣ Valutare l'efficacia delle politiche di mobilità
 - ▣ Studiare posizione ottima parcheggi scambiatori + percorso bus + bike/car sharing...

- Dati raccolti dalle “dock station” →
 - Traiettorie più popolari
 - Durata del noleggio
 - Utilizzo bici
 - Tipologia utente
- Con queste info... si può
 - Migliorare posizione stazioni
 - Migliorare distribuzione bici tra le stazioni
 - Migliorare percorso furgoncino
 - Ottimizzare trariffario
 - ...



Ambienti Intelligenti

12

- Sensori applicati a oggetti → “Smart objects”
 - ▣ Comunicare la propria presenza
 - ▣ Fornire informazioni su se stessi
 - ▣ Collaborare per fornire servizi
- Esempi
 - ▣ Smart building
 - Sensori controllano condizioni ambientali, comfort, salubrità ambienti, solidità strutture
 - ▣ Smart museum
 - Sensori applicati sulle opere d'arte che possono interagire con il pubblico



Comfort e salubrità ambienti

13

□ Ambienti chiusi

- ▣ $\text{CO}_2 < 600$ ppm
- ▣ $\text{CO}_2 > 1000$ ppm
- ▣ $\text{CO}_2 > 2500$ ppm



□ Experimental study: scuola media Coletti Feb/2009

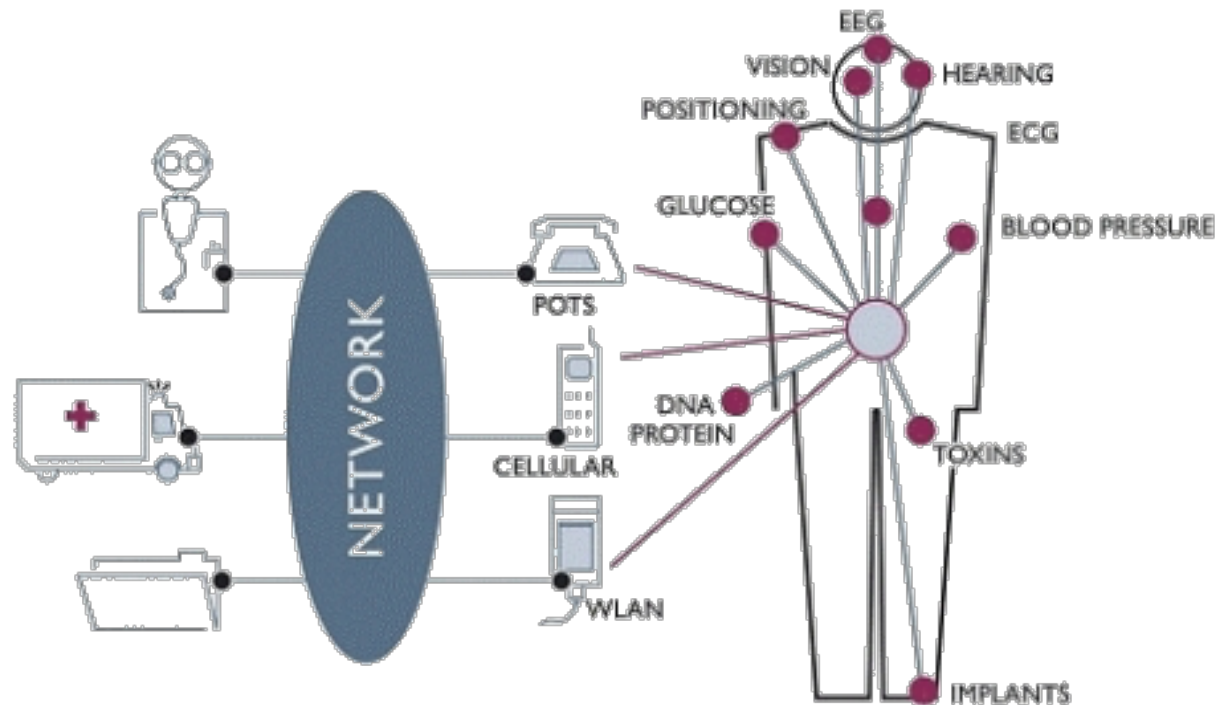
▣ CO_2 level

- after 30 min → 1950 ppm
- opening the window for 5 min → 800 ppm
- outdoor → 600 ppm

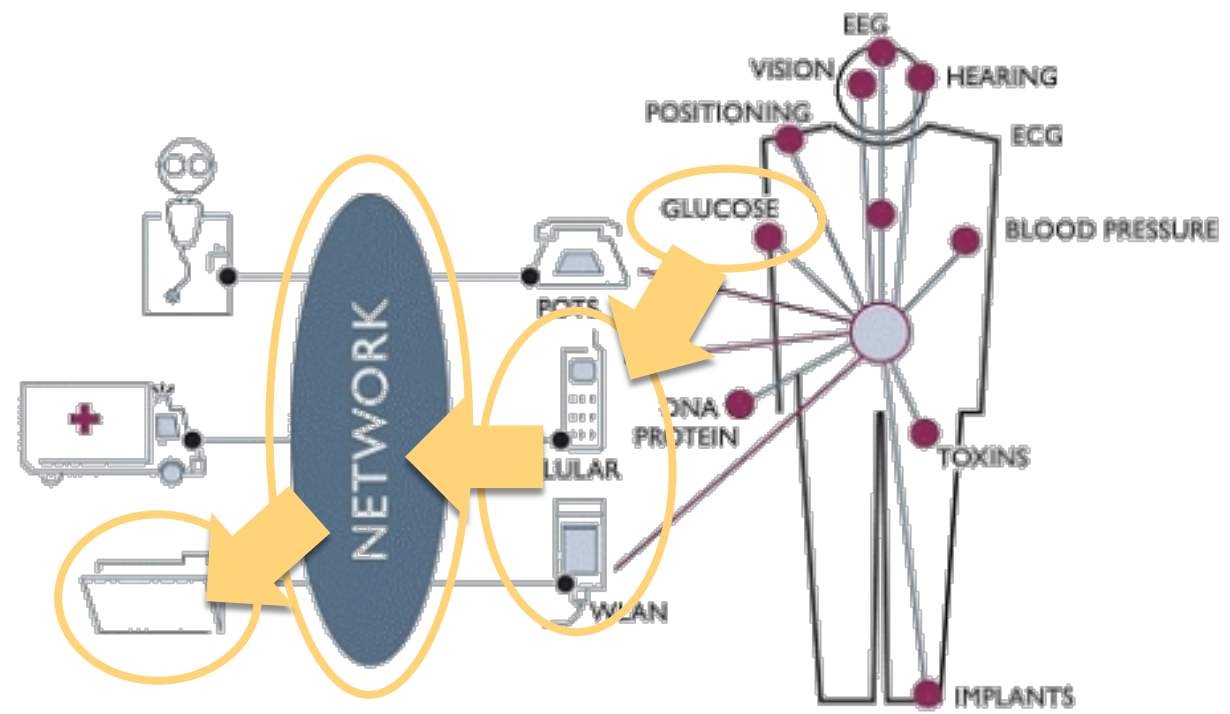
“Assisted living”

14

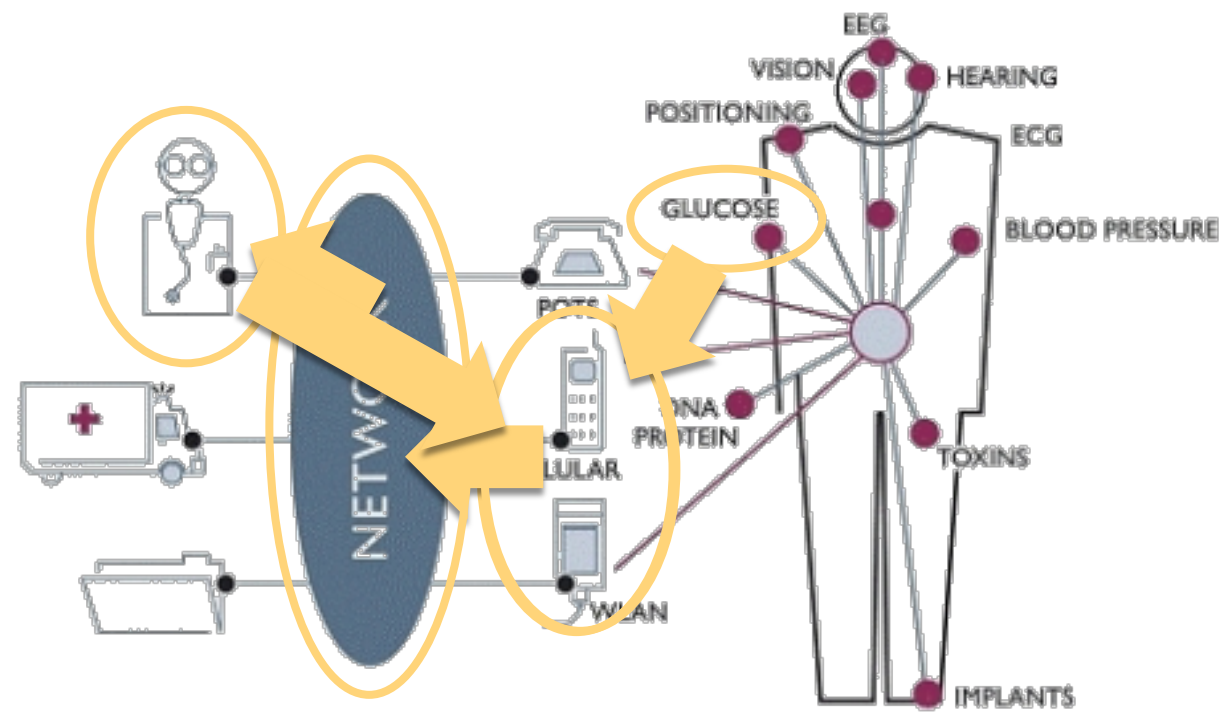
- Monitoraggio remoto dello stato di salute
- Rivelamento cadute
- Teleassistenza



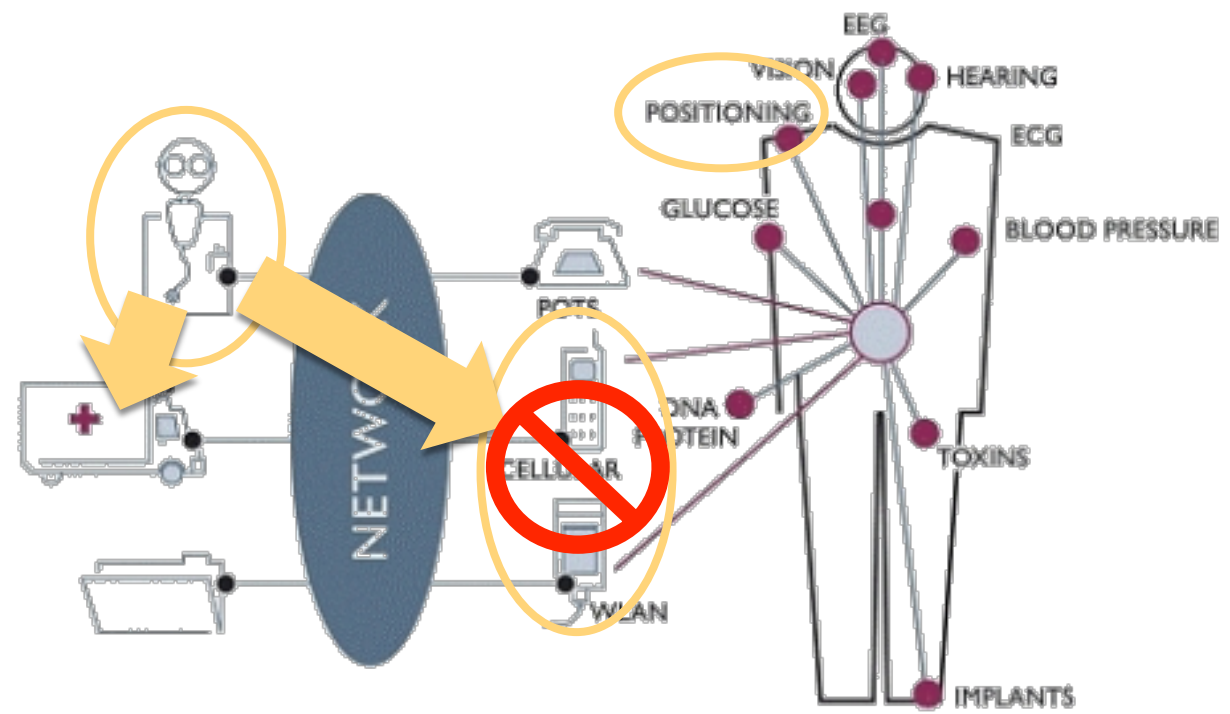
“Assisted living”

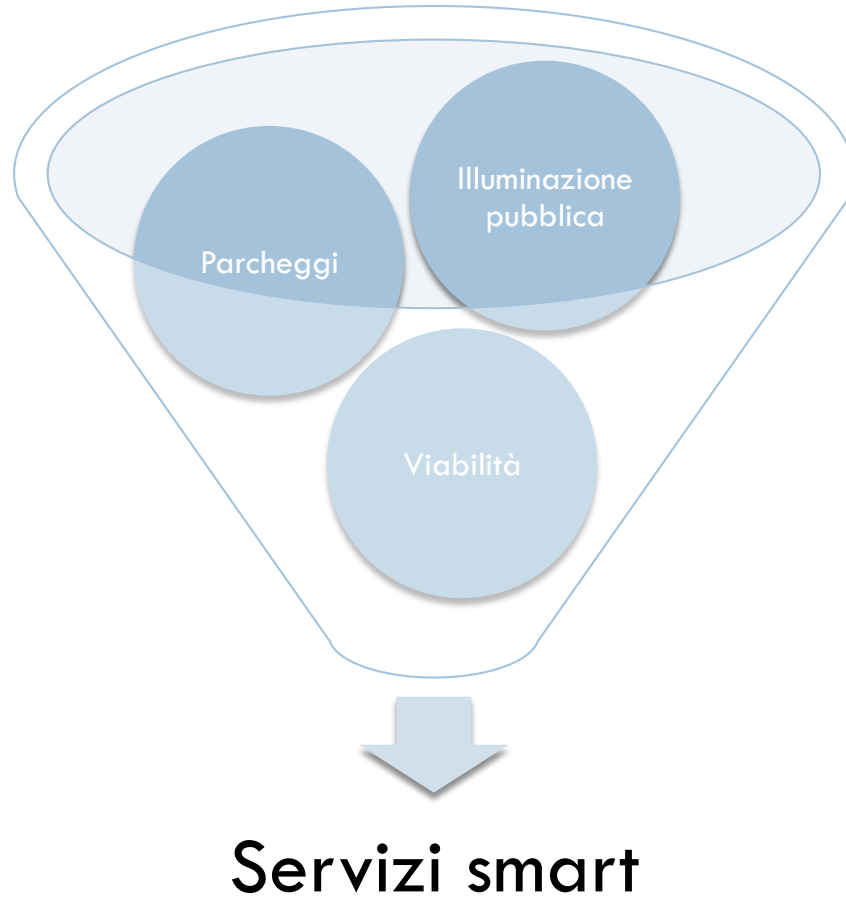


“Assisted living”



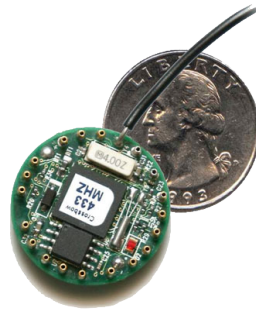
“Assisted living”





- **Monitoraggio** con possibilità di azionamento non real-time
 - Rifiuti, Parcheggi, Illuminazione pubblica, Comfort edifici, Integrità strutturale costruzioni (edifici/ponti), Monitoraggio ambientale (aria, inquinanti, corsi d’acqua, suolo), ...
- **Requisiti:**
 - Basso costo/lunga durata dei sensori
 - Basso costo infrastruttura: “place&play”
 - Processing dei dati offline

- **Interazione** quasi real-time
 - Musei intelligenti, assisted living, e-health
- **Requisiti:**
 - Basso costo/lunga durata dei sensori
 - Basso costo infrastruttura: “place&play”
 - Processing dei dati offline



21

Architetture e tecnologie abilitanti...

Tre approcci principali



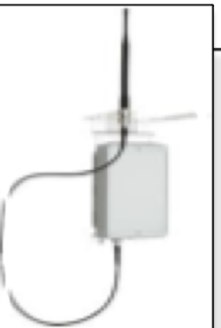
Short-range multihop

- ZigBee
- WiFi low energy
- RFID



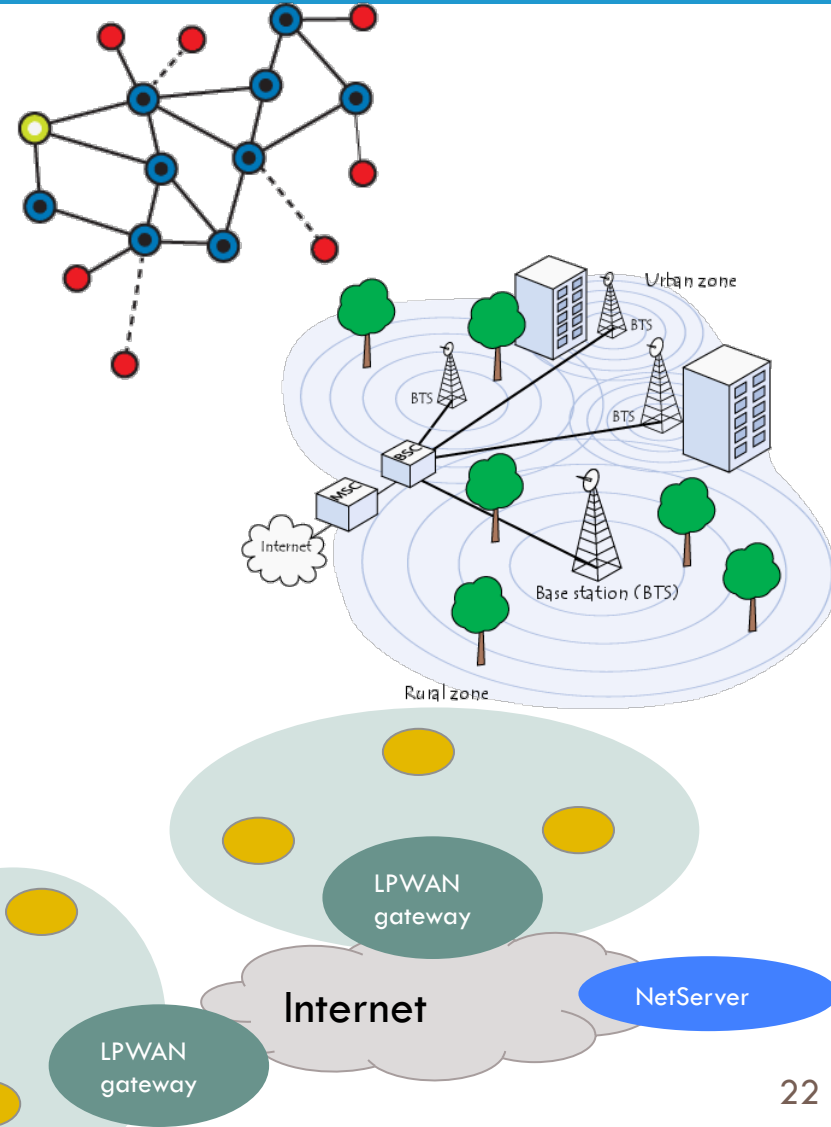
Cellular

- GSM
- LTE-A
- 5G

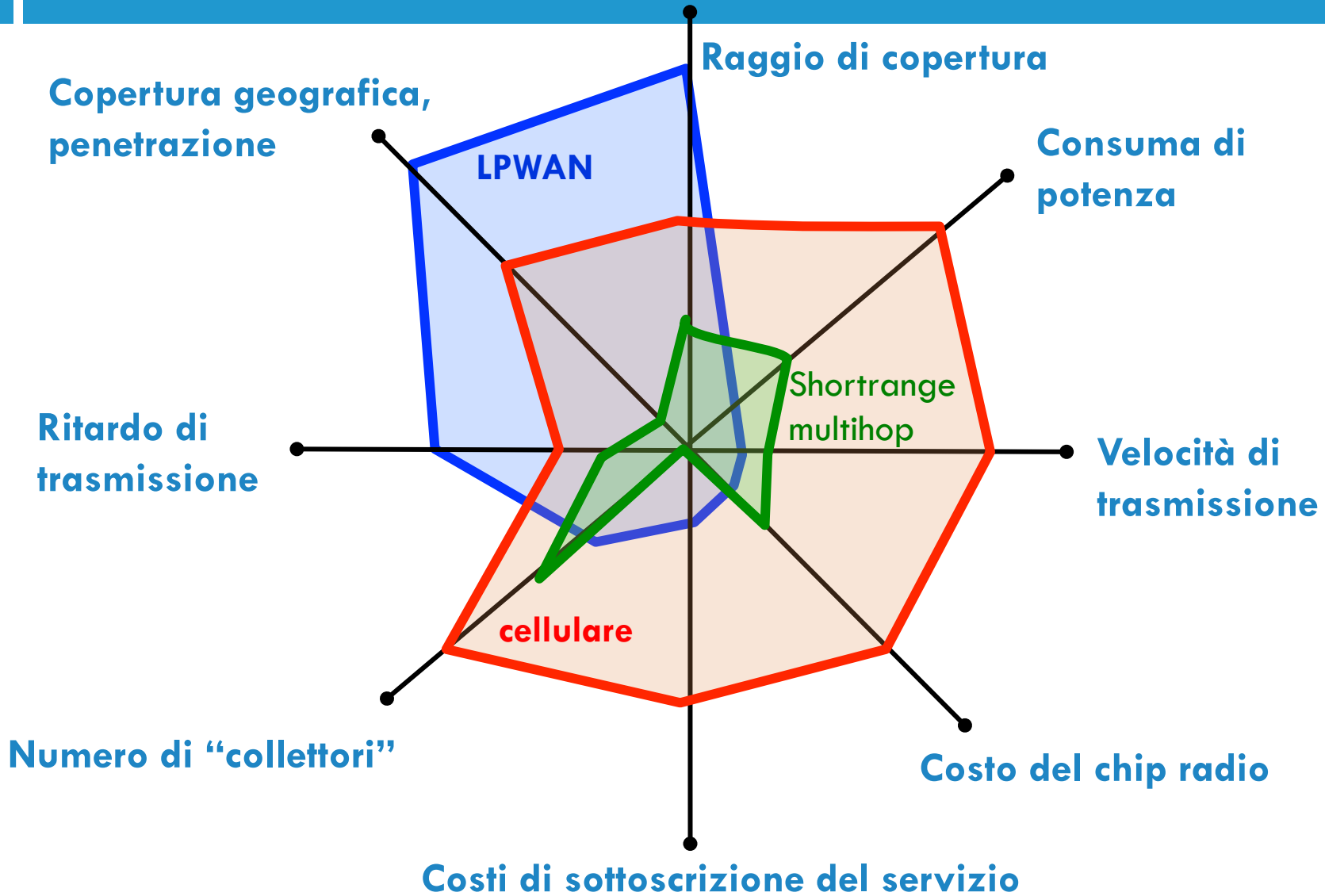


Low Power Wide Area Networks (LPWAN)

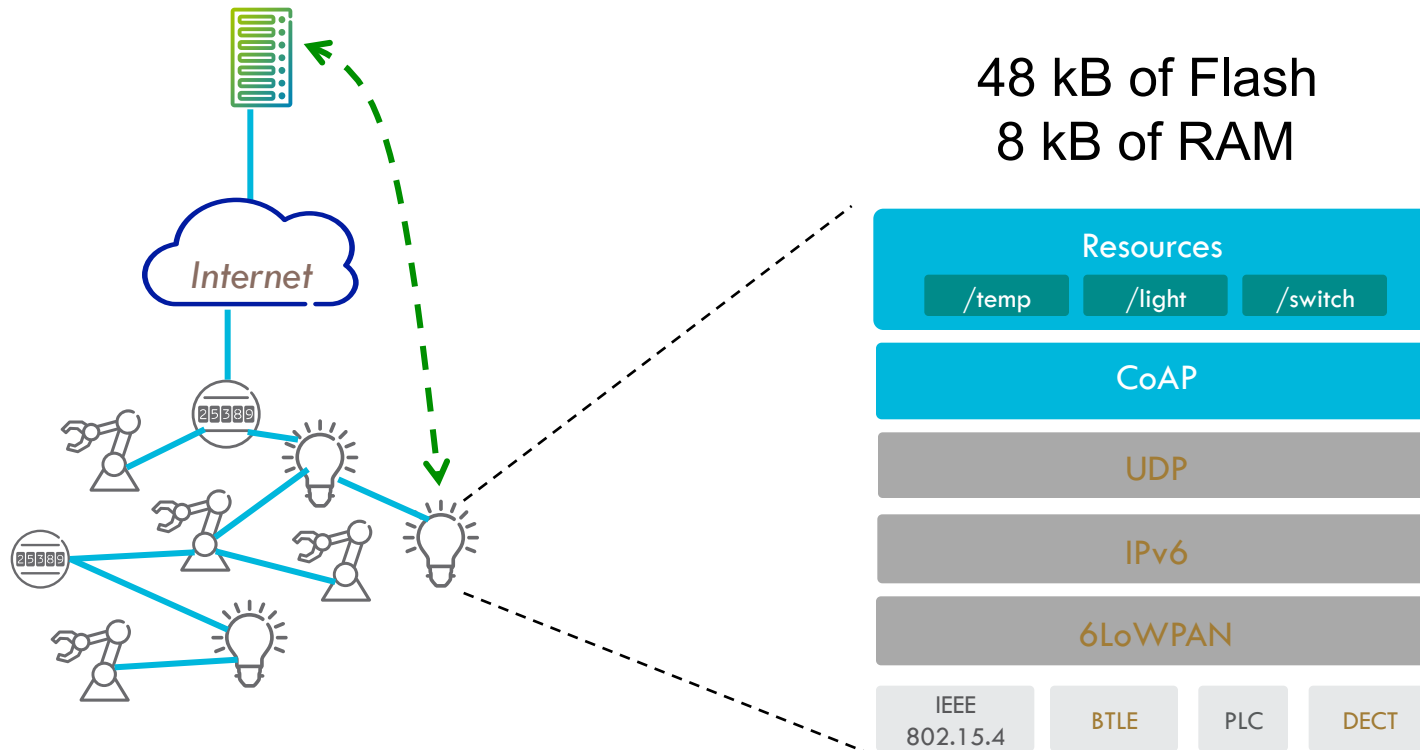
- SIGFOX
- Neul
- LoRa



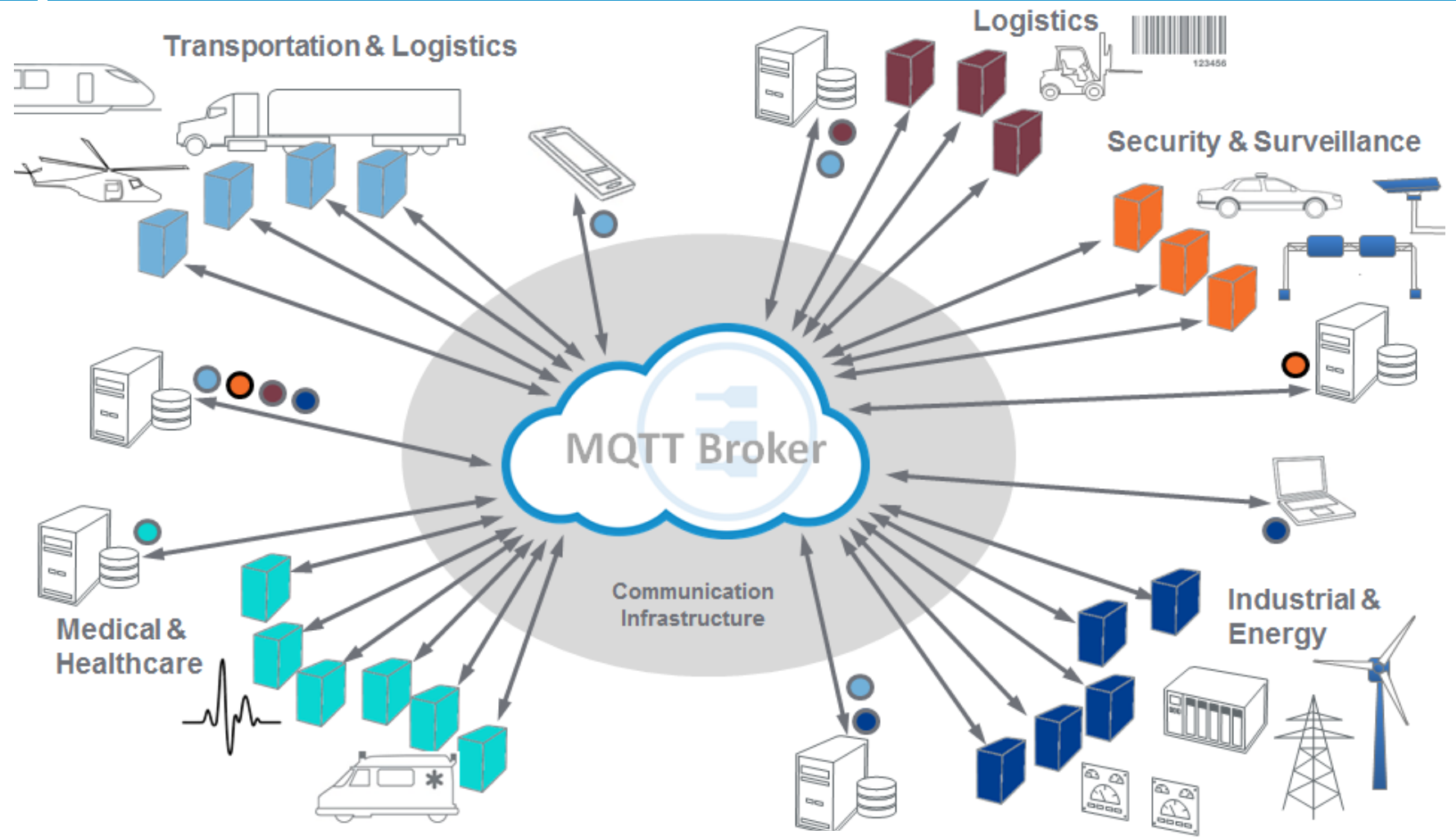
Un confronto veloce

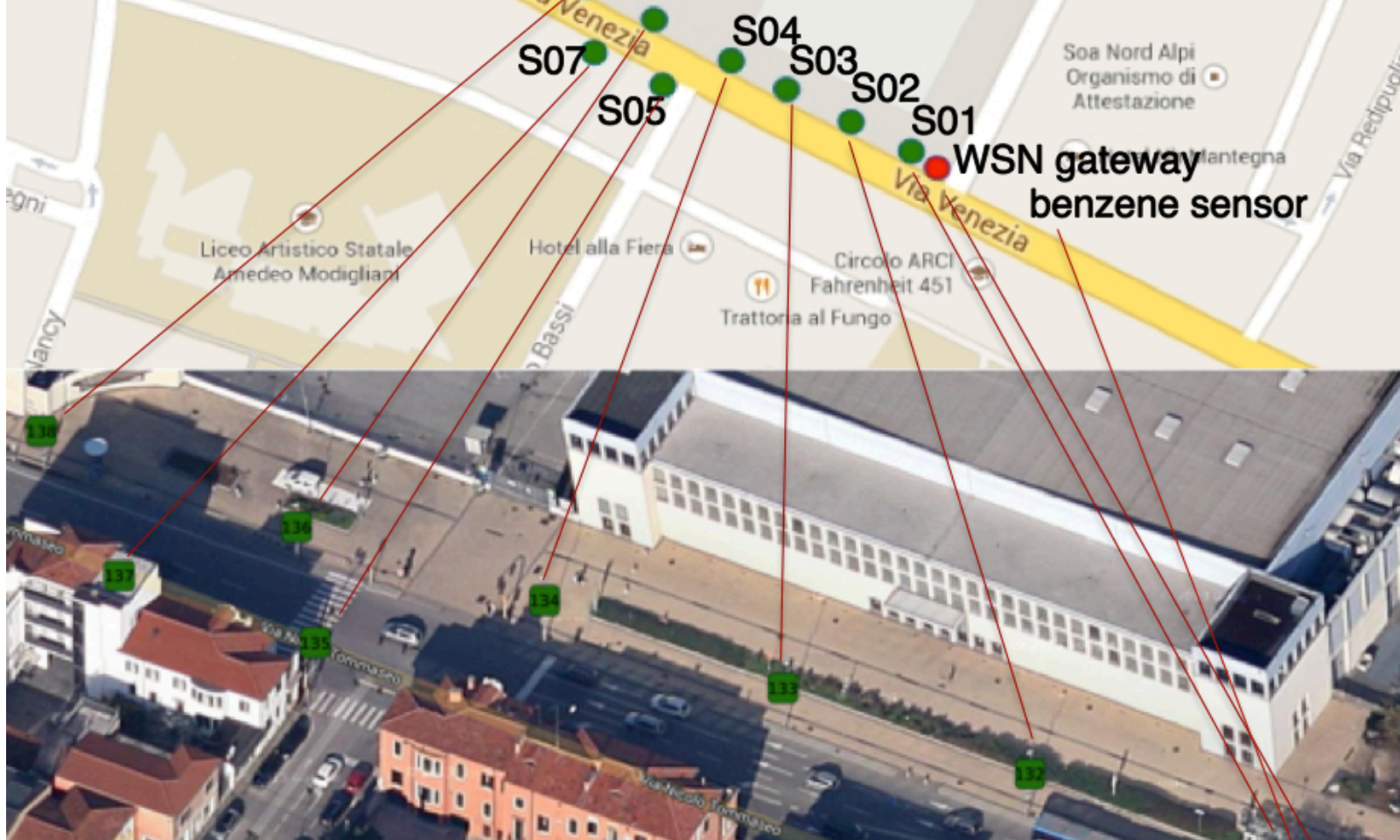


- Oggi su può implementare uno stack web completo su un sensore...



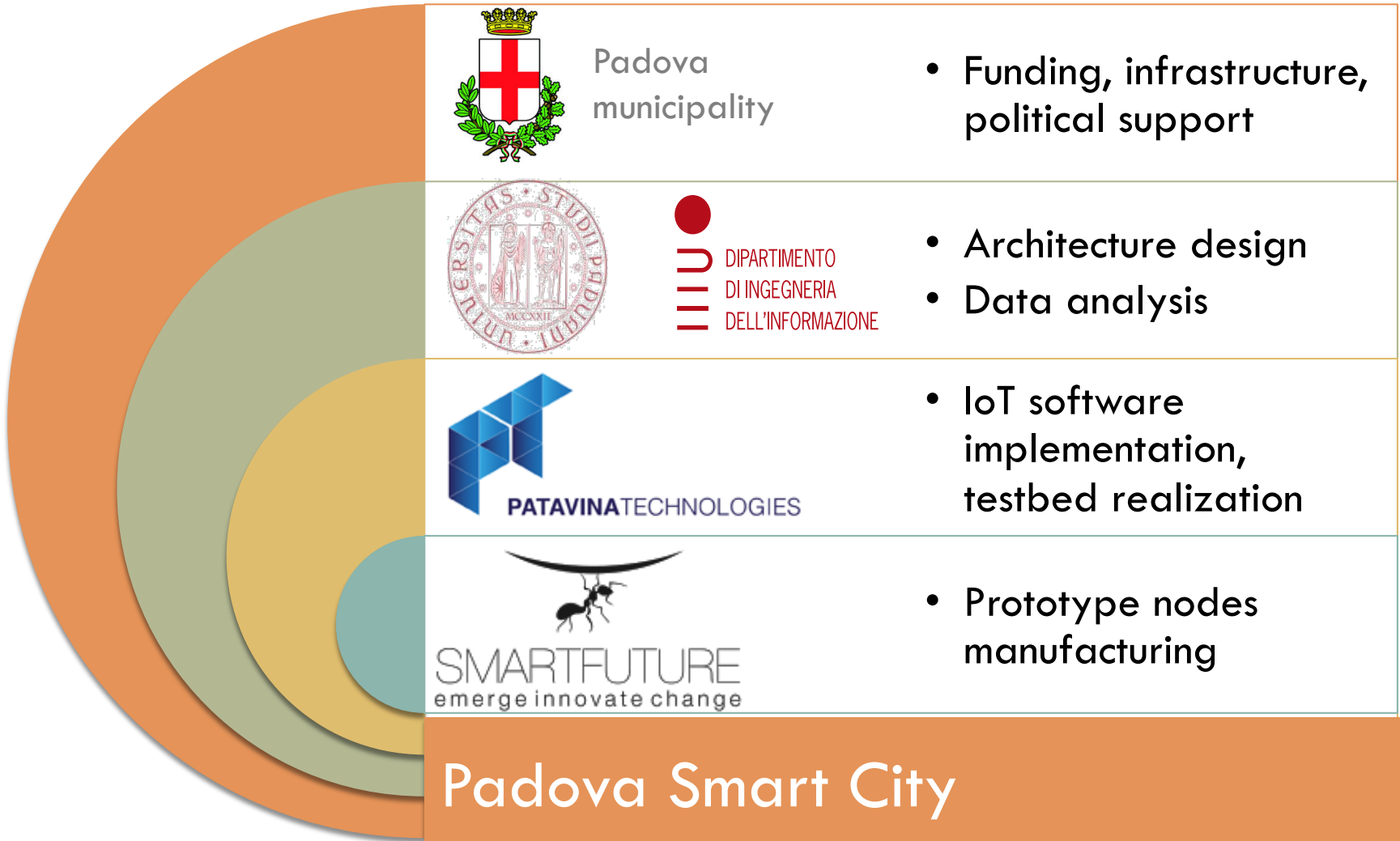
Produttore-Consumatore



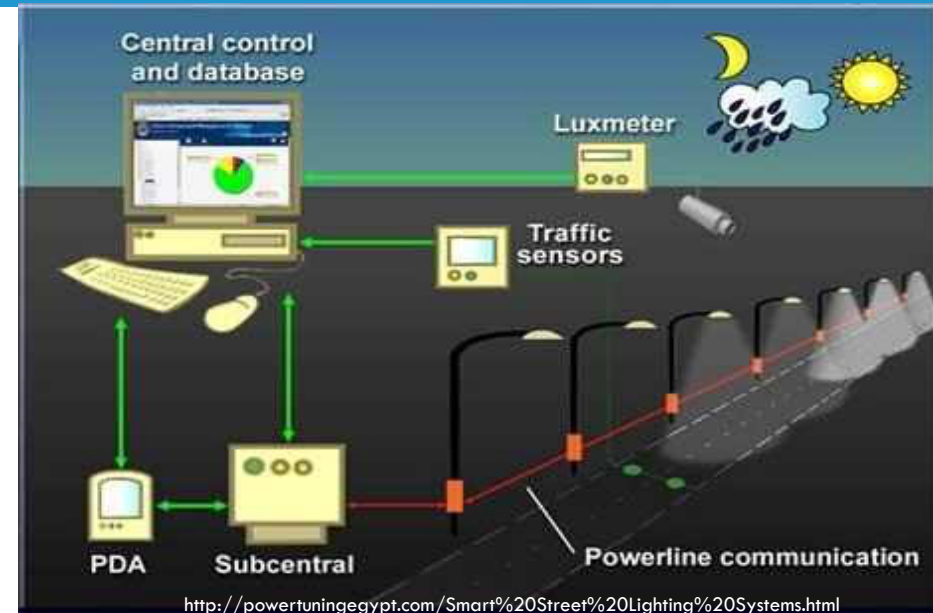


26

Esperienza pratica: servizi “passivi”



- Sensori sui lampioni
- Ottimizza intensità
 - ▣ Ora del giorno
 - ▣ Condizioni meteo
 - ▣ *Presenza di persone*
- Controlla stato lampione
 - ▣ Riduce tempo di ripristino
 - ▣ Riduce costi
- Altri servizi
 - ▣ Monitoraggio ambientale
 - ▣ *Wifi pubblico*
 - ▣ *Monitoraggio traffico...*



Patavina Technologies
VPN server

IPv4
SSL
IPv4

Secure VPN



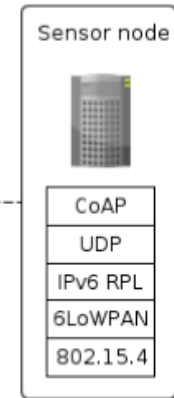
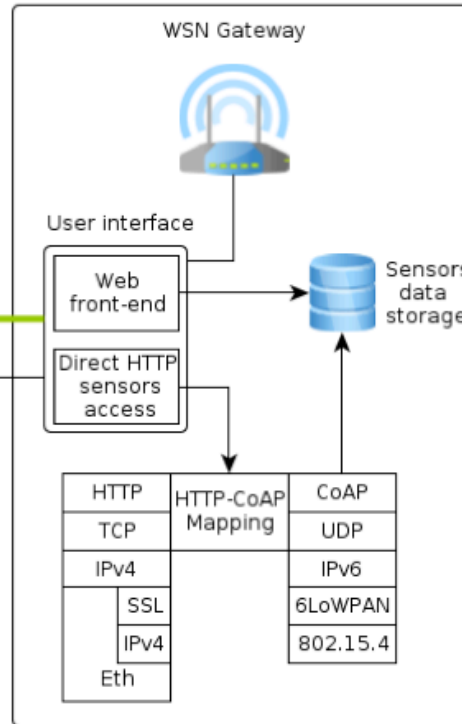
Padova municipality's
network infrastructure

Remote User

HTTP
TCP
IPv4
SSL
IPv4

Local User

HTTP
TCP
IPv4



Sensor node



Sensor node



- Ogni nodo legge i dati dei sensori ogni 5'
 - ▣ Intensità della luce
 - ▣ Temperatura
 - ▣ Umidità
 - ▣ *Benzene*
- La media di 3 letture è memorizzata sul nodo
 - ▣ Un valor medio ogni 15 minuti
- Un pacchetto può portare 7 valori (medi) per ognuno dei 4 sensori
 - ▣ Il pacchetto trasmesso al gw ogni $7 \times 15' = 105'$

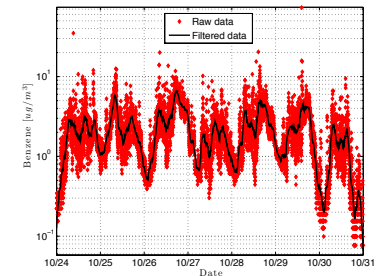
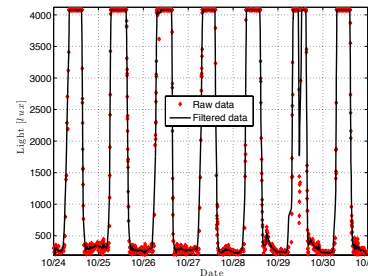
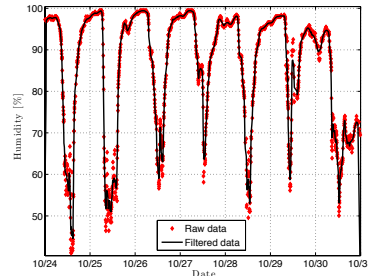
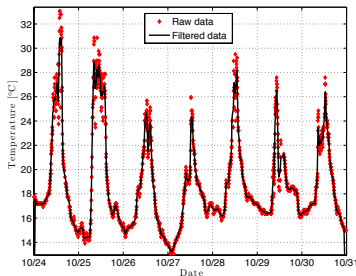
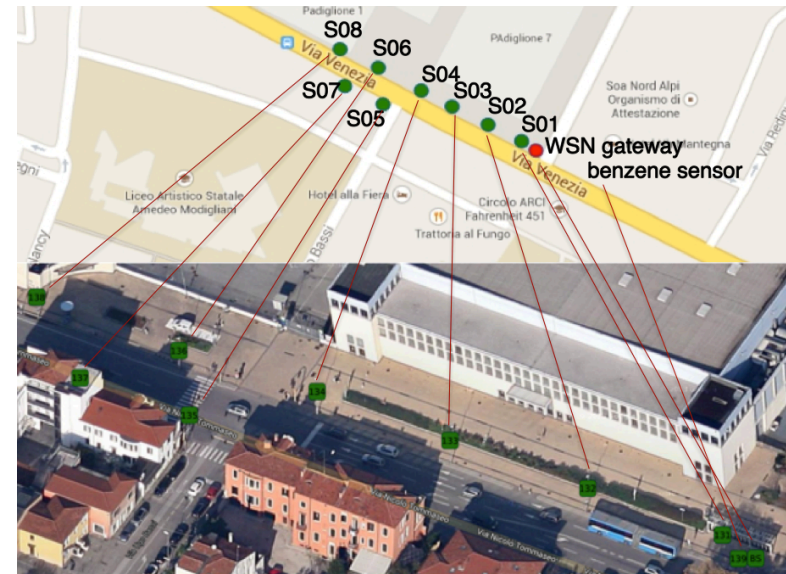
Installazione dei nodi

31



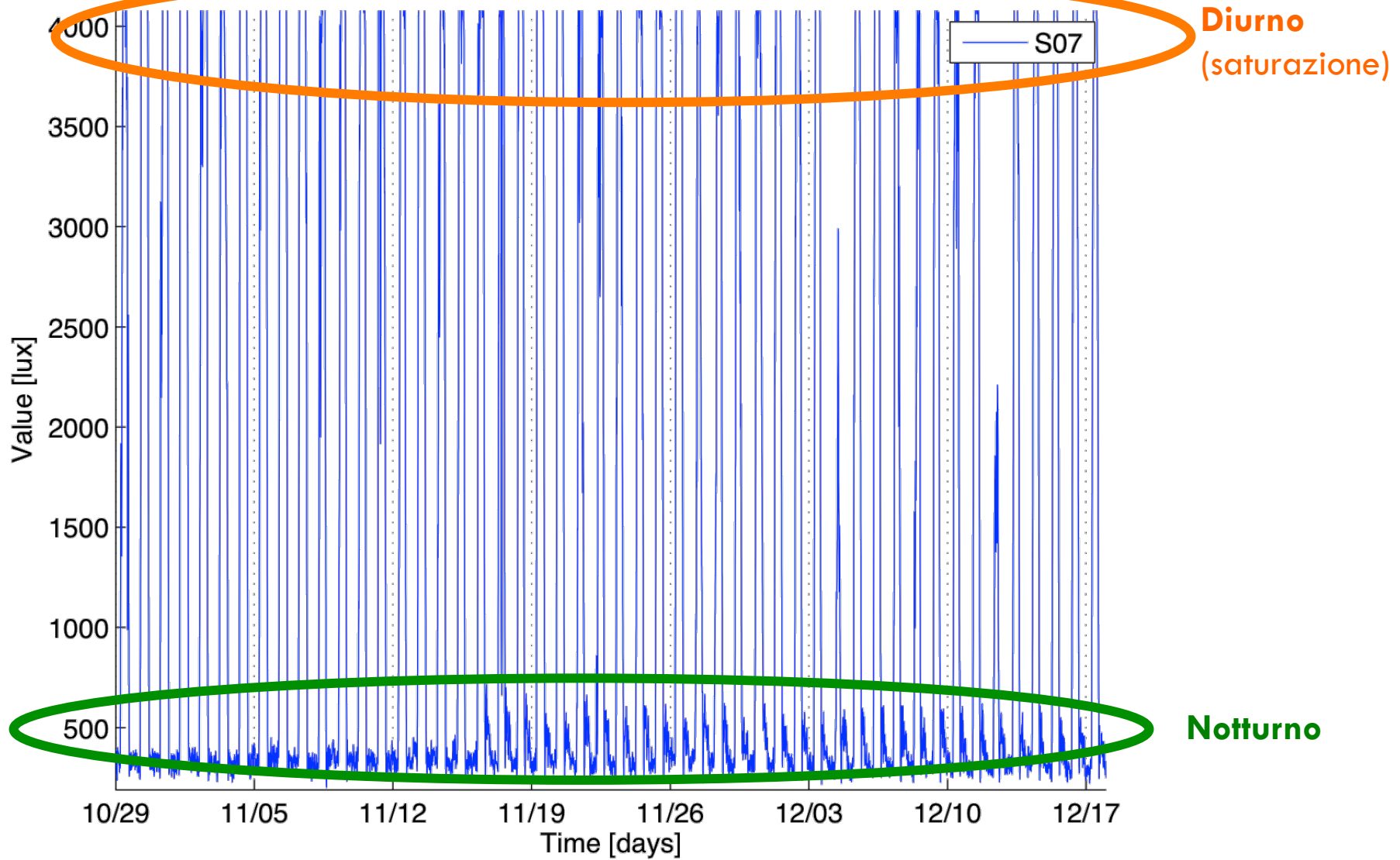
I nodi sensore sono protetti da una scatola di plastica trasparente che permette la circolazione d'aria

- Ogni nodo è geograficamente localizzato
- Alimentati da batterie
 - ▣ Unico nodo connesso a rete elettrica è il collettore con sensore benzene (energivoro)

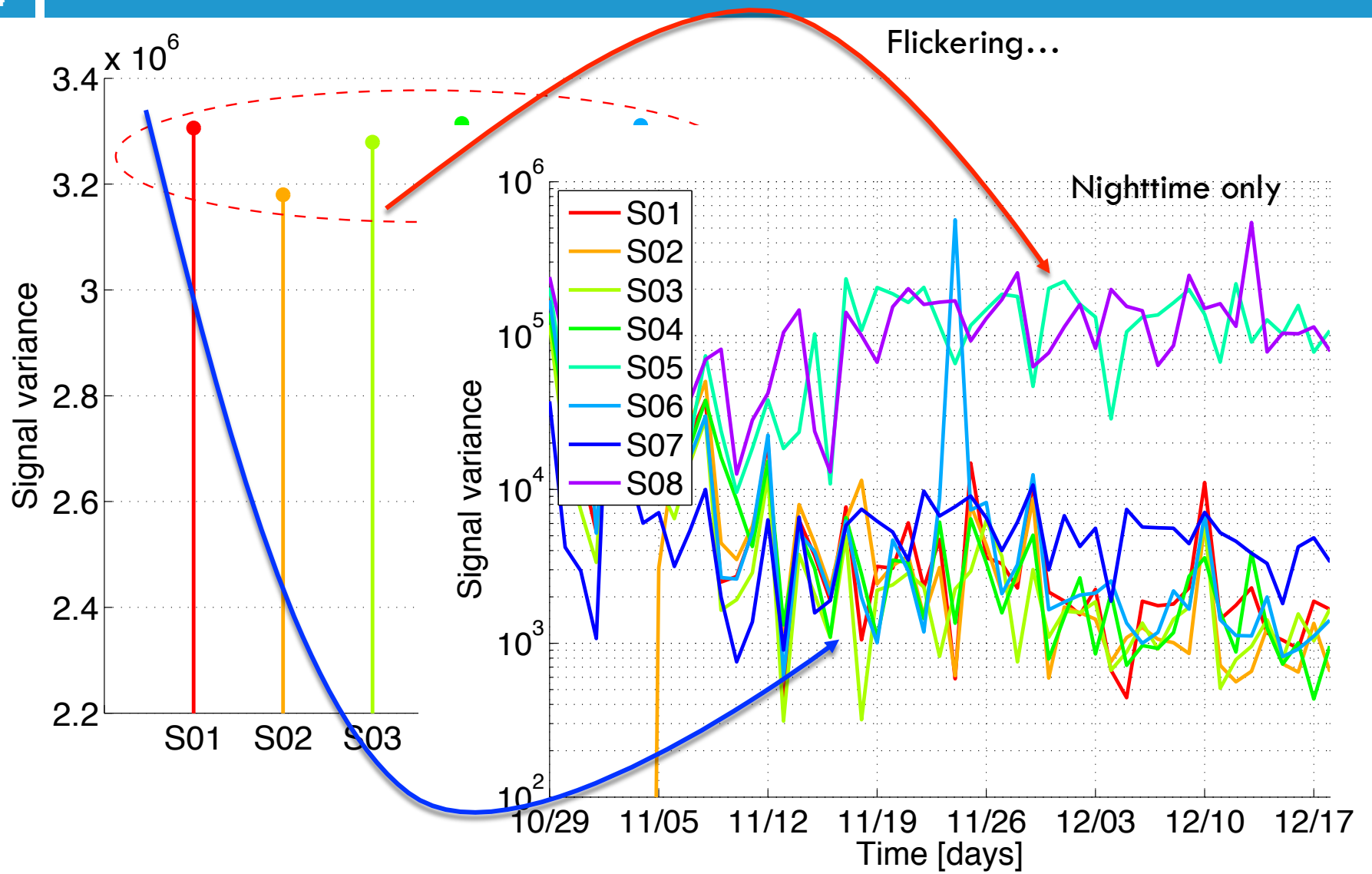


Esempio di segnale rilevato

33

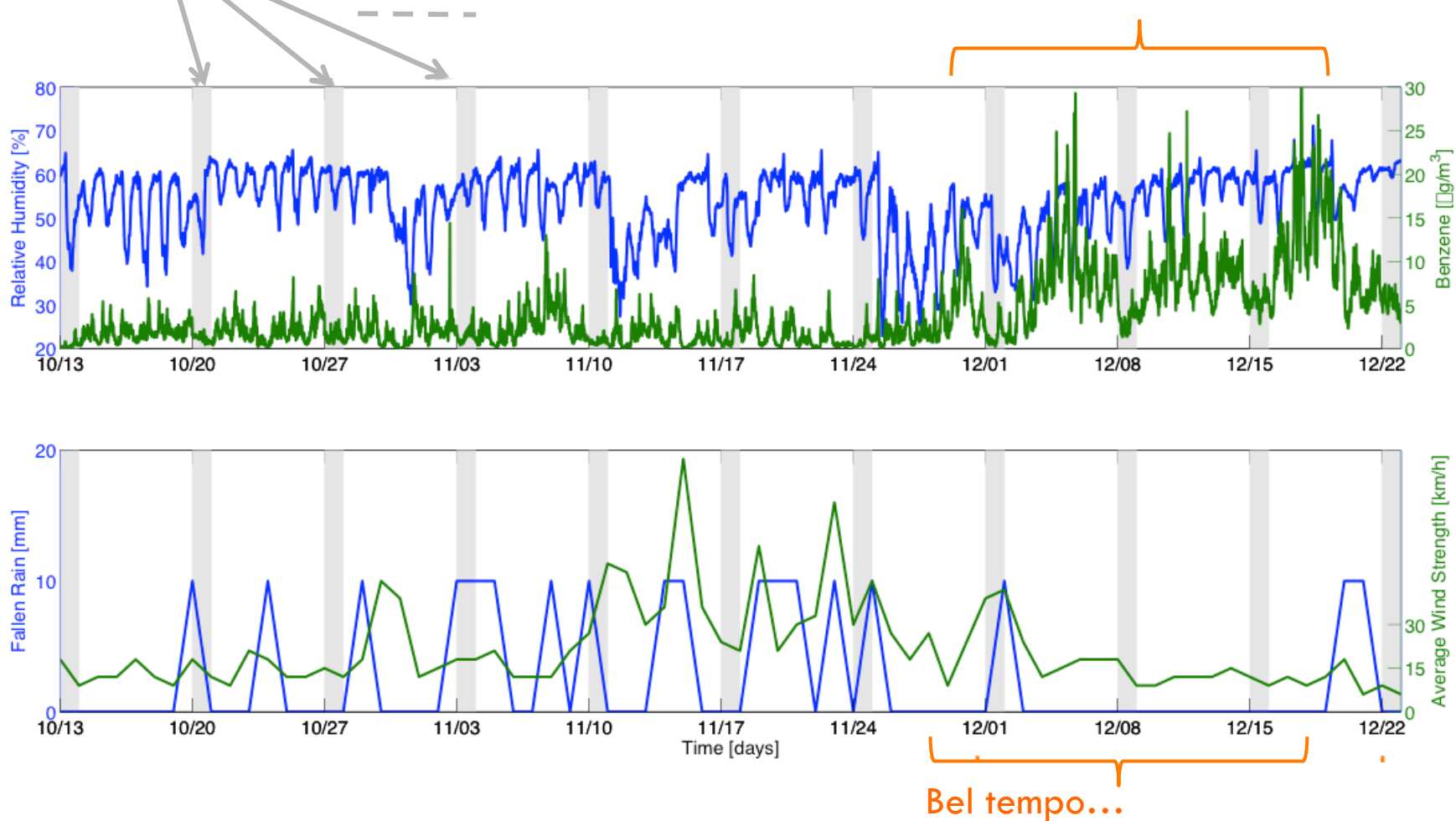


Analisi della varianza

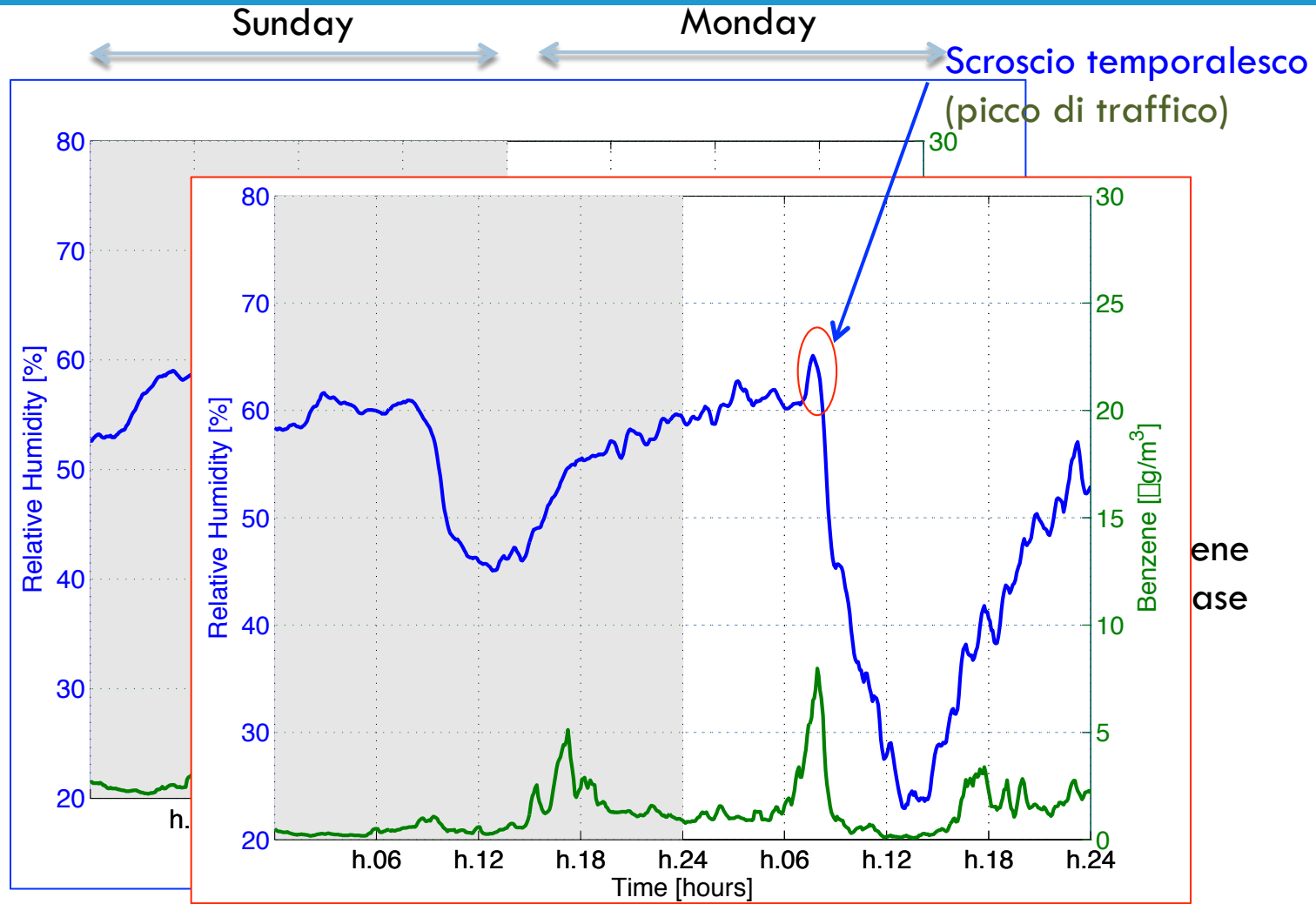


Domeniche

Maggior inquinamento...



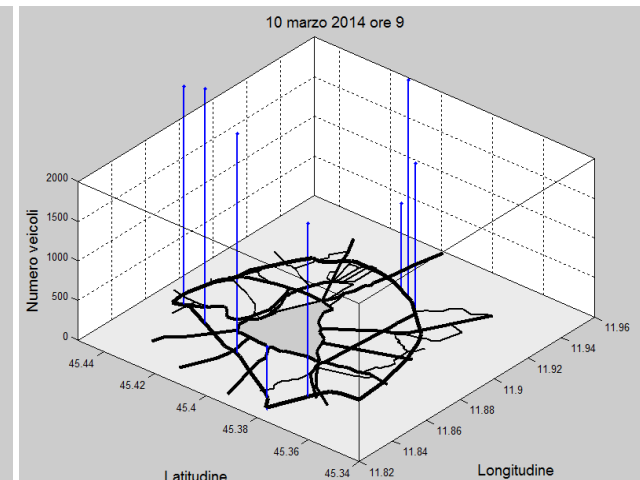
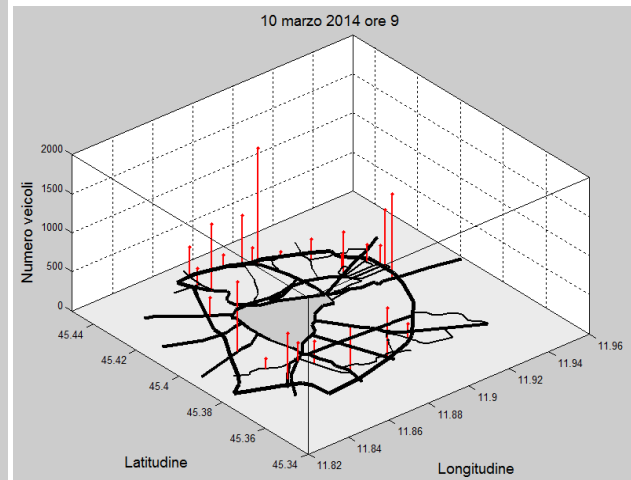
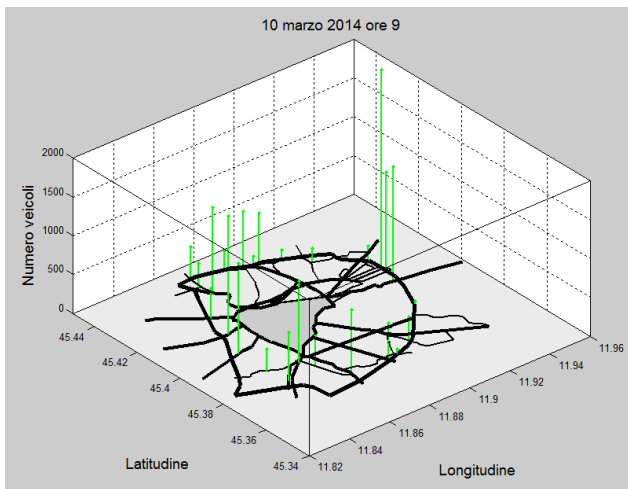
Inquinamento e giorni della settimana



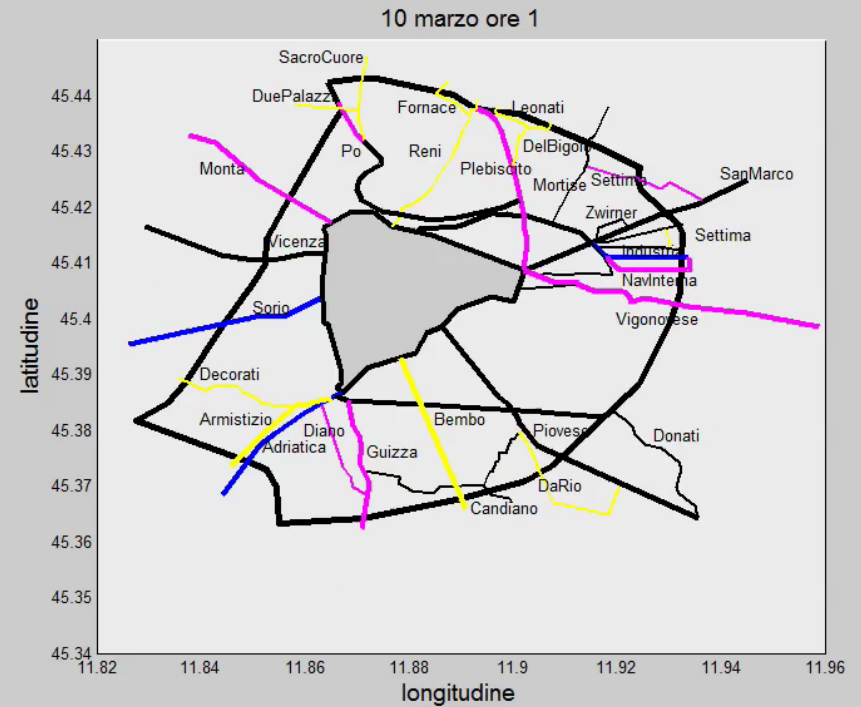
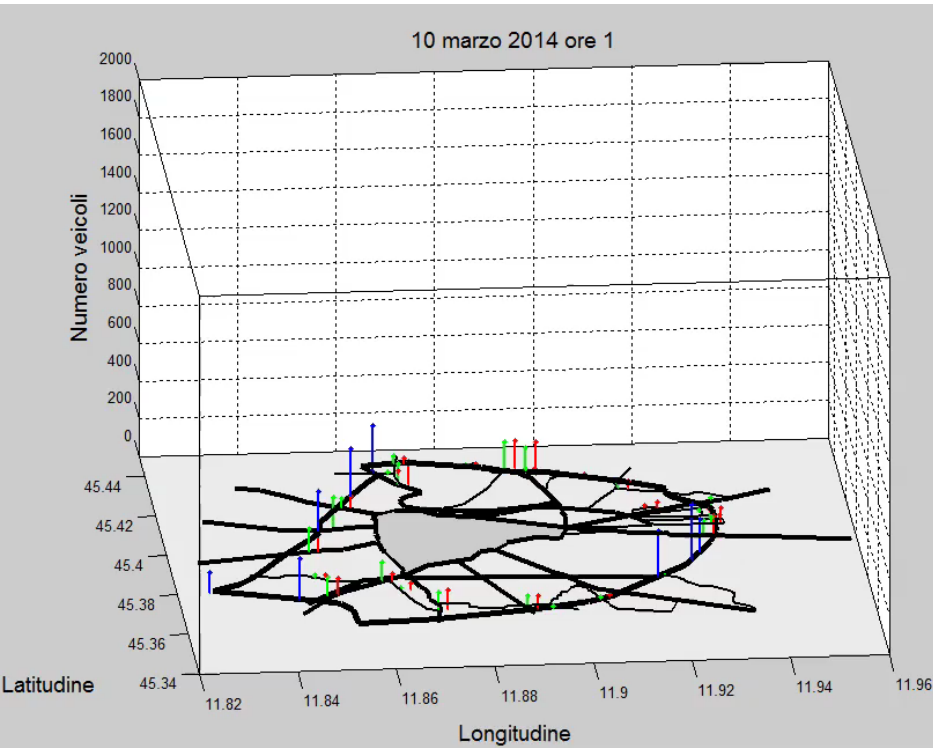
Analisi del traffico veicolare

37

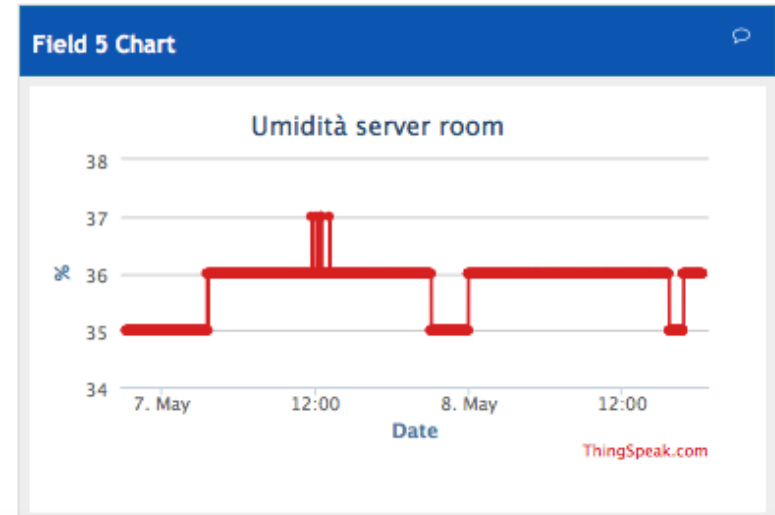
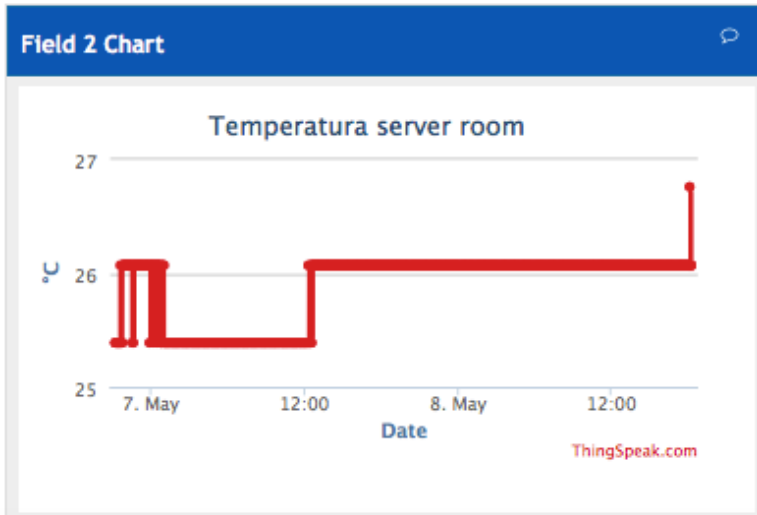
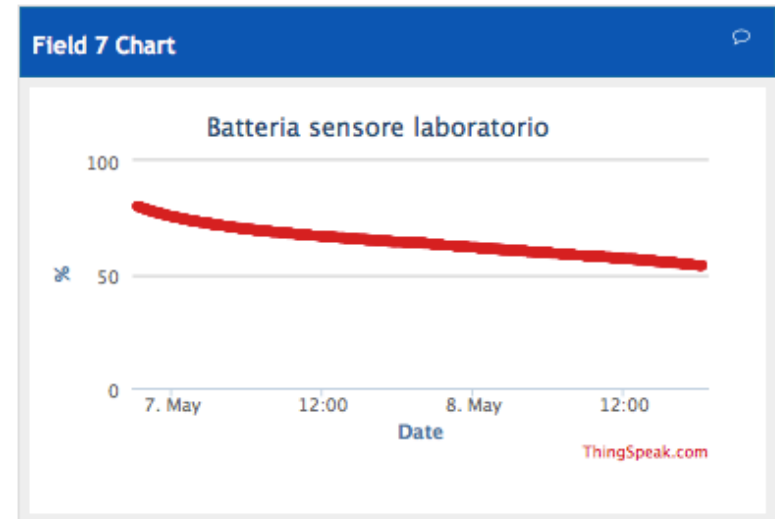
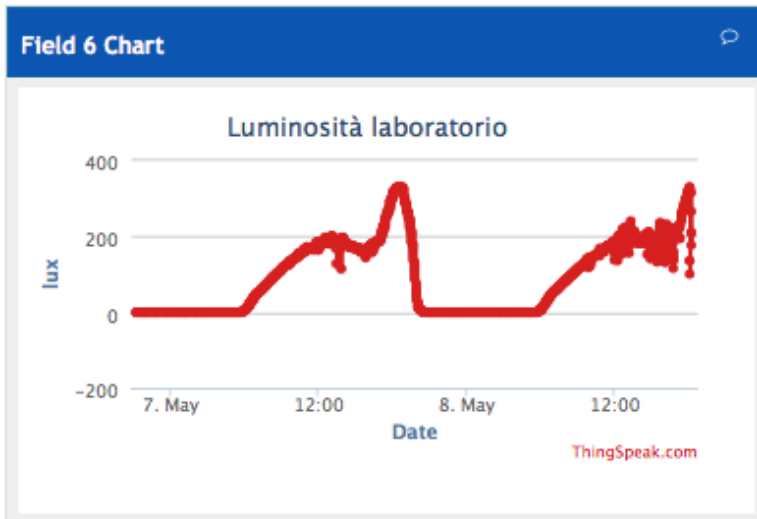
- Studio del traffico di veicoli per il comune di Padova nell'intervallo di tempo Marzo-Novembre 2014: viene considerato il numero di veicoli passanti (ingresso/uscita)
- In verde sono indicati il numero di veicoli in ingresso alla città, in rosso il numero di veicoli uscenti, in blu quelli rilevati dalle centraline nel perimetro esterno alla città.



Analisi del traffico veicolare



Esempio: monitoraggio ambientale





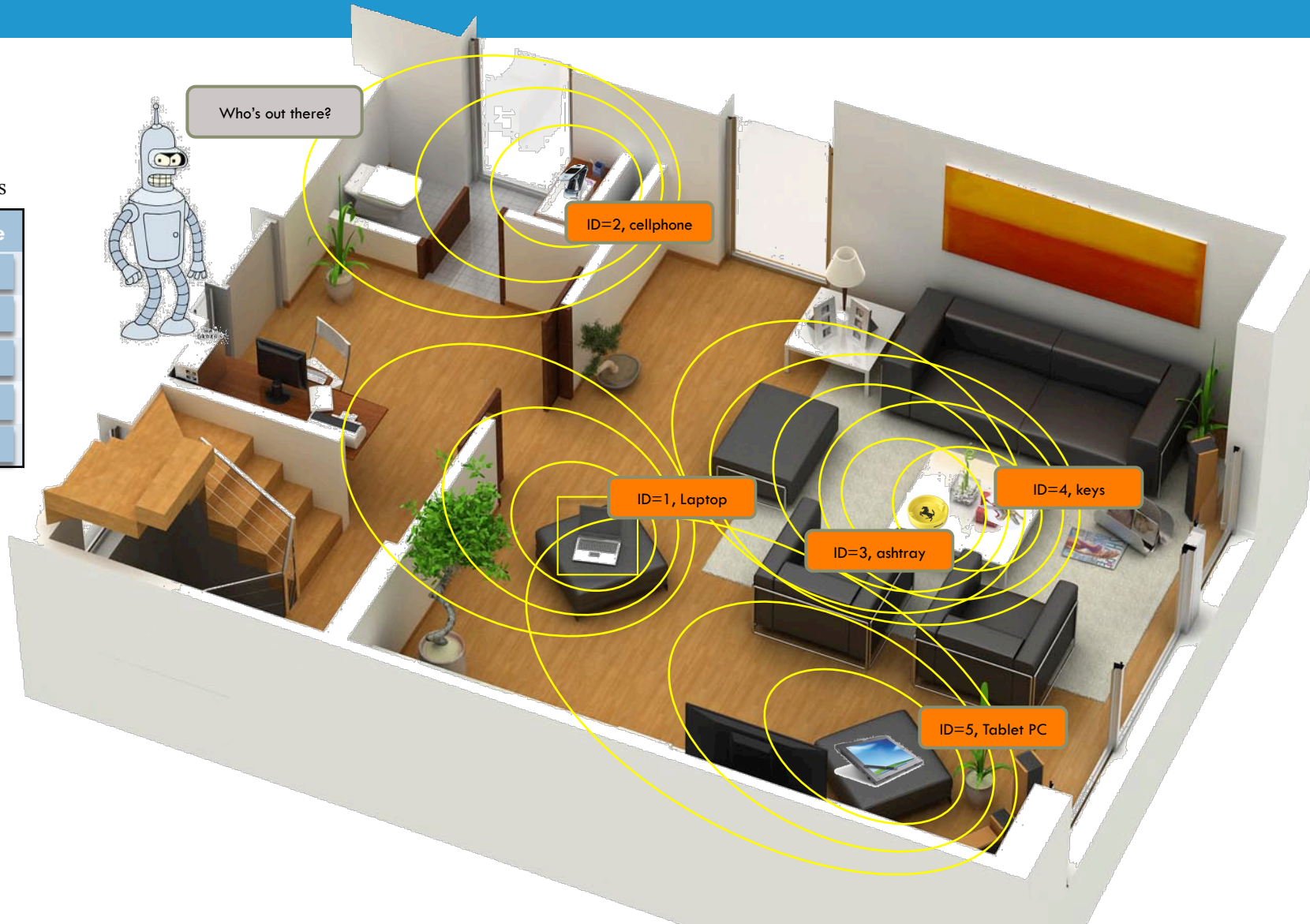
40

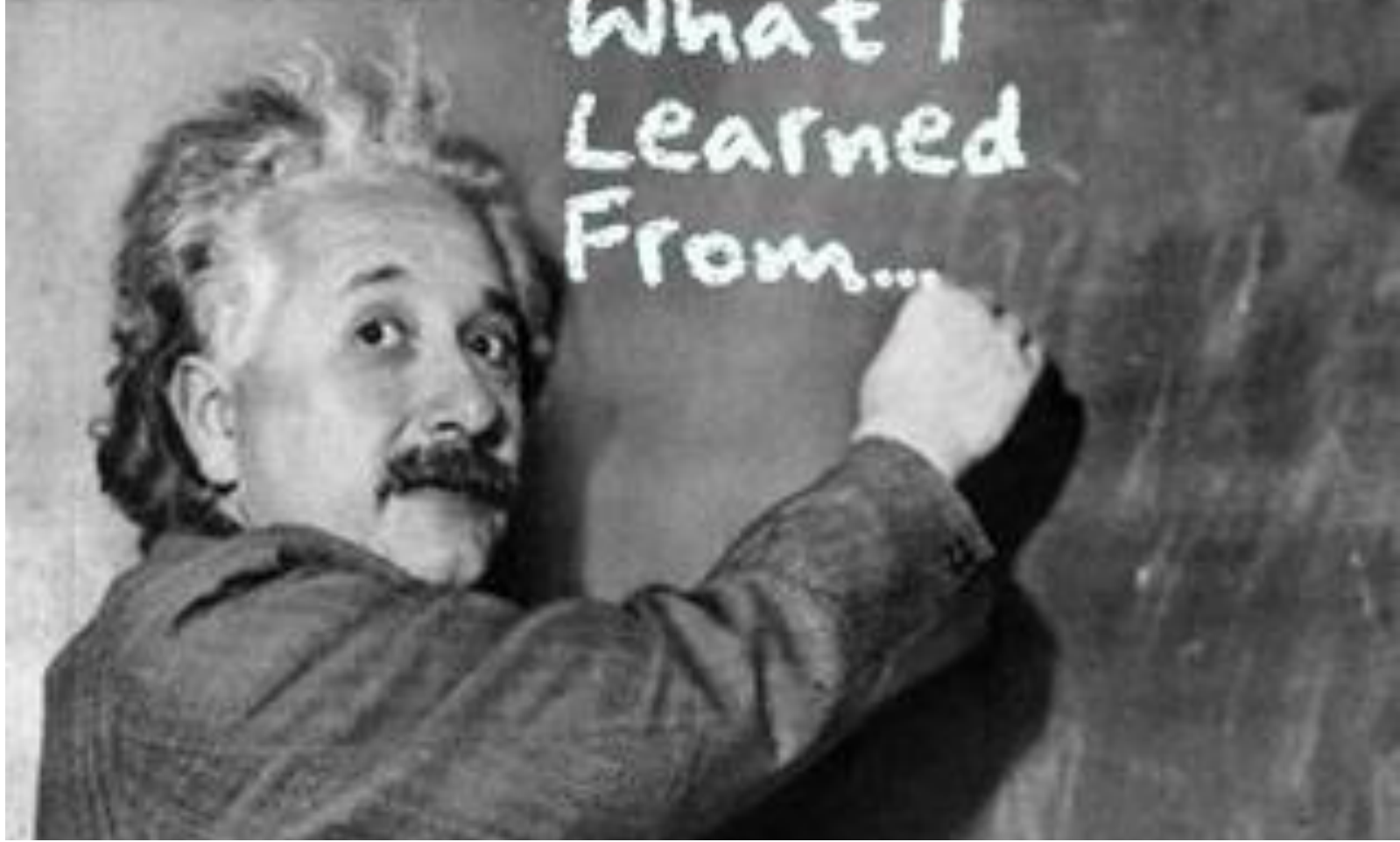
Esperienza pratica: ambienti intelligenti

- Localizzazione del visitatore usando mappatura radio indoor
- Interazione con le opere basata sulla posizione del visitatore, or altre tecniche
 - ▣ Near field communication
 - ▣ QRcode
 - ▣ Bluetooth
- Percorsi personalizzati in base alle preferenze
- Realtà aumentata

Smart Objects Lists

ID	Object type





43

Take home message

- La raccolta dati è fondamentale per l'individuazione di esigenze e la progettazione di servizi
 - ▣ Ambientali, traffico, utenza, ...

- I dati spesso ci sono, ma...
 - ▣ Sono difficili da reperire
 - Varietà di enti → diversi responsabili → confidenzialità
 - ▣ Difficile da interpretare
 - Raccolti in modo estemporaneo/lacunoso
 - Mancanza di contesto
 - Rappresentazioni diverse
 - Supporti/storage diversi

- Una IoT può generare “tonnellate” di dati “grezzi”...
 - ▣ Problemi di storage
 - ▣ Problemi di processamento
 - ▣ Problemi di costo (storage/processing/trasmissione)
- È necessario estrarre informazione utile
 - ▣ Analizzando singoli flussi di dati
 - ▣ Incrociando dati di natura diversa
 - ▣ Considerando il contesto

- Sensori e tecnologie di interconnessione per la raccolta dei dati
 - ▣ Sistemi wireless short-range
 - ▣ Sistemi wireless long-range
 - ▣ Sistemi cablati
- Protocolli e standard per rappresentare i dati e renderli facilmente fruibili
- Algoritmi e software di data analytics per estrarre e rappresentare informazione

- Modelli economici/politici per
 - ▣ Giustificare l'investimento iniziale
 - ▣ Innescare il meccanismo virtuoso "win-win"
 - ▣ Sviluppare nuovi business e migliorare i servizi



MantovArchitettura

POLITECNICO
MILANO 1863

Mantova Smart city

Andrea Zanella

 andrea.zanella@unipd.it



SIGNALS processing &
NETWORKING research group

martedì 10 maggio 2016 | h 18:00 | FUM, Aula Magna | Mantova

50

Materiale aggiuntivo

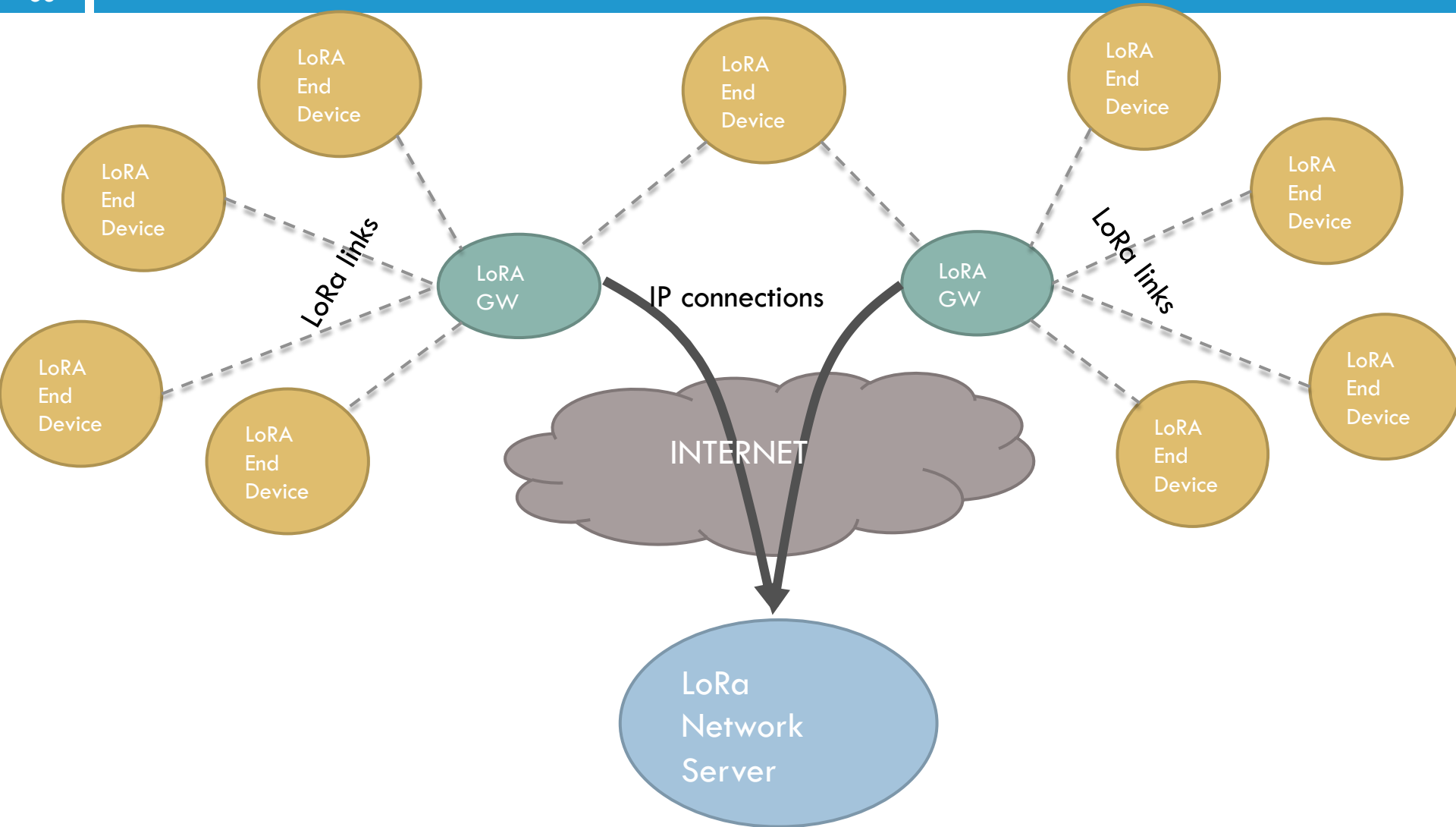


51

Esperienza pratica: LPWAN

- Proposta da SemTech (France) che detiene il brevetto per la parte radio
- LoRaWAN sviluppata dalla *LoRa Alliance*
 - Cisco, IBM, INTEL, SemTech, ...
- Capacità & Copertura
 - ▣ da 10^2 a 10^4 bit/s su distanze da 1-3 km in EU

LoRa™ system architecture

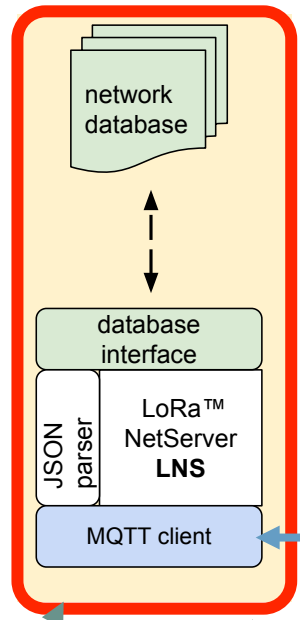


Architecture LoRaWAN di PT

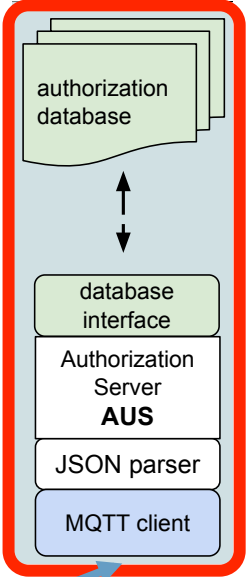


PATAVINATECHNOLOGIES

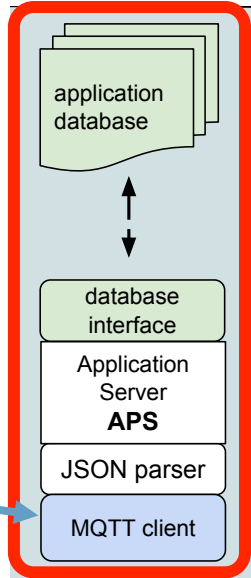
NetServer



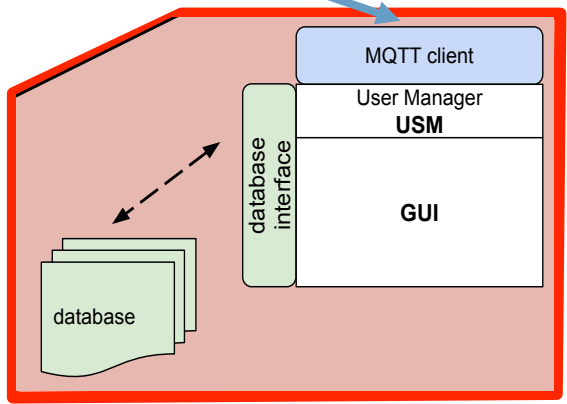
AuthServer



AppServer



WebServer



LPWAN: profilo generale

55

- Bande di frequenze libere (ISM)
 - In Europa: *Short Range Device* 860 MHz: 863-870 MHz
 - “Short Range” ma la regolamentazione riguarda solo **potenza di trasmissione e occupazione di canale**
- Diverse soluzioni
 - SIGFOX
 - LoRa
 - Weightless
 - Ingenu
 - ...

- Fondata nel 2009 e in forte crescita
 - ▣ Prima LPWAN sul mercato
- \$115 milioni da investitori come Telefonica e Vodafone
- Protocolli di rete proprietari
- Copertura:
 - ▣ 30-50 km in aree rurale, 3-10 km in area urbana (dichiarati)

Source: <http://www.sigfox.com/en/#!/connected-world/sigfox-network-operator>

Current network coverage and network deployment priorities :



Netherlands



Spain



Luxembourg



United kingdom



Denmark



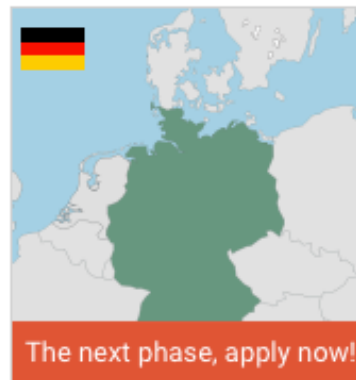
Portugal



Belgium

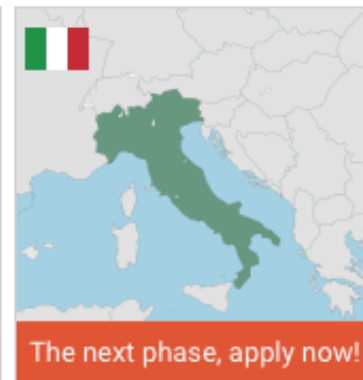


France



The next phase, apply now!

Germany



The next phase, apply now!

Italy



SEMTECH LoRA

Img source:

<http://wataridori.megamistudios.com/2015/04/the-dawn-to-end-all-nights-thats-what-we-thought-it-was/>

- Proposto da Neul, acquistato da Huawei nel 2014 per \$25 milioni
- Diverse versioni: Star topology, sub-GHz, TV white space

	Wightless-N	Wightless-P	Wightless-W
Directionality	1-way	2-way	2-way
Feature set	Simple	Full	Extensive
Range	5km+	2km+	5km+
Battery life	10 years	3-8 years	2-5 years
Terminal cost	Very low	Low	Low-medium
Network cost	Very low	Low	Low-medium

- Originariamente *On-Ramp Wireless*
 - ▣ Smart metering
 - ▣ Precursore dello standard 802.15.4k
 - ▣ Raccolto \$67 milioni di finanziamenti, principalmente da compagnie elettriche e di servizi
- Utilizza un sistema di trasmissione brevettato sulla banda ISM 2.4 GHz con grande raggio di copertura
 - ▣ Sistema di trasmissione/ricezione molto avanzato
- Capacità & Copertura
 - ▣ ~19kbit/MHz fino a 10 km in EU, 30 km in USA