

## Toponomastica e Georeferenzazione proporzionale alla finalità

Pierluigi Fedrizzi, Giuseppe Angelini, Mauro Bressan

I&S Informatica e Servizi S.r.l., Via dei Solteri 74, 38121 Trento (TN)  
T. +39 0461 402122, F. +39 0461 402114, eMail direzione@ies.it

### Premessa

Con l'avvento di Google Map sui cellulari la diffusione dell'utilizzo del GPS ed il concetto di georeferenzazione è diventato un concetto da "supermercato" banalizzandone così l'uso stesso. A fronte di una positiva diffusione del GPS si avverte una pericolosa non conoscenza dei suoi aspetti tecnologici ed una mancanza di consapevolezza dei costi per utilizzare precisioni necessarie a scopi professionali: da qui la definizione di "Georeferenzazione" proporzionale.

### Un uso specifico del GPS

L'applicazione concreta del DM TARIP del 20.04.2017 (Tariffa Puntuale) e l'entrata in gioco dell'Autorità di Regolazione ARERA, hanno enfatizzato la situazione sopra descritta, a seguito dalla necessità di una rendicontazione del Servizio non più solo macro (peso del rifiuto sul mezzo) ma della misura puntuale dell'utente (da cui tariffa puntuale). La Posizione (Lat Long) dei dati raccolti e la quantificazione dei Km percorsi lungo Assi stradali da cui discendono i tempi necessari alla realizzazione del Servizio addebitato al cittadino sono fondamentali per dare oggettività ai costi industriali che influenzano la Tariffa nell'ambito di un processo organizzativo non più di tipo Burocratico ma di tipo Industria 4.0.

La georeferenzazione del dato raccolto fornisce una oggettività spaziale e temporale agli svuotamenti ed alle pesate puntuali che tramite i TAG Rfid devono essere associate alle Utenze (produttore del rifiuto) che a loro volta hanno un indirizzo (Toponomastica).

### Le Tecnologie Abilitanti nella Raccolta Rifiuti

Nell'introdurre l'argomento va ricordato che la TARI (=Tariffa Patrimoniale), che il legislatore vuole abbandonare, viene calcolata in funzione della superficie abitata e relative pertinenze mentre la TARIP (=Tariffa Puntuale) che si tende ad adottare, dovrebbe consentire al cittadino di pagare in base alle quantità di rifiuto prodotta e quindi è legata al numero dei componenti familiari esattamente come l'acqua ed il GAS. Si tratta quindi di erogare un Servizio di tipo territoriale che va quantificato e misurato e qui intervengono le Tecnologie che nel loro insieme vengono riassunte nello schema di Fig. 1

Le Tre tecnologie di base usate in combinazione sono: RFID (Radio Frequency Identification), GPS (Global Position System) e GPRS e Wi-Fi; le altre sono tipiche del mondo IT che si danno per note. Approfondiamo solo i termini usati nel mondo dell'identificazione RFID onde non confondendo le Tecnologie con gli Oggetti e le Caratteristiche con le Funzionalità:

- RFID (Radio Frequency IDentification) è il nome della Tecnologia.
- Trasponder è il nome dell'oggetto che contiene la Tecnologia RFID.
- CHIP è un modo improprio di definire il Trasponder anche se di fatto un RFID passivo è costituito di due parti: un Chip ed una antenna.
- TAG è una definizione migrata dal mondo di Internet dove viene usato come sinonimo di Marcatore e/o Identificatore.

I Tag UHF (Ultra High Frequency) 866 MHz sono quelli oggi usati da quasi tutti gli operatori del settore Rifiuti, in sostituzione di LF (Low Frequency) 125 khz o in aggiunta a LF. La lettura avviene per accoppiamento elettromagnetico ed i Tag sono caratterizzati, per lo più, da un'antenna a forma rettangolare che ne influenza di molto la distanza di lettura. La tecnologia NFC (Near Field Communication) dei cellulari fa parte della categoria HF (High Frequency) 13,56 Khz.

### Rapporto tra Tariffa e Territorio

L'attività di raccolta differenziata del tipo PaP (Porta a Porta) comporta l'utilizzo di mezzi, per lo più di dimensioni medio piccole, che devono svolgere, con frequenze programmate, una attività che si tramuta in una fitta rete di percorsi stradali finalizzata a coprire tutti i punti di produzione del rifiuto e quindi una visita obbligatoria e programmata a tutti i civici.

Qualcuno sta chiedendo applicazioni di ottimizzazione dei percorsi aspettandosi molto dall'IA quando per lo più il tutto è lasciato alla conoscenza del territorio da parte dell'autista ed il controllo dell'esecuzione del percorso è lasciato al concetto che "se nessuno si lamenta .. tutto è ok".

### La precisione necessaria dipende dall'utilizzo del dato associato

Un approccio diffuso è quello di affidarsi alle tecniche di fleet management a cui si chiedono impossibili funzionalità di supporto alla progettazione del servizio e guida all'esecuzione e consuntivazione dello stesso.

Il percorso di un mezzo di raccolta o di un mezzo 'spazzatrice', non può essere semplicemente una unione di punti GPS ma un insieme di tronchi che compongono vie (grafo stradale) di lunghezza certa e con una Toponomastica certificata corrispondete a quella dell'Anagrafe dell'Amministrazione e non quella di Google o Open Street Map.

Gli errori di valutazione che più spesso vengono fatti sono relativi ad una non realistica posizione del dato associato ad una coordinata GPS standard per non parlare di percorsi in aree non dotate di grafi stradali su cui appoggiarsi.

In questo contesto è stato realizzato, testato e messo in fase operativa il sistema di cui alla Fig. 1 il cui utilizzo ed affinamento ha fatto mergere la spinta al Progetto di ricerca descritto di seguito.

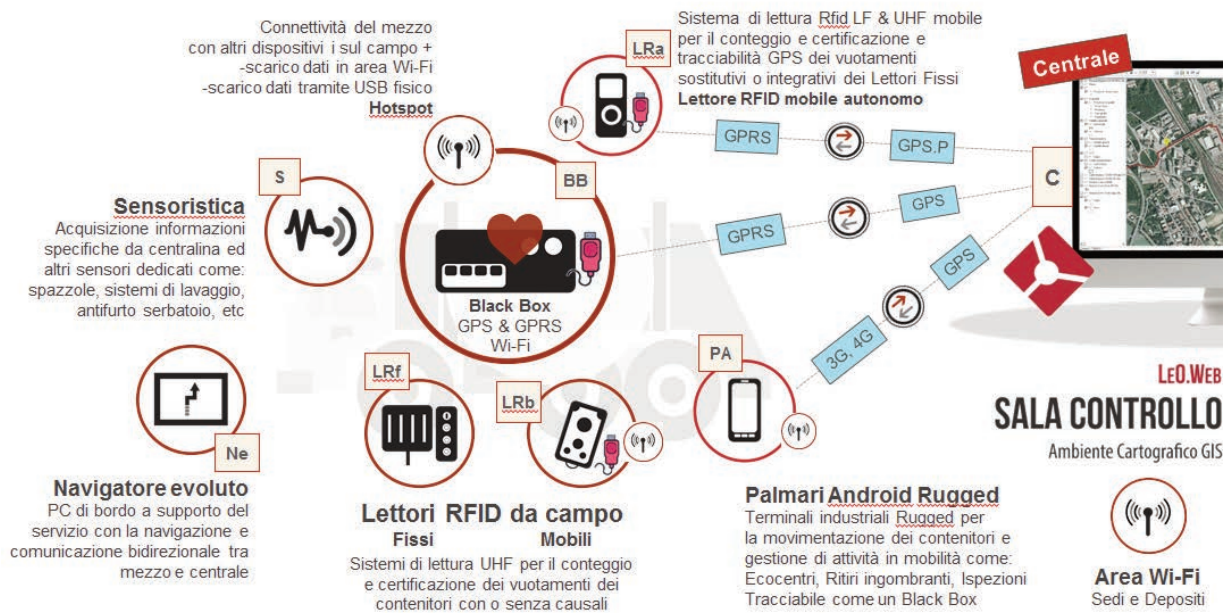


Fig. 1 - Schema generale del contesto di utilizzo dei Device e relative Tecnologie utilizzate

Nell' immagine di fig. 1 troviamo rappresentati:

- Una Centrale Operativa\Sala di Controllo in Cloud [C= Centrale].
- Enne mezzi in movimento dotati di una Centralina programmabile [BB= Black Box] (cuore Linux + c) che comunicano, in modo bidirezionale [GPRS] con la centrale operativa [C].
- PC + Monitor [Ne= Navigazione], collegato a [C] tramite [BB], in grado di supportare l'operatore nel realizzare il percorso di raccolta (OdL) assegnato al mezzo.
- Enne periferiche [S=Sensori], a bordo mezzo, collegati fisicamente a [BB] che raccolgono ed inviano informazioni alla centrale.
- Enne lettori [LRf= Lettori Rfid fissi] a bordo mezzo, collegati fisicamente a [BB] che raccolgono dati e li inviano alla centrale; strategico che i device [LR] possano comunicare in modalità 2G o 3G con la centrale [C].
- Enne device [LRb= Lettori Rfid base] in mano agli operatori collegati in modalità Wi-Fi o Bluetooth con [BB] che raccolgono le letture e le inviano, assieme a dd.hh.mm.ss alla centrale [C].
- Il lettore [LRa] può avere funzionalità autonome con scarico Remoto in modalità GPRS\2G delle letture associate alle relative coordinate GPS.
- Enne Palmari Android [PA= Palmari Android Rugged] che possono interagire (Lettura\Scrittura) con [C] in base alla profilazione dell'utente.

## Precisione nello Spazzamento

Il monitoraggio del servizio di spazzamento è particolarmente sentito in quanto spesso viene subappaltato ad Aziende Terze e/o a Cooperative con una consuntivazione onerosa e talvolta anche conflittuale. L'oggettività dei fatti deve essere garantita senza ledere la privacy dell'operatore ma per remunerare e consuntivare a misura deve essere monitorare la velocità di trasferimento e di spazzamento (spazzole su e spazzole giù) ed applicare la tecnica del Geofencing (puntuale con GPS o RFID) al raggiungimento degli obiettivi oggetto di attività (cestini, caditoie, angoli di piazze, etc).

### Dettaglio: vie, tronchi percorsi, fermate

	VIALE FRATELLI CAIROLI (TREVISO)	04.29	04.30	55 s
		04.30	04.30	25 s
	VIALE FRATELLI CAIROLI (TREVISO)	04.30	04.31	20 s
	VIALE GUGLIELMO OBERDAN (TREVISO)	04.31	04.31	35 s
	VIALE TRENTO E TRIESTE (TREVISO)	04.31	04.33	01 m 20 s
	VIALE TRENTO E TRIESTE (TREVISO)	04.33	04.39	06 m 16 s
	VIALE TRENTO E TRIESTE (TREVISO)	04.39	04.40	35 s
	VIALE ALCIDE DE GASPERI (TREVISO)	04.40	04.40	35 s
		04.40	04.41	30 s
	LARGO ALCIDE DE GASPERI (TREVISO)	04.41	04.41	20 s

### Sintesi dell'operatività dell'Ordine di Lavoro



Fig. 2 - Estratto del Report dell'operatività giornaliera di un Mezzo Spazzatrice

## Georeferenzazione "spannometrica" del civico

Un esempio di georeferenziazione chiamato provocatoriamente "spannometrico" è quella "necessaria e sufficiente" adottata nella ricognizione digitale del territorio finalizzata ad individuare i punti di produzione e prelievo dei rifiuti che spesso coincide con la posizione del Civico di entrata dell'Utenza Servita. Nella realtà serve una precisione più di tipo rappresentativo proporzionale alla mappa su cui il punto è rappresentato che di topo (Lat-Long) topografico. Per i civici è sufficiente il posizionamento manuale sulla una mappa effettuato dall'operatore che stima la posizione del civico lo posiziona in mappa lungo il lato parallelo alla strada scegliendo automaticamente il lato della strada. La precisione intrinseca è superiore a qualsiasi georeferenziazione tramite GPS non topografico.

## Ricerca localizzazione di precisione

Ambito del progetto di ricerca è stata la localizzazione di precisione. Il progetto, denominato SmartNAV, si è concentrato principalmente nello studio e nella ricerca di modelli e strumenti tecnologici innovativi con l'obiettivo di raggiungere una localizzazione e navigazione di precisione a basso costo - 'posizionamento decimetrico/centimetrico'.

## Approccio metodologico

Per lo sviluppo del progetto è stato adottato un approccio metodologico suddiviso in 4 Obiettivi Realizzativi (OR), su un arco temporale di 18 mesi. Un aiuto nell'identificazione dell'ambito e nella stesura di alcuni elementi progettuali è stato fornito da Centro Ricerca di Trento. I primi due Obiettivi Realizzativi sono classificati come Ricerca Industriale (RI), le ultimi due Obiettivi Realizzativi sono classificati come Sviluppo Sperimentale (SS); nel dettaglio:

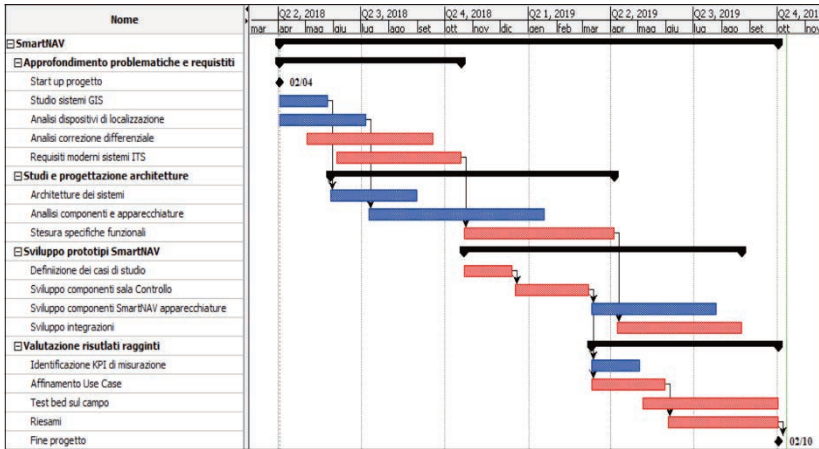
OR01 - Approfondimento delle problematiche e dei requisiti necessari ad una localizzazione di precisione. Sono stati analizzati i limiti e le criticità degli attuali sistemi di localizzazione basati su tecnologia GNSS; sono stati quindi definiti i requisiti specifici delle moderne apparecchiature.

OR02 - Studio e progettazione delle architetture che prevedono apparati mobili connessi in tempo reale ad una Centrale di Controllo ed al sistema GNSS locale. Quindi modelli di calcolo, apparecchiature e soluzioni tecnologiche necessarie a superare i limiti e le criticità degli attuali sistemi integrati di gestione del posizionamento di precisione a basso costo, focalizzandosi principalmente sugli oggetti in movimento.

OR03 - Sviluppo dei prototipi SmartNAV da utilizzare in differenti condizioni operative. Sono state identificati e sono stati assemblati tre prototipi composti da apparecchiature commerciali, un prototipo realizzato in modo custom,

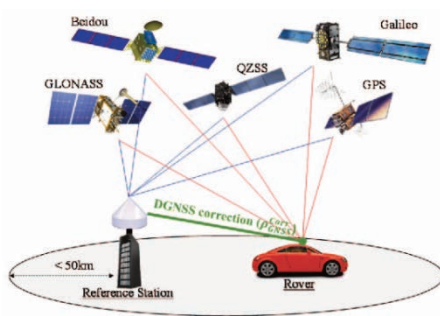
specifici software sviluppati dai programmatori di I&S. Questi prototipi sono serviti per misurare le performance sui siti pilota e verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati - posizionamento centimetrico/decimetrico.

OR04 – Valutazione dei risultati attraverso le misurazioni eseguite sul campo.



Ricerca e identificazione dei Key Performance Indicator (KPI) per la misurazione di dettaglio dei risultati, analisi ed impatto dei prototipi realizzati testati sul campo, misurazione e identificazione del livello di precisione raggiunti. A sinistra il Gantt di progetto.

### Progetto pilota



Il progetto pilota di SmartNAV è nato sulla base del DGNS, ossia della correzione differenziale. Per fare operativamente ciò ci siamo basati, nel nostro territorio, sulla rete Topografica del Trentino (TPOS), che mette a disposizione di cittadini ed aziende il servizio di una rete di postazioni permanenti GNSS, alla quale si accede tramite internet.

Abbiamo quindi aperto degli account e tramite software free, siamo riusciti a identificare come poter colloquiare in modo corretto con il TPOS per ricevere le informazioni di interesse.

Abbiamo allestito quattro prototipi costituiti da una black box, un'antenna, collegato il tutto ad un PC per iniziare a rilevare segnali GNSS; i quattro prototipi hanno utilizzato un prodotto commerciale della ABTrack, due prodotti commerciali ed una black box costruita custom per il progetto della Owasys.

Il primo test pilota si è svolto all'interno dei nostri uffici, per verificare il funzionamento del TPOS e le modalità di invio e ricezione dei dati. Una volta "aggiustati" i parametri di configurazione per il colloquio con il TPOS e con RTKlib, software open source per la elaborazione di dati GNSS con relativa rappresentazione grafica, abbiamo fatto dei test posizionando gli strumenti sul tetto dell'edificio, dove era stato precedentemente "fissato" un punto cartografico planimetrico fisso di riferimento, onde poter verificare la "bontà" della correzione differenziale.

Sono quindi stati "riaggiustati" svariate volte i parametri di configurazione a seguito di continui tentativi di connessione e di ricezione dati. Una volta ottenuti i primi risultati soddisfacenti di posizionamento di precisione del punto fisso (precisione centimetrica), fissati tutti i parametri per la



determinazione del punto fisso, si è iniziato con le prove in movimento. La prima, anche abbastanza inusuale, è stata effettuata camminando nel parcheggio aziendale con le apparecchiature in mano, giusto per verificare che qualcosa succedesse.

Avendo avuto buon esito questa "prova", abbiamo iniziato con i test nel campo



prova di Ravina, dove era stato preparato un "percorso" con dei punti planimetrici fissi di riferimento.

Il primo allestimento del mezzo adibito ai test è stato fatto su una Panda I° serie, con marker frontali e laterali, per aiutarci a posizionare nel punto

giusto il mezzo per effettuare le prime rilevazioni statiche.

La presenza di tralicci dell'alta tensione ci aveva inizialmente preoccupati per la bontà dei segnali ricevuti (campi elettromagnetici generati dai cavi ad alta tensione), che alla fine si sono rivelati ininfluenti ai nostri fini.

I dati recepiti durante i test ci sono serviti per affinare ancora più i parametri e nonostante la spiccata propensione del TPOS al suo utilizzo in ambito topografico (quindi statico), siamo riusciti ad utilizzarlo anche per i veicoli in movimento.

Durante i test abbiamo anche modificato la connessione al TPOS, privilegiando la base station TREN (posizionata sopra palazzo della Provincia a Nord di Trento) che offriva migliore affidabilità rispetto alla MOCA (Monte Calisio a 1097 mt) che inizialmente avevamo selezionata come base station di riferimento.

Nel corso dei nostri test sul campo si sono avvicendate Black Box differenti, antenne differenti e Computer differenti, onde verificare che il risultato non fosse solamente legato ad un particolare hardware.

Sono seguiti test in ambito urbano, in percorsi più o meno protetti (parcheggi, tratti cittadini ad alto traffico, centro storico con strade strette ed edifici fino a 7 piani).

Grande impulso alla nostra ricerca, ha dato l'adozione della antenna Trimble Bullet 360, che ha dimostrato una capacità di rilevazione dei satelliti inusuale anche se ci si aspettava delle performance migliori, lato segnale ricevuto, rispetto alle antenne commerciali di basso costo (circa Euro 20,00).

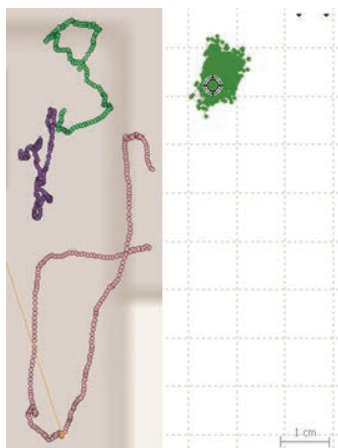
Di seguito i dati sintetici del cuore della nostra ricerca, le BBox con processore GNSS della u-blox.

Produttore	Modello Black Box	Modello u-blox	Note
ABtrack	ABT21	MAX M8W	Rilascia direttamente i dati grezzi nel formato richiesto da RTKlib
OWASYS	OWA3X	NEO 7N	I dati grezzi forniti non sono totalmente compatibili
OWASYS	OWA4X	NEO M8N	Non supporta i dati grezzi richiesti da RTKlib

Produttore	Modello Black Box	Modello u-blox	Note
OWASYS	OWA3*	NEO M8P	Integra al suo interno funzionalità RTK (siamo in fase di test e verifica, in quanto appena ricevuto dal produttore)

\* BBox prototipo richiesta espressamente da I&S

## Risultati ottenuti



A seguito di svariati test effettuati, come descritto nel capitolo riguardante il Pilota, si sono rilevati numerosi esiti, con precisioni sempre maggiori (accanto il fix della rilevazione statica di Owa3x a sx e ABT21 a dx).

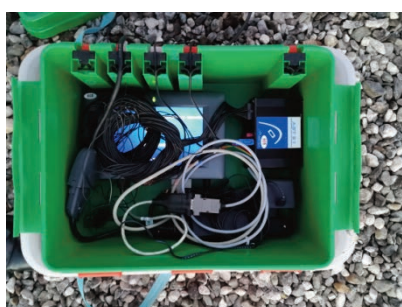
Innumerevoli problematiche sono state riscontrate durante le misurazioni effettuate, sia statiche che dinamiche, che variano da fenomeni meteorologici a quelli ambientali.

Ricordo la nostra preoccupazione per i campi elettromagnetici, mentre la nuvolosità, anche se abbiamo evitato di fare test con la pioggia, ci ha creato spesso dei problemi, come anche gli alberi in periodi estivi nei viali (alberi con folta chioma), la mancanza di segnale 3G/4G per l'Hotspot telefonico che ci impediva di colloquiare con il TPOS; inoltre la risposta saltuariamente non congruente da parte del TPOS (errori di elaborazione ?, di connessione ?, altro ?) ci impediva di fare il fix della posizione.

Tutti questi "piccoli" problemi hanno invalidato molti dei nostri test.

Siamo comunque riusciti a raccogliere un certo numero di risultati che si possono riassumere tra rilevazioni statiche e rilevazioni in movimento. Queste sono ancora suddivise tra campo prova di Ravina, percorsi in campo aperto cittadino, tratti nel centro storico a traffico limitato.

## Rilevazioni statiche



Durante le misurazioni, abbiamo avuto molte letture che hanno raggiunto la precisione che ci eravamo attesi all'inizio della nostra sperimentazione, ossia il 'posizionamento centimetrico', ma con i continui affinamenti dei parametri della strumentazione utilizzata, siamo arrivati ad una precisione (risultato migliore) decisamente al di fuori delle nostre aspettative, calcolata sul punto planimetrico fisso del

tetto I&S, che arrivava a:

- $x = 0,01\text{m}$  (1 cm).
- $y = 0,06\text{m}$  (6 cm).

L'errore di posizionamento non millimetrico della scatola (vedi immagine) sul punto planimetrico del tetto va inficiare la bontà della misurazione finale.

## Rilevazioni dinamiche

Avendo a disposizione solamente il campo prova per effettuare degli accurati riscontri (unico sito dove abbiamo potuto definire dei punti planimetrici fissi di riferimento), possiamo solamente riportare misurazioni inerenti i test li effettuati.

