

Realizzato dall'Università degli Studi di Cagliari



# siimple

Strumenti e Modelli Per La mobilità sostenibile

## M.3.1 Analisi dei risultati di test



Progetto finanziato con fondi *POR FESR 2014/2020 - ASSE PRIORITARIO I*  
*"RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO TECNOLOGICO E INNOVAZIONE"*.

## INFORMAZIONI SUL PROGETTO

|                            |   |                 |        |
|----------------------------|---|-----------------|--------|
| <b>Numero del progetto</b> | N/A   | <b>Acronimo</b> | SIMPLE |
| <b>Titolo completo</b>     | Strumenti e Modelli Per La mobilità sostenibile                         |                 |        |
| <b>Soggetto</b>            | Progetto CLUSTER ICT  |                 |        |
| <b>Data inizio</b>         | 01/02/2018  |                 |        |
| <b>Durata in mesi</b>      | 30  |                 |        |
| <b>Coordinatore</b>        | UniCA – Università degli Studi di Cagliari                              |                 |        |
| <b>URL del progetto</b>    | <a href="http://www.simple-cluster.it">http://www.simple-cluster.it</a> |                 |        |

## INFORMAZIONI SUL DOCUMENTO

|  |                                   |               |                                     |
|--|-----------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| <b>Numero del Deliverable</b>                | M.3.1.                            | <b>Titolo</b> | M.3.1 Analisi dei risultati di test |
| <b>Numero del Workpackage</b>                | WP3                               | <b>Titolo</b> | Sperimentazione                     |
| <b>Data di scadenza del deliverable</b>      | 30/11/2020 (a seguito di proroga) |               |                                     |
| <b>Data di sottomissione del deliverable</b> | 30/11/2020                        |               |                                     |
| <b>Autore/i responsabile/i</b>               | Giovanni Tuveri e Marco Garau     |               |                                     |
| <b>Livello di diffusione</b>                 | Non applicabile                   |               |                                     |

## MODIFICHE DEL DOCUMENTO

| <b>Data</b> | <b>Autore</b> | <b>Modifiche</b>                               | <b>Versione</b> |
|-------------|---------------|--|-----------------|
| 14/10/2020  | Lucia Pintor  | Analisi dei questionari PoolBus                | v0.0            |
| 16/11/2020  | Lucia Pintor  | Analisi della sperimentazione virtuale PoolBus | v0.1            |
| 24/11/2020  | Lucia Pintor  | Aggiornamento tabelle                          | v0.2            |
| 27/11/2020  | Marco Garau   | Analisi sperimentazione B4M                    | v0.3            |
|             |               |  |                 |
|             |               |  |                 |
|             |               |  |                 |

# Tavola dei contenuti

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sommario</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Beep4Me</b>   | <b>4</b>  |
| Descrizione delle attività svolte                                  | 4         |
| Sintesi dei risultati dei test                                     | 4         |
| <b>PoolBus</b>   | <b>7</b>  |
| Fase preliminare: Analisi dei dati del questionario                | 7         |
| Fase virtuale: Analisi della sperimentazione interna del prototipo | 7         |
| Matrice origine destinazione                                       | 7         |
| Fasce orarie   | 8         |
| Analisi dal punto di vista dell'utente                             | 9         |
| Analisi dal punto di vista della navetta                           | 10        |
| Analisi dei tempi di risposta del server                           | 10        |
| <b>Conclusioni</b>   | <b>11</b> |

## 1 Sommario

Questo documento ha l'obiettivo di riassumere brevemente i risultati ottenuti nelle sperimentazioni descritte nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

I due capitoli successivi sono dedicati rispettivamente ai prototipi Beep4Me e PoolBus.

## 2 Beep4Me

Questo prototipo ha come obiettivo incentivare gli utenti ad utilizzare il trasporto pubblico e supportare in modo semplice la ripartizione degli introiti (clearing) tra le aziende che forniscono i servizi di mobilità. Le sperimentazioni prevedono l'uso delle tecnologie Bluetooth e lo sviluppo di nuove funzionalità all'interno di applicazioni per tablet e smartphone. Il team SIMPLE ha sviluppato dei moduli da integrare ad applicazioni iOS e server Django.

### 2.1 Descrizione delle attività svolte

I test per il prototipo Beep4me hanno seguito lo schema presentato nel deliverable **R.3.3 Documento di definizione della sperimentazione e testing** (3.1.4 Descrizione dei test cases), utilizzando due diversi dispositivi iOS.

A Giugno 2020 è iniziata l'installazione dei beacon sui primi mezzi e successivamente sono stati eseguiti i test sul campo nei bus in esercizio. I test in deposito sono stati effettuati nella seconda metà di Luglio con varie configurazioni: sia con mezzo in moto sia con mezzo fermo, ripetendo velocemente molti run di vari test, evidenziando e affrontando le problematiche che si presentavano durante il check-in e il check-out. I test in deposito si sono resi necessari per il fatto che l'utilizzo dei mezzi pubblici "di linea" in quel periodo risultava ancora limitato in termini di capacità a causa della pandemia COVID19.

Durante i test è stato verificato anche il comportamento del sistema nel caso in cui siano presenti due autobus dotati di beacon l'uno affianco all'altro. Il sistema si è rivelato affidabile, dato che la validazione è avvenuta correttamente solo nel mezzo in cui era salito l'operatore, e non sul mezzo vicino.

### 2.2 Sintesi dei risultati dei test

In tabella sono sintetizzati i risultati ottenuti durante i test. Sono stati eseguiti tutti i tipi di test programmati e anche in numero superiore ai run prefissati. Si nota che i risultati attesi sono stati ottenuti, nella maggior parte dei casi:

- ricevendo/non ricevendo la notifica (corretta) quando previsto;
- aggiornando correttamente e solo quando necessario il database biglietto lato server;
- sia nel caso di check-in sia nel caso di check-out.

La tabella è una sintesi dei risultati dei test, che sono stati effettuati più volte.

Il "Nome del test" codifica la tipologia di test (come da definizioni date nel report R3.3). Per ogni tipologia sono stati eseguiti dei run numerosi, tipicamente 10 o 20.

Si può notare che, dopo aver risolto in corso d'opera alcuni bug individuati sul campo ed aver calibrato alcuni parametri di sistema, è stato raggiunto un successo del 100%. Il risultato dell'ultimo test "ATTESA" è legato alle prove di disattivazione del controllo dell'activity, discusso più avanti.

| Nome test | Data                     | N° run | Obiettivi                                       | Tasso di successo | Commenti  |
|-----------|--------------------------|--------|---|-------------------|---|
| SALITA_1  | 29/07/2020               | 20     | Notifica all'utente (validazione avvenuta)      | 100%              |   |
|           |                          |        | Validazione sul server                          | 100%              |   |
| SALITA_2  | 29/07/2020               | 10     | Notifica all'utente (trasbordo avvenuto)        | 100%              |   |
|           |                          |        | Validazione sul server                          | 100%              |   |
| SALITA_3  | 29/07/2020               | 20     | Notifica all'utente (scelta tra più biglietti ) | 100%              |   |
|           |                          |        | Notifica all'utente (validazione avvenuta)      | 100%              |   |
|           |                          |        | Validazione sul server                          | 100%              |   |
| SALITA_4  | 30/07/2020               | 20     | Notifica utente (nessun biglietto disponibile)  | 100%              |   |
|           |                          |        | Notifica all'utente (validazione avvenuta)      | 100%              |   |
|           |                          |        | Validazione sul server                          | 100%              |   |
| SALITA_5  | 29/07/2020               | 20     | Notifica all'utente (validazione avvenuta)      | 100%              |   |
|           |                          |        | Validazione sul server                          | 100%              |   |
| DISCESA_1 | 29/07/2020<br>30/07/2020 | 20     | Notifica all'utente (check-out)                 | 100%              | Diversamente da quanto indicato nel deliverable <u>R.3.3</u> , per verificarne il corretto funzionamento, si è scelto di mostrare una notifica anche nel caso di check-out. |
|           |                          |        | Check-out sul server                            | 100%              |   |
| DISCESA_2 | 29/07/2020               | 20     | Notifica all'utente (check-out)                 | 100%              | Diversamente da quanto indicato nel deliverable <u>R.3.3</u> , per verificarne il corretto funzionamento, si è scelto di mostrare una notifica anche nel caso di check-out. |
|           |                          |        | Check-out sul server                            | 100%              |   |
| ATTESA    | 16/07/2020<br>29/07/2020 | 10     | Nessuna notifica all'utente                     | 50%               | Test effettuati anche senza controllo sull'“activity”. In tal caso non funziona come atteso.  |
|           |                          |        | Nessuna validazione sul server                  | 50%               | Test effettuati anche senza controllo sull'“activity”. In tal caso non funziona come atteso.  |

La lentezza di rilevazione dell'activity da parte di dispositivi più datati ha spinto ad indagare il funzionamento del sistema utilizzando solo la prossimità con i beacon, bypassando il controllo sull'activity.

Questo ha portato ad ottenere alcuni falsi positivi (check in errati), durante i test di "ATTESA" in cui il tester restava alla fermata, molto vicino alla parete del bus, o affacciandosi alla porta dello stesso, ma senza salirci (come farebbe per esempio un utente che chiede informazioni all'autista).

Si distinguono i due casi di test effettuati:

- con la stima della prossimità dei beacon e la rilevazione dell'attività di moto entrambe attive non vengono rilevati falsi positivi se l'utente è fermo o cammina vicino al bus.
- data la lentezza di rilevazione dell'activity "automotive" da parte di dispositivi datati, alcuni test sono stati eseguiti con **rimozione del controllo sulla "activity"** appoggiandosi solamente alla rilevazione della prossimità con i beacon. In questo modo in diversi casi avveniva - erroneamente - la validazione del biglietto. È risultato quindi fondamentale mantenere questa funzionalità attiva, e calibrando diversamente la priorità di rilevazione data alle stesse (è stata data priorità massima all'activity "automotive", risultata la più difficile da rilevare specie a bassissime velocità del mezzo).

Alcuni test effettuati ad Agosto 2020 dal team SIMPLE hanno verificato il miglioramento della prestazione della rilevazione dell'attività "Automotive", in particolare passando da Walking/Stationary ad Automotive (condizioni necessaria per il check-in). Questo risolve il problema rilevato durante il test "ATTESA alla fermata" evidenziato nei test senza controllo dell'activity di cui si è parlato prima.

### 3 PoolBus

Questo prototipo consente agli utenti di prenotare dei servizi su richiesta, in modo semplice e con costi contenuti. L'obiettivo è sostenere quelle aree della Sardegna in cui il trasporto di linea tradizionale non è sufficiente per soddisfare le necessità della popolazione. Il prototipo è la base per un sistema completo che include diversi tipi di servizi di mobilità integrati: sharing, pooling, trasporto pubblico e servizi a chiamata. Sono state sviluppate un'applicazione mobile Android e dei moduli server Django.

A seguire, una tabella descrittiva della durata delle macro-fasi della sperimentazione:

| Fase della sperimentazione   | Durata      |
|--|-------------|
| 1. Fase preliminare<br>- Divulgazione del questionario e raccolta dei dati | 3 mesi      |
| 2. Fase virtuale<br>- Sperimentazione interna del prototipo                | 2 settimane |

#### 3.1 Fase preliminare: Analisi dei dati del questionario

I questionari compilati tra maggio e agosto sono 22, e tra questi solo alcuni sono rilevanti per l'indagine.

Il 65% degli intervistati ha manifestato interesse per la sperimentazione, confermando la sua disponibilità a parteciparvi. Inoltre il 47% degli intervistati ha dichiarato che vorrebbe sperimentare assolutamente il servizio per raggiungere ambulatori e ospedali per effettuare visite mediche.

Le tabelle di analisi complete dell'analisi dei risultati sono riportate nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

#### 3.2 Fase virtuale: Analisi della sperimentazione interna del prototipo

Sono state effettuate 20 simulazioni con 50 richieste ciascuna distribuite in 3 giorni lavorativi, con un totale di 1000 piani di viaggio, 1000 prenotazioni e 597 viaggi. Un'analisi più accurata è riportata nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

In ciascuna simulazione della sperimentazione sono state soddisfatte tutte le richieste: l'utente (simulato) ha sempre ottenuto un piano di viaggio e ha sempre potuto prenotare un servizio di navetta.

Il rapporto tra il numero di viaggi e il numero di prenotazioni è sempre minore di 1, per cui in ciascuna simulazione sono state aggregate delle richieste e più utenti viaggiano nella stessa navetta in alcuni viaggi.

La simulazione in cui si è verificata la maggiore aggregazione è la simulazione numero 20 (23 viaggi di navette a fronte di 50 prenotazioni di utenti), invece la simulazione con minore aggregazione è stata la prima (37 viaggi di navette a fronte di 50 prenotazioni di utenti).

##### 3.2.1 Matrice origine destinazione

La matrice origine destinazione sottostante presenta il numero di occorrenze di ciascuna coppia origine destinazione nelle 20 simulazioni. Sono evidenziati in giallo i casi in cui si verificano meno di 10 occorrenze e in verde quelli in cui si verificano più di 10 occorrenze. La coppia origine destinazione più frequente è quella con origine Ales e destinazione Oristano (79 occorrenze), seguita da quella con origine Ruinas e destinazione Ales (58 occorrenze). In tutti gli altri casi il numero di occorrenze è minore o uguale a 40.

Nella matrice è evidente che l'origine più richiesta è Ales (con un totale di 152 richieste con origine in questo comune) e le destinazioni più richieste sono Oristano (387), Ales (280) e Mogoro (202).

| O/D              | Ales       | Baressa   | Mogoro     | Oristano   | Sanluri   | Usellus   | Totale      |
|------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| Albagiara        | 19         | 0         | 7          | 2          | 0         | 0         | 28          |
| Ales             | 0          | 5         | 41         | 79         | 13        | 14        | 152         |
| Assolo           | 14         | 0         | 3          | 10         | 0         | 0         | 27          |
| Asuni            | 0          | 0         | 0          | 6          | 0         | 0         | 6           |
| Baradili         | 2          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0         | 2           |
| Baressa          | 22         | 0         | 2          | 40         | 9         | 0         | 73          |
| Curcuris         | 23         | 0         | 13         | 19         | 0         | 0         | 55          |
| Gonnoscodina     | 4          | 0         | 0          | 13         | 0         | 12        | 29          |
| Gonnosno         | 15         | 0         | 10         | 33         | 0         | 4         | 62          |
| Mogorella        | 5          | 0         | 26         | 26         | 0         | 0         | 57          |
| Morgongiori      | 20         | 0         | 6          | 29         | 10        | 7         | 72          |
| Nureci           | 9          | 0         | 4          | 35         | 0         | 0         | 48          |
| Pau              | 3          | 0         | 43         | 14         | 2         | 0         | 62          |
| Ruinias          | 58         | 0         | 10         | 15         | 0         | 0         | 83          |
| Senis            | 21         | 0         | 6          | 0          | 9         | 5         | 41          |
| Sini             | 12         | 2         | 0          | 6          | 7         | 0         | 27          |
| Usellus          | 30         | 4         | 14         | 33         | 4         | 0         | 85          |
| Villa S. Antonio | 1          | 0         | 8          | 15         | 0         | 0         | 24          |
| Villa Verde      | 22         | 2         | 9          | 22         | 12        | 0         | 67          |
| <b>Totale</b>    | <b>280</b> | <b>13</b> | <b>202</b> | <b>397</b> | <b>66</b> | <b>42</b> | <b>1000</b> |

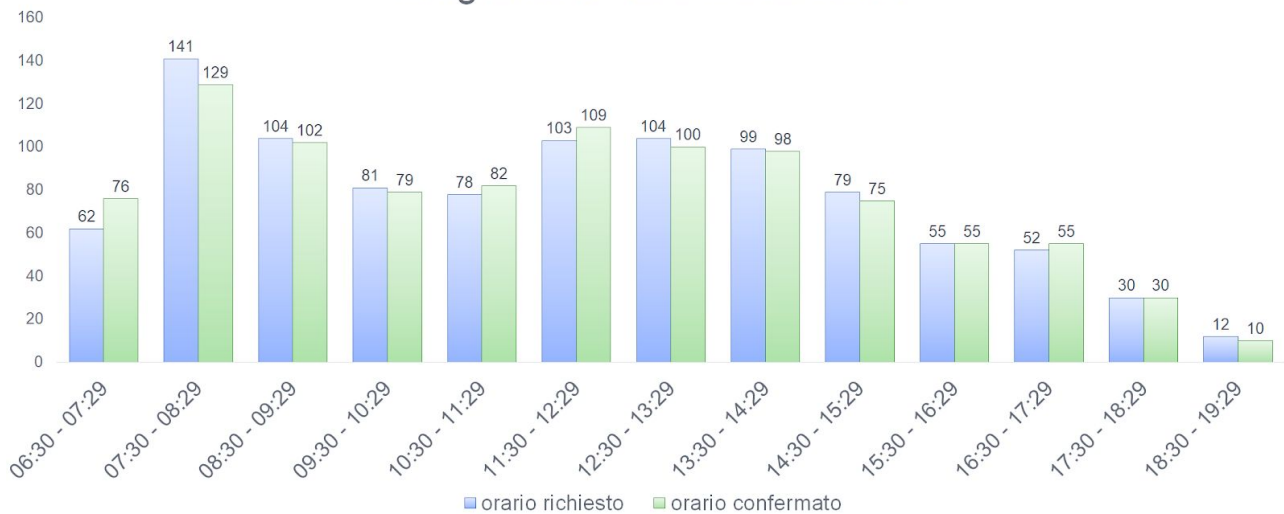
### 3.2.2 Fasce orarie

L'istogramma sottostante presenta la distribuzione degli orari delle richieste e delle partenze confermate degli utenti. Sono stati considerati tutti i piani di viaggio delle 20 simulazioni (per individuare la fascia oraria richiesta) e tutte le prenotazioni delle 20 simulazioni (per individuare la fascia oraria confermata).

Si può notare che la fascia oraria più richiesta e confermata è quella tra le 7:30 e le 8:30.



## Istogramma delle fasce orarie



### 3.2.3 Analisi dal punto di vista dell'utente

La tabella seguente riassume le statistiche riguardo le prenotazioni degli utenti, approfondite nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

| Parametro   | Minimo     | Massimo          | Valore medio       |
|---|------------|------------------|--------------------|
| Tariffe degli utenti                                      | 0.40 €     | 34.41 €          | 11.03 €            |
| Tariffe degli utenti al km                                | 0.09 €/km  | 0.53 €/km        | 0.37 €/km          |
| Durate dei percorsi degli utenti                          | 7 minuti   | 2 ore e 2 minuti | 52 minuti          |
| Lunghezze dei percorsi degli utenti                       | 3.29 km    | 82.74 km         | 30.36 km           |
| Tempo medio di percorrenza di 1 km                        | 52 secondi | 19 minuti        | 2 minuti e mezzo   |
| Orario confermato in ritardo rispetto a quello richiesto  | 1 minuto   | 30 minuti        | 16 minuti *        |
| Orario confermato in anticipo rispetto a quello richiesto | 1 minuto   | 60 minuti        | 22 minuti e mezzo* |

\* Questi valori medi sono calcolati escludendo i casi in cui la navetta ha programmato il suo passaggio esattamente all'ora richiesta dall'utente (67% dei casi).

### 3.2.4 Analisi dal punto di vista della navetta

La tabella seguente riassume le statistiche riguardo le prenotazioni della navetta, approfondite nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

| Parametro                            | Minimo     | Massimo           | Valore medio |
|--------------------------------------|------------|-------------------|--------------|
| Passeggeri delle navette             | 1          | 8                 | 1.68         |
| Durate dei percorsi delle navette    | 10 minuti  | 3 ore e 36 minuti | 54 minuti    |
| Lunghezze dei percorsi delle navette | 3.29 km    | 181.22 km         | 37.31 km     |
| Tempo medio di percorrenza di 1 km   | 42 secondi | 12 minuti         | 2 minuti     |

### 3.2.5 Analisi dei tempi di risposta del server

La tabella seguente riassume le statistiche riguardo i tempi di risposta del server, approfondite nel deliverable **R.3.4 Documento sull'analisi delle sperimentazioni**.

| Parametro   | Minimo       | Massimo            | Valore medio |
|---|--------------|--------------------|--------------|
| Tempi di risposta del server per le richieste di piani di viaggio | 0.09 secondi | 0.54 secondi       | 0.11 secondi |
| Tempi di risposta del server per le richieste di prenotazione     | 2.77 secondi | > 7 minuti e mezzo | 4.84 secondi |

## 4 Conclusioni

Entrambi i prototipi sono stati testati e hanno prodotto risultati misurabili. Il presente documento sintetizza le sperimentazioni effettuate e le analizza nel dettaglio.

Per quanto riguarda il prototipo Beep4Me le sperimentazioni programmate per i casi d'uso individuati sono state eseguite in modo esaustivo verificando il corretto funzionamento del sistema. In particolare il funzionamento è risultato corretto in termini di notifiche ricevute dall'utente sullo smartphone e di aggiornamenti lato server nel database biglietti della "azienda di trasporto". Sono state individuate ed affrontate alcune problematiche ed è stata eseguita una prima calibrazione del sistema.

Il prototipo Poolbus invece consente di ottenere mediamente in breve tempo una soluzione di viaggio che rispecchia la necessità di un utente. Tuttavia la flessibilità di orario e di percorso potrebbe non essere sufficientemente attrattiva, per questo motivo il servizio di navette prevede un contributo regionale per ridurre le tariffe degli utenti. Il prototipo PoolBus può adattarsi ad un'area a domanda debole in cui sono necessarie alternative di viaggio diverse da quelle tradizionali. Naturalmente si possono svolgere ulteriori simulazioni con obiettivi diversi (es. dimensionare il numero di veicoli necessari, dare priorità ad altre funzioni obiettivo come minimizzare i tempi di attesa o i percorsi delle navette).