

Software per l'ottimizzazione dei trasporti, “logvrp”

Per la pianificazione e l'ottimizzazione del *routing*, ovvero dei percorsi di consegna, in entrambi gli scenari considerati, sono state sfruttate le funzionalità offerte dal software *logvrp*.

Il software *logvrp* è un'applicazione on-line finalizzata alla pianificazione dei percorsi (o *route*) relativi ai mezzi di trasporto appartenenti ad una flotta. La pianificazione può essere svolta dal programma per scopi distributivi, ma anche di raccolta con un obiettivo finale di ottimizzazione dei percorsi attraverso la minimizzazione dei costi di trasporto.

In altre parole in un VRP generico, risolvibile con questo *software*, si ha un numero finito di ordini da soddisfare mediante l'impiego di un determinato numero di veicoli. Ogni ordine comporta il prelievo di una certa quantità di merce da un deposito e la consegna presso un cliente localizzato in un punto geografico differente. L'obiettivo è perciò quello di trovare una serie di percorsi possibili, relativi ai diversi veicoli, in modo che tutte le richieste siano soddisfatte entro le tempistiche previste e in modo tale che il costo totale, o la distanza percorsa totale, vengano ridotti al minimo.

Per queste ragioni *logvrp* viene utilizzato da molte aziende ed organizzazioni con lo scopo di ottenere vantaggi competitivi logistici attraverso la riduzione dei costi legati al trasporto merce e attraverso l'ottimizzazione del consumo di carburante (netakil 2017).

Il *software logvrp* è stato utilizzato quindi per la risoluzione delle problematiche legate al VRP complessivo e ai singoli TSP relativi ad ogni mezzo di trasporto per ognuno dei due scenari del presente caso studio. A tal scopo il *software* sfrutta due tipologie diverse di algoritmi in grado di risolvere i suddetti problemi: l'algoritmo modificato di Jan Dethloff e l'algoritmo *Adaptive Large Scale Neighborhood Search* (A.L.N.S.) modificato.

L'algoritmo modificato di Jan Dethloff ha subito delle modifiche per l'implementazione in *logvrp* al fine di poter considerare tipologie di veicoli, tipologie di merce e *time windows* eterogenee, ed è in grado di risolvere il VRP con consegna e carico simultaneo (*VRP with Simultaneous Delivery and Pick-up* – VRPSDP) (netakil 2017).

L'algoritmo A.L.N.S. invece è in grado di risolvere una moltitudine di scenari elencati qui di seguito:

- VRP con consegna e carico simultaneo (*VRP with Simultaneous Delivery and Pick-up* – VRPSDP);
- VRP con finestre temporali (*VRP with Time Windows* – VRPTW);
- VRP con capacità di carico limitata (*Capacitated VRP* – CVRP);
- VRP sito-dipendente (*Site-dependent VRP* – SDVRP);
- VRP aperto (*Open VRP* – OVRP);

- VRP multi-deposito (*Multi-Depot VRP – MDVRP*).

(netakil 2017).

1.1.1 Schermata di Login

Occorre accedere al sito di logvrp, <http://www.logvrp.com> e registrarsi con la propria email. Per ottimizzare il percorso fino a dieci punti da servire, inclusa la partenza, si può beneficiare dell'account gratuito.

Una volta registrati, accedere inserendo le proprie credenziali nella seguente finestra:



Sign In

rember117@gmail.com

.....

Sign In

Dove vi dovete registrare con le vostre credenziali.

1.1.2 Interfaccia e configurazione di logvrp

L'interfaccia grafica di *logvrp* è molto semplice e pertanto risulta essere molto intuitiva e rapida la configurazione dei parametri necessari al *software* per l'ottimizzazione del *routing* dei veicoli.

La schermata principale del *software* (Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**1) è divisa in due parti: la parte sinistra nella quale è presente il menù delle impostazioni dei parametri, e nell'ambito del quale sono presenti le schede *Stations*, *Orders*, *Fleet*, *Computation* e *Results*, le cui caratteristiche saranno di seguito spiegate; nella parte destra invece è integrata l'interfaccia grafica di *Google Maps*, attraverso la quale è possibile avere un riscontro visivo geografico del VRP e della sua soluzione.

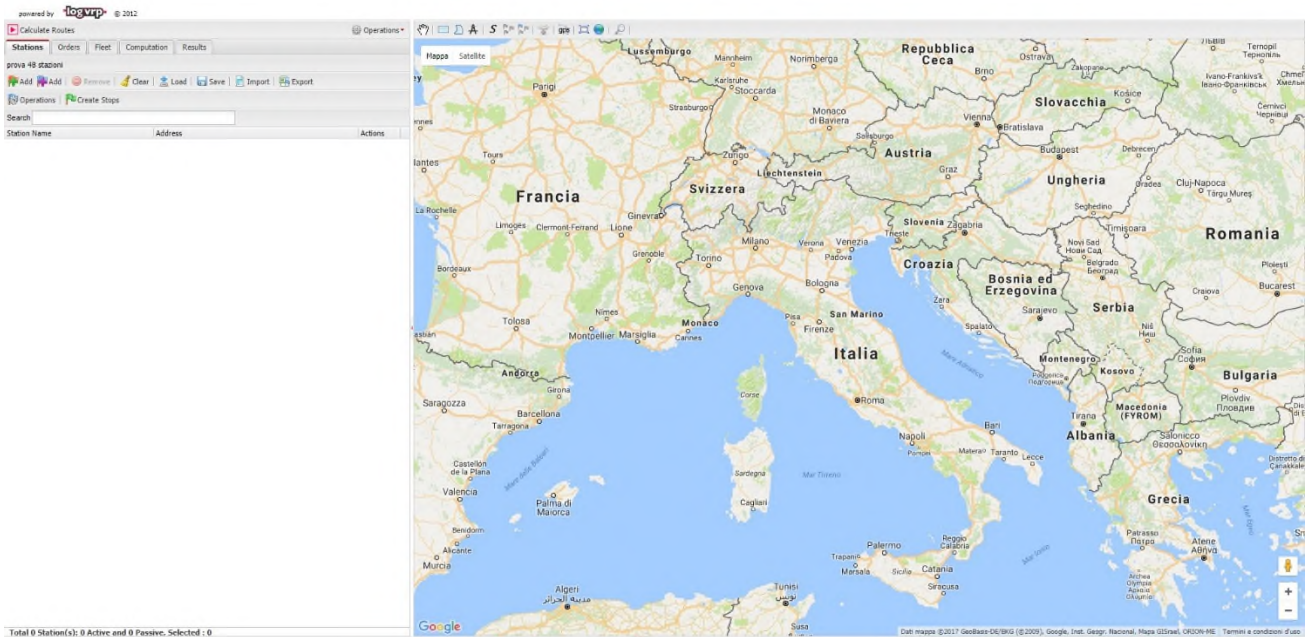
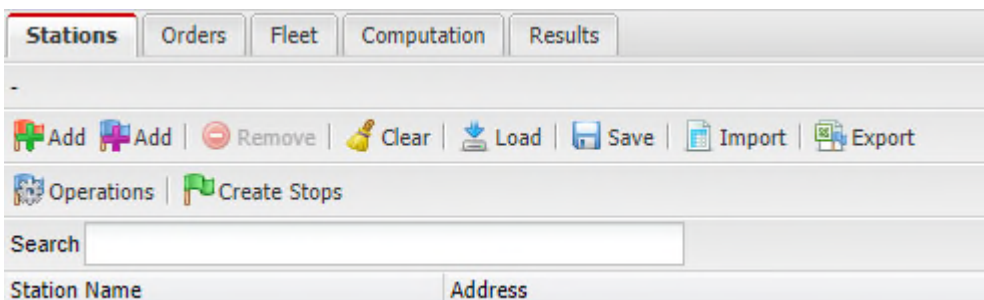


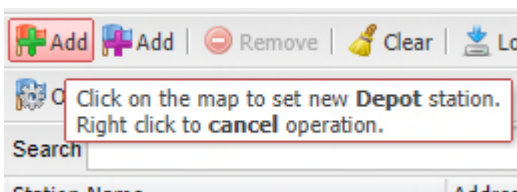
Figura **Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1 – Schermata principale di *logvrv*

Scheda *Stations*

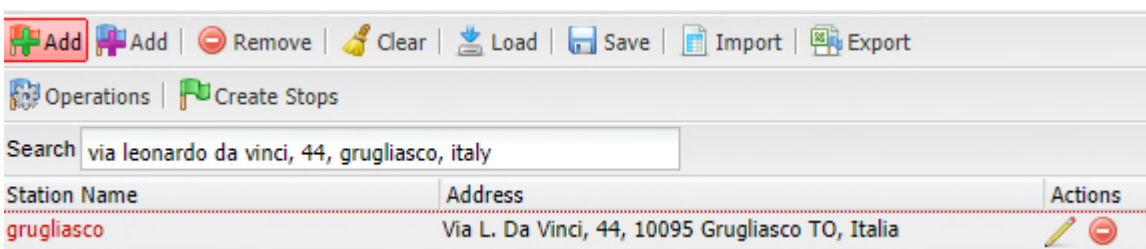
Per prima cosa occorre indicare le stazioni, compreso il deposito (max 10 punti).



Cliccando sul button dell'immagine sottostante,

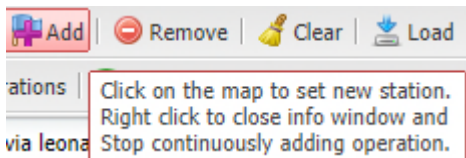


Possiamo aggiungere un deposito. Esso è il punto di partenza e di ritorno del nostro giro ottimizzato.



In questo caso ho inserito il nostro dipartimento come punto di partenza e quindi come deposito.

Andiamo ora ad inserire alcuni punti di consegna del prodotto, denominati stations. Si tratta di utilizzare il bottone a fianco di quello per l'inserimento dei depositi



Ora inserisco come stazioni le sedi UNITO di Cuneo, Alba e Asti, rappresentanti in questo caso i clienti del VRP, e il *Transit Point* situato presso grugliasco, rappresentante il punto di deposito dal quale i mezzi di trasporto iniziano e terminano le diverse *route*.

Station Name	Address	Actions
grugliasco	Via L. Da Vinci, 44, 10095 Grugliasco TO, Italia	
UNITO- sede di CUNEO	Piazza Torino, 3, 12100 Cuneo CN, Italia	
UNITO-Sede di Alba	Corso Enotria, 25, 12051 Alba CN, Italia	
UNITO-sede di Asti	Area Fabrizio de Andrè, 14100 Asti AT, Italia	

Una volta inseriti tutte e tre le sedi periferiche (Figura 3.5) la vista sulla mappa google maps ci dà un'idea delle distanze spaziali che separano fra di loro i nodi della rete.

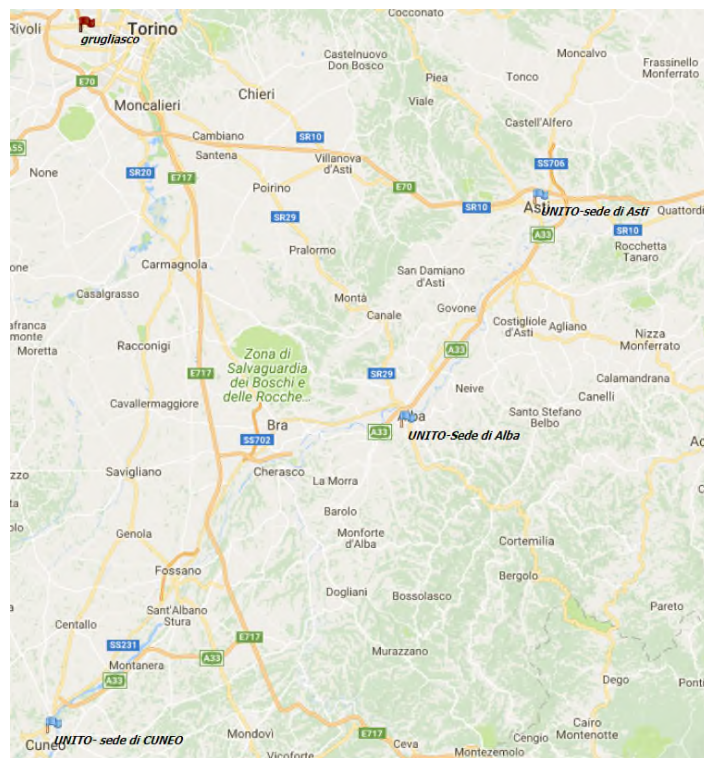


Figura 3.5 – Posizione geografica dei nodi della rete di distribuzione. In rosso il punto di deposito (grugliasco) mentre le bandierine azzurre identificano le stations.

Scheda Orders

Da questa scheda è possibile inserire gli ordini relativi ad ogni stazione considerata. Per l'inserimento

degli ordini viene utilizzata una specifica interfaccia (Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2**) che viene mostrata cliccando il tasto “Add Order” dal menù.

The screenshot shows a dialog box titled "Order Details" with a close button in the top right corner. The fields are as follows:

- Order Id: ORD-482 (with a green checkmark)
- Load Amount: Piece of Parcel (with a dropdown arrow)
- Pick-up Location: (empty dropdown)
- Loading Duration (day:hour:minute): 00 : 00 : 00
- Earliest pick-up date-time: (empty dropdown)
- Latest pick-up date-time: (empty dropdown)
- Delivery Location: (empty dropdown)
- Unloading Duration (day:hour:minute): 00 : 00 : 00
- Earliest delivery date-time: (empty dropdown)
- Latest delivery date-time: (empty dropdown)

At the bottom, there is a "Clear Time Windows" button and an "Add New Order" button with a green plus icon.

Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2** – Interfaccia grafica per l’inserimento degli ordini nel software *logvrp*

L’interfaccia per l’inserimento degli ordini richiede la compilazione di una serie di campi:

- “Order Id”. Identificativo dell’ordine;
- “Load Amount”. Quantità ordinata e tipologia di prodotto;
- “Pick-up Location”. Deposito da cui viene prelevato il prodotto da consegnare;
- “Loading Duration”. Tempo necessario per il carico dei prodotti sul mezzo di trasporto;
- “Earliest/Latest pick-up date-time”. Time window per il carico prodotti;
- “Delivery Location”. Punto dove consegnare il prodotto;
- “Unloading Duration”. Tempo necessario per lo scarico dei prodotti presso i clienti;
- “Earliest/Latest delivery date-time”. Time window per la consegna dei prodotti.

Dopo l’inserimento di ciascun ordine, la finestra dovrebbe essere visualizzata in questo modo:

The screenshot shows the "Order Details" dialog box with the following data:

- Order Id: ORD-634 (with a green checkmark)
- Load Amount: 250 of Parcel (with a dropdown arrow)
- Pick-up Location: grugliasco (with a dropdown arrow)
- Loading Duration (day:hour:minute): 00 : 1 : 00
- Earliest pick-up date-time: 06:00 17/12/2017 (with a dropdown arrow and a calendar icon)
- Latest pick-up date-time: 06:15 17/12/2017 (with a dropdown arrow and a calendar icon)
- Delivery Location: UNITO-sede di Asti (with a dropdown arrow)
- Unloading Duration (day:hour:minute): 00 : 1 : 00
- Earliest delivery date-time: 11:00 17/12/2017 (with a dropdown arrow and a calendar icon)
- Latest delivery date-time: 12:00 17/12/2017 (with a dropdown arrow and a calendar icon)







At the bottom, there is a "Clear Time Windows" button and an "Add New Order" button with a green plus icon.

Nel caso specifico ho previsto la consegna di 250 risme di carta alla sede di Asti. Devo fare la stessa operazione per le altre sedi in cui voglio fare una consegna (Cuneo, Alba). Da notare che il SW permette anche il prelievo di prodotto da altre stazioni. Infatti come pick-up location posso scegliere una qualsiasi delle stazioni. Nel nostro caso ci conviene scegliere sempre la stessa location, il deposito di Grugliasco presso DISAFA.

Dopo aver inserito i miei ordini, mi troverò a dover consegnare in giornata 730 risme di carta, rispettando i tempi di consegna e di prelievo dei diversi ordini.

Filter Orders:

All Orders:

Order-ID	From	To	Load	Type	Actions
ORD-632	grugliasco	UNITO- sede di CUNEO	200	Parcel	 
ORD-634	grugliasco	UNITO-sede di Asti	250	Parcel	 
ORD-636	grugliasco	UNITO-Sede di Alba	280	Parcel	 

Scheda Fleet

Da questa scheda è possibile definire la flotta di veicoli adibiti alla distribuzione dei prodotti. Anche in questo caso la definizione del numero e delle caratteristiche dei veicoli avviene grazie ad una specifica interfaccia (Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3**), che viene mostrata cliccando il tasto “Add Vehicle” del menù.

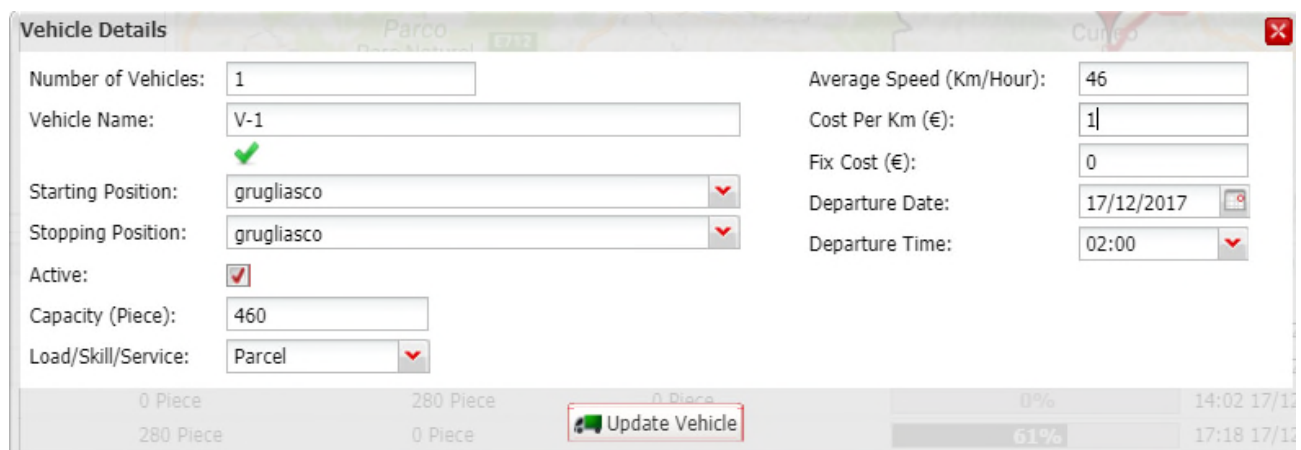


Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3** – Interfaccia grafica per la definizione dei mezzi di trasporto nel software *logvrp*



Nella figura 3.7 possiamo vedere le caratteristiche che si possono definire per l'automezzo. Si possono inserire tutti gli automezzi, ciascuno con sue velocità di percorrenza, capacità, etc.

L'interfaccia per l'inserimento dei veicoli richiede la compilazione di una serie di campi:

- “Number of Vehicles”;

- “*Vehicle Name*”. Identificativo dei veicoli;
- “*Starting/Stopping Position*”. Posizione iniziale e finale del veicolo;
- “*Capacity (Piece)*”. Capacità in pallets del veicolo;
- “*Load/Skill/Service*”. Tipologia di prodotto da trasportare;
- “*Average Speed (km/hour)*”. Velocità media fissa del mezzo di trasporto;
- “*Cost Per km (€)*”. Costo chilometrico in Euro;
- “*Departure Date/Time*”. Giorno e orario di partenza minimi del veicolo.

Qui abbiamo definito un automezzo disponibile per fare il trasporto. Assumo di avere un furgone della capacità di 460 risme di carta (92 scatole da 5 risme).

Vehicle Name	Capacity	Load/Skill/Service	Departure Date	Actions
V-1	460	Parcel	06:00 16/12/2017	 

Scheda *Computation*

In questa scheda sono presenti quattro menù dai quali è possibile definire alcuni parametri fondamentali per l’impostazione del VRP e della sua risoluzione.

Dal menù “*Unit*” si definisce la valuta considerata per i costi, l’unità delle distanze (km) e se si vogliono considerare le distanze reali (in base alle strade da percorrere) o le distanze in linea d’aria.

Dal menù “*Constraint*” vengono definiti i parametri relativi a:

- Tempo massimo di guida e di lavoro e tempo minimo di pausa giornaliera dei trasportatori;
- Numero massimo di *routes* con: relativa durata temporale massima, numero massimo di fermate, distanza massima.

Sempre da questo menù è poi possibile impostare: se si vuole servire una determinata area esclusivamente con determinati veicoli specificati; se i mezzi di trasporto una volta scarichi possono o meno rifornirsi nuovamente presso il deposito; se evitare autostrade o pedaggi; la posizione alla quale devono tornare i veicoli una volta terminati i *route* di consegne.

Dal menù “*Time*” possono essere definite *time windows* specifiche per ogni giorno della settimana.

Dal menù “*Optimization*” viene definito in che termini il software dovrà ottimizzare i *route* di consegna (ad esempio se si desidera minimizzare i costi totali o la distanza percorsa ecc..). Inoltre da questo menù viene specificato quale algoritmo impiegare per la risoluzione del VRP.

Scheda *Results*

Una volta inseriti tutti i parametri, cliccando sul tasto “*Calculate Routes*”, viene elaborata la soluzione al VRP definito attraverso la compilazione dei campi precedentemente esposti. La soluzione al VRP proposta dal *software* viene mostrata proprio nella scheda *Results* dove è possibile analizzare tutte le statistiche della soluzione proposta, sia complessive che specifiche per ogni mezzo di trasporto impiegato.

Calculate Routes Operations ▾						
Stations		Orders	Fleet	Computation	Results	
Result Map View ▾		Clear	Export	Load Route Set	Edit	Show Detail View
S	Algorithm	Distance	Cost	Travel T.	Vehicle Count	
✓	J.D.A.M.	449 Km	€ 897	13 h. 15 m.	1	
✓	A.L.N.S.	449 Km	€ 897	13 h. 15 m.	1	

Routes	Distance	Expenses	Load
Route: 1: (V-1, 460 Piece of Parcel)			
1. grugliasco > UNITO-sede di Asti	63.1 Km	€ 126	450 Piece
2. UNITO-sede di Asti > UNITO- sede di CU...	128 Km	€ 256	200 Piece
3. UNITO- sede di CUNEO > grugliasco	104 Km	€ 209	0 Piece
4. grugliasco > UNITO-Sede di Alba	70.4 Km	€ 141	280 Piece
5. UNITO-Sede di Alba > grugliasco	70.7 Km	€ 141	0 Piece
Total 5 Step(s)	449 Km	€ 897	D:450 P:0

Dai risultati vediamo che occorre percorrere 449 km, tutti praticamente su autostrada.

Viene presentata come visualizzazione base la route ottimizzata con le distanze ed i costi.

Routes	Distance	Expenses	Load
Route: 1: (V-1, 460 Piece of Parcel)			
1. grugliasco > UNITO-sede di Asti	63.1 Km	€ 126	450 Piece
2. UNITO-sede di Asti > UNITO- sede di CUNEO	128 Km	€ 256	200 Piece
3. UNITO- sede di CUNEO > grugliasco	104 Km	€ 209	0 Piece
4. grugliasco > UNITO-Sede di Alba	70.4 Km	€ 141	280 Piece
5. UNITO-Sede di Alba > grugliasco	70.7 Km	€ 141	0 Piece
Total 5 Step(s)	459 Km	€ 918	D:450 P:0

Mi dice per ogni step la saturazione dell'automezzo, si vede dal report che dato che non portiamo nulla indietro c'è una parte della milk-run dove l'automezzo viaggia a vuoto. La figura sottostante mi fa vedere la saturazione dell'automezzo. Vediamo, il primo carico fatto Grugliasco con i pezzi per la sede di Asti Cuneo saturiamo quasi completamente l'automezzo (98%), mentre, ovviamente per il carico destinato ad Alba (280 risme) la capacità di carico viene saturata solo al 61%.

Load	Pick up	Delivery	Capacity Usage
450 Piece	0 Piece	250 Piece	98%
200 Piece	0 Piece	200 Piece	43%
0 Piece	280 Piece	0 Piece	0%
280 Piece	0 Piece	280 Piece	61%
0 Piece	0 Piece	0 Piece	0%
D:450 P:0			98%

Infine, l'ultima parte della nidiata di dettaglio mi fa vedere lo schedule in delle varie attività considerando sia i viaggi ma anche i tempi di carico e scarico dell'automezzo.

Departure Time	Arrival Time	Travel Duration
08:21 17/12/2017	09:45 17/12/2017	1 h. 24 m.
10:45 17/12/2017	13:32 17/12/2017	2 h. 47 m.
14:02 17/12/2017	16:18 17/12/2017	2 h. 16 m.
17:18 17/12/2017	18:50 17/12/2017	1 h. 32 m.
19:50 17/12/2017	21:36 17/12/2017	1 h. 46 m.
08:21 17/12/2017	21:36 17/12/2017	13 h. 15 m.

Il software è intuitivo e semplice da usare, in una prima fase di consiglio di mettere tempi di pick-up and delivery molto ampi, esempio 06:00- 23:50 per tutte le stazioni che vorrete inserire, considerando che potete soltanto utilizzare 10 nodi, quindi un deposito e nove stazioni.