

***Università degli studi di Pisa***

***Facoltà di Ingegneria***

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Sistemi Informatici

***Tesi di Laurea***

*Progetto e realizzazione di un sistema automatico  
per l'analisi dei flussi di traffico.*

**Relatori**

Prof. Beatrice Lazzerini

Prof. Francesco Marcelloni

Dr. Roberto Brega

**Candidato**

Fabrizio Gozzoli

Anno Accademico 2007-2008

A mio padre,  
che non è vissuto abbastanza per vedere questa tesi.

# ***Ringraziamenti***

Ringrazio i miei colleghi di lavoro Franco Pettinari, David Chiarini, Salvatore Gerace, Roberto La Rosa, Renzo Dani, Michele Tarantino, Alfredo Aleandri che mi hanno sempre incitato nel terminare questo lavoro aiutandomi con il loro supporto tecnico. In particolar modo voglio ringraziare Andrea Rossi, che mi ha spinto a fare domanda di tesi dopo un lungo periodo di inattività e Filippo Bonsignori con il quale ho lavorato nella realizzazione del supporto USB per XO/2. Ringrazio inoltre i responsabili di LOGObject e della sede Italiana ITFactory, Roberto Rossi, Renato Rossi e Lorenzo Antonelli che hanno creduto nelle mie potenzialità accettandomi in un ambiente di professionisti. Un pensiero va a Roberto Brega, Ezio Martelli e Roberto Morelli da cui è nata l'idea di LOCate e ineguagliabili consiglieri. Non solo colleghi di lavoro, ma quello che è più importante amici fidati.

Ringrazio mia madre e tutti i miei familiari che mi sono stati vicini in questo lungo periodo.

Uno speciale ringraziamento va alla mia compagna Sabrina Guida che oltre ad avermi reso padre di una splendida bambina di nome Aurora, con la sua pazienza, mi è sempre stata vicina e soprattutto ha sopportato le lunghe notti nella quale ho scritto questo lavoro, portando via il tempo al mio ruolo di padre di famiglia.

Infine ringrazio i miei relatori, la professoressa Beatrice Lazzerini e il professore Francesco Marcelloni per la gentilezza e il tempo che mi hanno dedicato.

# ***Sommario***

La disponibilità di sistemi di misurazione del traffico efficienti e accurati è uno dei requisiti fondamentali della moderna pianificazione urbanistica.

In questo lavoro ho descritto la progettazione e il funzionamento di un sistema automatico di misurazione del traffico veicolare basato su un sensore laser a scansione radiale, controllato da una piattaforma PowerPC equipaggiata con sistema operativo real-time XO/2.

Il sistema proposto consente di monitorare e identificare veicoli e persone che attraversano il campo visivo del sensore e di effettuare delle misurazioni a fini statistici.

# ***Indice***

Introduzione .....	7
1 Descrizione del Sistema .....	9
1.1 Il sistema operativo XO/2.....	13
1.2 Il sistema embedded LOTraffic.....	15
1.3 Hardware .....	18
1.3.1 Sensore Laser Sick LMS 291 .....	20
1.3.2 Piattaforma PPC .....	23
1.4 Sistema assemblato.....	25
2 Progetto applicazione .....	28
2.1 USB.....	29
2.2 vFAT 16 .....	31
2.3 Compressione dati.....	32
2.4 Formato dei files Traffic Store. ....	34
2.5 Applicazione LOCate .....	39
3 Funzionalità applicazione .....	41
4 Analisi Risultati .....	80
5 Conclusioni .....	91
6 Indice figure .....	93

7	Indice Tabelle .....	97
8	Bibliografia .....	98
	Swiss Technology Award .....	100

# ***Introduzione***

La crescente urbanizzazione, la mancanza di una adeguata pianificazione urbanistica, l'insufficienza dei mezzi pubblici di trasporto, l'aumento considerevole dei problemi del traffico su ruote con conseguenti disagi per i pedoni, ha reso la circolazione veicolare nelle città inaccettabile.

Questo fenomeno, se pur in misura ridotta, è stato osservato anche olttralpe dove, grazie a mezzi economici più consistenti ed una burocrazia più snella, ha spinto molte realtà comunali ad aumentare gli investimenti per effettuare statistiche sul traffico, con l'intento di garantire ai propri cittadini una maggiore vivibilità del territorio.

Tali studi, quasi sempre condotti da persone o da sensori posti nella carreggiata, spesso risultano affetti da molti errori, ad esempio la stanchezza dell'operatore, o falsati a causa dell'invasività del sistema di monitoraggio, che, se notato dai conducenti dei veicoli, ne condiziona il comportamento. Come conseguenza oltre ad aumentare il rischio di incidenti stradali si potrebbero ottenere statistiche che non rispecchiano la realtà.

Un'ulteriore problematica di questa metodologia è la definizione dell'area di osservazione, che deve essere necessariamente decisa prima di iniziare lo studio sulla viabilità e richiede un attento esame che non sempre conduce alla giusta scelta. In ogni caso l'area di osservazione è generalmente molto limitata, talvolta ridotta ad una sola sezione di carreggiata e nella maggior parte degli studi l'unica caratteristica osservata è data dal conteggio dei veicoli.

Da queste problematiche, molto sentite in Svizzera e in Germania, nasce l'idea di LOCate, un nuovo metodo rivoluzionario per raccogliere statistiche sul traffico.

LOCate, argomento principale di questo studio, è una applicazione Java, che elabora le informazioni raccolte dal sistema LOTraffic[2] con l'intento di generare statistiche affidabili nelle aree di maggiore interesse, il tutto supportato da una interfaccia grafica semplice ed intuitiva da utilizzare che permette di intervenire direttamente sulle informazioni raccolte.

LOTraffic è un sistema di rilevamento laser ideato da LogObject AG in grado di monitorare oggetti in movimento in un raggio di 30-40 metri, con un angolo di scansione di 180°.

Il sistema laser utilizzato è stato concepito inizialmente come sensore di sicurezza anticollisione in muletti, aerei, navi e gru in manovra, utilizzandolo come blocco motore automatico.

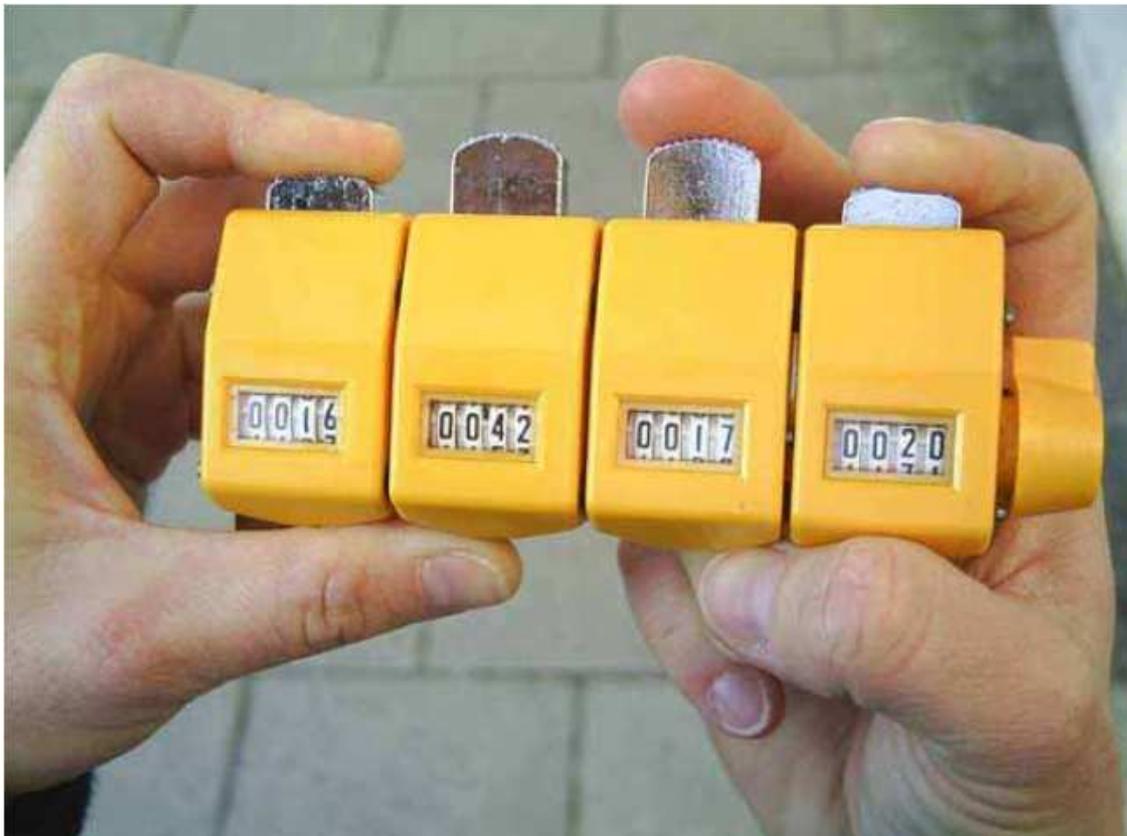
L'idea innovativa è stata quella di cambiare il sistema di riferimento: anziché usare il sensore in un sistema mobile posto in un ambiente statico è stato utilizzato in un sistema fisso in cui l'ambiente è tempo-variabile.

# ***1 Descrizione del Sistema***

LOCate nasce dall' esigenza da parte delle amministrazioni locali di organizzare una corretta pianificazione del traffico su ruote e pedonale.

Molte realtà comunali Svizzere, e in particolare la polizia di Zurigo, necessitano di statistiche relative al traffico cittadino.

Spesso tali statistiche vengono effettuate su misurazioni rilevate da personale umano (Figura 1).



*Figura 1: Dispositivo per conteggi manuale*

In seguito a queste esigenze abbiamo sviluppato il sistema LOTraffic e grazie alle potenzialità di tale sistema abbiamo effettuato nel corso degli anni centinaia di misurazioni fornendole poi ai vari comuni.

Tuttavia non sempre quello che gli addetti alla pianificazione urbanistica volevano era quello che chiedevano. Spesso dopo una osservazione di una o più settimane ci venivano richieste misurazioni in aree differenti da quelle contrattate.

Questo implicava dover effettuare una nuova misurazione, che, per l'azienda corrispondeva a un nuovo rientro economico, ma per il cliente una perdita di tempo e con il passare del tempo una insoddisfazione generale.

Nasce così l'idea di progettare un software in grado di configurare LOTraffic per poter effettuare statistiche sul traffico stradale e sulle infrazioni al codice stradale, non restando più vincolati alla vendita delle singole misurazioni, ma di un intero pacchetto Hardware/Software che il cliente possa configurare a piacimento.

Il primo prototipo presentato alla polizia doveva servire solamente a configurare delle aree di conteggio.

Per facilitare il compito di configurare tali zone di conteggio avevamo deciso di far visualizzare sullo schermo qualche traiettoria dei veicoli ricavate da uno streaming che LOTraffic crea per visualizzare a runtime i dati appena elaborati dal sensore laser.

Al momento della presentazione il cliente è rimasto impressionato non tanto dal lavoro che stavamo facendo, e cioè di poter configurare LOTraffic in modo semplice, bensì dalle traiettorie che erano state poste sullo schermo con il solo scopo di poter stabilire in maniera più precisa le zone di conteggio.

Questo loro entusiasmo ci portò immediatamente a rivalutare il nostro lavoro e a prendere in considerazione il fatto di memorizzare tutte le traiettorie registrate da LOTraffic e non solo gli eventi per cui era stato configurato.

L'obiettivo di non dover essere fornitori di misurazioni rimaneva, inoltre la soddisfazione del cliente risultava migliorata.

Ben presto, dopo non poche consultazioni con l'ingegnere informatico Roberto Brega esperto di robotica, sistemi operativi real-time e ideatore di LOTraffic e l'ingegnere civile Ezio Martelli, esperto di urbanistica e pianificazione del traffico, abbiamo deciso di intraprendere questa nuova strada: rendere capace LOTraffic di memorizzare ogni traiettoria rilevata e, modificare il nostro prototipo per renderlo capace di elaborare tali traiettorie ed essere in grado di poter effettuare statistiche a posteriori.

Il nostro prodotto, denominato LOCate, diviene così non un configuratore per LOTraffic ma il motore per generare le statistiche, fornito di alcune funzionalità base per effettuare conteggi di veicoli e pedoni e la possibilità di aggiungere moduli ad-hoc per ogni particolare esigenza del cliente.

Il software prevede la possibilità di trasferire i dati ad un Database e di generare dei fogli Excel dove vengono effettuate statistiche per fasce orarie e fasce di velocità.

LOCate inoltre fornisce un editor di ambienti, tramite il quale è possibile disegnare lo sfondo in cui la misurazione ha avuto luogo o piazzare una immagine rappresentante la planimetria stradale o foto satellitare della zona di interesse. Tutto questo per rendere più chiaro, in fase di riproduzione di una scena o nel piazzamento di oggetti statistici virtuali, la reale posizione dei veicoli.

Il sistema completo è stato denominato LOTraffic II.

Esso è composto da un calcolatore basato su processore PowerPC ed equipaggiato con sistema operativo real time XO/2 connesso tramite interfaccia seriale RS422 ad un sensore laser a scansione radiale appartenente alla famiglia Sick LMS 2xx.

Il software di tracking è denominato LOTraffic, mentre LOCate, una applicazione Java eseguibile su qualsiasi macchina di adeguata potenza (ad esempio Pentium III 700 Mhz equipaggiato con almeno 512Mbyte), è il software in grado di visualizzare e calcolare a posteriori statistiche sulla misurazione effettuata.

I dati utilizzati da LOCate possono essere acquisiti prelevati dal sistema embedded LOTraffic tramite interfaccia ethernet o prelevando i dati direttamente da un dispositivo USB Mass Storage.

Nei prossimi paragrafi verranno descritti i componenti base del sistema e i vari moduli necessari all'interazione dei sottosistemi.

## ***1.1 Il sistema operativo XO/2.***

Il sistema operativo real-time XO/2[3] è un prodotto della ricerca del politecnico federale di Zurigo e di altre università Svizzere.

Esso è scritto con il linguaggio di programmazione Oberon-2 che è un diretto discendente della famiglia Pascal.

Oberon-2[1] unisce alla sicurezza a run-time fornita dai linguaggi strong-typed la flessibilità e ricchezza di modelling dei linguaggi di programmazione Object-Oriented.

XO/2 fornisce una serie di livelli di astrazione, in questo modo il sistema nasconde la complessità della programmazione real-time al programmatore, che è quindi libero di concentrarsi sul suo compito senza preoccuparsi dei dettagli tipici dell'informatica come ad esempio le risorse limitate nello spazio e nel tempo.

Fra le caratteristiche di XO/2 di particolare importanza è la presenza di un garbage collector real-time che, quando è necessario, è in grado di raccogliere e finalizzare gli oggetti non utilizzati senza la necessità di allocare nuove risorse.

Il sistema operativo è in grado di eseguire task real-time di tipo Hard con frequenza fino a 10Khz avendo il time slice di sistema di soli 100 microsecondi.

Da queste informazioni si capisce che lo scheduler va in esecuzione 10000 volte al secondo, questo è possibile in quanto il codice eseguibile è estremamente ottimizzato per piattaforme PowerPC e sfrutta a pieno tutte le potenzialità del processore, rendendo la procedura del cambio di contesto un'operazione a basso costo computazionale.

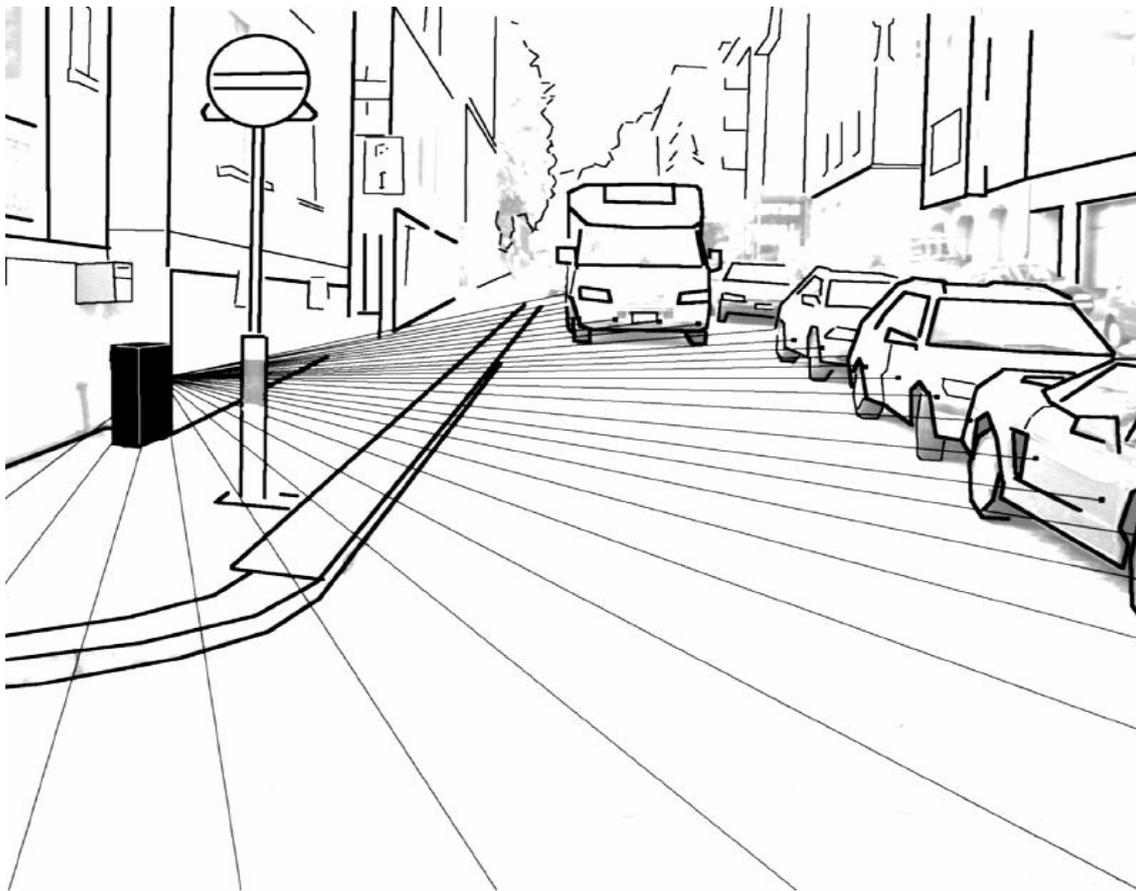
Per il basso impatto sul carico della CPU il sistema operativo XO/2 trova ampio utilizzo in applicazioni embedded di tipo real time.

Il suo "naturale" utilizzo è rivolto ad applicazioni industriali di robotica.

## ***1.2 Il sistema embedded LOTraffic.***

LOTraffic è una tecnologia di rilevazione del traffico sviluppata da LogObject AG, Zürich, Switzerland che unisce un laser range finder a scansioni radiali ad alta frequenza di sampling con algoritmi di elaborazione dei dati in tempo reale, eseguiti da un processore embedded.

LOTraffic, nella sua applicazione più generica, misura gli avvenimenti del traffico, tramite scansioni radiali, parallele al piano della strada, come illustrato in Figura 2. Il sistema è così in grado di rilevare ogni oggetto in movimento nel raggio di 30 metri circa, seguendolo nel tempo (tracking).



*Figura 2: Misurazione radiale, parallela al piano della strada.*

Gli oggetti riconosciuti e categorizzati da LOTraffic sono riassunti nella seguente tassonomia:

- Pedoni;
- Biciclette, Moto;
- Automobili, Furgoncini;
- Autocarri, Camion.

Per ogni oggetto LOTraffic rileva la posizione, le caratteristiche geometriche, e il vettore di velocità istantanea. Questi dati vengono aggiornati 38 volte al secondo e costituiscono una "scena".

Una serie di scene nel tempo permette al sistema di rilevare il percorso compiuto da ogni singolo oggetto e la sua velocità.

Trattandosi di un sistema di rilevazione ottico, LOTraffic è soggetto alle occlusioni visive. Il sistema reagisce con un "tracking" speculativo sulla posizione dell'oggetto nascosto, sulla base del percorso effettuato dall'oggetto fino al momento dell'occlusione visiva unito ad un confronto del fingerprint del suo profilo. In questo modo LOTraffic è in grado di seguire "alla cieca" oggetti temporaneamente nascosti.

Tale sistema può essere configurato per contare oggetti passanti in determinate aree, mantenendo traccia di tali veicoli.

Il successo di LOTraffic è dovuto al fatto che, oltre a generare statistiche sul traffico, è in grado di funzionare da autovelox, infatti fra le varie informazioni raccolte di rilevante importanza è la  $V_{METAS}$  ovvero la velocità del veicolo certificata e omologata[5].

Inoltre grazie ad un modulo aggiuntivo è anche in grado di funzionare da rilevatore di passaggio al semaforo con rosso.

Nonostante la sua versatilità nel tempo ha dimostrato alcuni punti deboli.

Il più rilevante è che, dovendo decidere a priori le zone di osservazione, si possono commettere errori di valutazione e/o di configurazione rendendo inutile la misurazione effettuata.

Un altro problema è che le statistiche e le infrazioni al codice della strada rilevabili sono limitate dalla potenza di calcolo del sistema embedded che, per ragioni di durata delle batterie, costi e per problemi di temperatura di esercizio, è piuttosto bassa.

Inoltre il sistema lavora all'esterno e quindi per essere protetto dalle avverse condizioni atmosferiche è racchiuso in un package a tenuta stagna, ma proprio per questo motivo il ricircolo d'aria è piuttosto scarso costringendoci a usare piattaforme non estremamente performanti.

Per supplire a questi problemi nasce l'idea di non far calcolare le statistiche al sistema embedded LOTraffic, ma semplicemente di renderlo capace di memorizzare le traiettorie degli oggetti. Le analisi verranno poi condotte a posteriori da uno specifico software chiamato LOCate.

La versatilità raggiunta è notevolmente migliorata, in quanto abbiamo la possibilità di decidere le zone di conteggio a posteriori; in questo modo abbiamo annullato la probabilità di dover gettare un'osservazione in seguito a un'errata configurazione o ad uno spostamento più o meno accidentale della stazione di rilevamento.

Per realizzare questa idea abbiamo dovuto pensare ad un robusto sistema di memorizzazione di massa che, visto le estreme condizioni climatiche a cui è sottoposto il sistema, ci ha indirizzato verso un dispositivo USB Flash RAM.

## 1.3 Hardware

Il sistema LOTraffic è composto da una piattaforma PowerPC INova ICP-PCC basata sul processore Motorola MPC8240 Kahlua (Figura 3 - 4).



Figura 3: Tipico Desktop compact PCI.



Figura 4: Layout scheda madre INova ICP-PCC

e con sistema operativo real time XO/2 ed un sensore Laser Sick [4] LMS 291 a scansione radiale (Figura 5).



Figura 5: Sensore Sick famiglia LMS2xx

I due sistemi comunicano tramite una interfaccia seriale ad alta velocità TIP866-20 che mette a disposizione ben 8 canali (Figura 6).

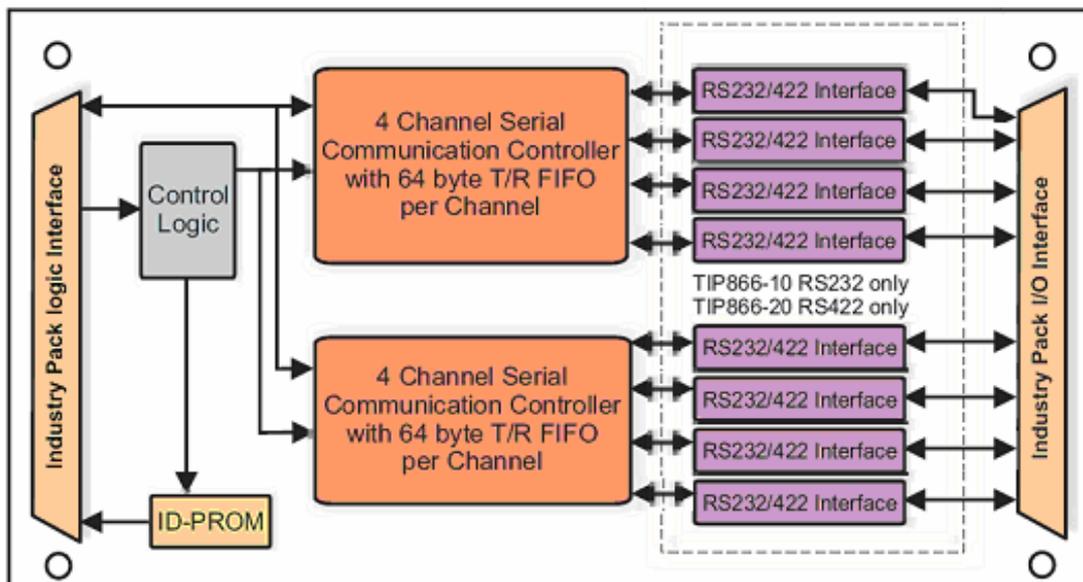


Figura 6: Diagramma a blocchi scheda seriale RS422 TIP866-20.

### **1.3.1 Sensore Laser Sick LMS 291**

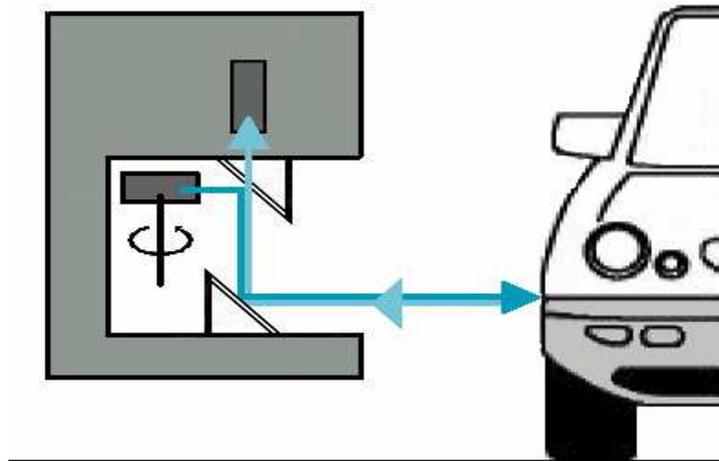
Il sensore LMS 200/291 è un sistema di misurazione laser operante senza contatto, in grado di rilevare l'ambiente circostante in modo simile a un radar laser bidimensionale.

Il sensore ha una temperatura di stoccaggio compresa tra -30°C e +70°C ed opera in un intervallo di temperatura compreso tra 0°C e 50°C.

Una piastra riscaldante porta il sensore in temperatura operativa quando è necessario.

Essendo un sistema di rilevazione attiva non richiede ulteriori componenti passivi come riflettori o marcatori di posizione.

Il sistema di misurazione dei sensori LMS sono basati sul tempo di andata e ritorno di brevissimi impulsi di luce riflessi da uno specchio ruotante (vedi figura 6).



*Figura 7: Schema funzionamento Sick LMS 2xx*

I dati delle misurazioni raccolti sono poi inviati ad un sistema host tramite una porta seriale ad alta velocità RS422.

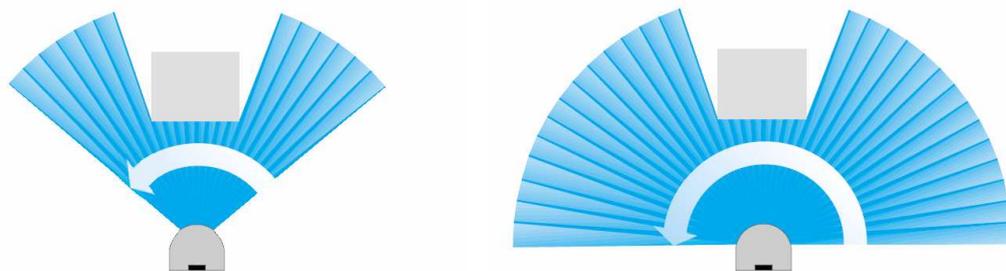
Il sensore è in grado di effettuare misurazioni con diverse risoluzioni angolari : 0.25°, 0.5°, 1°.

I tempi necessari ad avere una misurazione dell'intero range di scansione risultano essere rispettivamente 53,26,13 msec.

Alla massima risoluzione angolare il campo visivo del sensore risulta limitato a solo 100°, effettuando quindi misurazioni comprese fra i 40° e i 140°.

Alle altre risoluzioni angolari è possibile scegliere fra quest'ultima e il pieno campo cioè fra 0° e 180°.

In Figura 8 sono illustrati i possibili campi visivi



*Figura 8: Differenti impostazioni sul range angolare del sensore Sick LMS 2xx*

La risoluzione della misurazione è di 10 mm. L'errore di misurazione è dell'ordine dei 35 mm su una distanza misurata inferiore a 30 m.

LOTraffic può usare i sensori Sick LMS 200,220,291.

Essi differiscono per la massima distanza misurabile e per l'ambiente di utilizzo.

LMS 291 è utilizzabile in ambienti esterni, purché protetto dal contatto diretto dell'acqua. (non utilizzabile in immersione).

Qualsiasi sia il sensore usato LOTraffic utilizza la risoluzione angolare di 0.5° che garantisce 38 scansioni al secondo.

Inoltre è prevista la possibilità di connettere 2 sensori (identici) per avere un angolo di copertura di 360°.

In Figura 9 è illustrato lo schema di collegamento per sincronizzare i due sensori laser.

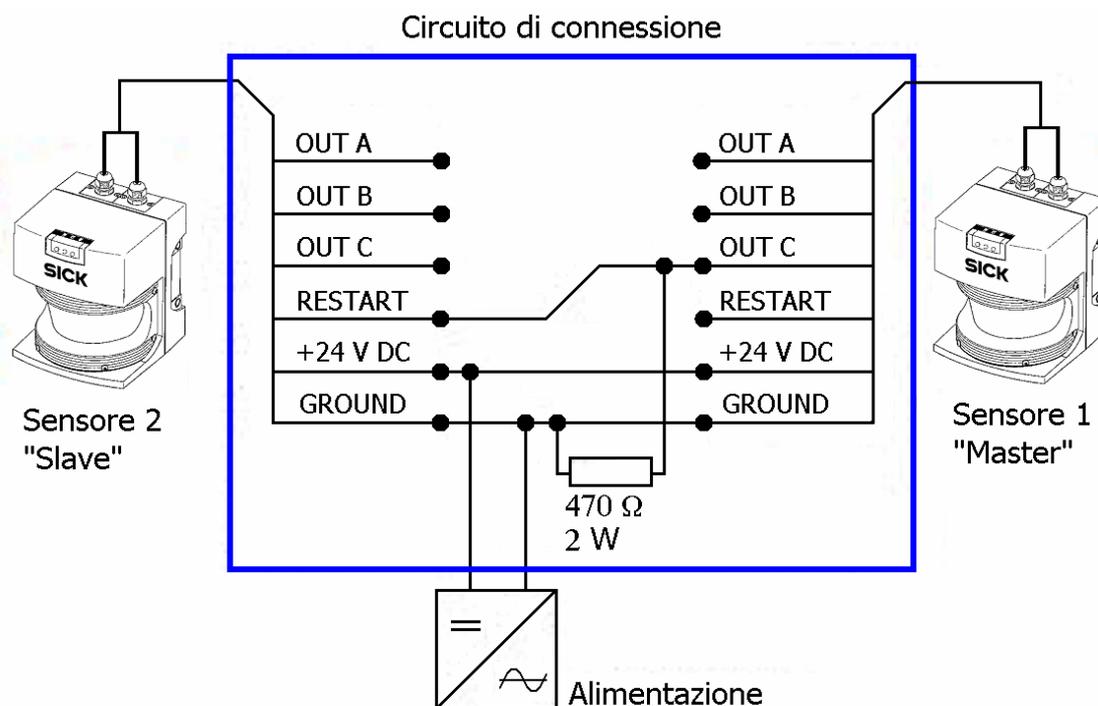


Figura 9: Schema di connessione per 2 sensori Sick della famiglia LMS 2xx

Grazie a questo semplice schema di collegamento è possibile utilizzare 2 sensori e estendere il campo visivo a 360°.

Questa configurazione è ideale per osservazioni intorno ad una rotatoria.

### **1.3.2 Piattaforma PPC**

La piattaforma Hardware utilizzata per il sistema embedded LOTraffic è di tipo PowerPC.

Le principali caratteristiche tecniche sono:

Processore	:	Motorola MPC8240 'kahlua' basato sul core 603e.  Processore Super scalare con frequenza di 200Mhz.  Cache di 16 KBytes per l'istruzioni e 16 KBytes dati.
Memoria	:	32 MBytes sDRAM.
Flash	:	16 MBytes.
Bus	:	CompactPCI 33 MHz. 8 Slot Master.
South Bridge	:	Aladin M1543 Pentium/Pentium II chipset.
Consumo	:	7 Watt.
Temperatura	:	-45° C a +85° C senza HD o floppy Disk

Operativa

Dalle caratteristiche tecniche emerge che i punti di forza di tale scheda sono la temperatura operativa e il basso consumo. Caratteristiche fondamentali per un uso esterno.

In fase di studio LOCate ha una sezione in cui viene sperimentato un nuovo sistema di tracking e categorizzazione. Per far questo è necessaria una

connessione TCP con il sistema embedded XO/2 e almeno di un P4 a 1.4 GHz.

## **1.4 Sistema assemblato**

Il sistema hardware è formato dal sensore Sick e un Desktop con piattaforma Power PC (Figura 10).



*Figura 10: Sistema LOTraffic non assemblato*

Tale sistema ovviamente non è utilizzabile in strada, ma per l'utilizzo esterno sono stati preparati differenti tipi assemblaggio.

Il più comune utilizzato in ambiente cittadino è mostrato in Figura 11.



*Figura 11: Tipico package per ambiente urbano*

In Figura 12 è mostrato il sistema per misurazioni mobili.



*Figura 12: Sistema mobile*

In Figura 13 un esempio di postazione fissa situata nei pressi di Zurigo.



*Figura 13: Esempio postazione fissa.*

Questi package sono stati realizzati dall'azienda CES[18] che oltre a fornire un "abito" a LOTraffic ne ha dato anche la "vista". Infatti il loro sistema di rilevazione fotografica è comandato dal nostro sistema.

## ***2 Progetto applicazione***

Lo scopo di questo lavoro è quello di creare un software, denominato LOCate in grado di effettuare statistiche sul traffico stradale su una particolare zona di interesse con l'intento di aiutare l'ingegnere civile nel prendere decisioni relative a un cambiamento sulla viabilità cittadina.

Per far ciò oltre ad implementare un software in grado di calcolare tali statistiche abbiamo effettuato delle modifiche sui moduli presenti nel nostro sistema appena descritto.

Di seguito darò una breve descrizione dei cambiamenti e aggiunte apportate al sistema embedded LOTraffic.

## 2.1 USB

Nel momento in cui abbiamo deciso di espandere LOTraffic per renderlo capace di memorizzare un grande quantitativo di informazioni stavano uscendo sul mercato i primi dispositivi USB di tipo Mass Storage.

Uno tra i primi in distribuzione in Italia è stato USB Drive 64Mbyte della JMTEK (Figura 14)



*Figura 14: Il primo dispositivo. utilizzato per sviluppare il supporto USB.*

Per la robustezza di tali dispositivi alle intemperie, resistenza agli urti dovuto alla mancanza di parti meccaniche e per le ridotte dimensioni ci siamo subito convinti che questi dispositivi erano ideali per le nostre esigenze.

L'unico problema era dato dal fatto che il sistema operativo XO/2, non essendo un sistema operativo di tipo commerciale, ha il grave inconveniente di non avere driver per le varie periferiche esistenti in commercio.

Tuttavia i vantaggi derivanti dall'utilizzo di un dispositivo USB Mass Storage ci hanno ben presto convinti di intraprendere una ardua scelta come quella di implementare un primitivo supporto USB.

Ricordo che a inizio 2002 anche sistemi operativi molto conosciuti come Linux e MacOS non erano ancora in grado di supportare questi dispositivi.

Inoltre la piattaforma Hardware da noi usata non aveva il supporto USB per nessun sistema operativo supportato. Proprio per questo motivo non era mai stato testato e, con il nostro lavoro abbiamo individuato un problema nel layout della scheda madre che non consentiva la normale alimentazione del device USB. A causa della riluttanza da parte di INova (produttore della piattaforma usata) a riconoscere il problema Hardware abbiamo dovuto ricontrollare tutti i moduli di XO/2, in particolare la gestione del bus PCI[10], senza trovare nessun errore. Solo dopo alcune settimane di continue lamentele, INova ha riconosciuto il difetto nel layout della scheda madre.

Logicamente per ovvie questioni di tempo non è stato implementato tutto il supporto USB ma ci siamo limitati ad implementare solamente le classi di device che ci interessavano.

Comunque il supporto è stato progettato per supportare tutte le specifiche USB 1.1[6] con l'intento in seguito di implementare le altre classi di device mancanti.

Allo stato attuale il supporto è in grado di lavorare con controllori USB di tipo OHCI[7] ed è stata implementata la classe di device USB MassStorage di tipo BulkOnly[11] con command set SCSI set 2 [8][9].

## **2.2 vFAT 16**

Per poter utilizzare in maniera efficiente il dispositivo Mass Storage ci siamo imbattuti in un altro problema, la mancanza di un supporto per il filesystem di tipo FAT 16.

Infatti per XO/2 era stato sviluppato solamente il supporto per floppy disk e quindi implementata solamente la FAT 12.

Come noto la FAT 12 consente di memorizzare una modesta quantità di dati (32 Mbyte), inoltre questo tipo di filesystem è praticamente utilizzato solo per i floppy disk.

La nostra idea era quella di usare gli allora nuovi dispositivi USB Mass Storage, che al tempo usavano tutti un filesystem di tipo FAT16.

Abbiamo quindi esteso il supporto FAT12 a FAT16 semplicemente cambiando l'indirizzamento all'interno della FAT da 12 bit a 16 bit.

Per potere utilizzare i nomi lunghi introdotti da Windows 95, abbiamo gestito , come da specifiche Microsoft, entries virtuali nel direttorio dei files[12].

Queste entries invisibili ad un sistema operativo che non supporta la vFAT, consentono di superare la limitazione della FAT che impone la lunghezza dei i nomi dei file e delle directory a 8 + 3 caratteri.

## ***2.3 Compressione dati***

Per concludere il meccanismo di salvataggio degli oggetti rilevati da LOTraffic è stato necessario ideare e implementare un efficiente algoritmo di compressione dati per le traiettorie e per le caratteristiche geometriche e dinamiche di ogni oggetto monitorato.

Le traiettorie rilevate dal sistema LOTraffic vengono memorizzate ogni volta che un oggetto esce dal raggio visivo del sensore. La traiettoria viene rielaborata e scomposta in una sequenza di spostamenti e/o posizioni assolute. Per poter ridurre al minimo la quantità di dati necessaria a memorizzare tale traiettoria abbiamo elaborato un semplice, ma efficiente algoritmo di compressione.

La traiettoria viene campionata con frequenza massima di 19 Hz, se la velocità dell'oggetto è modesta tale frequenza viene ridotta.

Quando lo spostamento dell'oggetto è piccolo la traiettoria è composta da spostamenti rispetto all'ultima posizione nota; nel caso in cui lo spostamento è talmente grande da non poter essere rappresentato come cambio di posizione, si inserisce una posizione assoluta oppure un differente tipo di pacchetto in grado di rappresentare uno spostamento più grande. Per ridurre ulteriormente i dati necessari a descrivere la traiettoria è previsto un meccanismo per modellare gli oggetti fermi. In questo caso un pacchetto indica il numero di campioni in cui l'oggetto ha mantenuto la stessa posizione.

Un altro utile meccanismo consente di diminuire in modo dinamico la frequenza di campionatura. Questo è implementato tramite un apposito pacchetto che definisce il ritardo con cui verrà interpretato il prossimo spostamento. La nuova posizione o il nuovo spostamento non è quindi riferito alla frequenza di campionatura della traiettoria, ma ritardata nel tempo del numero di campioni descritto in tale pacchetto.

Quando ci troviamo in questa condizione è raccomandato che al momento della ricostruzione della traiettoria i punti intermedi siano interpolati.

Per ogni oggetto vengono memorizzate anche le informazioni relative alle caratteristiche geometriche, larghezza e lunghezza, velocità VMETAS cioè la velocità certificata e l'orario in cui l'oggetto è entrato nel campo visivo del sensore.

Nel file sono inoltre memorizzate altre informazioni come ad esempio l'evoluzione di uno o più semafori all'interno del range visivo del sensore (è necessario un modulo aggiuntivo per LOTraffic) e le informazioni relative all'ambiente.

Per questione di sicurezza i dati non sono memorizzati in un singolo file ma giornalmente ne viene creato uno nuovo.

In realtà ogni singola raccolta di dati è descritta tramite due file, il primo è di tipo testo, in formato XML, in cui è descritta la località, le generalità dell'operatore, l'orario di inizio osservazione, e il nome del secondo file che è di tipo binario e contiene le traiettorie della misurazione compresse.

## **2.4 Formato dei files Traffic Store.**

Come già accennato ogni misurazione è descritta da 2 files, uno contenente delle informazioni in formato XML, l'altro di tipo binario contenente solo le traiettorie.

Il primo file è riconosciuto dall'estensione .TSM (Traffic Store Metadata), mentre il secondo è generalmente identificato dall'estensione .TSD (Traffic Store Data).

Quest'ultima non è di grande importanza in quanto il nome del file relativo ad una misurazione è specificato tramite un TAG XML nel file di tipo TSM.

Un file di tipo TSM ha la seguente struttura:

```
<TRAFFICSTORE>
<VERSION>string</VERSION>
<FILEID>unique_id</FILEID>
<DATE>DD.MM.YYYY</DATE>
<TIME>hh.mm.ss</TIME>
<REFERENCE>milliseconds</REFERENCE>
<AUTHOR>
<NAME>string</NAME>
<COMPANY>string</COMPANY>
</AUTHOR>
<LOCATION>
<STREET>string</STREET>
<NUMBER>string</NUMBER>
<CITY>string</CITY>
<STATE>string</STATE>
<COUNTRY>string</COUNTRY>
</LOCATION>
</TRAFFICSTORE>
```

Vediamo in dettaglio il significato dei vari TAG:

<i>VERSION</i>	:Questo campo è utilizzato per risolvere le ambiguità fra differenti revisioni del formato del file
<i>FILEID</i>	:Identifica in modo univoco il file stesso.
<i>DATE</i>	:Data di creazione del file.
<i>TIME</i>	:Orario di creazione del file
<i>REFERENCE</i>	:E' il numero di millisecondi passati dall'accensione del sistema. Questa informazione è molto importante perché definisce la base del tempo usata per inserire l'orario negli eventi registrati da LOTraffic.
<i>AUTHOR</i>	:Blocco in cui sono indicate generalità del operatore che ha disposto la misurazione.
<i>LOCATION</i>	:Blocco riguardante le informazioni riguardanti la posizione geografica della misurazione

Formato del file TSD:

Questo file è di tipo binario ed è composto da pacchetti di cui, per questioni di copyright, non posso dare l'esatto formato.

Darò comunque una descrizione di tali pacchetti.

Un pacchetto può avere differenti formati :

Packet:= (Trajectory | Time | TrafficLight | StaticBackground).

- Il pacchetto di tipo **Trajectory** è il pacchetto più importante, è usato per memorizzare l'oggetto e la sua traiettoria.

Trajectory := Type, WL,  $V_{METAS}$ , Time, Freq\_Res, NofPoints, {Point}.

<i>Type</i>	:Tipo dell'oggetto monitorato <ul style="list-style-type: none"> <li>● Persone</li> <li>● Moto - Biciclette</li> <li>● Auto</li> <li>● Autocarri</li> </ul>
<i>WL</i>	:Larghezza e Lunghezza dell'oggetto.
$V_{METAS}$	:Velocità certificata.
<i>Time</i>	:Millisecondi in cui l'oggetto è entrato nel raggio visivo del sensore.
<i>Freq_Res</i>	:Frequenza e risoluzione dello spostamento: i punti della traiettoria saranno dati ogni $19/Freq$ Hz, il vettore di spostamento sarà moltiplicato per il fattore <i>Res</i> .
<i>NofPoints</i>	:Numero di punti della traiettoria.
<i>{Point}</i>	:Coordinate della traiettoria, composta da <i>NofPoints</i> punti.
Ogni punto della traiettoria può essere specificato in diversi formati.	
Point:= (Skip  Stop  Absolute position  Absolute Vector  Relative Vector ).	
<i>Skip</i>	:Il prossimo punto sarà ritardato di <i>Skip</i> samles. I punti intermedi andranno interpolati.
<i>Stop</i>	:L'oggetto è immobile per <i>Stop</i> samles.I punti intermedi non andranno interpolati.
<i>Absolute position</i>	:Il punto sarà interpretato come una posizione assoluta.
<i>Absolute Vector</i>	:Scostamento dall'ultima posizione nota.

*Relative Vector* : Scostamento dall'ultima posizione nota. Tale valore andrà moltiplicato per il valore della risoluzione *res*.

- Il pacchetto di tipo **Time** ha il duplice scopo di segnalare il corretto funzionamento del sensore agendo da Watch dog timer e quello di marcare il tempo di particolari eventi. Nell'attuale implementazione è usato per notificare l'orario di un cambio stato di un semaforo e per la notifica di un cambiamento nel range visivo del sensore.

Time := Time

*Time* : Millisecondi trascorsi dall'accensione del sistema.

- Il pacchetto di tipo **Traffic Light** è utilizzato per monitorare lo stato di uno o più semafori nei pressi della zona di misurazione.

La presenza di questo tipo di pacchetto è subordinato all'utilizzo di hardware aggiuntivo. Ad esempio in Svizzera non è possibile interfacciarsi direttamente con la logica del semaforo, quindi sono stati previsti dei sensori da porre lungo i cavi di alimentazione delle lampade del semaforo per rilevarne lo stato.

TrafficLight := RYG-ID

*RYG-ID* : Stato della luce rossa, gialla, verde e ID del semaforo.

- Il pacchetto di tipo **Background** è utilizzato per avere informazioni relative all'ambiente in cui è in corso la misurazione. Questo pacchetto è spedito ogni qualvolta cambiano le condizioni a contorno dell'ambiente, ad esempio quando un veicolo parcheggiato abbandona la sua posizione.

Questo tipo di pacchetto può essere disabilitato diminuendo notevolmente la dimensione del file.

Background := NofPoints {Angle, Module}

*NofPoints* : Numero di punti appartenenti allo sfondo.

$\{Angle, Module\}$  : Coppia angolo, distanza dell'ostacolo (sfondo).

Questi ultimi due tipi di pacchetti sono preceduti da uno di tipo Time.

Grazie a questo semplice ma efficiente sistema di memorizzazione, un operatore settimanalmente preleva le informazioni dal mass storage e le trasferisce al software LOCate. In questo modo è possibile avere misurazioni precise del traffico, non in uno specifico tratto di strada ma in un'area in cui a posteriori è possibile tracciare delle linee induttive virtuali e ottenere statistiche necessarie agli ingegneri civili per prendere dei provvedimenti atti a migliorare la viabilità e sicurezza stradale.

L'ingegnere civile raccoglie dati relativi al traffico urbano generato dall'attuale piano della viabilità dopodiché predisposte le nuove misure, in via provvisoria, come ad esempio una rotatoria o il cambio del senso di marcia di una strada.

A questo punto grazie ad una nuova misurazione sarà in grado di capire se con il nuovo piano della viabilità ha conseguito gli obiettivi predisposti.

Grazie a questo strumento i dati che una volta potevano essere solo stimati, adesso possono poggiare su dati reali e su valide e solide basi scientifiche.

Fra le varie informazioni raccolte di rilevante importanza è la  $V_{METAS}$  ovvero sia la velocità del veicolo certificata e omologata.

E' inoltre possibile migliorare la qualità dei dati inserendo dei filtri ed effettuare statistiche più complesse difficilmente calcolabili a runtime, come ad esempio lo studio delle decelerazioni dei veicoli.

## 2.5 Applicazione LOCate

LOCate è l'applicazione scritta in Java[14] che sfrutta i cambiamenti apportati a LOTraffic per effettuare conteggi e statistiche a posteriori.

L'applicazione è strutturata in modo modulare e consente con semplici modifiche di aggiungere nuove categorie di veicoli e differenti tipologie di statistiche. Ad esempio per quanto riguarda le possibili statistiche è stato seguito uno schema come quello di (Figura 15)

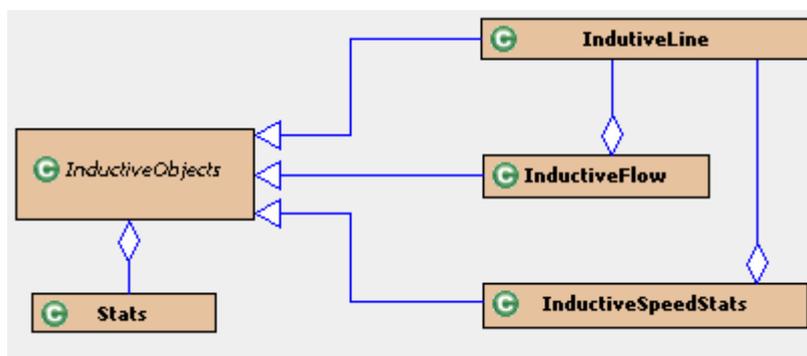


Figura 15: UML modulo statistiche

Mentre per gli oggetti monitorati è stata implementata la seguente struttura:

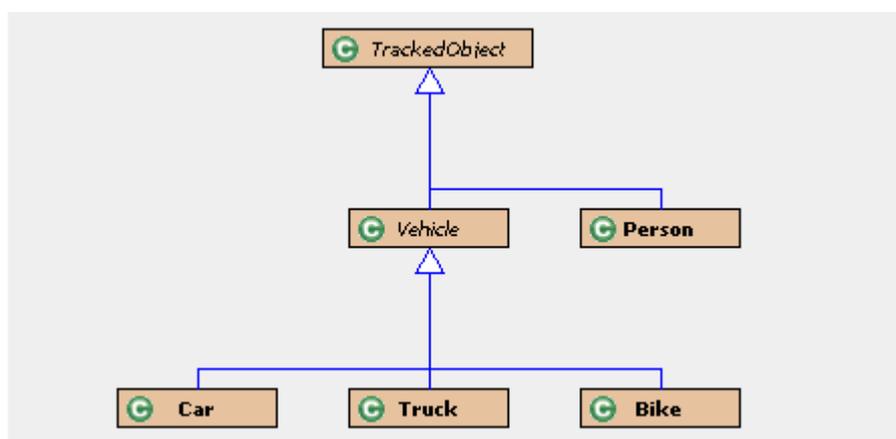


Figura 16: Modello oggetti monitorati

Una delle funzionalità più interessanti e apprezzate in fase di presentazione è la connessione "live" con il sensore.

Questa funzionalità è stata implementata grazie ad un thread a alta priorità che legge i dati da una connessione in streaming con LOTraffic o, in fase di debug, da un file registrato.

Il Communication Thread legge i dati che vengono poi posti in una coda, mentre un thread di visualizzazione legge e svuota tale coda.

[13]

Un altro modulo si incarica del caricamento dei file compressi "ltp"; questi vengono elaborati e posti in un contenitore di traiettorie "TrajectoryContainer". Ogni volta che viene aggiunto un oggetto induttivo virtuale sullo schermo, viene interrogato questo container il quale restituisce i veicoli con la rispettive traiettorie che fanno parte della statistica creata.

In fase di "riproduzione scena" il container, in base all'istante di riproduzione, restituisce una scena composta dai veicoli che ne fanno parte.

Tutto il software gira intorno a un motore grafico costruito sui componenti Swing di Java[15] la cui struttura è estremamente complessa da poter essere descritta in questo testo.

L'applicazione è nata utilizzando JBuilder 4[16] e Java 1.4.02. In seguito è stata migrata su JBuilder X fino ad approdare su Eclipse[17]. Nell'ultima migrazione è stato abbandonato definitivamente Java 2 ristrutturando l'intero software utilizzando i Template introdotti da Java 5.

### 3 Funzionalità applicazione

L'applicazione una volta lanciata si presenta con una semplice interfaccia grafica. L'organizzazione è quella di una applicazione standard a menù (vedi Figura 17)

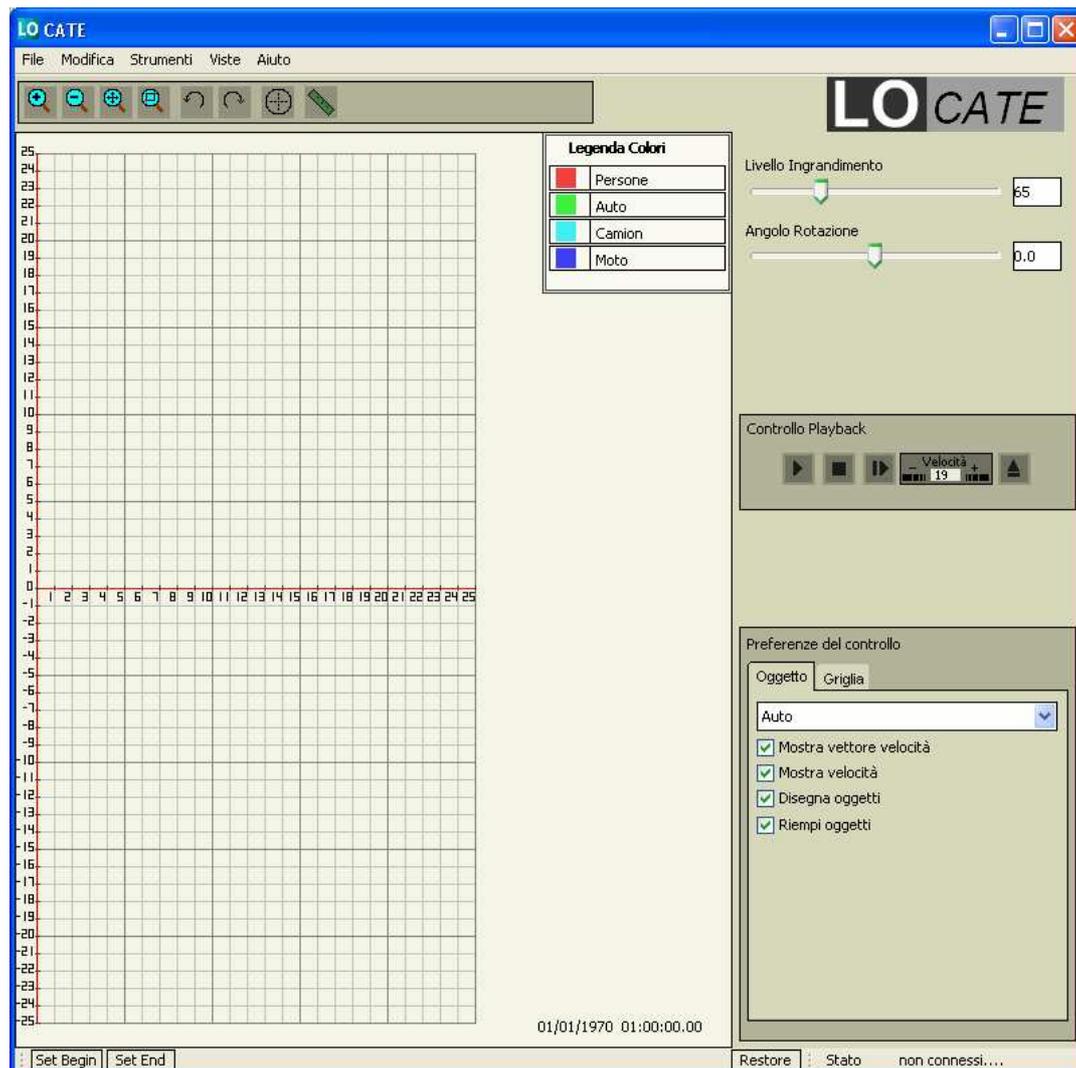


Figura 17: Applicazione LOCate

Tramite una barra dei menù è possibile accedere alle varie funzionalità messe a disposizione.

Dal menù file è possibile scegliere fra le seguenti opzioni (Figura 18).

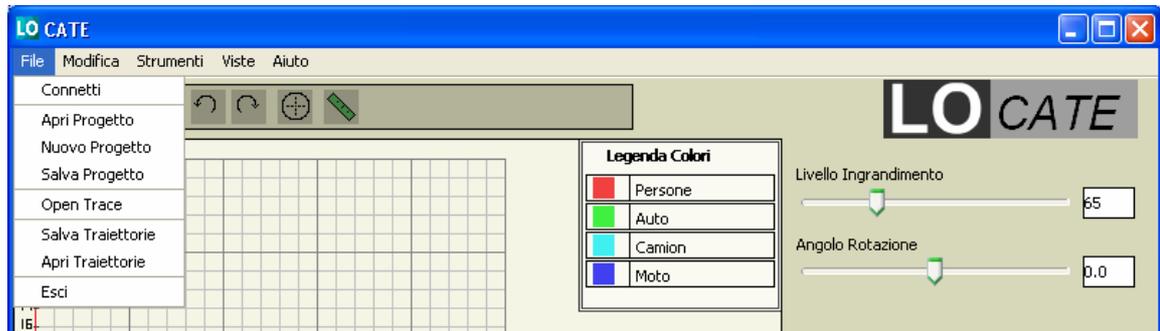


Figura 18: Opzioni del menù File

Da questo menù è possibile effettuare alcune importanti operazioni.

**Connetti:** Scegliendo questa opzione, dopo aver scelto l'indirizzo IP del sensore e eventualmente un file di tracce su cui memorizzare lo streaming della scena (Figura 19), è possibile effettuare una connessione live con il sensore.

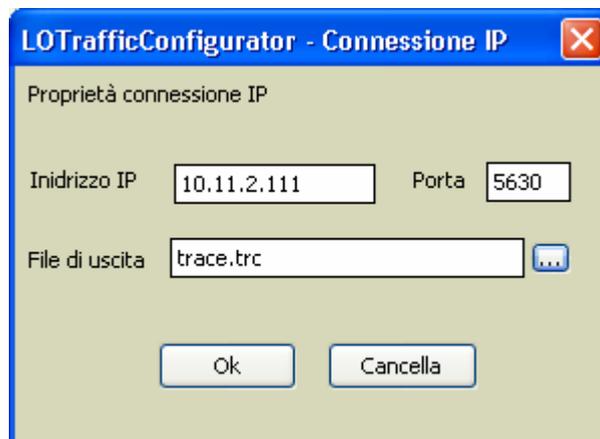


Figura 19: Finestra di dialogo per accedere alla connessione live con il sensore

Questa operazione consente di vedere cosa sta monitorando il sensore.

Lo scopo di questa schermata è quella di controllare che il sensore funzioni correttamente e eventualmente salvare i dati ricevuti per eventuali playback della scena o per "debuggare" situazioni di non corretto comportamento del sistema.

La schermata visualizzata mostra una scena dinamica rappresentante la situazione vista dal sensore (Figura 20).

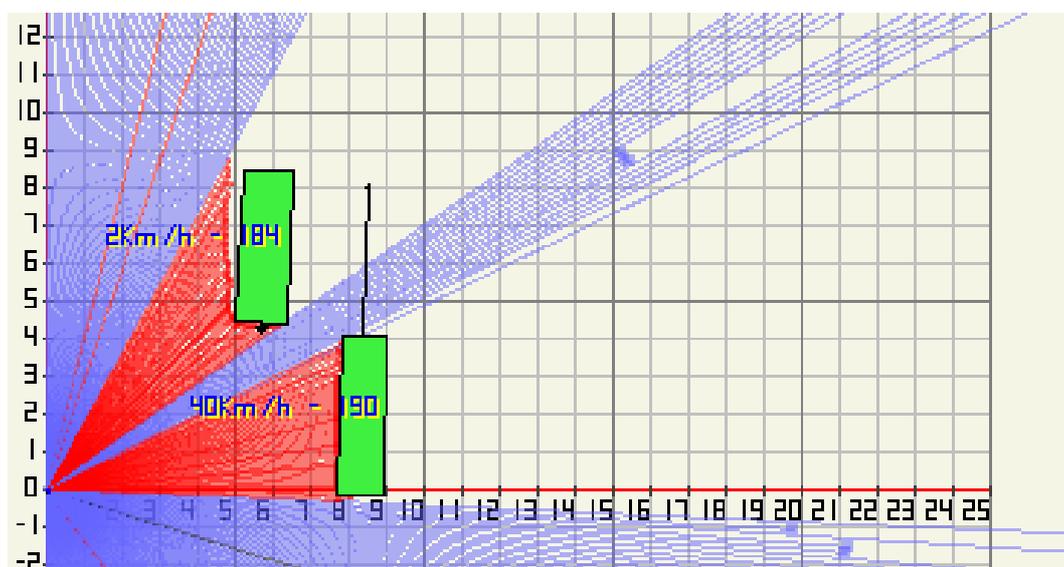
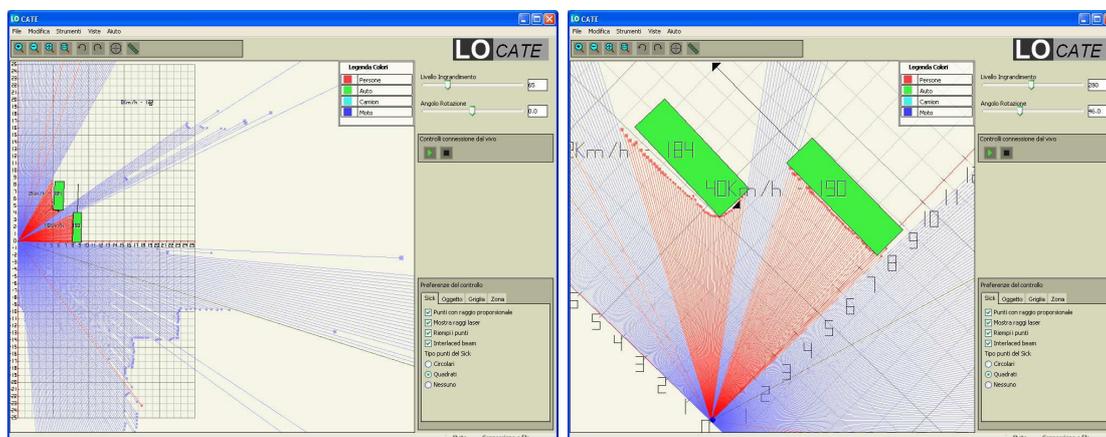


Figura 20: Esempi di schermate della connessione live

Sotto la barra dei menù è presente una tools bar (Figura 21), il cui contenuto varia a seconda della vista in uso, in cui è possibile, agendo sui pulsanti, cambiare livello di ingrandimento, ruotare il range visivo, effettuare misurazioni di distanze, il tutto mentre stiamo visualizzando i dati real time provenienti da LOTraffic.



Figura 21: Barra degli strumenti.



Cambiano il livello di ingrandimento.



Adatta la griglia alla dimensione della finestra.



Ingrandisce l'area selezionata.



Ruotano l'asse di riferimento.



Centra l'origine del sistema di riferimento sulla finestra.



Passa alla modalità righello. In questa modalità si possono inserire uno o più righelli sulla griglia per misurare degli oggetti o per visualizzare distanze.(Figura 22)

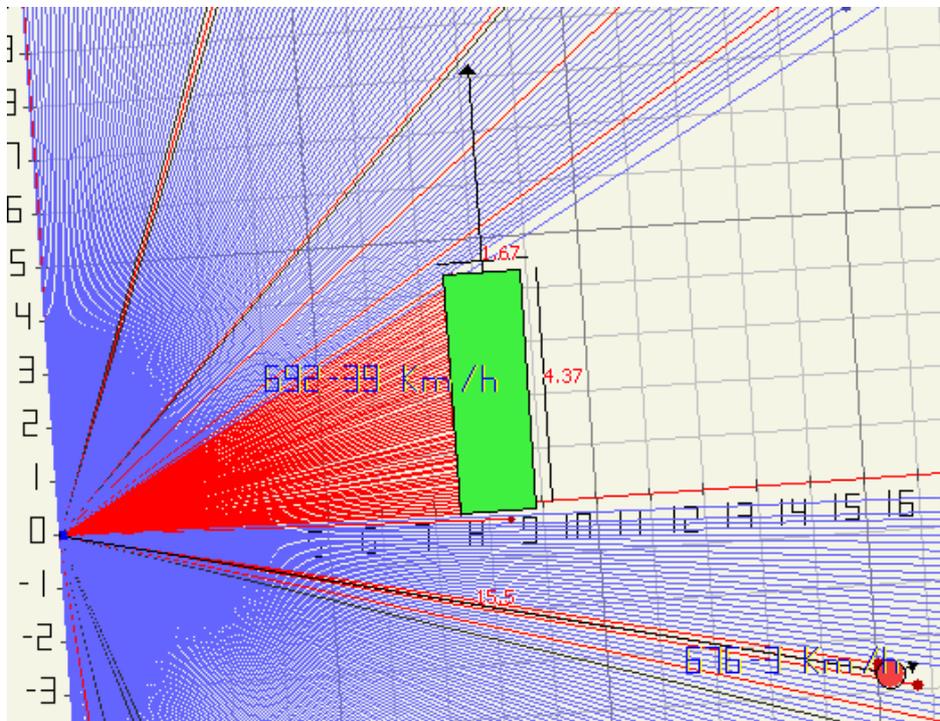


Figura 22: Esempio utilizzo righello

Dal pannello delle preferenze (Figura 23) è possibile, agendo sulle varie schede, cambiare molte impostazioni. Ogni scheda agisce su una differente tipologia di oggetti visualizzati.

Le categorie di cui è possibile cambiarne le proprietà sono:

- Sick : da qui è possibile configurare il modo in cui sono visualizzati i raggi laser del sensore e il punto di contatto con un oggetto (spot). Fra le caratteristiche configurabili vi è la possibilità di visualizzare o meno il laser e la possibilità di rendere lo spot proporzionale all'errore di misurazione.
- Oggetto : in questa scheda sono presenti le proprietà di visualizzazione degli oggetti monitorati da LOTraffic. Da qui è possibile disabilitare la visualizzazione di alcune categorie, mostrarne le velocità e modificare il modo in cui l'oggetto è rappresentato.
- Griglia : Contiene le caratteristiche della griglia di visualizzazione. I parametri di configurazione consentono di avere griglie di un metro, 5 metri o visualizzare solo l'asse. E' inoltre possibile modificare il carattere utilizzato per la numerazione rendendo la dimensione indipendente dal livello di ingrandimento.
- Zona : Quando un veicolo/pedone attraversa una zona di conteggio di LOTraffic genera un evento: questa scheda contiene le modalità di visualizzazione delle zone di conteggio e degli eventi.

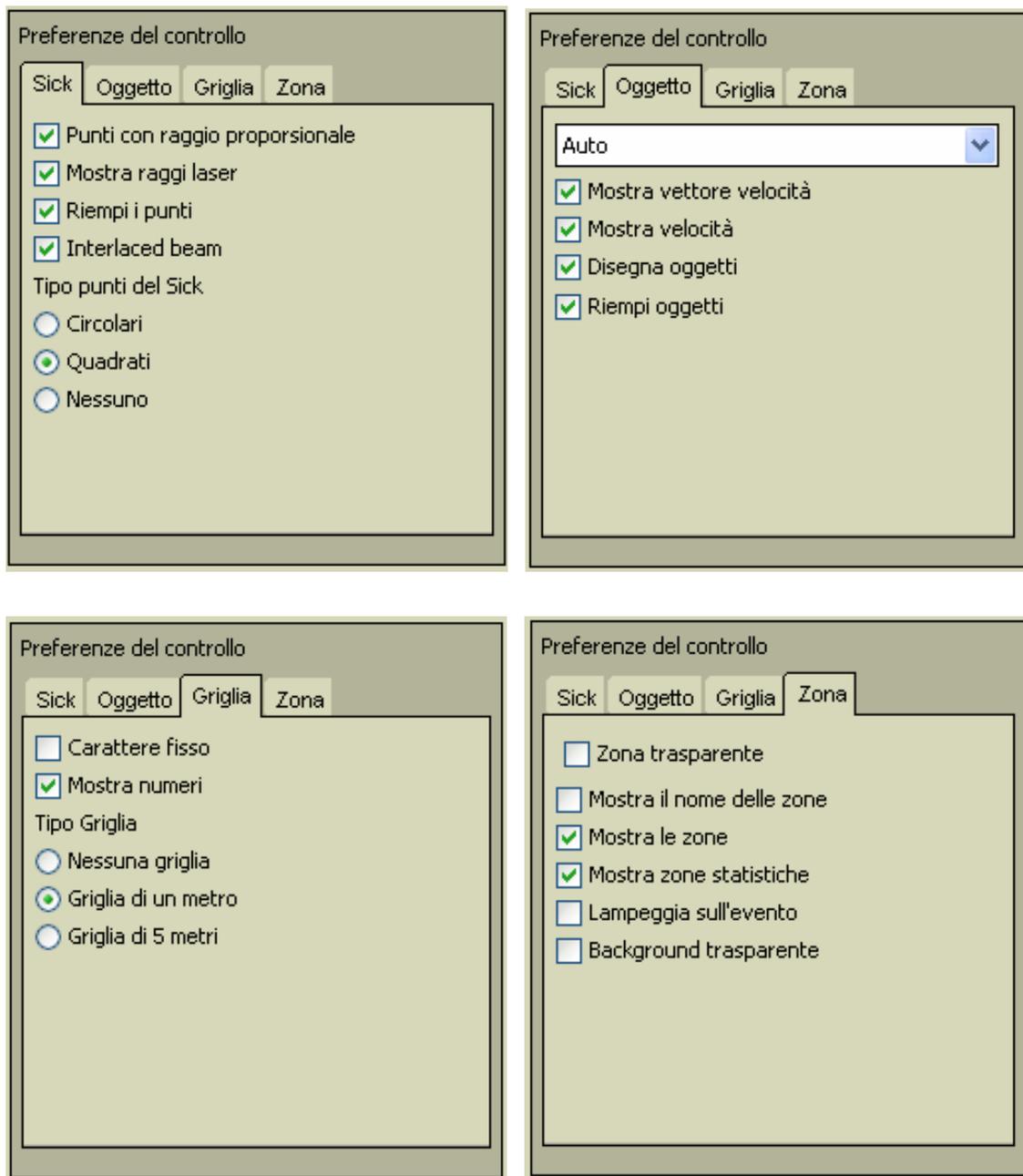


Figura 23: Proprietà della connessione live.

**Nuovo progetto:** con questa opzione è possibile creare un nuovo progetto, dargli un nome e selezionare una serie di files che andranno a costituire la nostra misurazione.(Figura 24 -25 ).

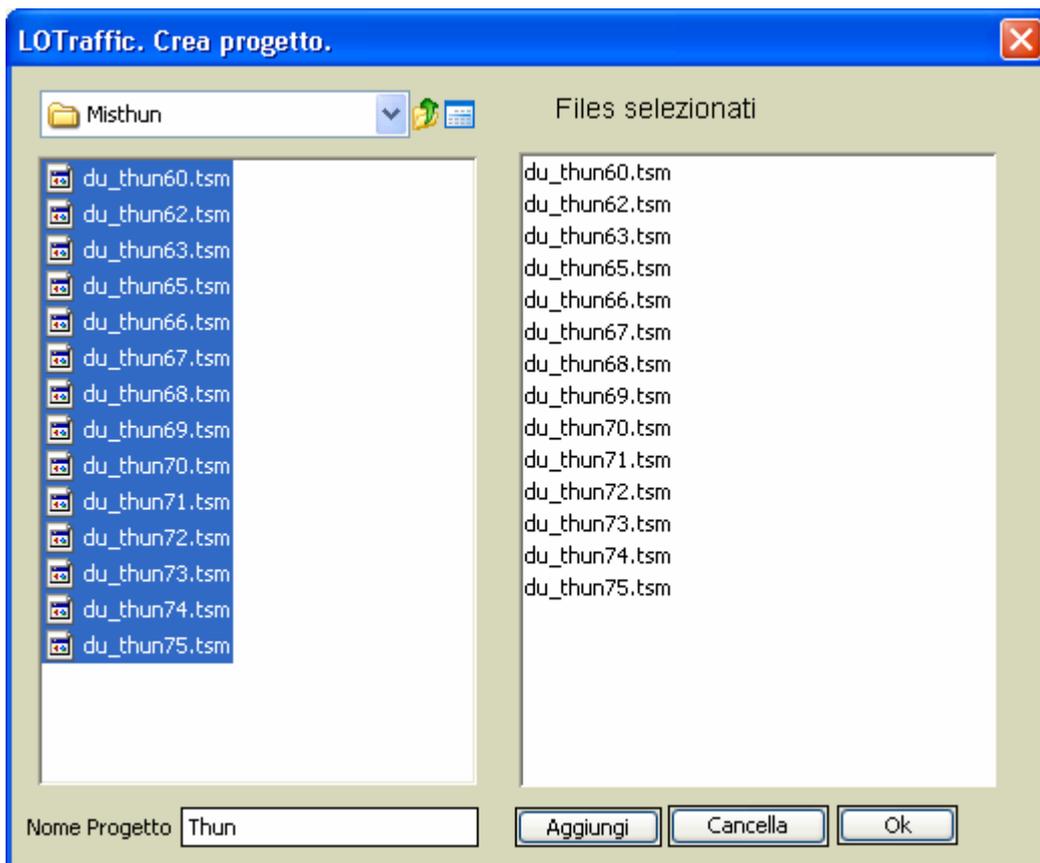


Figura 24: Finestra scelta files per creazione progetto.

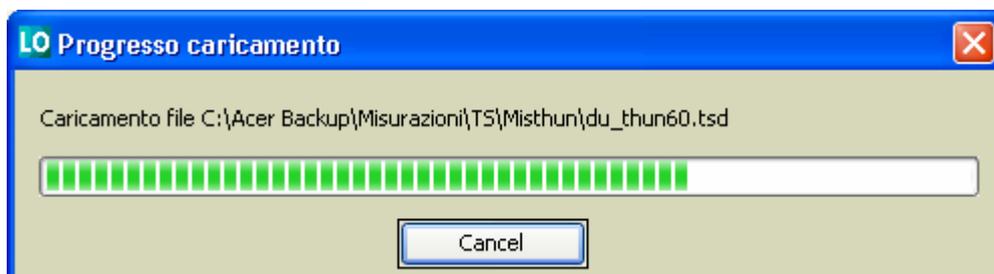
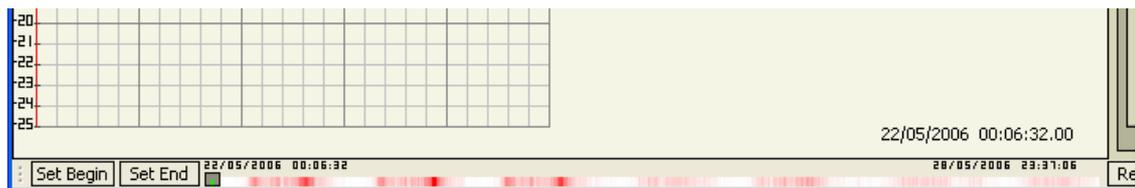


Figura 25: Avanzamento creazione progetto.

Una volta caricati i dati, un particolare slider in basso allo schermo notifica l'avvenuto caricamento e consente di posizionarsi nel giusto istante in cui fare la riproduzione di una scena (Figura 26).



*Figura 26: Dettaglio barra di scorrimento con densità oggetti.*

Questo componente grafico dà un'indicazione sulla densità del traffico.

Le zone chiare corrispondono a un basso numero di oggetti monitorati; quelle rosse indicano che nella scena sono presenti molti oggetti; il nero indica assenza di dati.

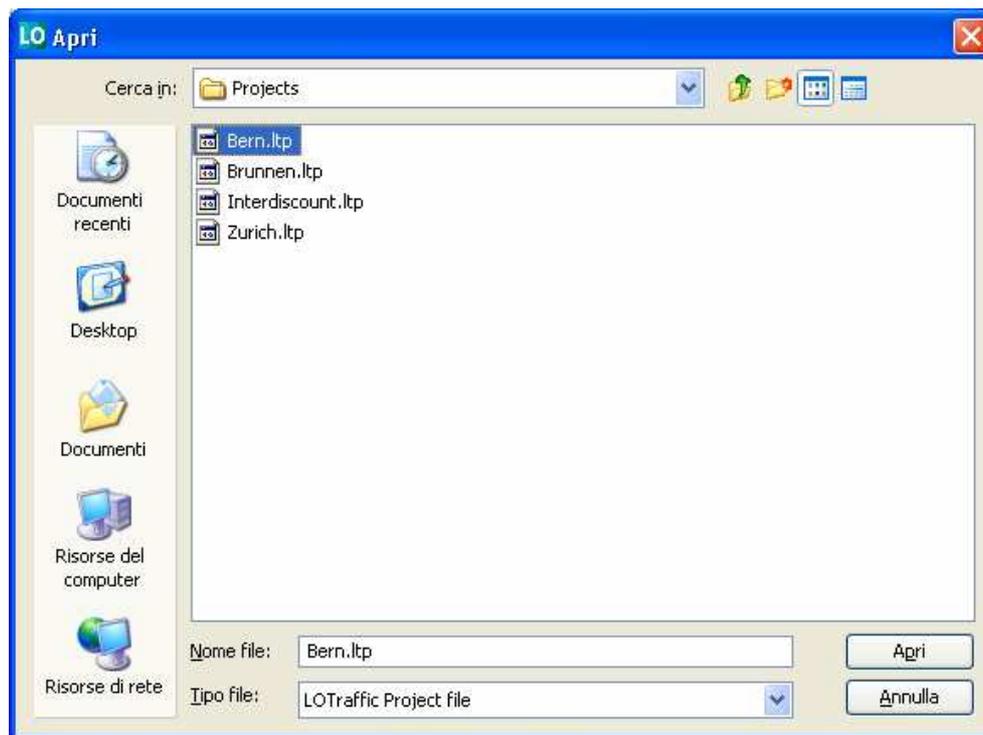
Questo fenomeno generalmente individua "buchi" nelle misurazioni e quindi malfunzionamento del sensore, ma sta anche a indicare il momento in cui è stato generato un nuovo file.

Infatti quest'ultimo viene generato nel momento in cui viene monitorato il primo oggetto; se nel momento in cui viene generato un nuovo file di misurazione l'intensità del traffico è molto bassa, fra l'altro cosa molto probabile in quanto la generazione automatica è fatta intorno alle ore 00:00, ci può essere un intervallo di tempo non coperto da nessun file, ma corrispondente a momenti in cui non sono passati veicoli.

**Apri progetto:** da questa opzione è possibile aprire un progetto precedentemente salvato.

Grazie a una finestra di dialogo (Figura 27) è possibile scegliere un progetto già salvato.

I documenti di progetto vengono salvati con estensione ltp (Logobject Traffic Project).



*Figura 27: Finestra di dialogo per caricamento progetto esistente.*

L'avanzamento del caricamento del progetto è notificata da barre di progresso come per la precedente opzione.

Le rimanenti opzioni di questo menu non sono presenti nel software ad uso commerciale, ma solo presenti solamente in questo prototipo e perciò verranno descritte in seguito.

A questo punto abbiamo caricato in memoria i dati relativi ad una misurazione, abbiamo creato o caricato un progetto.

Se non abbiamo modificato le viste, ci troviamo nella schermata di riproduzione misurazione dove è possibile, agendo sui controlli di riproduzione, iniziare l'animazione della misurazione registrata.

E' possibile cambiare velocità, effettuare una pausa e un avanzamento per fotogramma.

Al solito, sempre durante l'animazione è possibile effettuare ingrandimenti, rotazioni o spostamenti della scena riprodotta.

Nella Figura 28 è mostrata una scena dove è possibile vedere un furgone, quattro auto e una moto.

In Figura 29 un dettaglio dove è possibile vedere un furgone e una moto.

Da evidenziare il fatto che la moto è nel cono d'ombra del furgone ed è stata monitorata grazie al tracking speculativo.

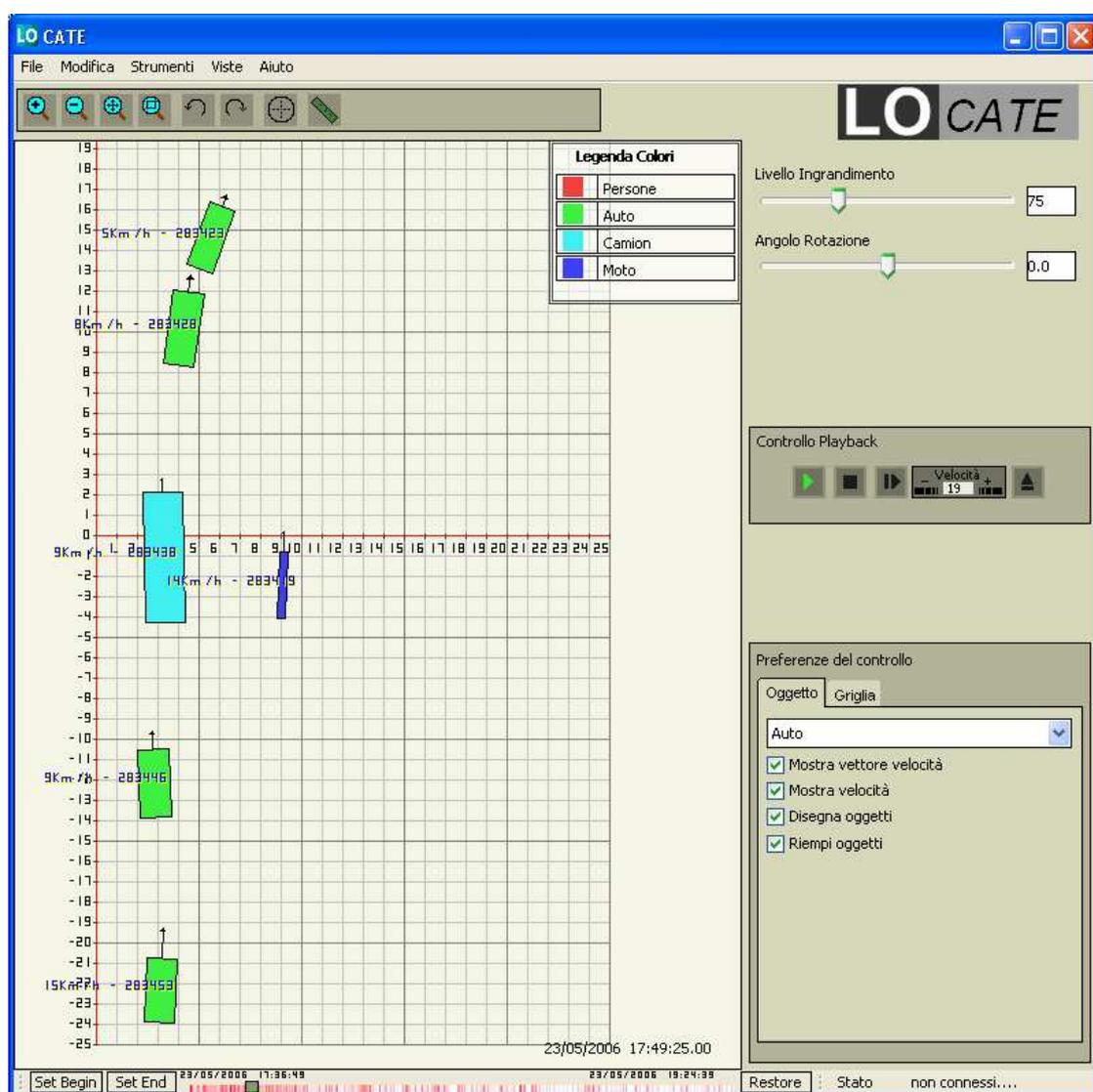


Figura 28: Esempio di riproduzione scena.

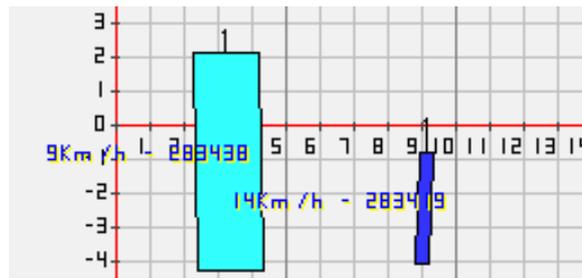


Figura 29: Dettaglio riproduzione

Dal menù vista è possibile entrare nella schermata Density Plot; se ci sono delle misurazioni in memoria vengono visualizzate le traiettorie(Figura 30).

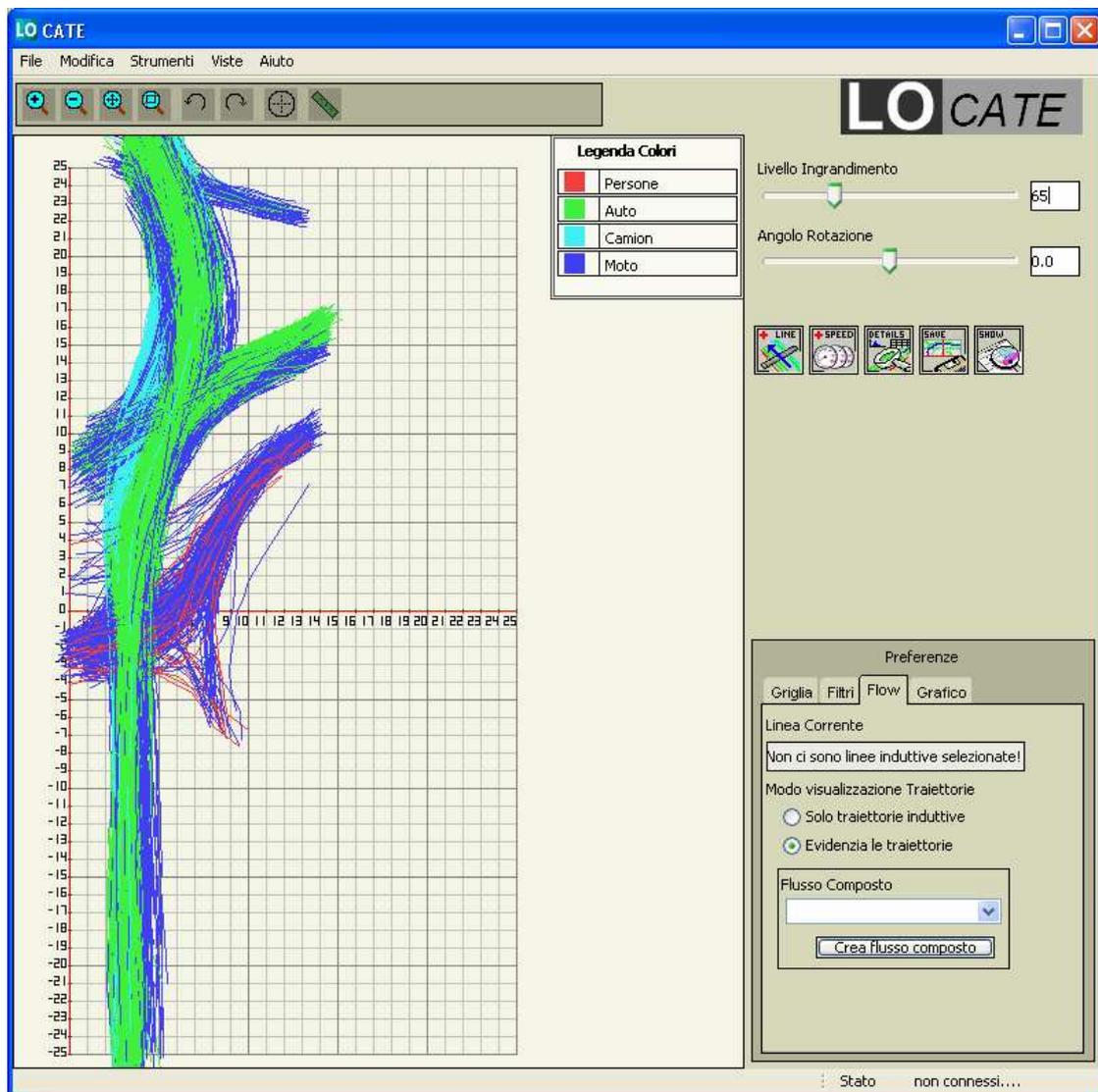


Figura 30: Density plot. Traiettorie dei veicoli.

Agendo sui controlli per l'ingrandimento e per la rotazione è possibile ottenere immagini più dettagliate come quella di Figura 31.

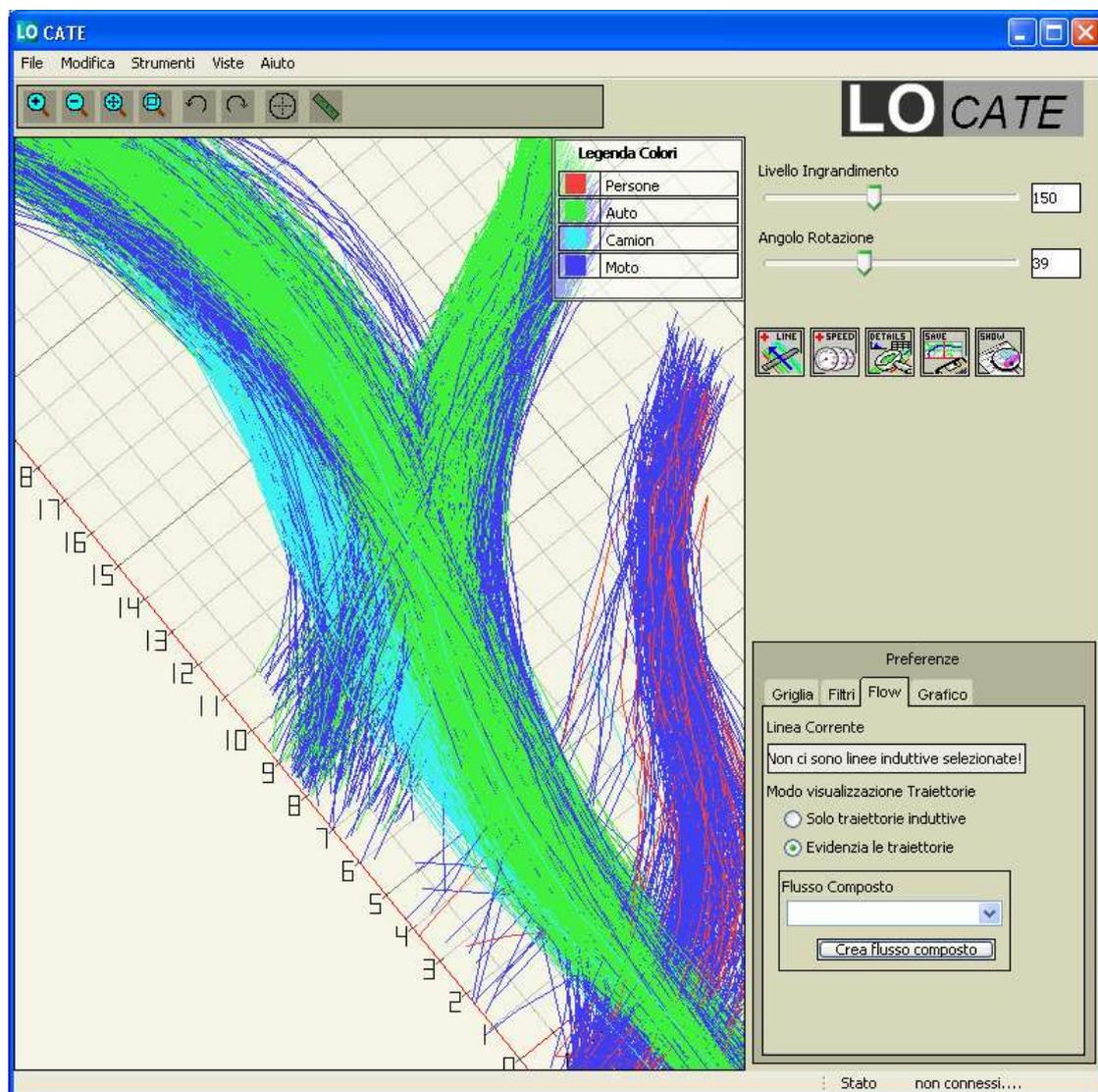


Figura 31: Density plot. Esempio zoom e rotazione

Da questa schermata premendo il tasto  è possibile inserire una linea induttiva.

Dopo aver tracciato la linea, una schermata di dialogo permette di inserire il nome della linea induttiva e settare eventuali filtri sopra gli oggetti che la hanno attraversata. (Figura 32)

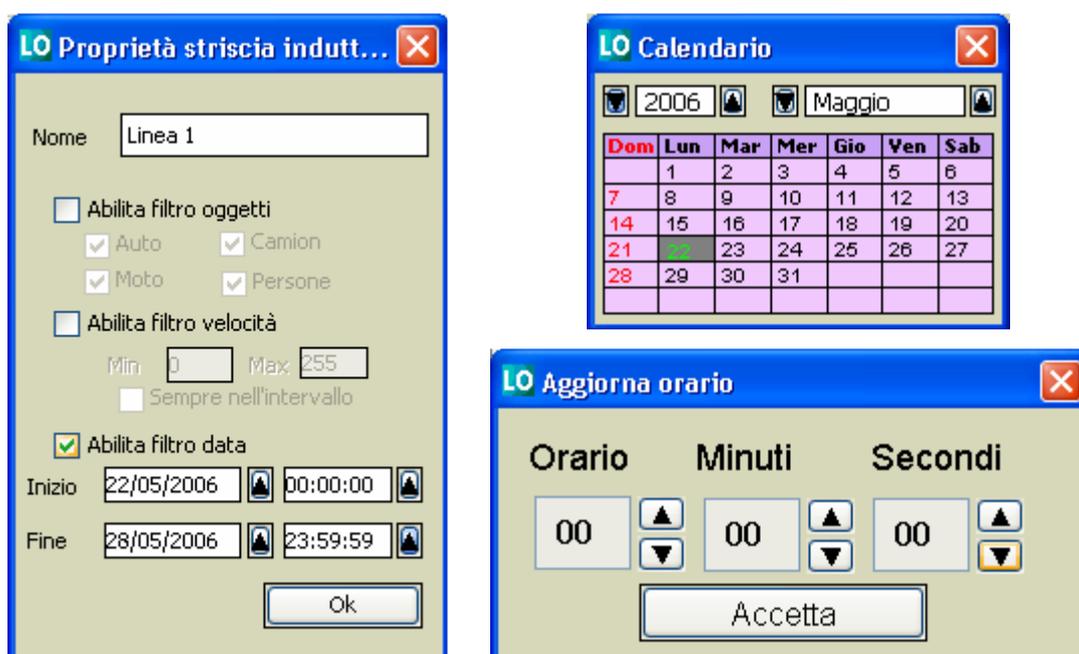


Figura 32: Finestre di dialogo per creazione linea induttiva e settaggio filtri.

I filtri attualmente implementati consentono di far generare statistiche solo per determinate categorie di oggetti, se vengono rispettati alcuni vincoli temporali e di particolare importanza per intervalli di velocità.

In particolare quest'ultima caratteristica può essere di tipo puntuale (velocità sulla linea induttiva) oppure velocità mantenuta nell'intera traiettoria. In questo caso occorre selezionare la casella di spunto "Sempre nell'intervallo".

Dopo la conferma il flusso dei veicoli viene immediatamente calcolato e evidenziato (Figura 33).

Dalla finestra dei dettagli è possibile visualizzare un sommario dei veicoli che hanno attraversato la linea induttiva appena tracciata.

Gli oggetti presenti nella colonna "ingresso" sono quelli che hanno attraversato la linea induttiva nel verso della freccia.

Premendo **Inverti** il verso della freccia cambia e di conseguenza i flussi calcolati.

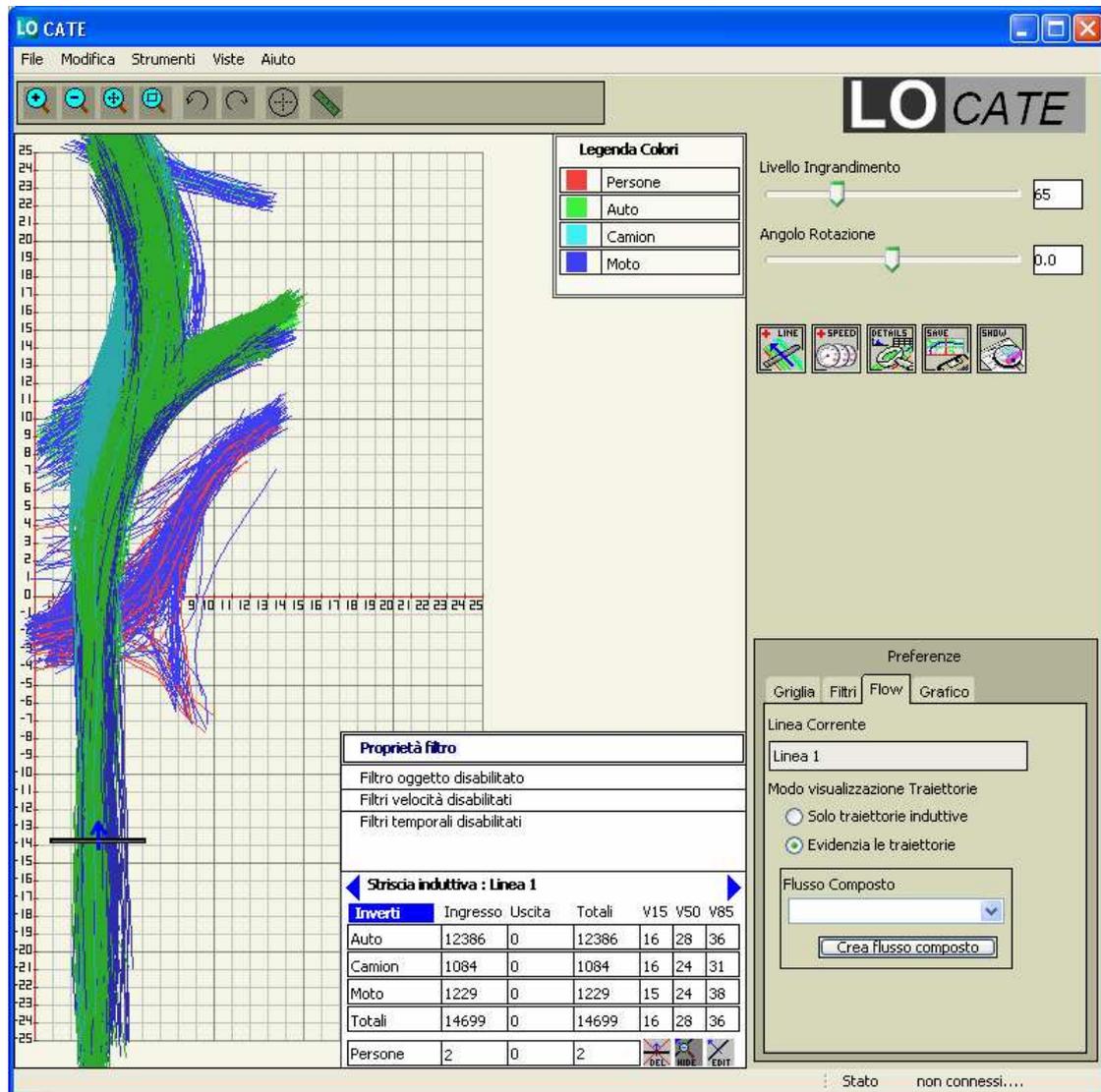


Figura 33: Esempio di linea induttiva (Linea 1).

Agendo sui controlli ◀ e ▶ è possibile posizionarsi sulle statistiche di eventuali altri oggetti induttivi.

Premendo su  la linea induttiva selezionata viene eliminata.

Agendo sul comando  -  vengono visualizzati o nascosti i dettagli del filtro posto sul oggetto statistico selezionato.

Facendo riferimento alla Figura 33 questa funzionalità consente di togliere dal quadro riassuntivo la parte riguardante le proprietà del filtro.

Agendo su  viene mostrata la finestra di dialogo utilizzata per creare l'oggetto induttivo (Figura 32), da dove è possibile cambiare le proprietà dell'oggetto statistico selezionato.

Dopo aver selezionato una linea induttiva si possono vedere alcuni importanti dettagli.

Infatti agendo sul pulsante  otteniamo la schermata della (Figura 34), dove è possibile visualizzare le distribuzioni delle velocità categorizzati per tipologia di veicolo.

Oltre al quadro riassuntivo vengono mostrati dei grafici in cui in ordinata abbiamo il numero dei veicoli monitorati e in ascisse la velocità di tali veicoli.

Sempre da questa finestra di dialogo è possibile ricavare alcune utili informazioni riguardanti la distribuzione dei veicoli, infatti sulle varie schede sono visualizzate in forma grafica le distribuzioni dei veicoli nell'arco della giornata, campionati ad intervalli di 10 minuti.

Nella Figura 35 è visualizzata la distribuzione di tutti i veicoli monitorati.

Nella Figura 36 è rappresentata una panoramica dei vari oggetti monitorati divisi per tipologia.

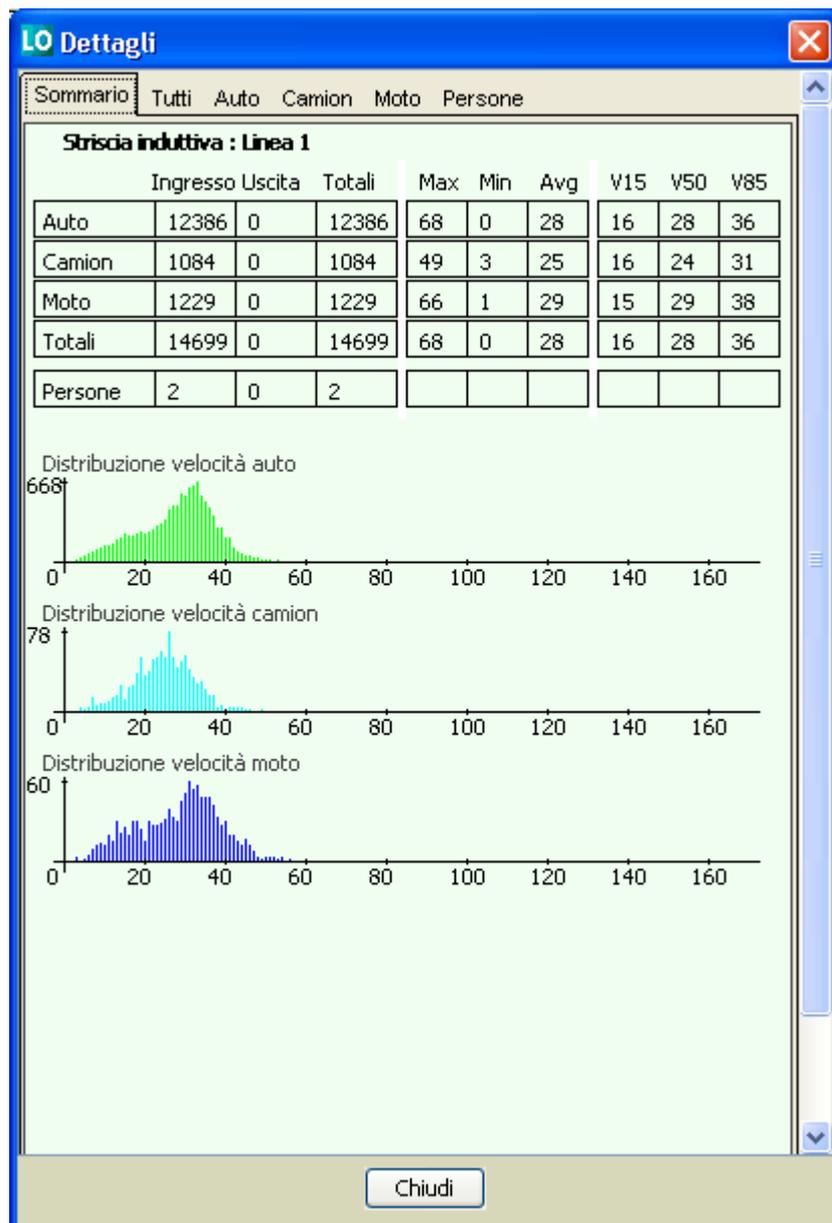


Figura 34: Dettagli delle distribuzioni delle velocità.

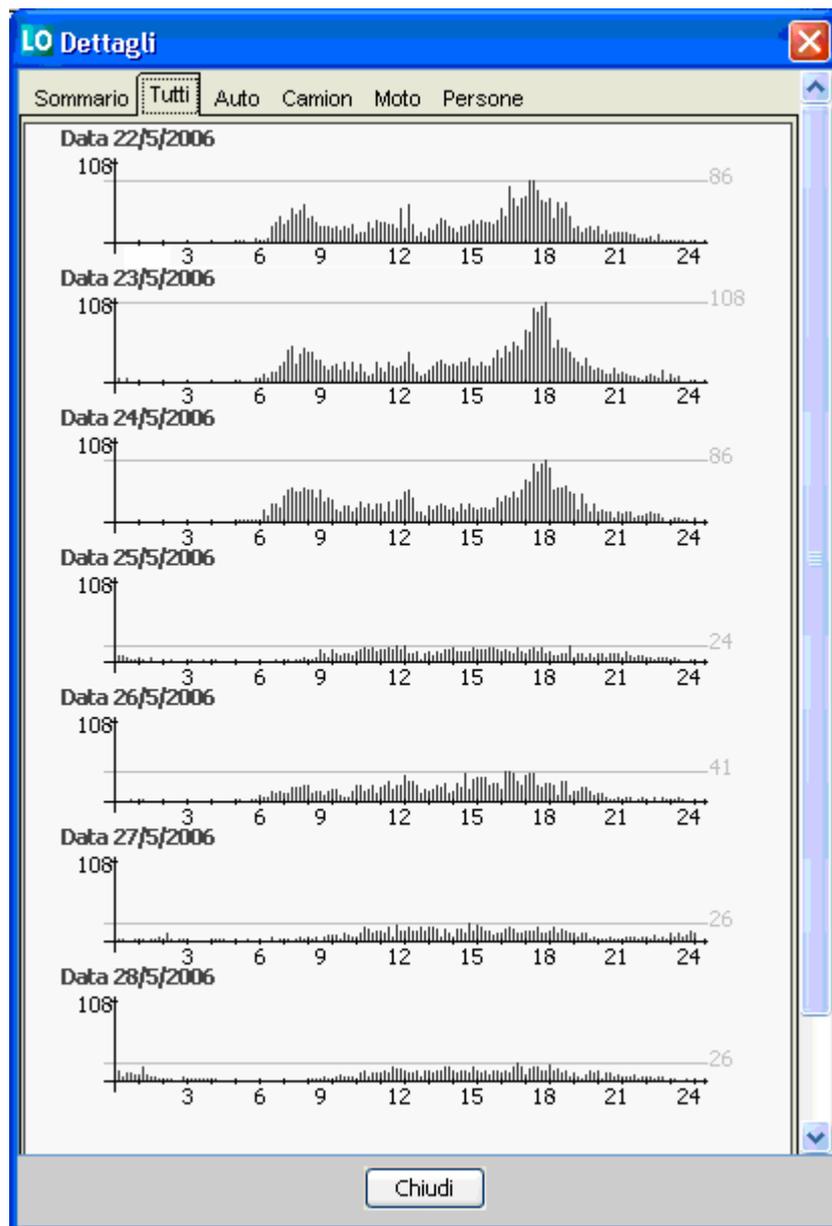


Figura 35: Distribuzione dei veicoli nell'arco della giornata.

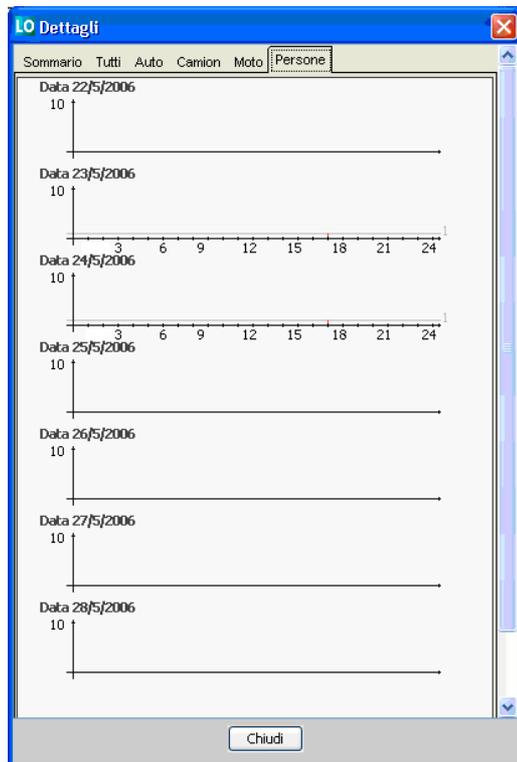
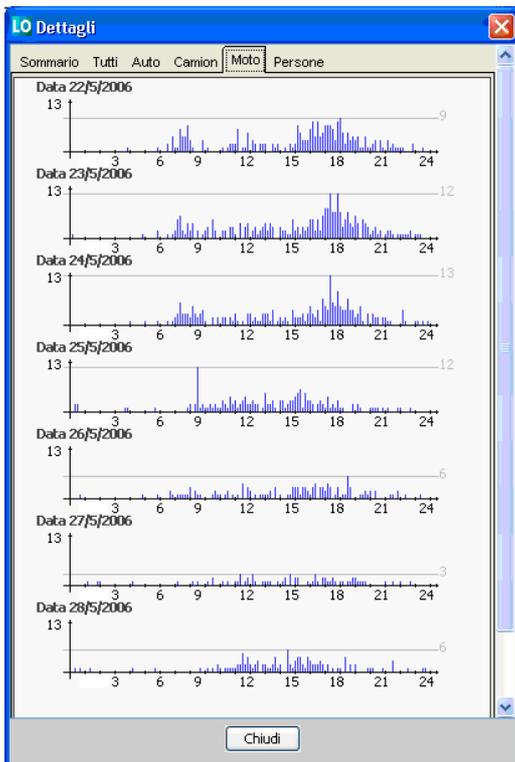
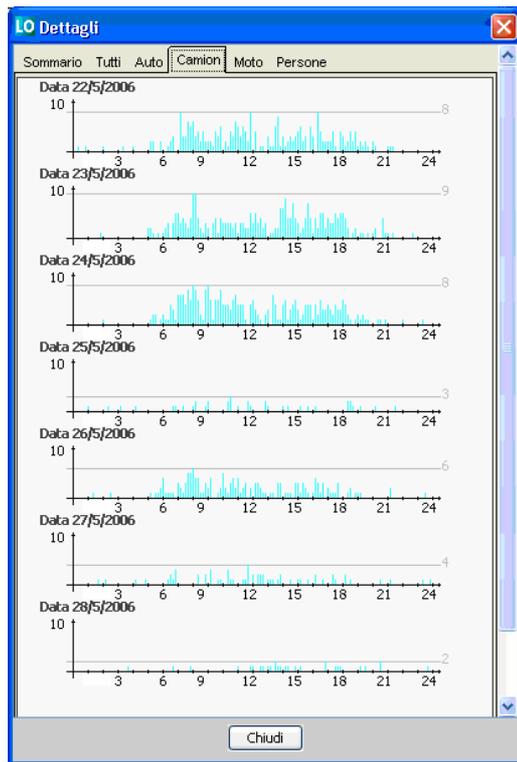
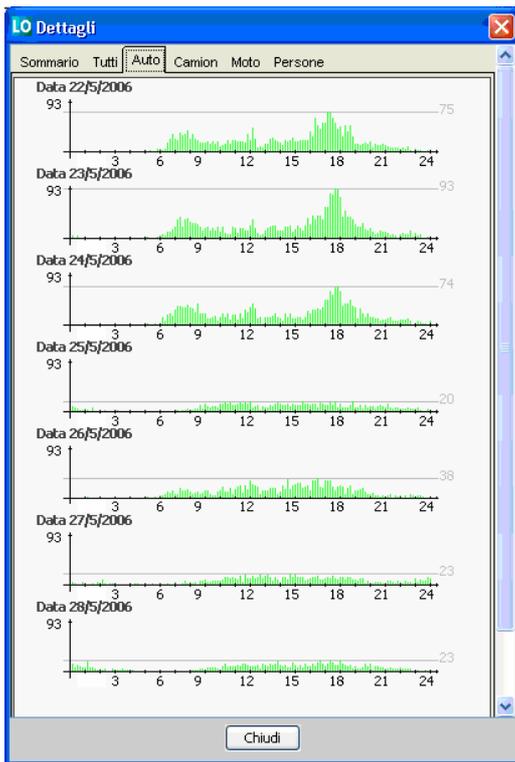


Figura 36: Distribuzione dei veicoli nell'arco della giornata filtrati per tipo.



Premendo il tasto  si possono vedere tutti i veicoli che hanno attraversato l'oggetto induttivo in forma tabellare.

Se non sono selezionati oggetti induttivi vengono visualizzati tutti gli oggetti monitorati e, come velocità la  $V_{METAS}$ .

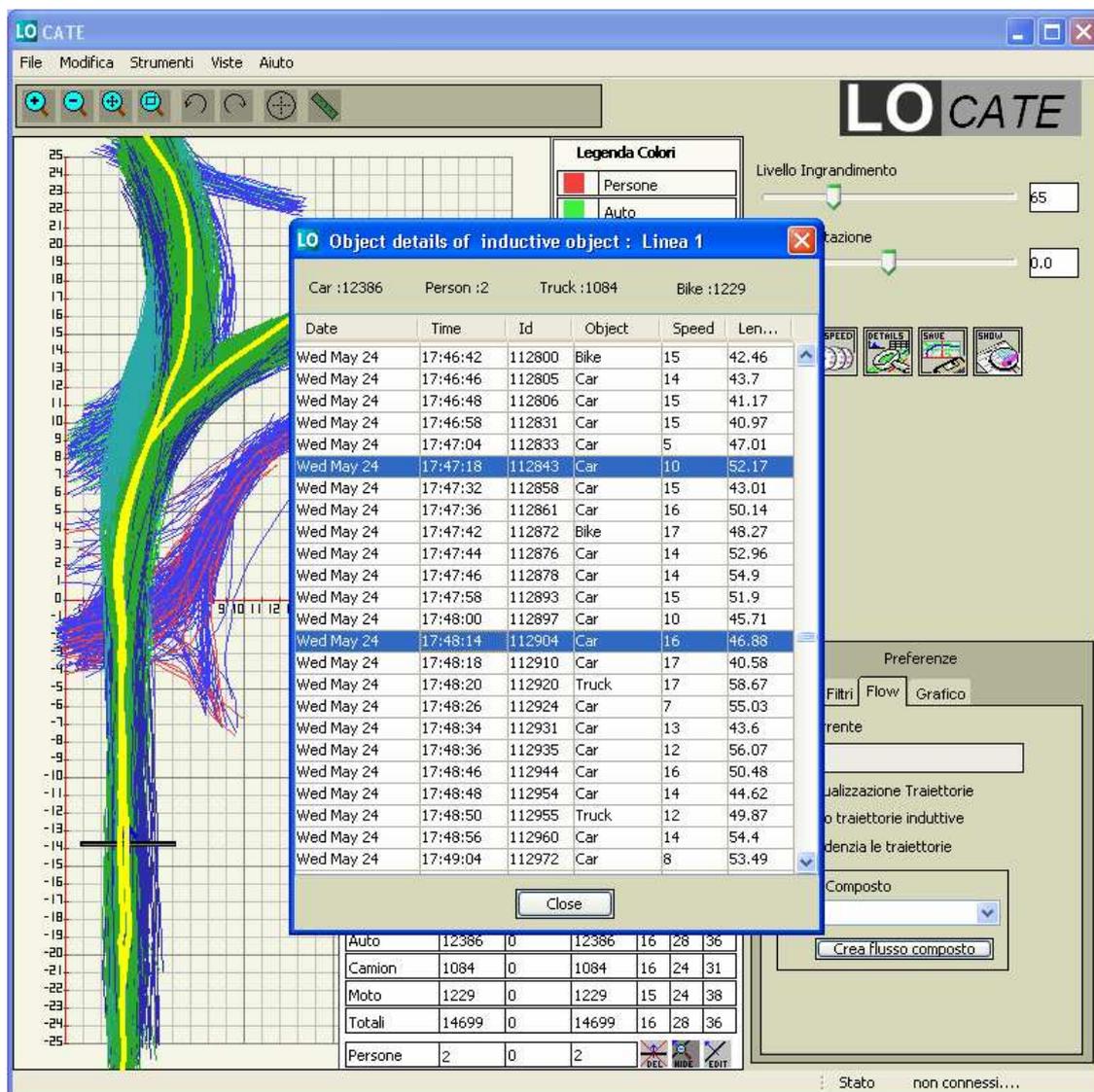


Figura 37: Dettagli dei veicoli monitorati e che hanno attraversato la linea induttiva (Linea 1).

Selezionando una o più righe vengono evidenziate le rispettive traiettorie. (Figura 37).

Per vedere meglio l'utilizzo del software aggiungiamo altre linee induttive (Figura 38)

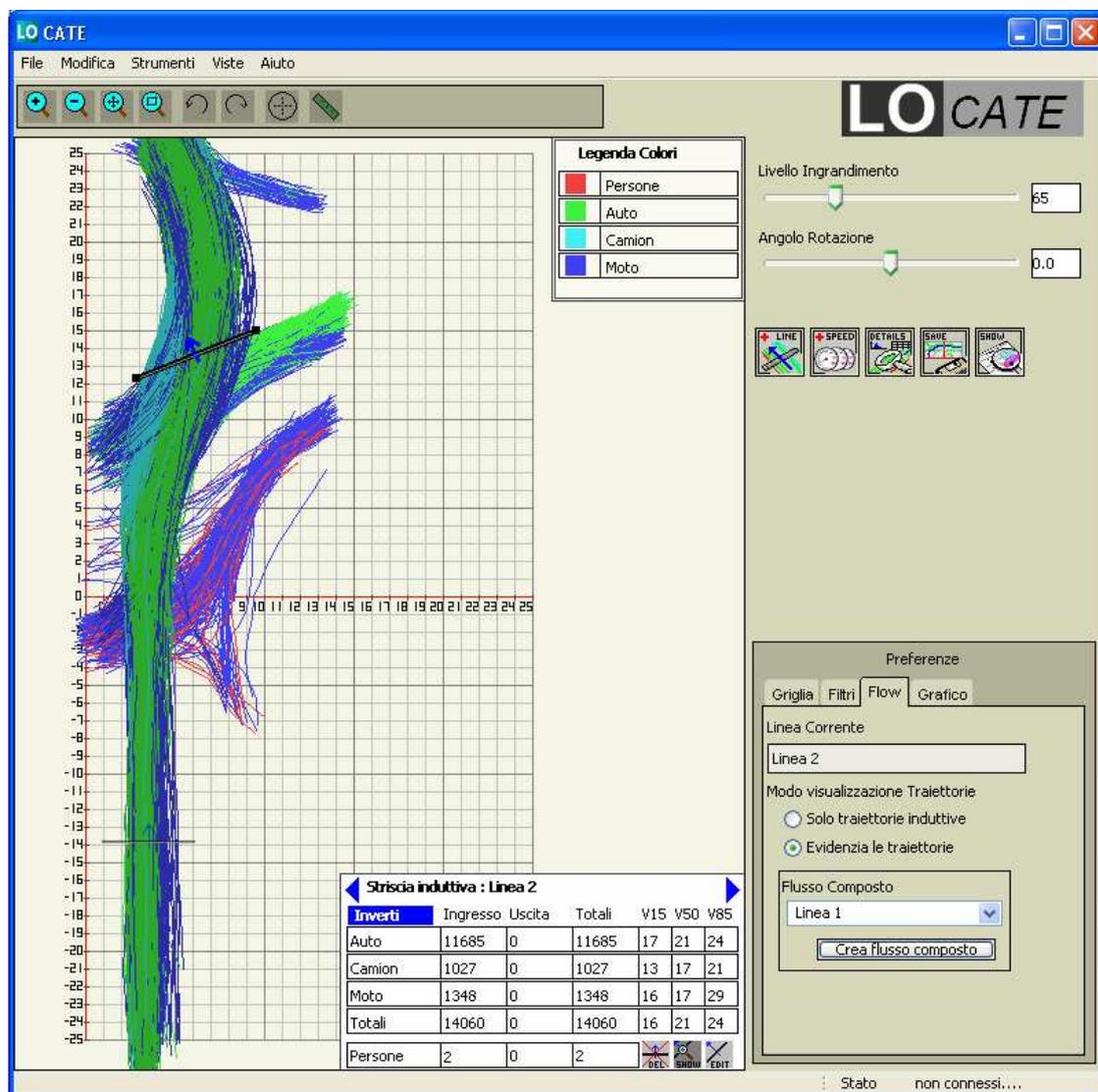


Figura 38: Flusso passante per la linea induttiva Linea 2

Da un confronto vediamo che il numero dei veicoli monitorati è diminuito.

Le altre 2 linee induttive ci aiuteranno a capire come mai.

Premendo su **Crea flusso composto** si crea un nuovo oggetto statistico che misura il flusso passante dalla linea induttiva selezionata e quella indicata nel combobox.

Una finestra di dialogo permette di inserire il nome del flusso composto (Figura 39), il flusso immediatamente calcolato è mostrato in Figura 40.

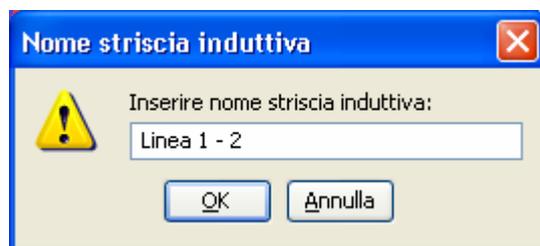


Figura 39: Finestra di dialogo per creazione del flusso composto

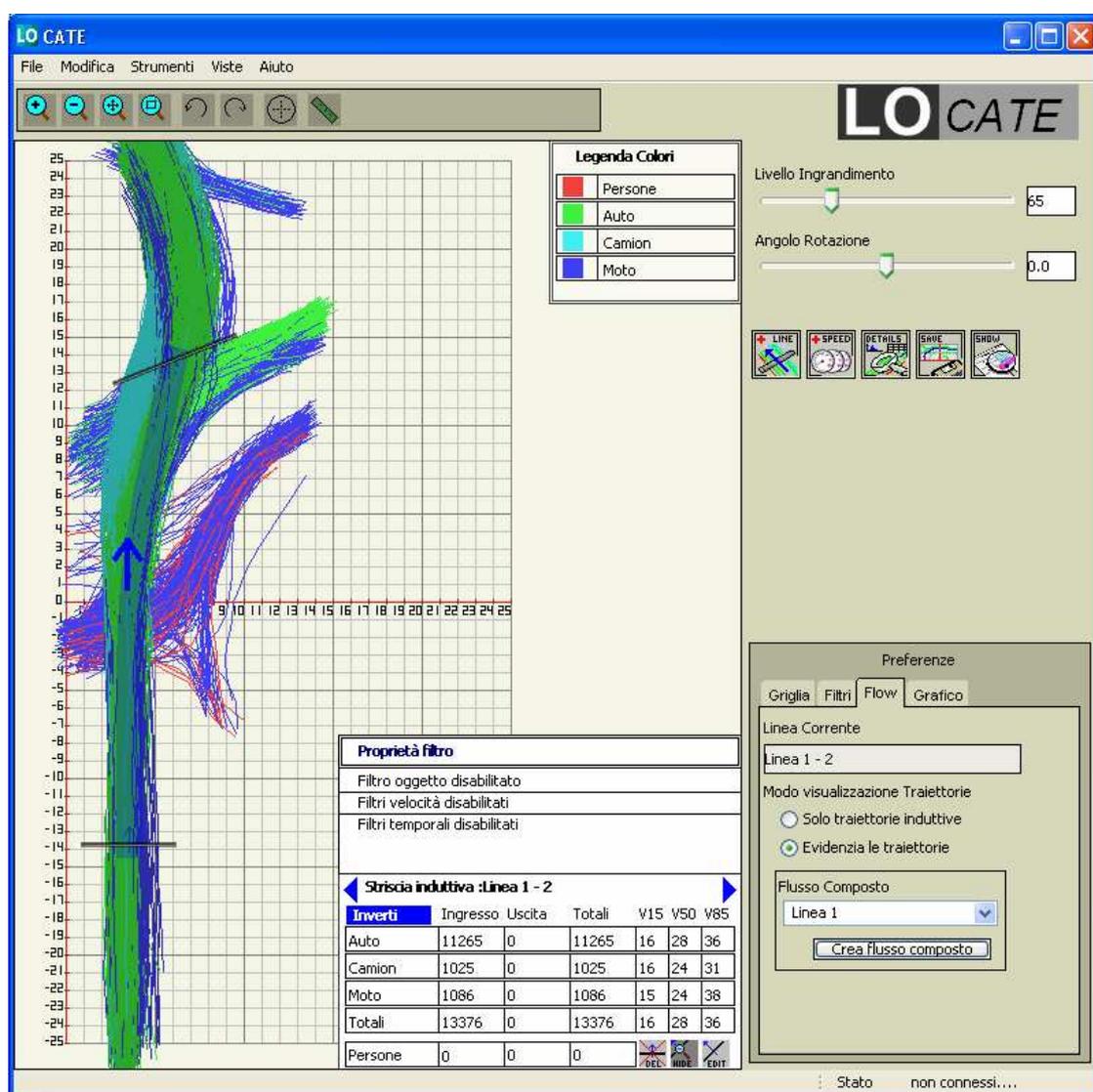


Figura 40: Flusso composto Linea 1 - 2

Dal menù **strumenti** scegliendo l'opzione **esporta in access** è possibile esportare i dati calcolati dalle linee induttive in un database di tipo MS Access.

Accedendo a questa funzionalità viene mostrata una finestra di dialogo (Figura 41).

Come si può vedere dalla figura in questa schermata è possibile aggiungere un titolo e, qualora si desideri esportare i dati anche in Excel, si ha la possibilità di configurare il tipo di foglio desiderato.

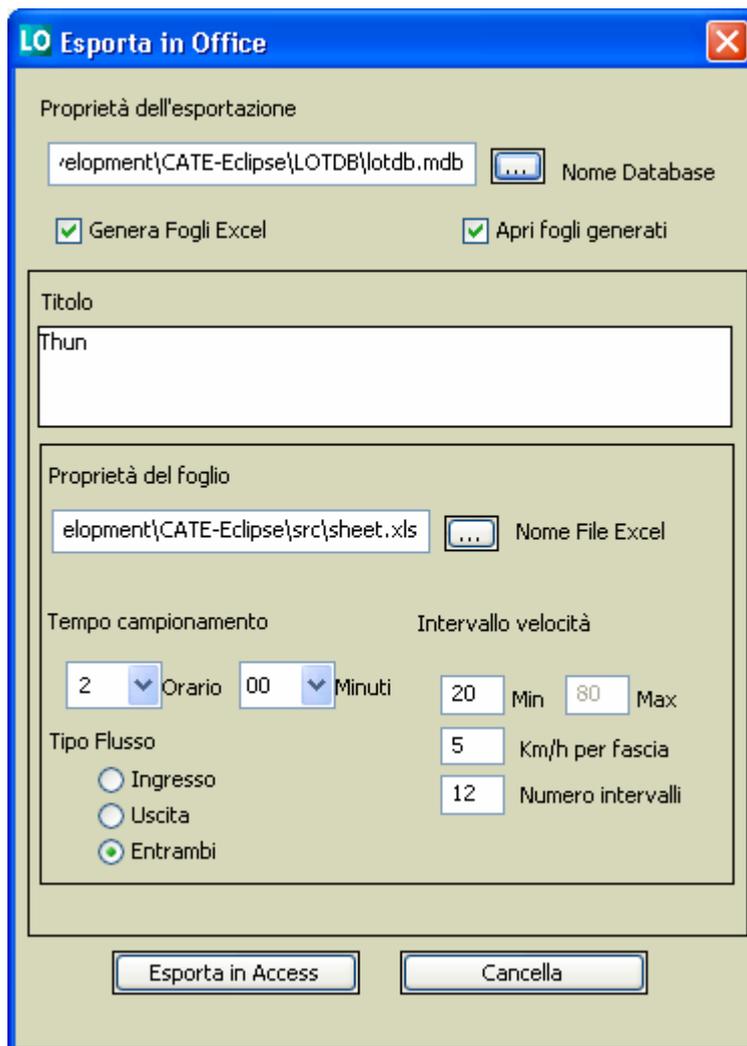
La configurazione consente di poter generare statistiche per i flussi in ingresso, uscita o per entrambi.

La voce "tempo di campionamento" indica il raggruppamento dei dati, cioè le fasce orarie su cui i dati vengono aggregati.

Nella voce "Intervallo velocità" si configurano le fasce chilometriche di aggregazione dei dati; nella casella con etichetta "Min" si inserisce la velocità minima di aggregazione, cioè la velocità sotto la quale tutti i veicoli vengono aggregati; in "Km/h per fascia" si indica l'intervallo di velocità in cui vengono aggregati i veicoli (dalla velocità "Min" in poi) ; con "Numero intervalli" si configura il numero di tali fasce di aggregazione.

La velocità massima di aggregazione veicoli è calcolata in modo automatico a partire dai dati inseriti.

Dopo aver premuto  alcune progress bar ci indicano l'evolversi dell'operazione che ha una durata di circa un minuto.



*Figura 41: Finestra di dialogo per esportazione dati in MS Access e Excel*

Alla fine dell' esportazione dei dati se abbiamo spuntato l'opzione "Apri fogli generati", i dati vengono immediatamente mostrati sullo schermo nella applicazione MS Excel.

Nella Tabella 1 è riportato un esempio di documento generato.

In questo caso il foglio Excel è relativo alla linea induttiva Linea 1 (Figura 33) con intervallo temporale di 2 ore e 12 fasce chilometriche di 5 Km/h a partire da 20 Km/h fino a 80 Km/h.

I valori inferiori a 20 Km/h e superiori a 80 Km/h vengono a sua volta raggruppati ottenendo così 14 fasce chilometriche.

Per questioni di impaginazione il foglio Excel è leggermente diverso da quello originale, infatti per semplicità di lettura è stata copiata l'intestazione della tabella in ogni pagina.

Sempre dal menù **strumenti** è possibile generare fogli Excel utilizzando i dati presenti in un Database precedentemente creato da LOcate.

In Figura 42 è riportata la schermata per la configurazione di tali fogli.

I risultati prodotti sono analoghi ai precedenti (Tabella 2).

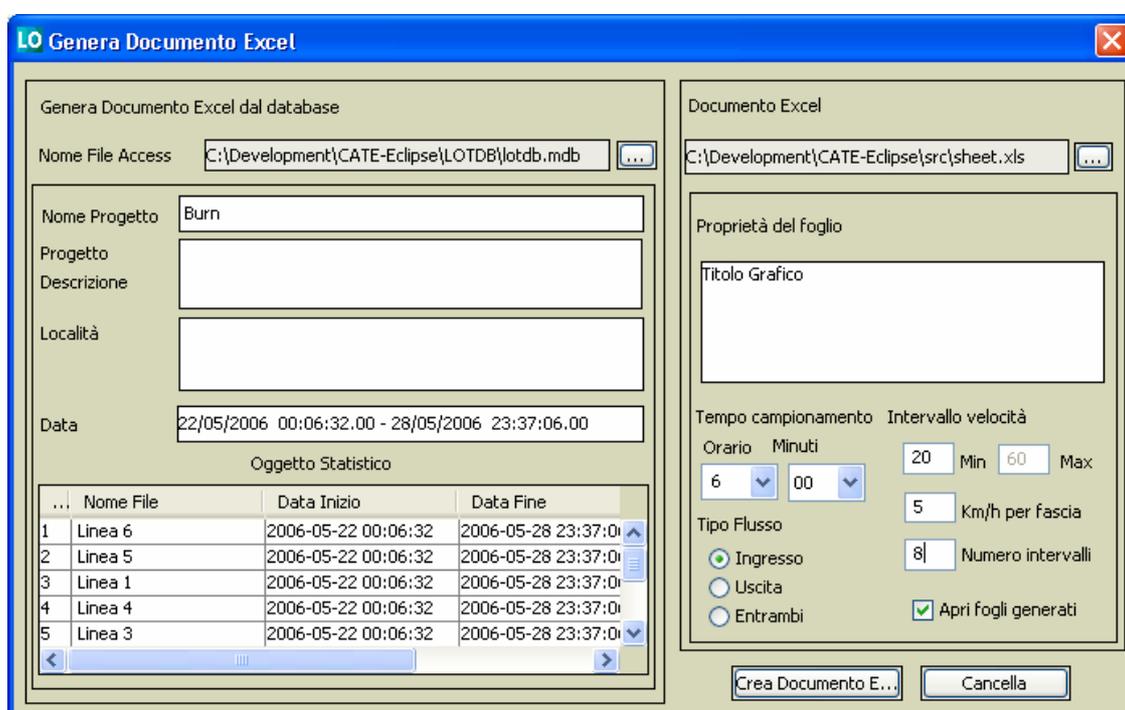


Figura 42: Finestra dialogo per creazione fogli Excel direttamente dal Database.

Anche questo caso il foglio Excel è relativo alla linea induttiva Linea 1 (Figura 33) con intervallo temporale di 6 ore, e 8 fasce chilometriche di 5 Km/h a partire da 20 Km/h fino a 60 Km/h.

Statistiche per la zona : Linea 1(In)																			
Data	Ora	Numero veicoli per fasce chilometriche										Numero veicoli In				Pedoni	V15	V50	V85
		< 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	>60	Auto	2-Ruote	Camion	Totali				
22/05/06	00.00-02.00	0	1	2	4	2	0	1	0	0	0	7	0	3	10	0	25	32	36
	02.00-04.00	0	1	1	3	0	1	0	0	0	0	3	1	2	6	0	22	31	41
	04.00-06.00	4	1	8	8	4	4	1	0	0	0	23	1	6	30	0	22	29	40
	06.00-08.00	104	53	77	77	31	17	6	1	1	1	299	32	37	368	0	14	25	34
	08.00-10.00	46	41	65	66	39	12	1	1	0	0	234	5	32	271	0	17	27	35
	10.00-12.00	68	45	65	61	47	10	5	1	0	0	238	21	43	302	0	16	27	35
	12.00-14.00	90	40	39	44	43	14	11	1	1	0	240	16	27	283	0	14	25	37
	14.00-16.00	92	69	76	57	25	10	4	0	1	0	268	33	33	334	0	14	24	32
	16.00-18.00	331	95	119	114	58	26	7	8	1	0	651	76	32	759	0	11	21	33
	18.00-20.00	83	46	69	88	50	17	7	3	0	1	308	34	22	364	0	16	27	36
20.00-22.00	8	13	25	43	37	11	6	1	2	0	124	18	4	146	0	24	32	38	
22.00-00.00	3	3	12	19	10	5	2	1	0	1	52	4	0	56	0	26	31	39	
<b>Totali</b>		<b>829</b>	<b>408</b>	<b>558</b>	<b>584</b>	<b>346</b>	<b>127</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2447</b>	<b>241</b>	<b>241</b>	<b>2929</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>35</b>
23/05/06	00.00-02.00	1	0	5	4	3	3	0	1	0	0	15	1	1	17	0	26	32	40
	02.00-04.00	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	37	45	45
	04.00-06.00	2	2	4	9	7	1	0	2	0	0	17	3	7	27	0	24	31	37
	06.00-08.00	74	57	71	76	42	19	7	2	1	0	282	24	43	349	0	15	27	35
	08.00-10.00	83	51	51	61	27	22	4	1	0	0	245	19	36	300	0	14	25	35
	10.00-12.00	44	37	53	54	34	18	4	3	2	0	194	22	33	249	0	18	27	36
	12.00-14.00	65	42	50	63	43	11	3	1	0	0	216	27	35	278	0	16	27	35
	14.00-16.00	78	50	88	80	31	10	4	0	0	0	262	30	49	341	0	16	25	33
	16.00-18.00	515	116	92	94	44	11	4	2	0	0	750	81	47	878	1	8	17	29
	18.00-20.00	118	36	62	109	60	21	7	4	1	1	361	45	13	419	0	12	28	36
20.00-22.00	10	14	27	41	29	10	4	2	0	0	112	16	9	137	0	23	31	38	
22.00-00.00	4	6	16	24	19	9	3	2	0	0	74	8	1	83	0	25	31	39	
<b>Totali</b>		<b>994</b>	<b>411</b>	<b>519</b>	<b>615</b>	<b>340</b>	<b>135</b>	<b>41</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2530</b>	<b>276</b>	<b>274</b>	<b>3080</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>35</b>
24/05/06	00.00-02.00	0	1	2	3	4	1	4	0	0	0	14	0	1	15	0	27	34	45
	02.00-04.00	0	0	0	4	0	1	1	1	0	0	6	1	0	7	0	30	31	47
	04.00-06.00	0	2	6	11	9	2	0	0	1	0	21	2	8	31	0	27	32	37
	06.00-08.00	128	55	72	77	48	11	4	1	3	0	323	24	52	399	0	12	25	34
	08.00-10.00	65	57	60	82	42	15	3	0	0	0	245	22	57	324	0	17	27	35
	10.00-12.00	64	41	65	80	32	17	2	1	1	0	241	18	44	303	0	16	28	35
	12.00-14.00	49	39	58	64	36	11	5	2	0	1	216	22	27	265	0	17	27	35
	14.00-16.00	60	41	69	60	18	7	4	0	0	0	196	26	37	259	0	16	25	32
	16.00-18.00	391	99	74	73	37	8	3	2	0	0	582	64	41	687	1	8	17	29
	18.00-20.00	132	59	52	96	40	18	6	3	0	0	354	37	15	406	0	12	25	34
20.00-22.00	11	11	32	43	33	15	3	3	0	0	134	13	4	151	0	24	31	38	
22.00-00.00	5	5	18	31	17	6	1	1	0	0	74	9	1	84	0	24	31	37	
<b>Totali</b>		<b>905</b>	<b>410</b>	<b>508</b>	<b>624</b>	<b>316</b>	<b>112</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2406</b>	<b>238</b>	<b>287</b>	<b>2931</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>34</b>
25/05/06	00.00-02.00	4	3	11	14	10	5	2	0	0	0	44	4	1	49	0	24	30	38
	02.00-04.00	0	1	3	5	6	3	0	1	0	0	15	2	2	19	0	27	34	40
	04.00-06.00	0	0	1	3	4	1	1	1	0	0	9	1	1	11	0	31	34	45
	06.00-08.00	1	8	3	7	7	4	0	2	0	0	25	3	4	32	0	21	32	40
	08.00-10.00	7	13	27	30	41	15	1	4	0	0	107	26	5	138	0	24	32	38
	10.00-12.00	15	14	63	64	55	7	7	1	0	0	188	29	9	226	0	24	30	36
	12.00-14.00	5	12	43	52	29	9	5	0	3	0	130	24	4	158	0	25	31	36
	14.00-16.00	13	19	33	63	45	19	6	6	1	1	164	39	3	206	0	23	31	39
	16.00-18.00	13	16	40	60	34	16	8	2	2	0	168	22	1	191	0	23	31	38
	18.00-20.00	4	9	27	40	29	18	6	2	1	0	123	7	6	136	0	26	32	39
20.00-22.00	4	3	23	41	34	7	3	1	0	1	108	7	2	117	0	25	32	37	
22.00-00.00	2	6	13	12	10	9	3	1	0	0	55	1	0	56	0	24	31	39	
<b>Totali</b>		<b>68</b>	<b>104</b>	<b>287</b>	<b>391</b>	<b>304</b>	<b>113</b>	<b>42</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1136</b>	<b>165</b>	<b>38</b>	<b>1339</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>

Statistiche per la zona : Linea 1(In)																			
Data	Ora	Numero veicoli per fasce chilometriche										Numero veicoli In				Pedoni	V15	V50	V85
		< 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	>60	Auto	2-Ruote	Camion	Totali				
26/05/06	00.00-02.00	0	1	2	4	5	1	0	1	0	0	12	1	1	14	0	25	34	38
	02.00-04.00	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	4	0	1	5	0	30	38	49
	04.00-06.00	0	5	7	6	7	4	1	2	0	1	22	2	9	33	0	22	31	43
	06.00-08.00	23	18	28	49	41	17	5	2	2	1	146	11	29	186	0	20	31	38
	08.00-10.00	14	32	41	40	18	13	3	1	0	0	126	9	27	162	0	21	28	36
	10.00-12.00	32	30	46	75	50	21	4	2	1	0	223	14	24	261	0	20	30	37
	12.00-14.00	12	27	56	65	54	14	5	3	0	0	207	11	18	236	0	23	31	37
	14.00-16.00	51	46	87	74	46	17	0	2	1	0	286	21	17	324	0	18	28	35
	16.00-18.00	68	38	77	97	65	22	3	4	1	1	331	26	19	376	0	16	29	36
	18.00-20.00	20	27	34	62	39	14	6	1	0	0	179	18	6	203	0	20	30	36
20.00-22.00	4	2	11	23	22	5	3	0	0	0	62	6	2	70	0	25	33	38	
22.00-00.00	1	3	13	19	4	8	0	1	0	0	46	2	1	49	0	25	31	40	
<b>Totali</b>		<b>225</b>	<b>229</b>	<b>402</b>	<b>515</b>	<b>353</b>	<b>136</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1644</b>	<b>121</b>	<b>154</b>	<b>1919</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>37</b>
27/05/06	00.00-02.00	2	0	5	12	4	8	2	1	0	0	30	3	1	34	0	26	33	41
	02.00-04.00	0	2	6	10	11	5	2	0	0	0	35	0	1	36	0	28	34	40
	04.00-06.00	1	0	3	4	7	1	1	2	0	0	16	1	2	19	0	28	35	45
	06.00-08.00	1	2	15	16	4	6	0	1	0	0	37	1	7	45	0	25	31	39
	08.00-10.00	4	8	16	33	17	10	2	2	0	0	78	5	9	92	0	24	32	39
	10.00-12.00	4	20	48	54	34	16	4	0	1	0	158	10	13	181	0	24	30	38
	12.00-14.00	11	16	43	54	44	16	5	0	1	1	170	9	12	191	0	24	31	38
	14.00-16.00	12	21	24	71	40	16	4	0	2	0	175	11	4	190	0	22	31	37
	16.00-18.00	12	17	38	67	30	15	4	1	1	0	164	15	6	185	0	23	30	37
	18.00-20.00	3	14	30	43	26	12	6	1	0	0	121	11	3	135	0	24	31	38
20.00-22.00	0	7	12	21	20	5	1	1	0	0	62	3	2	67	0	27	31	37	
22.00-00.00	4	12	31	27	23	2	1	2	0	0	99	1	2	102	0	23	29	37	
<b>Totali</b>		<b>54</b>	<b>119</b>	<b>271</b>	<b>412</b>	<b>260</b>	<b>112</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1145</b>	<b>70</b>	<b>62</b>	<b>1277</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>
28/05/06	00.00-02.00	5	6	17	37	27	7	2	0	0	0	98	3	0	101	0	26	32	37
	02.00-04.00	2	1	7	9	10	8	1	0	0	0	37	0	1	38	0	26	34	42
	04.00-06.00	0	1	3	2	5	3	0	0	0	1	13	2	0	15	0	26	35	40
	06.00-08.00	0	1	4	6	5	1	0	0	0	0	15	0	2	17	0	27	33	36
	08.00-10.00	4	1	8	26	20	5	2	0	0	0	60	6	0	66	0	27	32	38
	10.00-12.00	12	13	35	53	36	14	0	1	0	0	139	22	3	164	0	23	31	36
	12.00-14.00	3	12	41	51	49	14	5	0	2	0	148	21	8	177	0	25	31	38
	14.00-16.00	15	14	39	50	27	10	9	0	0	1	131	30	4	165	0	22	30	37
	16.00-18.00	11	27	42	60	50	14	2	5	1	0	191	16	5	212	0	23	31	37
	18.00-20.00	6	13	27	32	36	16	8	0	0	1	127	10	2	139	0	24	32	40
20.00-22.00	4	6	15	36	12	10	6	0	1	0	83	5	2	90	0	26	31	39	
22.00-00.00	1	0	8	14	12	4	1	0	0	0	36	3	1	40	0	27	33	37	
<b>Totali</b>		<b>63</b>	<b>95</b>	<b>246</b>	<b>376</b>	<b>289</b>	<b>106</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1078</b>	<b>118</b>	<b>28</b>	<b>1224</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>

Tabella 1: Foglio Excel dettagli misurazione (raggruppati ogni 2 ore).

Statistiche per la zona : Linea 1(In)																			
Data	Ora	Numero veicoli per fasce chilometriche										Numero veicoli In				Pedoni	V15	V50	V85
		< 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	> 60	Auto	2-Ruote	Camion	Totali				
22/05/06	00.00-06.00	4	3	11	15	6	5	2	0	0	0	33	2	11	46	0	22	30	40
	06.00-12.00	218	139	207	204	117	39	12	3	1	1	771	58	112	941	0	15	26	35
	12.00-18.00	513	204	234	215	126	50	22	9	3	0	1159	125	92	1376	0	12	23	34
	18.00-00.00	94	62	106	150	97	33	15	5	2	2	484	56	26	566	0	18	29	37
<b>Totali</b>		<b>829</b>	<b>408</b>	<b>558</b>	<b>584</b>	<b>346</b>	<b>127</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2447</b>	<b>241</b>	<b>241</b>	<b>2929</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>35</b>
23/05/06	00.00-06.00	3	2	9	13	11	4	1	3	0	0	34	4	8	46	0	25	32	40
	06.00-12.00	201	145	175	191	103	59	15	6	3	0	721	65	112	898	0	15	27	35
	12.00-18.00	658	208	230	237	118	32	11	3	0	0	1228	138	131	1497	1	10	21	32
	18.00-00.00	132	56	105	174	108	40	14	8	1	1	547	69	23	639	0	15	30	37
<b>Totali</b>		<b>994</b>	<b>411</b>	<b>519</b>	<b>615</b>	<b>340</b>	<b>135</b>	<b>41</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2530</b>	<b>276</b>	<b>274</b>	<b>3080</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>35</b>
24/05/06	00.00-06.00	0	3	8	18	13	4	5	1	1	0	41	3	9	53	0	27	32	42
	06.00-12.00	257	153	197	239	122	43	9	2	4	0	809	64	153	1026	0	15	26	34
	12.00-18.00	500	179	201	197	91	26	12	4	0	1	994	112	105	1211	1	11	22	32
	18.00-00.00	148	75	102	170	90	39	10	7	0	0	562	59	20	641	0	15	28	36
<b>Totali</b>		<b>905</b>	<b>410</b>	<b>508</b>	<b>624</b>	<b>316</b>	<b>112</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2406</b>	<b>238</b>	<b>287</b>	<b>2931</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>34</b>
25/05/06	00.00-06.00	4	4	15	22	20	9	3	2	0	0	68	7	4	79	0	26	32	40
	06.00-12.00	23	35	93	101	103	26	8	7	0	0	320	58	18	396	0	24	31	37
	12.00-18.00	31	47	116	175	108	44	19	8	6	1	462	85	8	555	0	24	31	38
	18.00-00.00	10	18	63	93	73	34	12	4	1	1	286	15	8	309	0	25	32	39
<b>Totali</b>		<b>68</b>	<b>104</b>	<b>287</b>	<b>391</b>	<b>304</b>	<b>113</b>	<b>42</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1136</b>	<b>165</b>	<b>38</b>	<b>1339</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>
26/05/06	00.00-06.00	0	6	9	11	14	5	2	4	0	1	38	3	11	52	0	25	34	43
	06.00-12.00	69	80	115	164	109	51	12	5	3	1	495	34	80	609	0	20	30	37
	12.00-18.00	131	111	220	236	165	53	8	9	2	1	824	58	54	936	0	19	29	36
	18.00-00.00	25	32	58	104	65	27	9	2	0	0	287	26	9	322	0	22	31	37
<b>Totali</b>		<b>225</b>	<b>229</b>	<b>402</b>	<b>515</b>	<b>353</b>	<b>136</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1644</b>	<b>121</b>	<b>154</b>	<b>1919</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>37</b>
27/05/06	00.00-06.00	3	2	14	26	22	14	5	3	0	0	81	4	4	89	0	28	33	40
	06.00-12.00	9	30	79	103	55	32	6	3	1	0	273	16	29	318	0	24	30	38
	12.00-18.00	35	54	105	192	114	47	13	1	4	1	509	35	22	566	0	23	31	38
	18.00-00.00	7	33	73	91	69	19	8	4	0	0	282	15	7	304	0	24	31	37
<b>Totali</b>		<b>54</b>	<b>119</b>	<b>271</b>	<b>412</b>	<b>260</b>	<b>112</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1145</b>	<b>70</b>	<b>62</b>	<b>1277</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>
28/05/06	00.00-06.00	7	8	27	48	42	18	3	0	0	1	148	5	1	154	0	26	33	38
	06.00-12.00	16	15	47	85	61	20	2	1	0	0	214	28	5	247	0	25	31	37
	12.00-18.00	29	53	122	161	126	38	16	5	3	1	470	67	17	554	0	24	31	37
	18.00-00.00	11	19	50	82	60	30	15	0	1	1	246	18	5	269	0	25	32	39
<b>Totali</b>		<b>63</b>	<b>95</b>	<b>246</b>	<b>376</b>	<b>289</b>	<b>106</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1078</b>	<b>118</b>	<b>28</b>	<b>1224</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>38</b>

Tabella 2: Foglio Excel dettagli misurazione (raggruppati ogni 6 ore).

È possibile effettuare ancora un altro tipo di statistica denominata "studio evoluzione delle velocità".

Per poter effettuare questo tipo di statistica è necessario inserire alcune

linee induttive sulla zona di interesse e premere il tasto .

A questo punto tramite una finestra di dialogo è possibile inserire le linee induttive che andranno a far parte dello studio. (Figura 43)

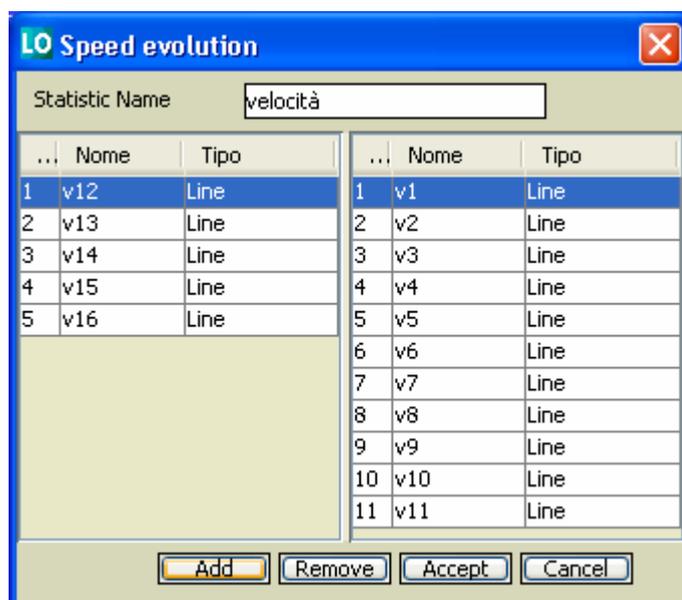


Figura 43: Finestra di dialogo per la creazione della statistica sullo studio delle velocità.

Una volta inserito il nome e le linee induttive verrà generata una statistica che permette di studiare l'andamento delle velocità al passaggio dei veicoli sulle linee induttive.

In questo modo è possibile verificare come i conducenti dei veicoli si apprestano a impostare una rotatoria, una curva o un incrocio pericoloso.

Lo studio delle velocità è calcolato solo sui veicoli che attraversano tutte le linee induttive appartenenti allo studio.

Nella Figura 44 è riportato un esempio in cui a scopo dimostrativo è stata cambiata la fonte dei dati.

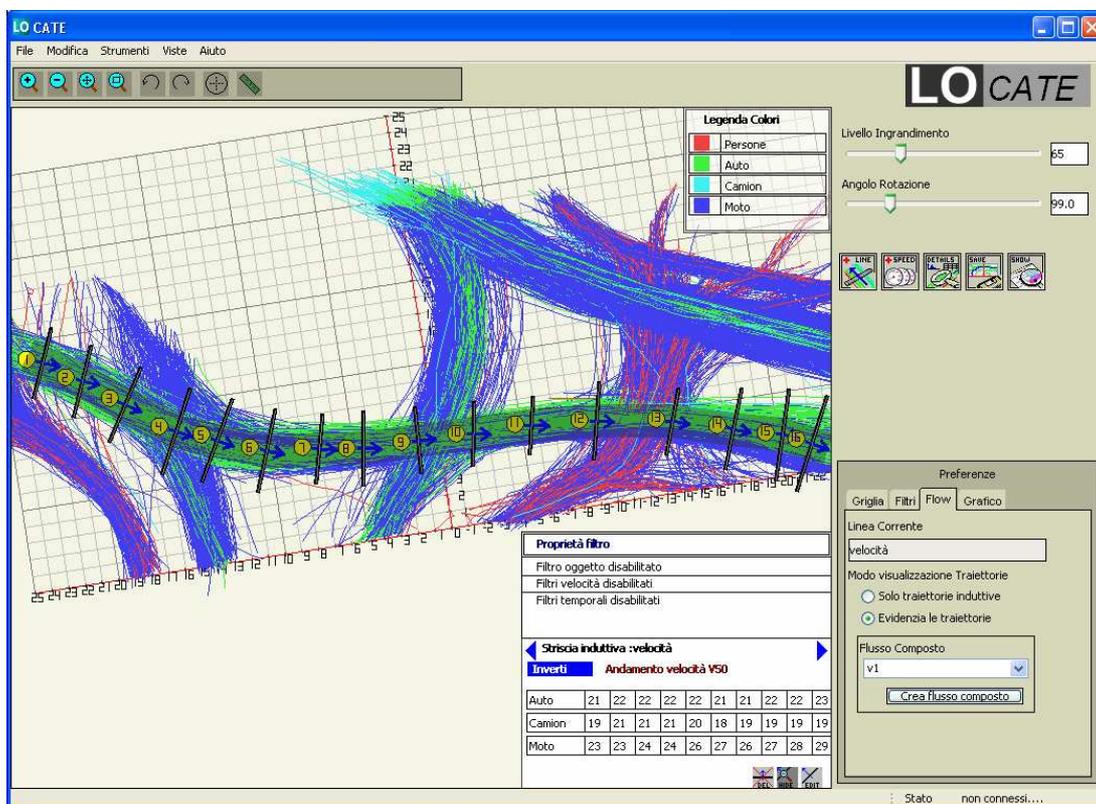


Figura 44: Esempio studio velocità.

Le linee induttive vengono visualizzate con un identificativo che ne indica la posizione nello studio. (Figura 45).

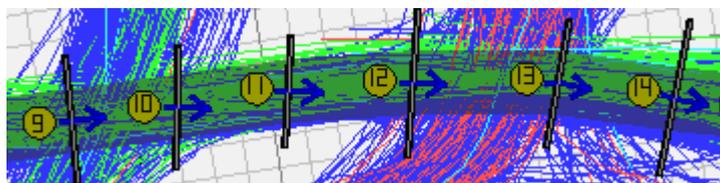


Figura 45: Dettaglio delle linee facenti parte dello studio delle velocità.

Come per gli altri tipi di oggetti induttivi è possibile (premendo  ) visualizzare i dettagli.

In questo caso vengono mostrati i dettagli di ogni singola linea induttiva e i grafici dell'andamento delle velocità V50, V15, V85. (Figura 46).

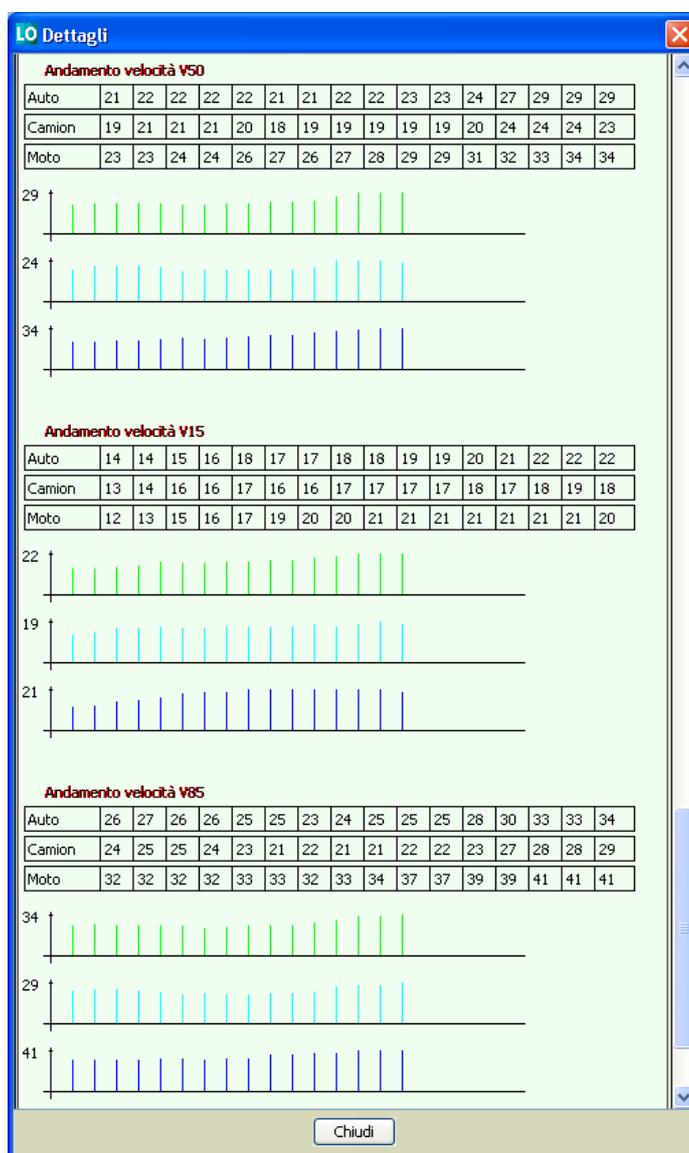


Figura 46: Evoluzione delle velocità.

Dal menù **Modifica** è possibile selezionare l'opzione **Progetto**, che consente di aggiungere (  ) e/o togliere (  ) file di misurazione, editare i filtri delle statistiche o rimuoverne alcune (  ) e infine salvare le nuove impostazioni (  ).

È anche possibile inserire commenti al progetto. In Figura 47 è mostrata la schermata di editor del progetto.

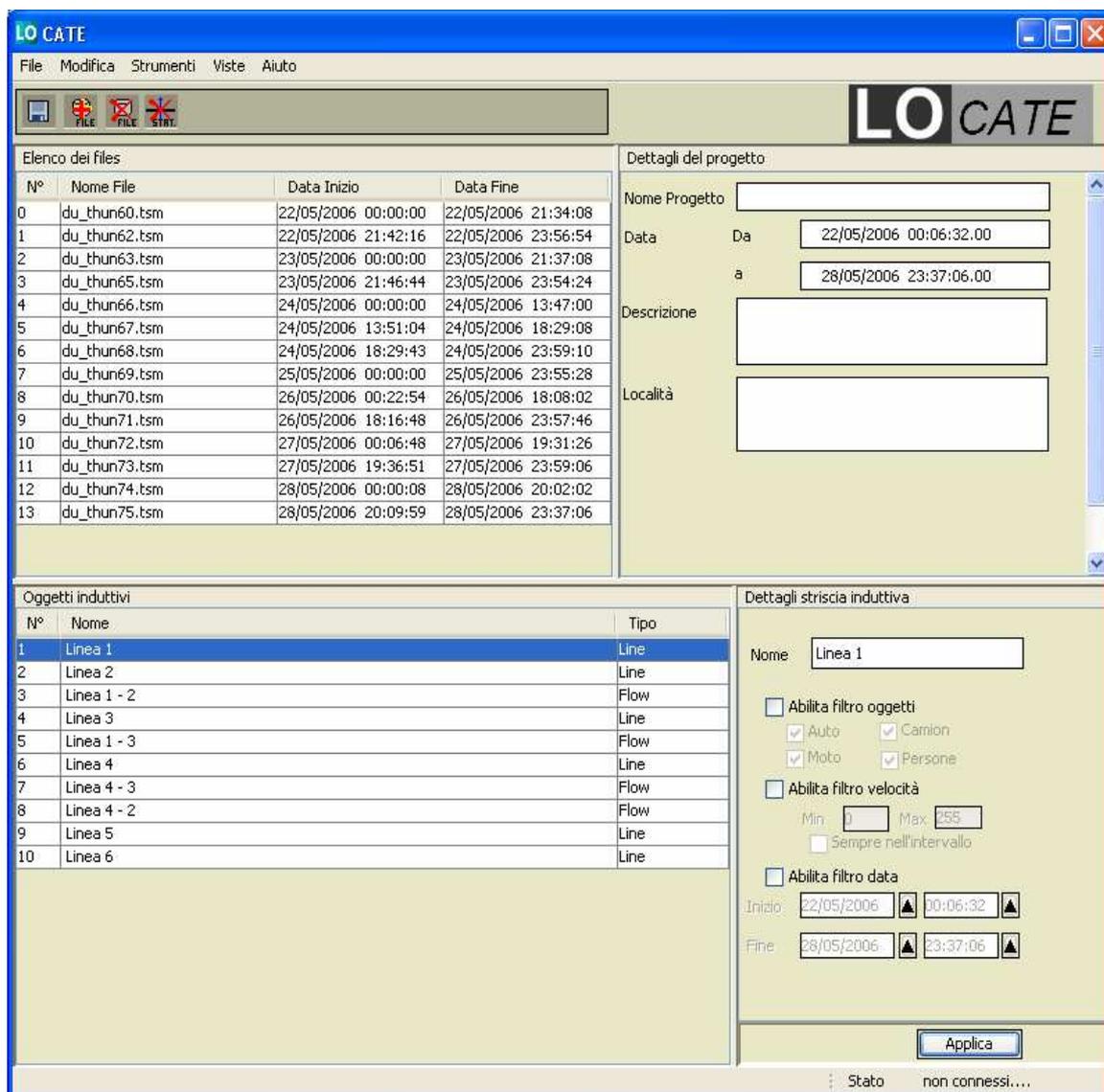


Figura 47: Editor del progetto.

Sempre dal menù **Modifica** selezionando l'opzione **Preferenze**, si può scegliere la lingua preferita e altri settaggi del post-processing delle traiettorie. (Figura 48).

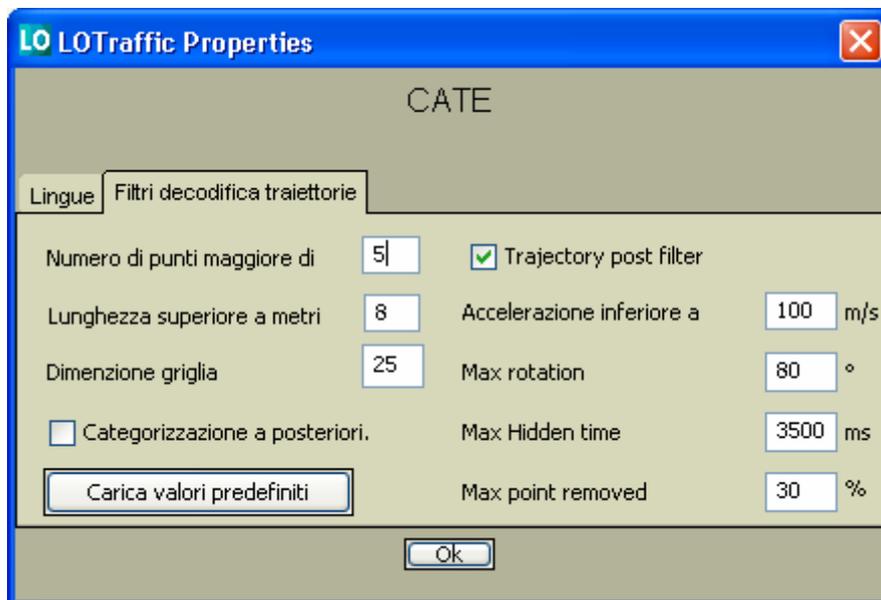
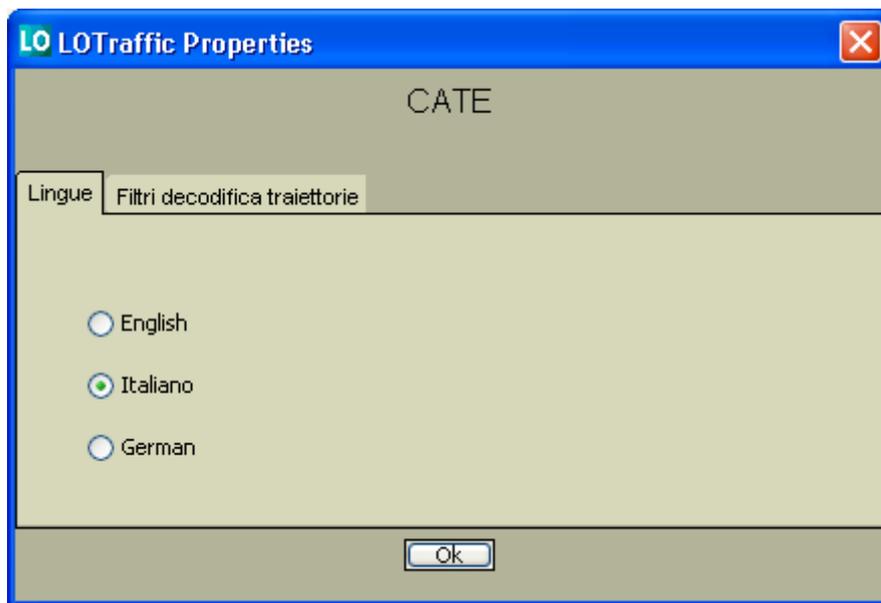
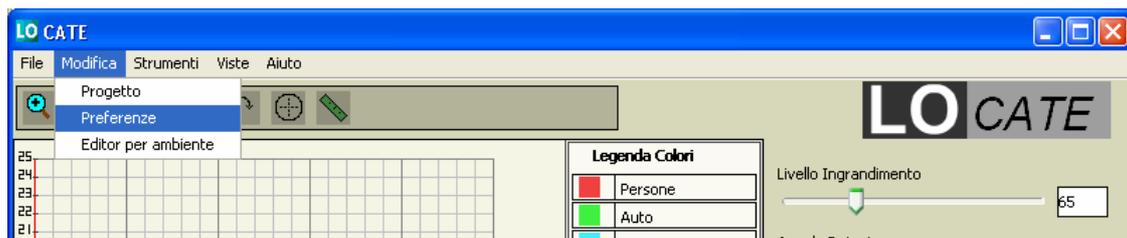


Figura 48: Finestra di dialogo per le preferenze.

Cambiando scheda è possibile configurare i filtri di decodifica delle traiettorie e attivare il post-processing. Questa funzionalità permette di scartare alcune traiettorie che non sono ritenute valide per lo studio delle traiettorie.

Fra i parametri di maggiore interesse vi è la possibilità di rimuovere traiettorie che non hanno abbastanza punti o che sono troppo brevi.

Agendo su questi filtri si riduce il problema delle traiettorie interrotte, ma a discapito verranno falsati i conteggi.

Altri filtri consentono di rimuovere le traiettorie appartenenti a veicoli che sono rimasti oscurati per troppo tempo.

Dal menù **Modifica**, selezionando l'opzione **Editor per ambiente**, si può creare un background da utilizzare nella riproduzione della misurazione.

Tramite questa opzione si ottiene la schermata di Figura 49 in cui per aiutarci a disegnare l'ambiente vengono visualizzate alcune traiettorie il cui spessore è proporzionale alla larghezza del veicolo monitorato.

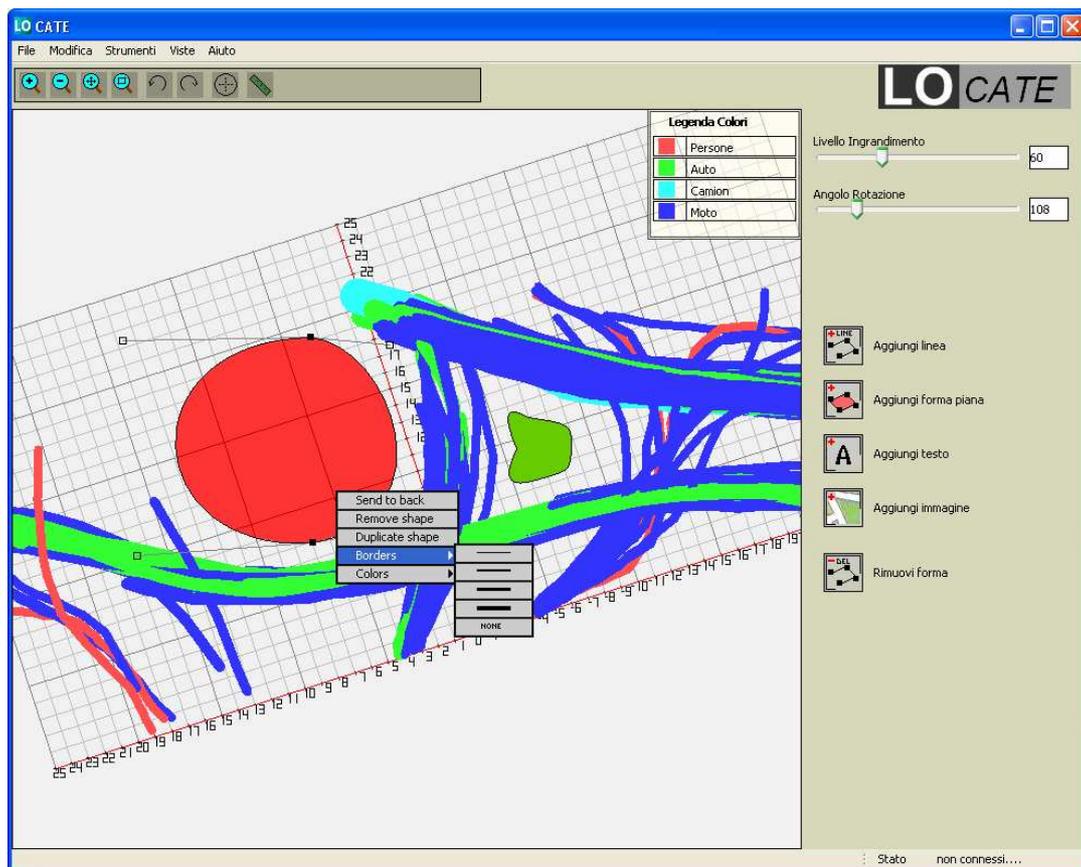


Figura 49: Editor di ambiente.

I pulsanti del pannello di destra consentono di inserire degli oggetti nello schermo.

Premendo su  inseriamo una linea spezzata.

Il disegno inizia premendo il tasto sinistro del mouse e termina premendo il destro.

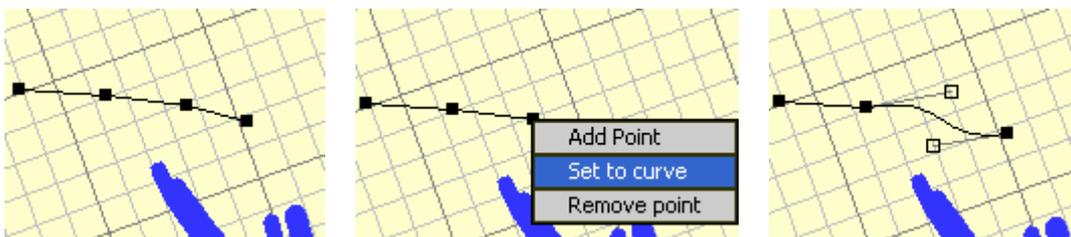


Figura 50: Esempio tracciamento linea.

Una volta disegnata la linea si possono modificare i punti che la compongono.

Premendo il tasto sinistro del mouse su un qualsiasi maniccotto che compone l'immagine è possibile aggiungere un punto, rimuoverlo o renderlo curvilineo.

In tal caso il maniccotto è sostituito da due maniccotti vuoti che permettono di incurvare il segmento. (Figura 50)

Si agisce sul pulsante  per inserire una figura piana. Il procedimento è analogo a quello dell'inserimento di una curva.

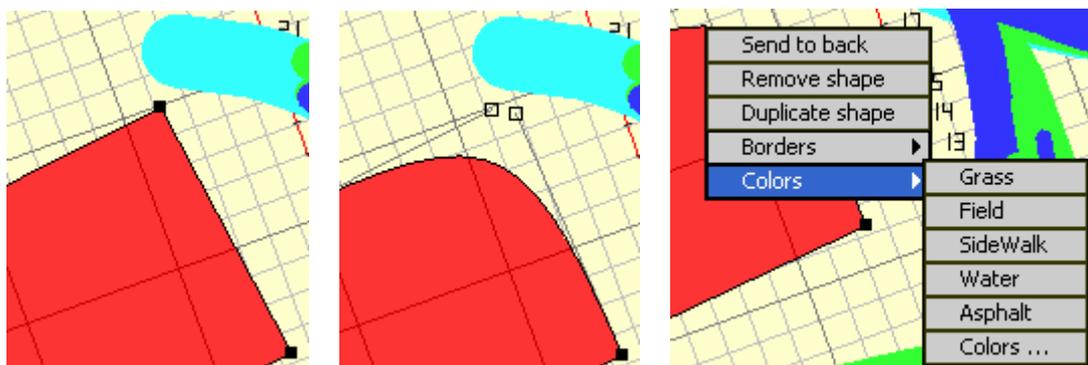
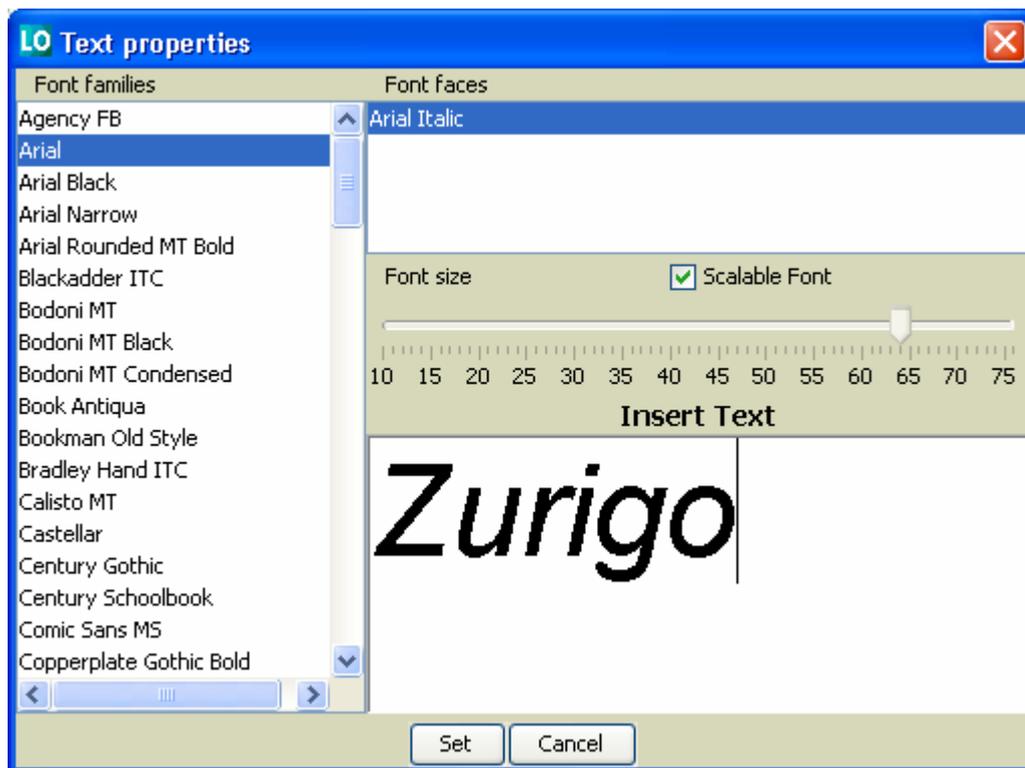


Figura 51: Esempio tracciamento figura piana.

Premendo il tasto destro sulla forma selezionata, un menù ci consente di settare alcuni parametri di visualizzazione (Figura 51); ad esempio si può cambiare la dimensione del bordo, definire un colore di riempimento sia con pattern predefiniti che con colori selezionabili da una tavolozza e di definire una priorità di disegno. Quest'ultima consente di spostare dietro un oggetto appena inserito.

Tramite al pulsante  si inserisce del testo per mezzo della finestra di dialogo mostrata in Figura 52.

In questa finestra è possibile selezionare il font, inserire il testo da visualizzare e dare una dimensione in punti (testo non ingrandibile) oppure rendere la casella di testo modificabile in dimensioni e sensibile al livello di zoom (questa funzionalità è attivabile selezionando la casella di spunto "Scalable Font").



*Figura 52: Finestra dialogo per inserimento testo.*

La casella di testo appena inserita viene posta nell'origine del sistema di riferimento.

Il cerchietto in celeste permette di ruotare il testo, mentre tramite il manicotto si può cambiare le dimensioni della casella di testo, operazione consentita possibile solamente se è stato scelto il testo scalabile. (Figura 53).

In Figura 54 un esempio di sfondo.

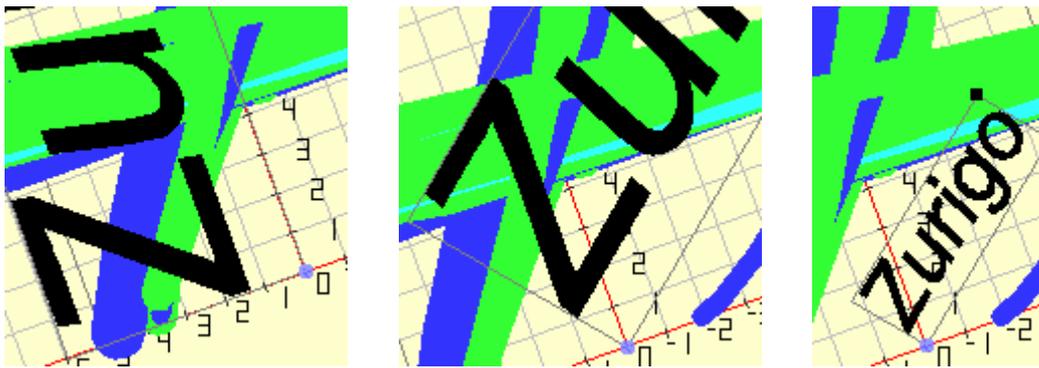


Figura 53: Esempio inserimento testo.

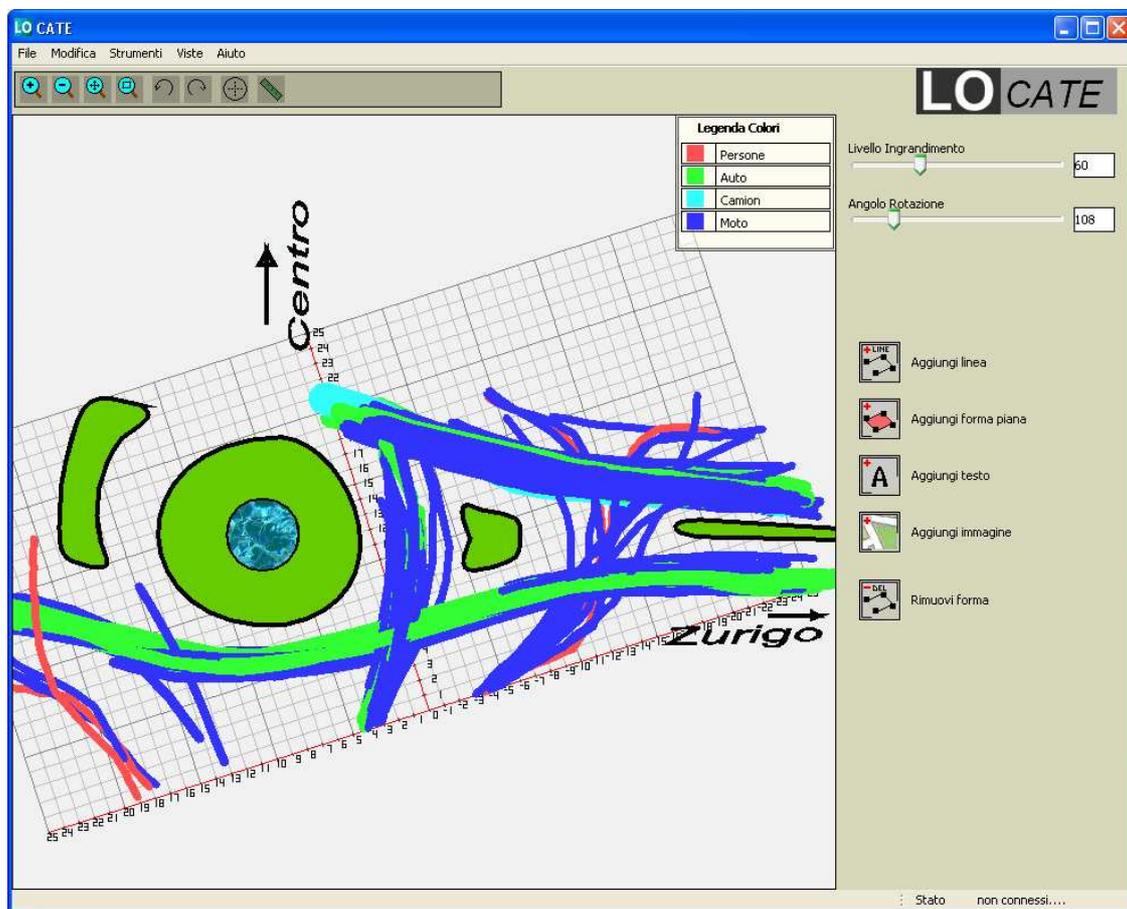


Figura 54: Esempio sfondo.

In Figura 55 un esempio di riproduzione della misurazione con lo sfondo appena disegnato.

Lo sfondo è stato disegnato solo a scopo dimostrativo e non rispecchia fedelmente il reale ambiente di misura.

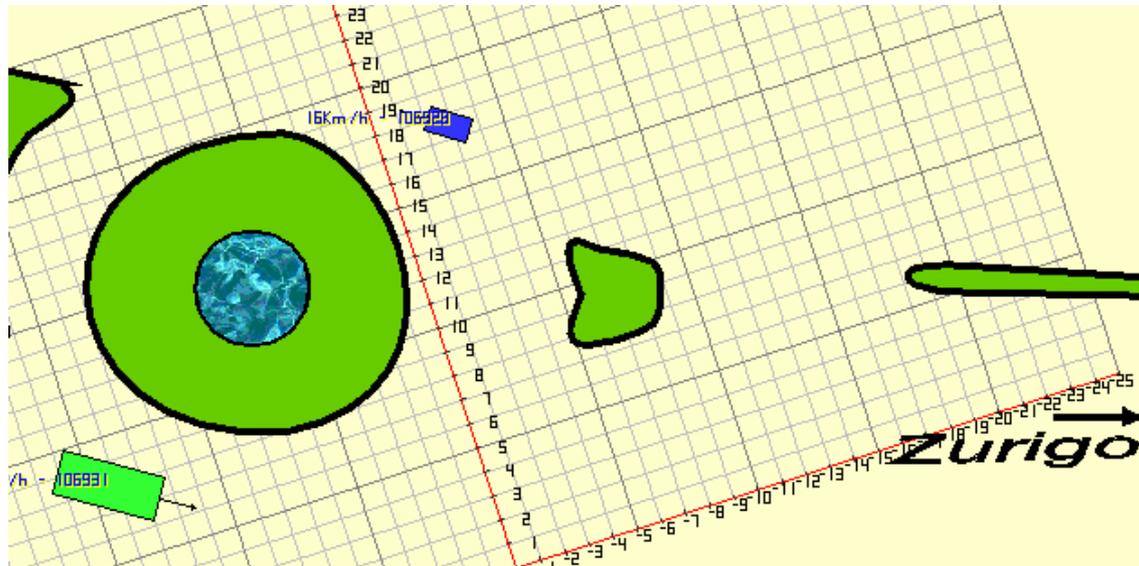


Figura 55: Riproduzione misurazione con sfondo.



Grazie al pulsante  è possibile introdurre una immagine sull'ambiente.

Tale funzionalità risulta utile qualora si abbia a disposizione la planimetria territoriale della zona coinvolta dalla misurazione o immagini satellitari.

L'immagine inserita può essere ruotata e/o modificata nelle dimensioni in modo del tutto analogo alla casella di testo.

In Figura 56 un esempio di inserimento foto e riproduzione con il reale sfondo preso da un'immagine scattata dall'alto.

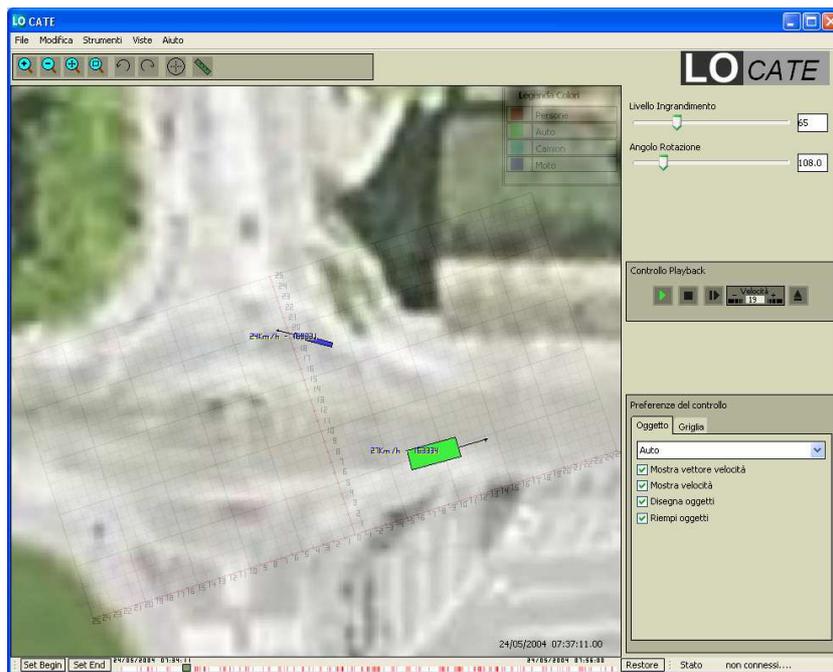
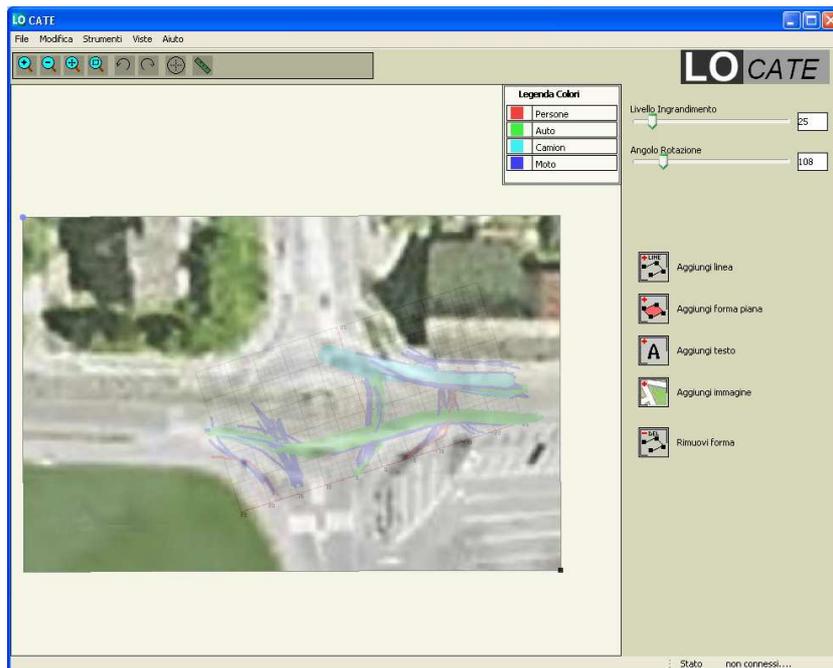


Figura 56: Inserimento foto e esempio riproduzione misurazione.

Infine con il pulsante  è possibile rimuovere la forma selezionata.

## 4 Analisi Risultati

In questa sezione analizzo in dettaglio la precedente misurazione con lo scopo di dimostrare la bontà dei dati elaborati. Per facilitare l'analisi riporto i dettagli dei flussi usati nel precedente capitolo.

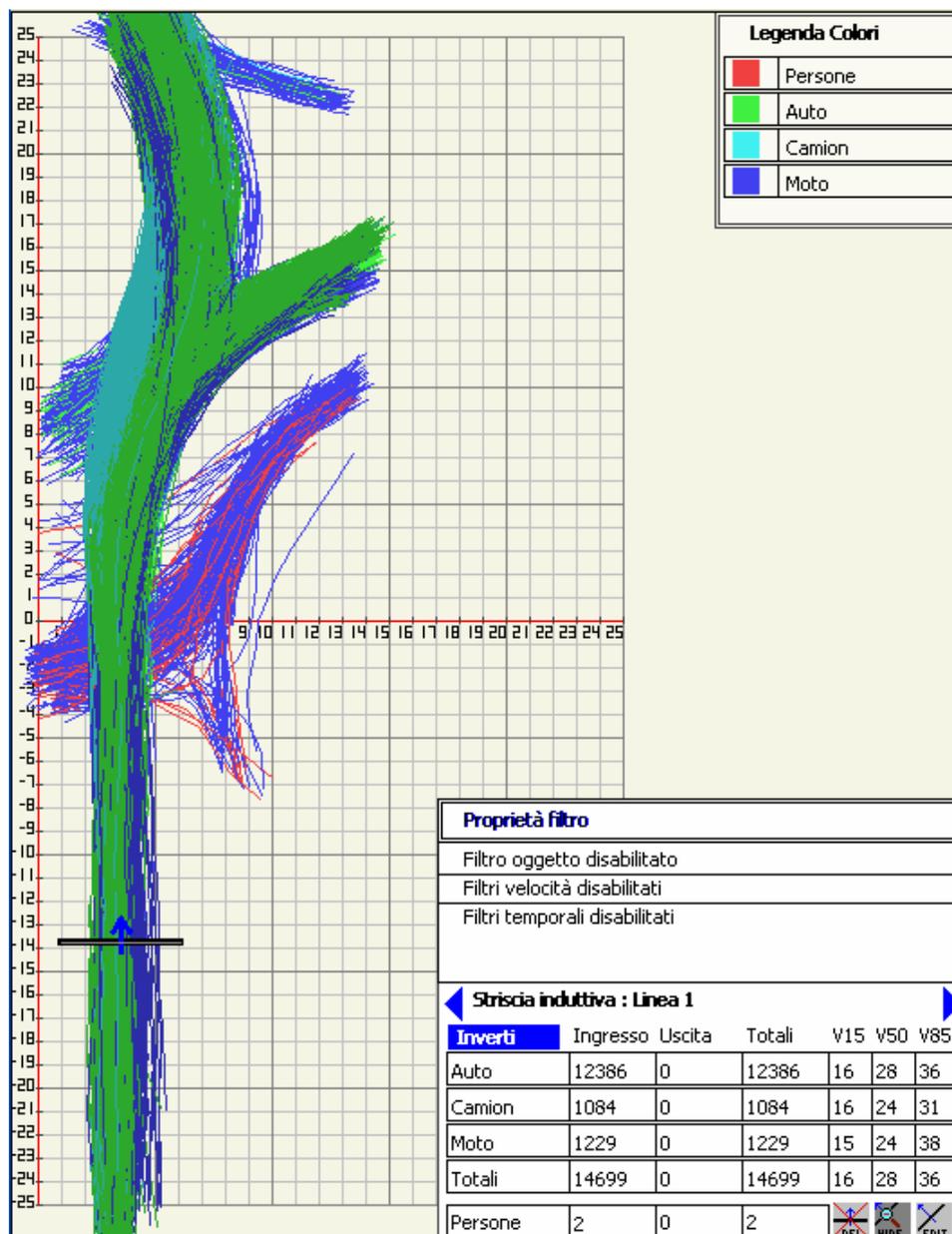


Figura 57: Dettaglio flusso passante dalla Linea 1

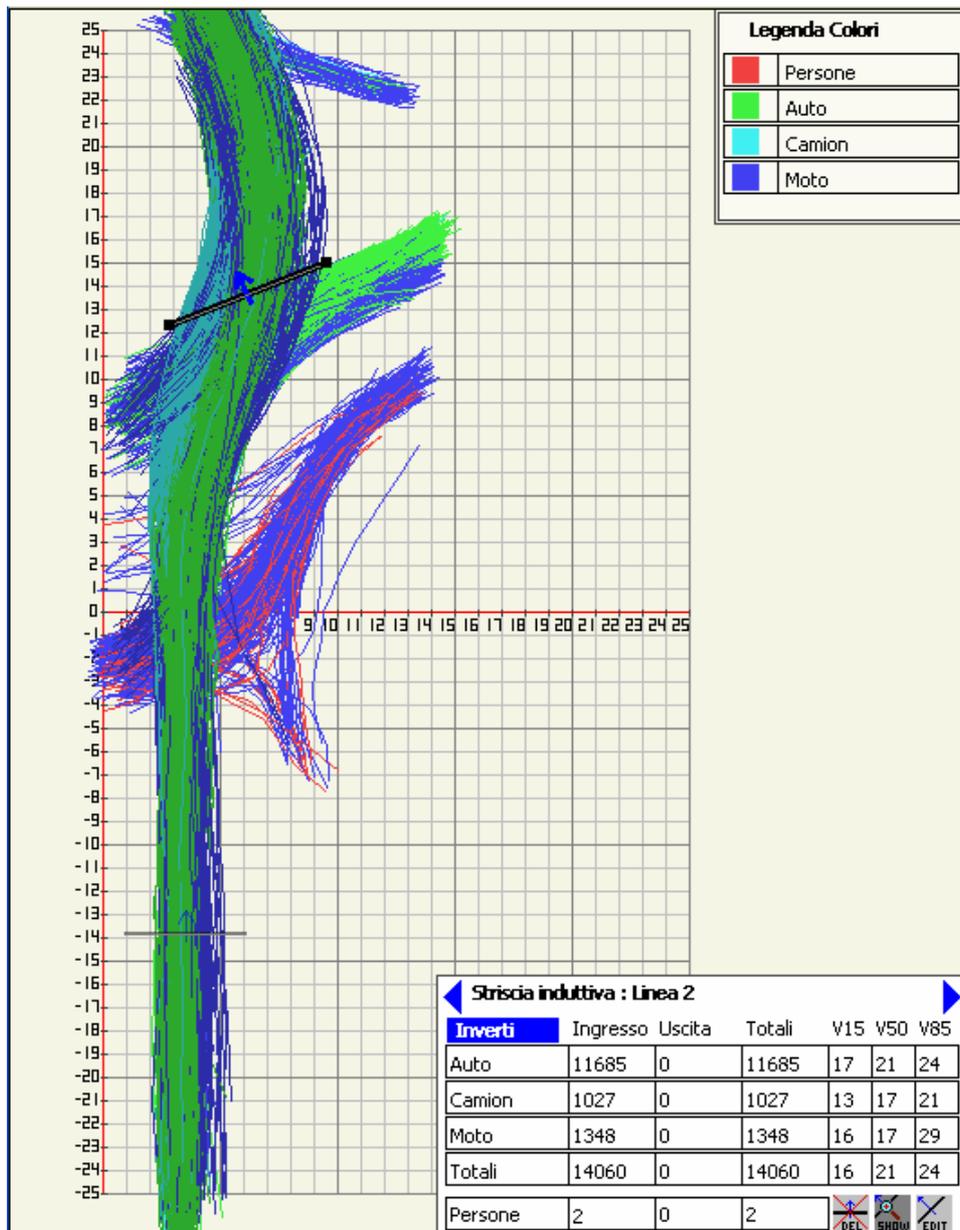


Figura 58: Dettaglio flusso passante dalla Linea 2

Come è facile verificare dalla Linea 1 (Figura 57) sono passati 14699 mentre dalla Linea 2 (Figura 59) solamente 14060.

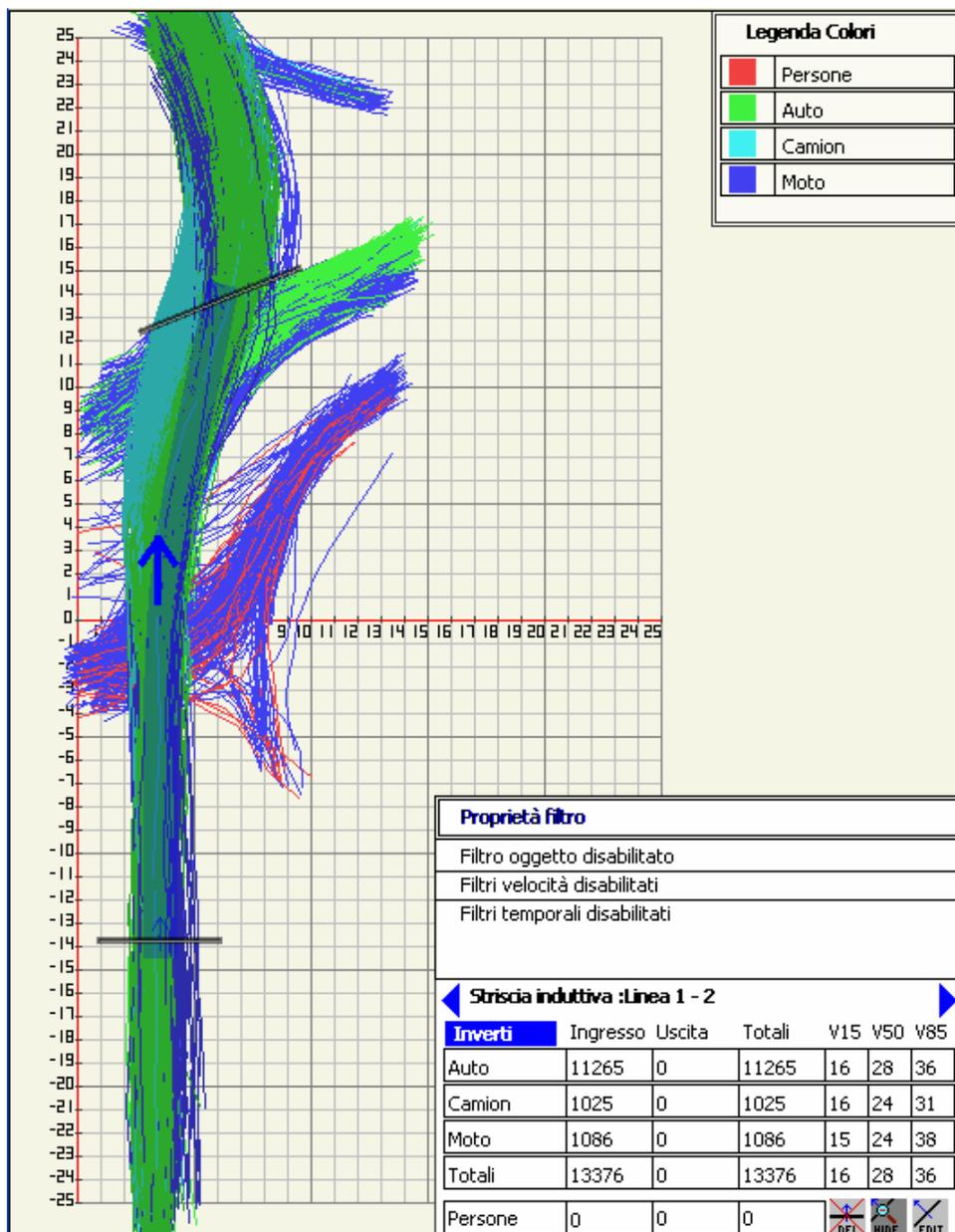


Figura 59: Dettaglio flusso composto Linea 1 - 2

In base ai dati appena esposti si deduce che dei 14699 veicoli passati dalla Linea 1 solo 13376 hanno proseguito a dirritto attraversando la Linea 2 (Figura 59).

Dai risultati ottenuti dalla Linea 2 (Figura 58) sono passati 14060 veicoli con una differenza di 684 veicoli.

Per spiegare questa differenza è necessario inserire ancora alcune linee induttive.

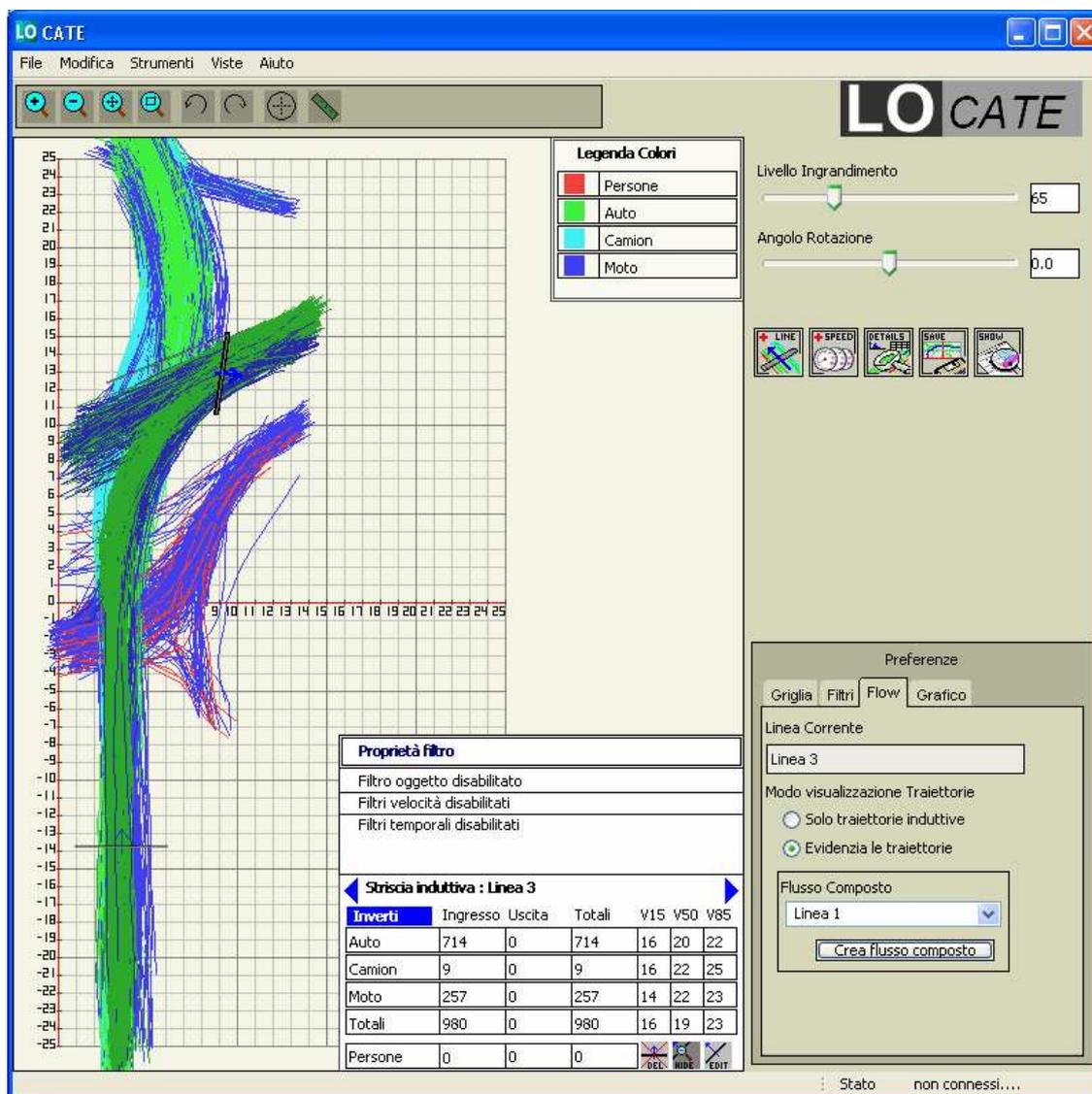


Figura 60: Flusso passante per la linea induttiva Linea 3

In Figura 61 è rappresentato il flusso composto fra la Linea 1 e Linea 3.

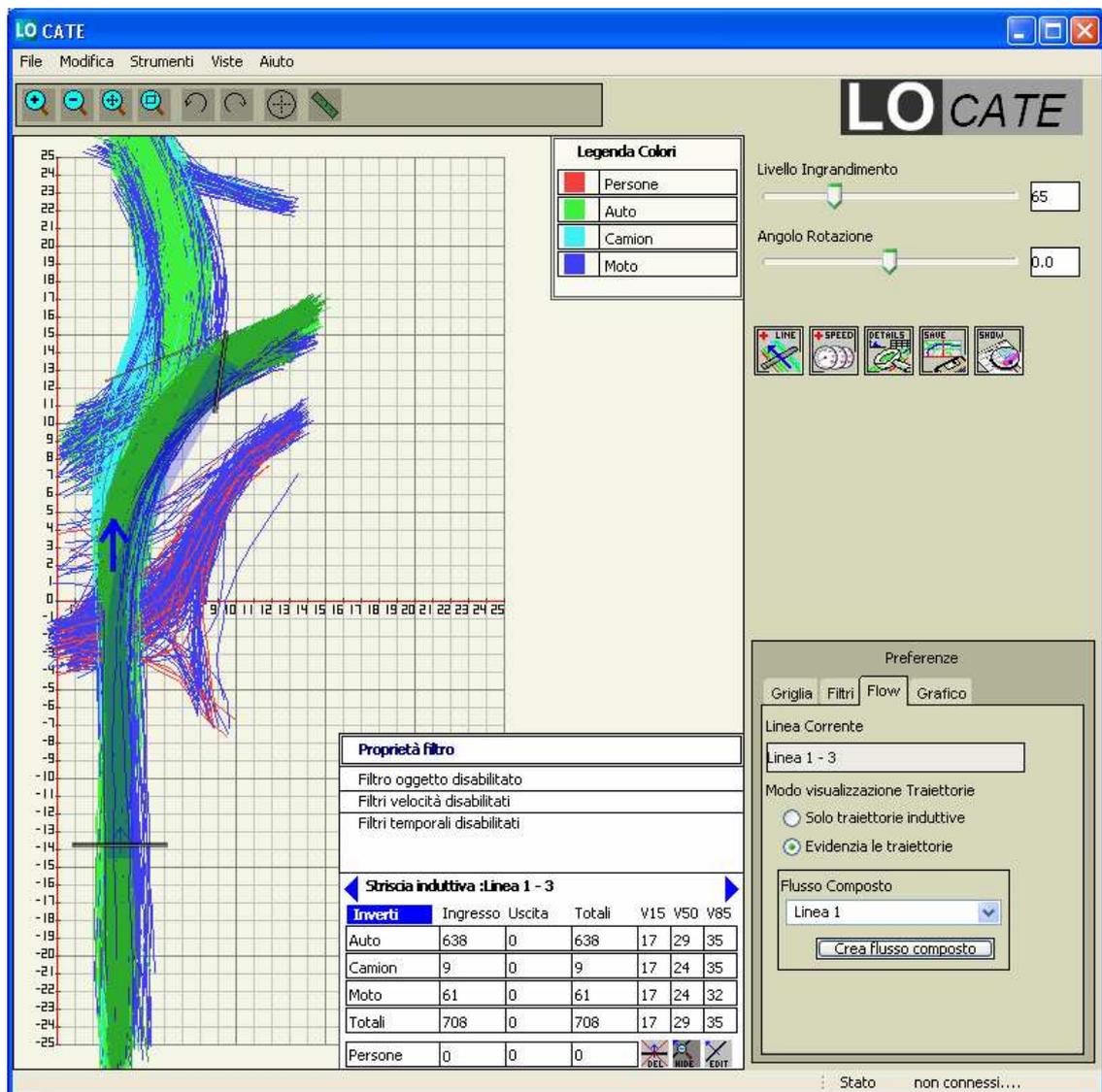


Figura 61: Flusso composto Linea 1 - 3

Da tale flusso composto emerge che 708 veicoli passati dalla Linea 1 hanno svoltato a destra passando per la Linea 3.

Quindi si ha che  $14699 - 708 = 13991$  veicoli dovrebbero essere passati sulla Linea 2 contro i 13376 misurati dal flusso. Se ne deduce che ho un errore di circa il 4.2%.

Un tale errore è del tutto accettabile in misurazioni di questo tipo, ma vediamo di spiegare meglio cosa è successo.

Per raggiungere questo scopo aggiungo altri oggetti induttivi: la Linea 4 (Figura 62) , il flusso composto Linea 4 – 2 (Figura 63) e il flusso composto Linea 4 – 3 (Figura 64).

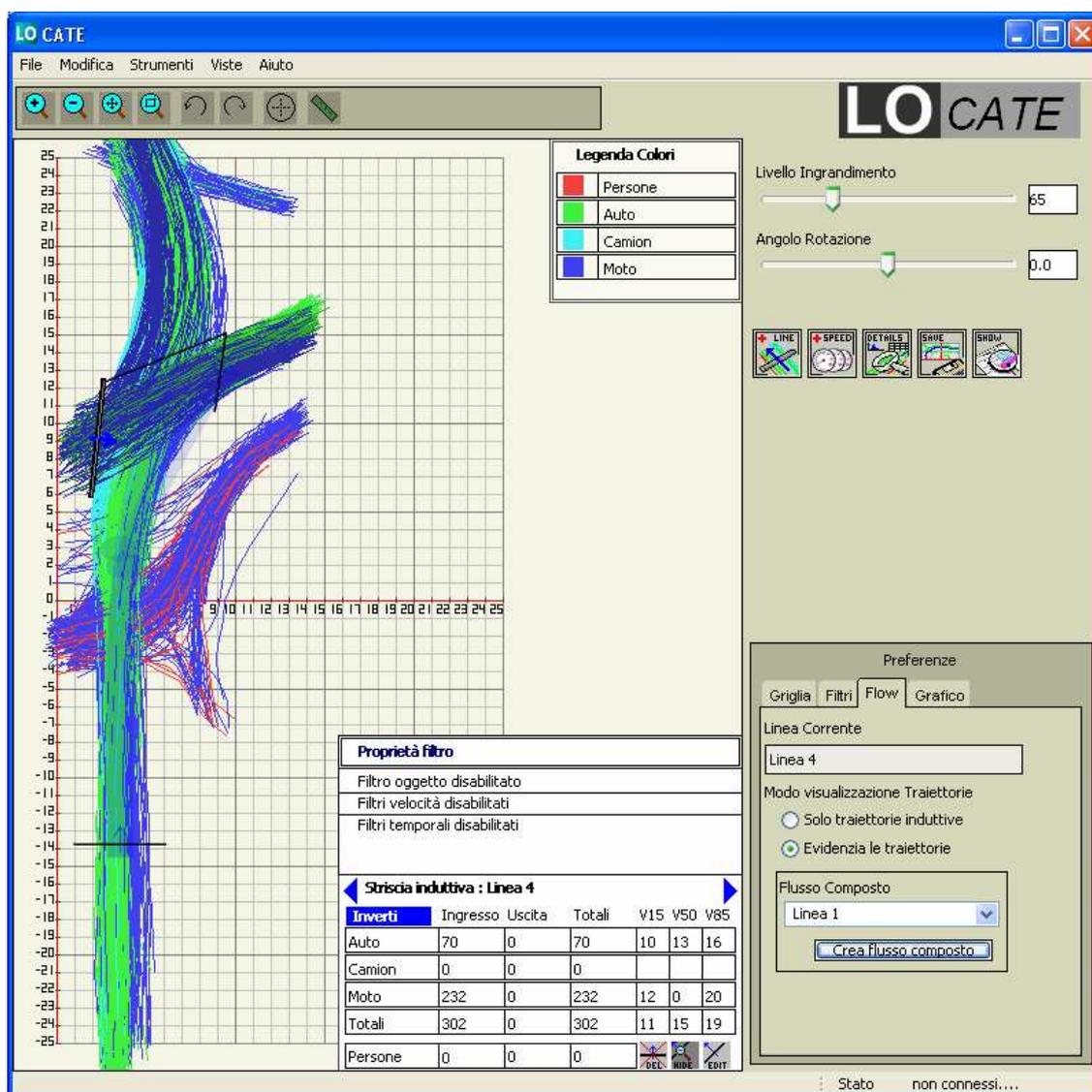


Figura 62: Flusso passante per la linea induttiva Linea 4

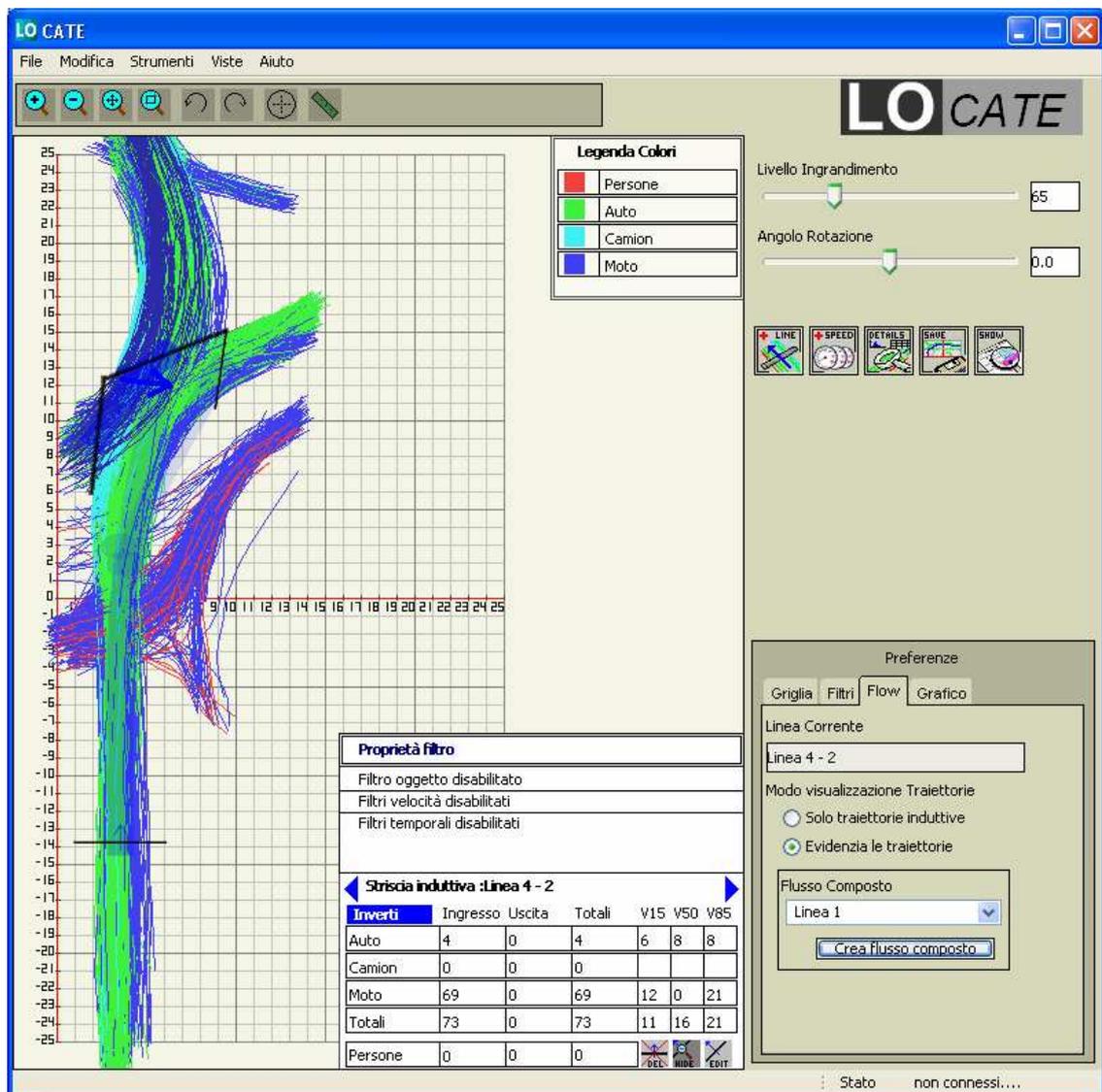


Figura 63: Flusso composto Linea 4 - 2.

Grazie a queste ultime due misurazioni si capisce che dei 302 veicoli passanti dalla Linea 4 ben 73 procedono nella direzione della linea 2 aggiungendosi a quelli precedentemente calcolati.

Dai flussi calcolati risultano conteggiati  $13991 + 73 = 14063$  veicoli contro i 14049 misurati.

Questi risultati sono praticamente coincidenti.

Questa piccola inconsistenza dei dati è dovuta al fatto che il sensore di rilevazione è un sistema ottico che soffre del problema dell'occlusione.

Nonostante i nostri sforzi talvolta capita che un oggetto perda il tracking per poi essere ripreso in seguito come nuovo oggetto.

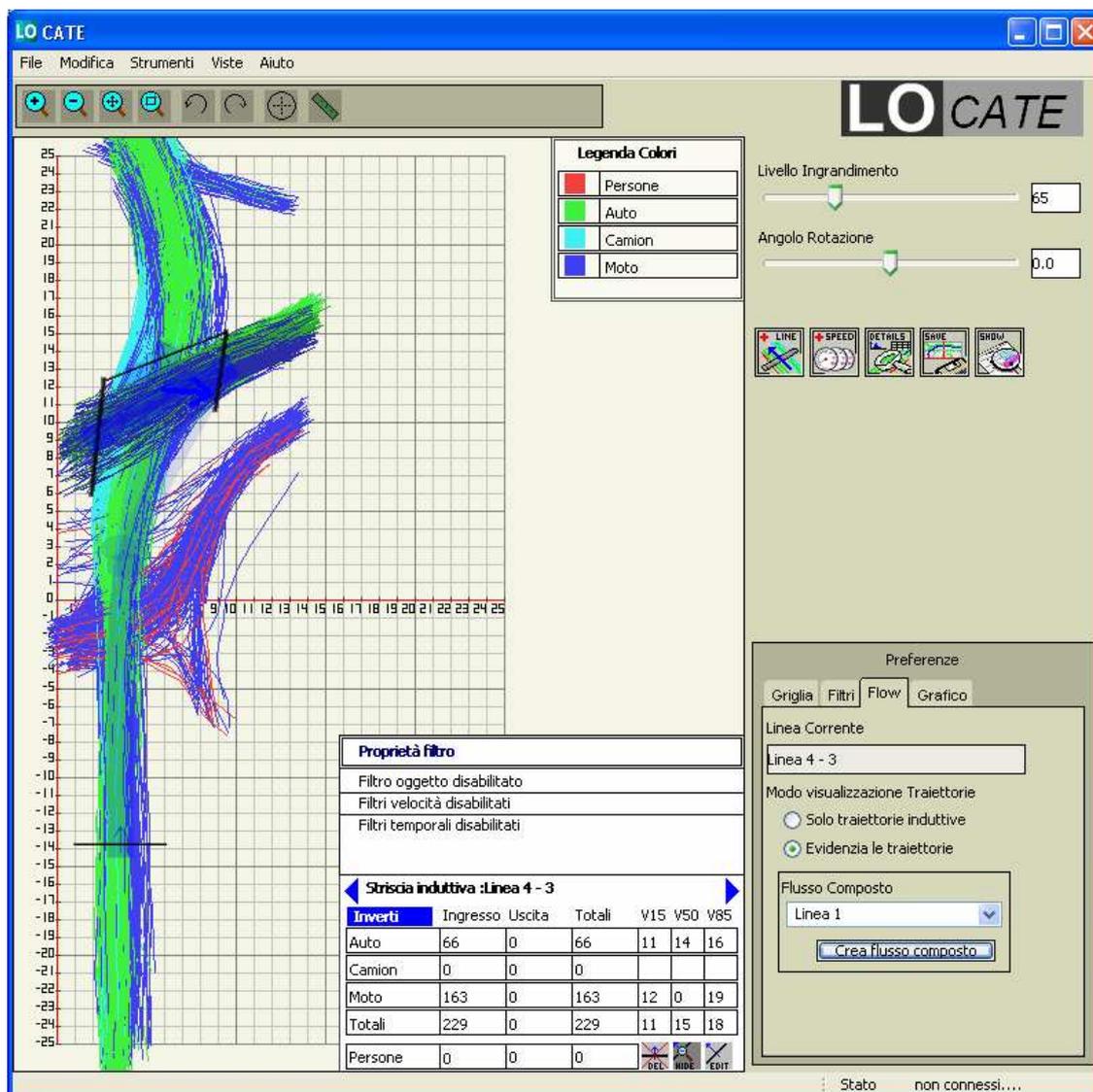


Figura 64: Flusso composto Linea 4 - 3

Vediamo brevemente lo stesso tipo di studio sulla linea 4.

Dalla Linea 4 sono passati 302 veicoli (Figura 62), di questi 229 hanno proseguito per la Linea 3 (Figura 64).

Aggiungendo i 73 veicoli che hanno attraversato anche la Linea 2 (Figura 63) ottengo esattamente i 302 veicoli di partenza.

In questo caso i risultati sono coincidenti.

Questo perché il problema della perdita del tracking aumenta con la distanza fra le linee induttive. In questo esempio le linee induttive sono poste a meno di 10 metri di distanza, mentre nel primo caso erano poste a oltre 25 metri.

Da notare che il singolo conteggio dei veicoli risulta molto preciso. A tale scopo aggiungo ancora 2 linee induttive con lo scopo di ottenere una "linea chiusa" intorno alle traiettorie dei veicoli. (Figura 65 - Figura 66)

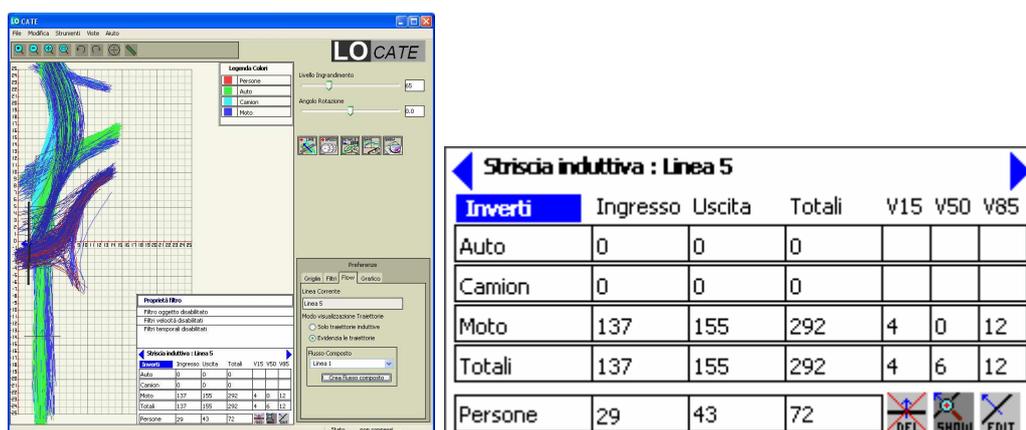


Figura 65: Dettagli linea induttiva Linea 5

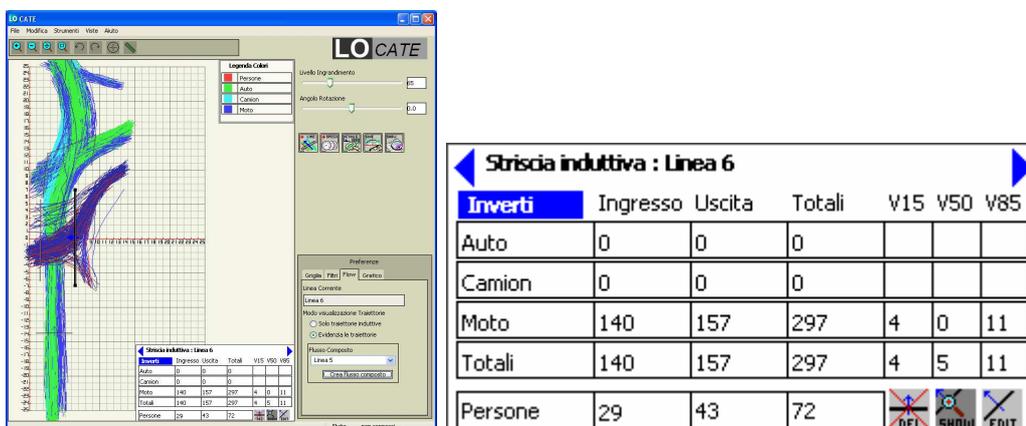


Figura 66: Dettagli linea induttiva Linea 6

Calcoliamo i flussi entranti e uscenti :

<b>Nome Linea</b>	<b>Veicoli entranti</b>	<b>Veicoli Uscenti</b>
<b>Linea 1</b>	<b>14699</b>	<b>0</b>
<b>Linea 2</b>	<b>0</b>	<b>14060</b>
<b>Linea 3</b>	<b>0</b>	<b>980</b>
<b>Linea 4</b>	<b>302</b>	<b>0</b>
<b>Linea 5</b>	<b>155</b>	<b>137</b>
<b>Linea 6</b>	<b>157</b>	<b>140</b>
<b>Totale</b>	<b>15313</b>	<b>15317</b>

*Tabella 3: Calcolo flussi veicoli entranti e uscenti*

Come si può facilmente notare (Tabella 3) solo 4 veicoli su oltre 15000 sono persi.

In fase di test abbiamo avuto anche alcune sorprese effettuando un tale tipo di studio infatti responsabile dell' ufficio informatica della polizia di Zurigo ci ha fatto notare che da una zona di misurazione uscivano circa 750 pedoni in più di quanti ne entravano (ovviamente questo risultato non rientrava nei limiti dell'errore di misurazione).

Questa anomalia ci portò a ispezionare la zona di misurazione alla ricerca di questa non spiegabile "sorgente" di pedoni.

Facendo un sopralluogo abbiamo svelato il mistero: la zona in cui era stato piazzato il sensore comprendeva una fermata del tram cittadino e la misteriosa sorgente di pedoni era fornita dai passeggeri che scendevano

del tram (non nascondo la nostra grande soddisfazione nello spiegare l'accaduto al cliente).

## ***5 Conclusioni***

LOCate è un prodotto certamente innovativo. Tramite questo software è possibile finalmente effettuare statistiche su reali condizioni di traffico in modo semplice ed economico.

La precisione raggiunta è sovrapponibile a quella di un operatore umano, in special modo quando il traffico é caotico, e di gran lunga superiore ad altri sistemi basati su telecamere.

Grazie a questo sistema, già utilizzato in città come Zurigo, è possibile migliorare sensibilmente le condizioni di traffico veicolare e pedonale; inoltre, grazie alla possibilità di essere utilizzato come autovelox, è per l'ente utilizzatore, uno strumento il cui investimento è ammortizzato in poco tempo.

I primi effetti dell'utilizzo di LOCate si sono spesso tradotti in un aumento dei limiti di velocità (e abbassamento della tolleranza sulla misurazione della stessa) e nell'apertura delle zone pedonali al traffico veicolare (Zone 20) dove veicoli e pedoni viaggiano a passo d'uomo, ma dove in precedenza era consentito solo il transito pedonale.

LOTraffic II ha ottenuto il riconoscimento dello Swiss Tecnology Award (Pag. 100) ed ha partecipato al CeMAT di Hannover; la visibilità ottenuta da questi eventi ne ha aumentato la richiesta e quindi l'implementazione di nuove caratteristiche specifiche per i vari clienti, arrivando ben presto al limite imposto dall' Hardware.

In quest'ottica LogObject ha deciso proprio in questi giorni di effettuare un nuovo e impegnativo investimento.

La scommessa è quella di cambiare il sistema operativo e di conseguenza la piattaforma Hardware di supporto.

Il sistema operativo prescelto è Linux e il nuovo software di LOTraffic sarà scritto in Java.

In questa ottica LOCate trova utilizzo anche come strumento di debug per i prototipi di algoritmi di tracking.

Questo nuovo sforzo di LogObject dovrebbe rendere il sistema più economico e ridurre sia i costi aggiuntivi dell'Hardware che i tempi di sviluppo e manutenzione del sistema.

## **6 Indice figure**

Figura 1 Dispositivo per conteggi manuale .....	9
Figura 2: Misurazione radiale, parallela al piano della strada. ....	15
Figura 3: Tipico Desktop compact PCI. ....	18
Figura 4: Layout scheda madre INova ICP-PCC .....	18
Figura 5: Sensore Sick famiglia LMS2xx .....	19
Figura 6: Diagramma a blocchi scheda seriale RS422 TIP866-20. ....	19
Figura 7: Schema funzionamento Sick LMS 2xx.....	20
Figura 8: Differenti impostazioni sul range angolare del sensore Sick LMS 2xx.....	21
Figura 9: Schema di connessione per 2 sensori Sick della famiglia LMS 2xx .....	22
Figura 10 Sistema LOTraffic non assemblato .....	25
Figura 11 Tipico package per ambiente urbano.....	26
Figura 12 Sistema mobile .....	26
Figura 13 Esempio postazione fissa.....	27
Figura 14: Il primo dispositivo. utilizzato per sviluppare il supporto USB..	29
Figura 15: Applicazione LOCate .....	41
Figura 16: Opzioni del menù File .....	42
Figura 17: Finestra di dialogo per accedere alla connessione live con il sensore .....	42

Figura 18: Esempi di schermate della connessione live .....	43
Figura 19: Barra degli strumenti.....	44
Figura 20 Esempio utilizzo righello .....	44
Figura 21: Proprietà della connessione live. ....	46
Figura 22: Finestra scelta files per creazione progetto. ....	47
Figura 23: Avanzamento creazione progetto. ....	47
Figura 24: Dettaglio barra di scorrimento con densità oggetti.....	48
Figura 25: Finestra di dialogo per caricamento progetto esistente.....	49
Figura 26: Esempio di riproduzione scena.....	50
Figura 27: Dettaglio riproduzione .....	51
Figura 28: Density plot. Traiettorie dei veicoli. ....	51
Figura 29: Density plot. Esempio zoom e rotazione.....	52
Figura 30: Finestre di dialogo per creazione linea induttiva e settaggio filtri. .....	53
Figura 31: Esempio di linea induttiva (Linea 1).....	54
Figura 32: Dettagli delle distribuzioni delle velocità.....	56
Figura 33: Distribuzione dei veicoli nell'arco della giornata.....	57
Figura 34: Distribuzione dei veicoli nell'arco della giornata filtrati per tipo. .....	58
Figura 35: Dettagli dei veicoli monitorati e che hanno attraversato la linea induttiva (Linea 1).....	59
Figura 36: Flusso passante per la linea induttiva Linea 2 .....	60

Figura 37: Finestra di dialogo per creazione del flusso composto .....	61
Figura 38: Flusso composto Linea 1 - 2 .....	61
Figura 39: Finestra di dialogo per esportazione dati in MS Access e Excel	63
Figura 40: Finestra dialogo per creazione fogli Excel direttamente dal Database.....	64
Figura 41: Finestra di dialogo per la creazione della statistica sullo studio delle velocità.....	68
Figura 42: Esempio studio velocità. ....	69
Figura 43: Dettaglio delle linee facenti parte dello studio delle velocità....	69
Figura 44: Evoluzione delle velocità. ....	70
Figura 45: Editor del progetto. ....	71
Figura 46: Finestra di dialogo per le preferenze.....	72
Figura 47: Editor di ambiente.....	74
Figura 48: Esempio tracciamento linea.....	74
Figura 49: Esempio tracciamento figura piana.....	75
Figura 50: Finestra dialogo per inserimento testo. ....	76
Figura 51: Esempio inserimento testo. ....	77
Figura 52: Esempio sfondo. ....	77
Figura 53: Riproduzione misurazione con sfondo. ....	78
Figura 54: Inserimento foto e esempio riproduzione misurazione.....	79
Figura 55: Dettaglio flusso passante dalla Linea 1.....	80

Figura 56: Dettaglio flusso passante dalla Linea 2.....	81
Figura 57: Dettaglio flusso composto Linea 1 - 2 .....	82
Figura 58 Flusso passante per la linea induttiva Linea 3.....	83
Figura 59: Flusso composto Linea 1 - 3 .....	84
Figura 60: Flusso passante per la linea induttiva Linea 4 .....	85
Figura 61: Flusso composto Linea 4 - 2. ....	86
Figura 62: Flusso composto Linea 4 - 3 .....	87
Figura 63: Dettagli linea induttiva Linea 5 .....	88
Figura 64: Dettagli linea induttiva Linea 6 .....	88

## ***7 Indice Tabelle***

Tabella 1: Foglio Excel dettagli misurazione (raggruppati ogni 2 ore).	66
Tabella 2: Foglio Excel dettagli misurazione (raggruppati ogni 6 ore).	67
Tabella 3: Calcolo flussi veicoli entranti e uscenti	89

## **8 Bibliografia**

- [1] N. Wirth and J. Gutknecht. "Project Oberon—The Design of an Operating System and Compiler". Addison-Wesley, 1992.
- [2] LogObject AG. LOTraffic. The multi-functional sensor engineered to collect information about traffic flow and vehicles' behaviour in urban streets. <http://www.logobject.com/>
- [3] R. Brega. XO/2 RTOS. The object-oriented, hard-real time system software and framework, designed for safety, extensibility and abstraction. <http://www.logobject.com/>
- [4] LMS 200/LMS 211/LMS 220/LMS 221/LMS 291 Laser Measurement Systems. <http://www.sick.com>
- [5] METAS. Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung. <http://www.metas.ch/>
- [6] Universal Serial Bus Specification. Revision 1.1, 1998.
- [7] OpenHCI. Open Host Controller Interface Specification for USB. Release 1.0a, 1999.
- [8] Information technology – SCSI Primary Commands – 2 (SPC-2). Revision 20, 2001.
- [9] Information technology – SCSI-3 Block Commands (SBC). Revision 20, 2001.
- [10] Acer Labs. M1543C B1 : PCI-to-ISA Bus Bridge with Super I/O & Fast IR. Version 1.20
- [11] Universal Serial Bus Mass Storage Class - Bulk Only Transport. Revision 1.0, 1999

- [12] Microsoft Extensible Firmware Initiative. FAT: General Overview of On-Disk Format. Version 1.03, 2000
- [13] Doug Lea. "Concurrent Programming in Java Second Edition. Design Principles and Patterns". Addison-Wesley, 1999.
- [14] D. Flanagan, "Java in a nutshell", O'Reilly, 2002
- [15] Marc Loy, Robert Eckstein, Dave Wood , Brian Cole, James Elliott , "Java Swing", O'Reilly, 2002
- [16] Borland - The open ALM Company - <http://www.borland.com>
- [17] Eclipse - an open development platform – <http://www.eclipse.org>
- [18] CES Ag Traffic Observer <http://www.cesag.com>

# Swiss Technology Award

seco

KTI/CTI

ETH-RAT

SATW

SWTR

KONFERENZ KANTONALER  
VOLKSWIRTSCHAFTSDIREKTOREN

SWISS  
TECHNOLOGY  
AWARD  
2005

LogObject AG

CH-8005 Zürich

Teilnahme Hannover Messe 2005

go!  
make  
your market

## LOTraffic®: Verkehrsgeschehen im Griff Der intelligente Kollege

Der schwarz-gelb gestreifte Signalpfosten steht harmlos am Strassenrand. Doch für die Verkehrspolizei ist er ein perfekt getarnter Kollege. Was bisher noch kein Überwachungsgerät schaffte: LOTraffic sieht alles. Der Sensor erfasst und analysiert nicht nur den Verkehrsfluss, sondern auch, wie sich die Verkehrsteilnehmer verhalten. Damit wird es möglich, den Verkehr optimal zu steuern.

LOTraffic ist ein multifunktionaler Sensor. Er verfolgt alle Bewegungen von Fahrzeugen und Fussgängern im Radius von 20 Metern und liefert die Daten dazu. In LOTraffic sind die Fähigkeiten eines Echtzeit-Softwaresystems sowie die Leistungen modernster Lasermesstechnologie vereint. Dadurch ist es möglich, die Umgebung **38-mal pro Sekunde** abzutasten. **Die erfassten Daten werden in Echtzeit analysiert.** So kann das Softwaresystem über jedes Objekt in seinem Blickfeld präzise, unverfälschte Informationen geben. Das schliesst auch die **Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmern** ein, zum Beispiel das Verhalten beim Vortrittsrecht an Fussgängerstreifen, den Rechtsvortritt oder unerlaubten Spurwechsel.

verfolgt werden können. Die Applikations-Software von LOTraffic ist dem «Routenverfolgungssystem» übergeordnet, sodass eine kundenorientierte Funktionalität gewährleistet ist.

Da LOTraffic die Daten und ihre Analyse in Echtzeit übermittelt (via Internet, auch ohne Kabel), können die gewonnenen Informationen für ein Verkehrskontrollsystem oder das Ergreifen geeigneter Gegenmassnahmen genutzt werden (zum Beispiel für das Fotografieren bei Verkehrsübertretungen). Die Informationen können auch für den späteren Bedarf, etwa für Statistiken, gespeichert werden.

LOTraffic beinhaltet modernste Mechatronik und zeichnet sich durch hohe Zuverlässigkeit aus. Gleichzeitig ist der Sensor einfach zu benutzen und braucht nur geringen Installations- und Wartungsaufwand. Für die Installation sind keine aufwendigen baulichen Massnahmen nötig.

LOTraffic ermöglicht es, mit einem einzigen Gerät eine grosse Menge von Informationen zu erfassen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Flussdaten- und Geschwindigkeitsmessgeräten, die grundsätzlich monofunktional sind, stellt **LOTraffic die erste multifunktionale Verkehrserhebungslösung** dar. Durch die Fusion der verschiedenen Funktionalitäten in einem Gerät **kann in Echtzeit die Qualität des Verkehrs erhoben werden.**

Die hohe Leistungsfähigkeit von LOTraffic wird dank durchdachter Kombination verschiedener Softwaremodule erzielt. Diese können vom Endkunden zusammengestellt werden, so dass Systemlösungen entstehen, die



genau den gewünschten Mess- und/oder Kontrollerfordernissen entsprechen. Zum Beispiel können die Benutzer das System zunächst lediglich für allgemeine Messungen des Verkehrsflusses verwenden. Später kann je nach Bedarf zu einem komplexeren Einsatz von LOTraffic übergegangen werden, etwa um das Verkehrsverhalten aufzuzeichnen und zu analysieren. **Dadurch, dass die Zusammen-**

**setzung der Module vom Kunden bestimmt werden kann, erlaubt LOTraffic eine sehr hohe Flexibilität zu tiefen Investitionskosten.** Der Endbenutzer kann die Zuverlässigkeit der bestehenden Module steigern oder die Funktionalitäten ergänzen, indem die Module aufgerüstet oder erweitert werden, sobald verbesserte Versionen älterer Module oder neue Module erhältlich sind.

## Markt

LOTraffic ist offiziell für **amtliche Messungen** zugelassen und findet bereits reges Interesse bei Behörden wie der Stadtpolizei Zürich. Das marktreife Produkt überwacht Strassen, Zebrastreifen, Tunnels, Parkplätze, Kreuzungen. Mögliche Einsatzbereiche sind:

- **Messung des Verkehrsflusses**
- **Erfassen von wartenden Autos und Personen**
- **Erfassen von Verkehrsverhalten**
- **Überwachung von Tunnels**
- **Überwachung von Sicherheitsabständen**
- **Zählen von Fahrzeugen auf Parkplätzen**
- **Wetter- und Situationsrapporte** usw.

LOTraffic kann für die **Durchsetzung von Verkehrsregeln**, aber auch für die Planung und die Einführung von Massnahmen eingesetzt werden, um **das gesamte Verkehrsgeschehen im Fluss zu halten und kritische Verkehrszonen sicher zu machen.**

## Abstract

### LOTraffic®: Sensing Traffic Quality

LOTraffic is a multifunctional sensor engineered to collect information about traffic flow and vehicles' behaviour. LOTraffic's real-time software system coupled with state-of-the-art laser ranging technology is able to scan and sample the environment 38 times per second. Data is further analysed in real-time in order to allow the software framework to deliver precise and pristine information about every object lying in the field of view. The presence of persons, bicycles, motorcycles, cars and trucks is detected, along with their geometrical characteristics. Furthermore, objects are tracked during time: Their speed and the path they followed are available to the application software. The process is enhanced by a robust tracking engine that allows for the speculative fol-

lowing of objects that cannot be detected (i.e. objects that are temporarily non-visible) for relatively short time lapses.

LOTraffic's application software is layered on top of the tracking framework for custom-tailored functionality. LOTraffic's possible deployments cover (but are not limited to): measurement of traffic flow with velocity and geometry information; tracking of waiting cars and persons (e.g. at traffic lights); monitoring of vehicles behaviour (changing lanes, violation of traffic signs, etc.); monitoring of accidents in tunnels; supervision of vehicle-to-vehicle safety distances; book-keeping of vehicles in open parking lots; environmental reports (snow, fog, heavy rain, break-ins).

## Kontakt

**Dr. Roberto Brega**  
LogObject AG  
Technoparkstrasse 1  
CH-8005 Zürich  
Tel. +41 (0)1 445 17 00  
Fax +41 (0)1 445 17 09  
Roberto.brega@logobject.ch