

SAMUELE MOSCATELLI, NICOLÒ PINCIROLI,  
ANDREA POZZOLI

## GESTIONE DEL TRAFFICO



DOCUMENTAZIONE DEL PROGETTO  
DI PROVA FINALE - ANALISI DEI  
REQUISITI

Samuele Moscatelli, Nicolò Pincioli,  
Andrea Pozzoli,  
*Gestione del traffico*  
*Documentazione del progetto di prova finale - analisi dei requisiti*

E-MAIL:

Samuele Moscatelli - [sem.mosca97@libero.it](mailto:sem.mosca97@libero.it)  
Nicolò Pincioli - [nicolopinci.1997@gmail.com](mailto:nicolopinci.1997@gmail.com)  
Andrea Pozzoli - [pozzoliandrea97@gmail.com](mailto:pozzoliandrea97@gmail.com)

---

Documentazione realizzata con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

# INDICE

1	ANALISI DEI REQUISITI . . . . .	1
1.1	Tema del progetto	1
1.2	Analisi di fattibilità	2
1.2.1	Analisi dei costi	3
1.2.2	Dati trasmessi	3
1.2.3	Conclusioni	4
	BIBLIOGRAFIA . . . . .	5

## 1.1 TEMA DEL PROGETTO

Realizzare un sistema per il monitoraggio e il controllo integrato del traffico cittadino, composto dai seguenti sotto-sistemi che operano in modo distribuito:

- **Sistema centrale:** incaricato di memorizzare tutte le informazioni di stato, inviare notifiche a sistemi esterni in caso di specifici eventi, mostrare lo stato dell'intero sistema e sottosistemi. Il sistema quindi include una interfaccia utente che consente di esplorare le varie informazioni attuali.  
*Opzionale:* è possibile decidere di mostrare i dati anche in un qualche tipo di forma grafica (diagrammi, mappe. ecc.).
- **Centraline stradali:** incaricate di monitorare il flusso di traffico del segmento stradale in cui collocate e inviarlo al sistema centrale con periodicità proporzionale all'ammontare di traffico.
- **Centraline automobilistiche:** incaricate di inviare con periodicità fissa il dato di velocità (e posizione) del veicolo su cui sono installate.
- **Applicazioni mobili:** installate su telefono cellulare e incaricate di inviare al sistema centrale esplicite segnalazioni di traffico (coda, con posizione GPS) da parte degli utenti / guidatori. Le applicazioni inoltre ricevono notifiche dal sistema centrale per qualsiasi evento di traffico (coda, velocità lenta, traffico elevato) in un raggio fisso dalla posizione (ultima registrata) del telefono.

Specificare, progettare e implementare il sistema distribuito necessario, coprendo: sistema centrale, applicazione mobile, e una a scelta tra centralina stradale e centralina automobilistica.

Definire esplicitamente tutti i formati dei dati scambiati e le modalità di scambio (protocollo).

È possibile raffinare i requisiti ed aggiungere ipotesi e assunzioni sul contesto, sensate e in linea con quanto indicato nei requisiti. Tali estensioni devono essere esplicitamente riportate nella documentazione di progetto (sezione specifica requisiti).

## 1.2 ANALISI DI FATTIBILITÀ

I clienti del progetto proposto sono:

- Il docente di ingegneria del software
- Il Comune di Como

L'obiettivo è quello di monitorare il traffico cittadino e ottimizzarne la gestione. Nonostante la portata iniziale del progetto sia limitata a livello comunale, il campo di azione può essere esteso ad aree geografiche più ampie senza che vengano introdotte modifiche significative.

Lo sviluppo del sistema avrebbe un impatto positivo sia a livello ambientale, in quanto ridurrebbe le emissioni dovute alle code, sia in termini di efficienza degli spostamenti dei cittadini, grazie alla possibilità di scegliere percorsi meno trafficati.

Le risorse disponibili possono essere suddivise in tre categorie: persone, tempo e attrezzature. Per quanto riguarda le persone, è prevista la collaborazione di tre studenti, supportati da due esercitatori e due assistenti di laboratorio. Il tempo stimato per la realizzazione del progetto è di tre mesi, cadenzati da quattro scadenze. Le attrezzature necessarie sono di due tipologie:

- Software: Eclipse, OpenOme, Violetumleditor, GitLab,  $\text{\LaTeX}$ ;
- Hardware: centraline stradali, centraline per veicoli, sistema centrale, personal computer.

Il tempo ridotto, i requisiti generici, l'integrazione con i sensori e il mondo esterno, l'insoddisfazione del cliente, i problemi di comunicazione e l'organizzazione tra i membri del team e gli assistenti e le difficoltà nell'apprendimento di nuovi sistemi potrebbero essere alcuni dei potenziali ostacoli e potrebbero rallentare lo sviluppo del sistema.

Per quanto riguarda i rischi, bisogna considerare che il sistema potrebbe essere poco estensibile e poco comprensibile per altri sviluppatori. Un ulteriore possibile rischio è l'eccessiva ambiziosità dei progettisti in rapporto alle proprie competenze tecniche.

Al fine di minimizzare questi pericoli possono essere adottate diverse soluzioni, tra cui: mantenere contatti continui con il cliente, in modo da comprendere le sue richieste e mostrare il programma nelle sue fasi di sviluppo, apportando eventuali modifiche; commentare il codice e utilizzare il design pattern; fornire una documentazione chiara ed esaustiva; preferire una programmazione ad oggetti; distinguere le parti fondamentali e indispensabili del progetto da quelle secondarie o opzionali; estendere le conoscenze del team.

### 1.2.1 Analisi dei costi

Siano SC il sistema centrale, CS una centralina stradale, CA una centralina automobilistica, EL la corrente elettrica e  $t$  il tempo in ore. Si indichi con  $C$  un costo, con  $P$  una potenza, con  $N$  un numero e con  $M$  la manutenzione. Il costo complessivo può essere espresso come somma di una parte fissa (il costo dei componenti) e di una parte variabile (che dipende dal consumo di corrente e dal costo periodico di manutenzione). Il costo complessivo, di conseguenza, è dato dalla formula seguente:

$$C(t) = C_{CS}N_{CS} + C_{CA}N_{CA} + C_{CS} + C_{EL}t(P_{CS}N_{CS} + P_{SC}) + M_{CS} + M_{SC}$$

Supponendo che:

- il numero di centraline stradali ( $N_{CS}$ ) sia 100;
- il numero di centraline delle automobili ( $N_{CA}$ ) sia 8000;
- il costo della corrente elettrica ( $C_{EL}$ ) sia pari a 0.20 €/kWh [ARE];
- il costo del sistema centrale ( $C_{SC}$ ) sia di 5000 €;
- il costo di una centralina stradale ( $C_{CS}$ ) sia di 30 €;
- il costo di una centralina auto ( $C_{CA}$ ) sia di 40 €;
- la potenza di una centralina stradale ( $P_{CS}$ ) sia di 1 W;
- la potenza del sistema centrale ( $P_{SC}$ ) sia di 10 W.
- il costo di manutenzione
- il costo di manutenzione

si ottiene quindi un costo complessivo pari a:

$$C(t) = 30 * 100 + 40 * 8000 + 500 + 0.20 * t * (0.001 * 100 + 0.01) + M + M = \text{tot}$$

dove il primo numero è il costo iniziale e il secondo è il costo elettrico in funzione del tempo. Ponendo  $t = 8760\text{h}$  si ottiene quindi il costo annuale.

### 1.2.2 Dati trasmessi

Si può quindi stimare la quantità di dati trasmessi nel caso peggiore. Le centraline automobilistiche devono inviare al sistema centrale velocità e posizione. Supponendo che un veicolo non superi la velocità di 511km/h, 9 bit risultano sufficienti per la trasmissione del dato. Per esprimere la posizione in termini di latitudine e longitudine, supponendo che ogni valore abbia una precisione di 10 cifre decimali, sono necessari  $\log_2(10^{20}) = 67\text{bit}$ .

Complessivamente, di conseguenza, devono essere trasmessi 75 bit. Supponendo di ricorrere a un protocollo di invio di tipo TCP/IP (in cui i pacchetti comprendono anche un header e un codice di controllo)

e un invio per ogni secondo, la velocità di trasmissione richiesta è pari a 128 bit/s.

Per quanto riguarda le centraline stradali, queste devono inviare la velocità ed, eventualmente, il numero identificativo della centralina. Si può supporre che venga utilizzato un protocollo analogo a quello delle centraline automobilistiche, per un volume di dati complessivo pari a 36 bit/s.

Supponendo di installare le centraline su 8000 auto, nel caso peggiore trasmetteranno  $128 * 8000 = 1.024 * 10^6$  bit/s. Le centraline stradali, assumendo che siano posizionate tutte in strade con un alto flusso di traffico, trasmettono il proprio identificativo e la velocità di ogni macchina che passa. Per assurdo si può ipotizzare che tutte le macchine viaggino a 180 km/h (50 m/s), che ogni macchina sia distanziata di 5 metri dalla precedente e sia lunga altrettanto e che invii i dati ogni secondo. Se passano 5 macchine al secondo, quindi, si ottiene  $5 * 36 * 100 = 1.8 * 10^5$  bit/s.

Infine è possibile stimare la quantità di dati inviati e ricevuti dall'app mobile. Nel caso peggiore a Como circolano contemporaneamente 30000 auto, ognuna delle quali riceve i dati dal sistema centrale (ad esempio una notifica da 100 caratteri, pari a 800 bit ogni 60 secondi), e invia altrettanti bit nello stesso tempo. Il traffico di bit riguardanti l'app mobile risulta quindi essere  $40000 * 800 * \frac{2}{60} = 8 * 10^5$  bit/s.

In base a queste considerazioni, il traffico massimo raggiungibile sarebbe pari a risulta quindi esserci un traffico massimo pari a circa 2 milioni di bit/s, di conseguenza basterebbe un sistema centrale con una connessione da 0.25 MB/s per trasmettere tutti i dati.

### 1.2.3 Conclusioni

Dallo studio complessivo di fattibilità risulta che le risorse e le tempistiche a disposizione sono sufficienti affinché gli obiettivi prefissati vengano pienamente raggiunti. Infatti l'attenta analisi dei rischi e degli ostacoli che possono presentarsi non ha rivelato motivi di un possibile insuccesso, dato che sono state individuate delle strategie per minimizzare i rischi e che i benefici giustificerebbero i costi, in ogni caso non elevati.

## BIBLIOGRAFIA

[ARE] ARERA. *ARERA - Prezzi e tariffe*. URL: <https://www.arera.it/it/prezzi.htm>.