

PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL COMUNE DI PERUGIA

III FASE - PIANO DEFINITIVO

SCHEDA TECNICA B1) INTERVENTI INFRASTRUTTURALI, GESTIONALI E AMMINISTRATIVI

B1.c) SISTEMI PER LA GESTIONE DEL TRAFFICO URBANO: SITU

STATO DELL'ARTE

Generalità

La riduzione dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane viene conseguita attraverso una molteplicità di approcci: ammodernamento del parco circolante, miglioramento e diversificazione delle fonti energetiche, politiche di incentivazione alla mobilità collettiva e strategie di controllo del traffico. L'opportunità di attuare qualche forma di controllo del traffico stradale a scopo di tutela dell'ambiente e razionalizzazione della circolazione e delle soste è ormai avvertita diffusamente. A tale riguardo le politiche di controllo possono classificarsi in due fondamentali categorie:

- Controlli manuali, o ad *anello aperto*, nei quali i dispositivi di regolazione (semafori, pannelli a messaggio variabile, controllo degli accessi in zone a traffico limitato) vengono modificati manualmente dagli operatori in base alle condizioni del traffico e al livello dell'inquinamento precedentemente misurato (ad esempio, il giorno precedente);
- Controlli automatici, o ad *anello chiuso*, nei quali l'andamento del traffico e della qualità dell'aria vengono rilevati in tempo reale da sensori specifici ed i dispositivi di regolazione sono governati da una logica automatica, tipicamente basata su microprocessori, che utilizza istantaneamente i segnali forniti dai sensori.

In un'architettura di controllo, i sensori di traffico hanno lo scopo di misurare l'intensità e la distribuzione spaziale dei flussi veicolari, fornendo in tal modo le informazioni in ingresso al sistema logico preposto a determinare le strategie di controllo. Tale sistema può essere assunto completamente automatizzato, nel qual caso si configura un controllo *on line*, in cui l'operatore si limita ad un ruolo di sorveglianza e gestione delle anomalie; ovvero può ipotizzarsi uno schema *off line* in cui il sistema logico fornisca ad un operatore un flusso informativo continuo ed i suggerimenti sulla migliore strategia di controllo, mentre la decisione sulle regolazioni da mettere in atto resterebbe affidata all'azione dell'operatore stesso.

Le Tecnologie ITS (Intelligent Transport System), che utilizzano l'informatica e le telecomunicazioni per monitorare il traffico, regolarlo ed informare gli utenti in tempo reale, costituiscono uno strumento strategico per raggiungere l'obiettivo di una mobilità sostenibile. Gli ITS possono essere elencati in relazione ai segmenti della mobilità alla cui gestione vengono indirizzate le loro funzionalità:

- sistemi di controllo del traffico (acquisizione dati traffico, regolazione semaforica e messaggistica variabile);
- sistemi di controllo degli accessi alle aree a traffico limitato;
- sistemi di gestione dei parcheggi;
- sistemi di supporto alla gestione delle flotte, principalmente per il trasporto collettivo;
- sistemi di rilevamento degli incidenti e di gestione delle emergenze;
- sistemi di rilevazione ed elaborazione delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici e delle grandezze meteorologiche;
- sistemi di pagamento elettronico;
- sistemi di distribuzione dell'informazione.

Dispositivi per il controllo del traffico stradale

Per il rilevamento del traffico stradale si utilizzano diverse soluzioni tecnologiche. I sensori induttivi sono costituiti da spire conduttrici immerse nel manto stradale e sono in grado di rilevare la presenza ed il transito di veicoli nella versione a *spira singola*, ovvero anche la velocità e la lunghezza dei medesimi nella versione a *spira doppia*. Il principio di funzionamento è basato sulla variazione della frequenza di risonanza di un circuito elettrico, causata dal passaggio della massa metallica di un veicolo. Il principale inconveniente dei sensori induttivi è rappresentato dall'onere di scavo del manto stradale in occasione di installazioni e manutenzioni.

(segue stato dell'arte)

I sensori piezoelettrici (convertono sforzi di compressione in tensione elettrica. Pregi: velocità di risposta e capacità di fornire indicazioni sul peso dei veicoli in transito, la qual cosa consente di stimare la percentuale di traffico pesante sul flusso complessivo).

I sensori a riflessione (rilevano la presenza di veicoli valutando le variazioni di un'onda riflessa causate dalla massa dei veicoli in transito su una data sezione stradale. Impiegano trasmettitori ad ultrasuoni, emettitori di raggi laser oppure antenne che irradiano onde elettromagnetiche nella banda degli infrarossi o in quella della luce visibile. Difetti: difficoltà di mantenere pulite le superfici attive e dalla sensibilità ai fenomeni atmosferici).

Telecamere. Queste possono essere inserite in un'architettura di tipo tradizionale, in cui la scena ripresa viene riprodotta su uno o più schermi, posti in una centrale di supervisione dove un operatore sorveglia la situazione ed interviene di conseguenza. In questo caso si realizza un impianto televisivo a circuito chiuso (TVCC). Il software relativo è composto di moduli in grado di identificare le parti della scena ripresa che sono cambiate nel tempo e, tramite algoritmi di *pattern recognition*, di estrarre informazioni sull'intensità e la velocità del flusso veicolare in transito.

La conoscenza aggiornata sui progressi tecnologici nel settore può essere di grande utilità per i soggetti preposti ad affrontare le criticità ambientali causate dai trasporti nelle città italiane [1].

Esistono ,oltre quelli già citati, sistemi di pesatura dinamica WIM (Weigh In Motion). Tali sistemi sono in grado di misurare, tramite il carico indotto sul pavimento dei veicoli in movimento, alcune grandezze caratteristiche: la velocità, la distanza tra due assi e il peso per il singolo asse. Inoltre sono capaci di determinare in maniera accurata il volume del traffico, il peso complessivo, la velocità, il tempo intercorrente tra il passaggio di due veicoli successivi (headway), il peso per il singolo asse, il numero di assi e il distanziamento fra assi [2].

Molteplici opportunità sono fornite dalle reti di sensori wireless (WSN, Wireless Sensor Networks) che trovano applicazione in molti settori quali: automazione industriale, domotica, smart metering, agricoltura di precisione, monitoraggio ambientale, sistemi intelligenti per l'efficienza energetica e sistemi di trasporto intelligenti (ITS). Ed è proprio quest'ultimo il settore di maggiore interesse ovvero sistemi basati su tecnologie ICT a supporto delle infrastrutture dei trasporti e della mobilità. In tale ambito si sta sviluppando un progetto per l'applicazione della tecnologia WSN ai trasporti stradali e cioè il progetto S.M.A.R.T., Sistema di Monitoraggio Automatico per la Rilevazione del Traffico (per ora confinato alla Provincia di Siena) che è un sistema in cui una tecnologia WSN viene utilizzata nel settore dei trasporti per:

- Il controllo del traffico: sistema in cui per rilevare condizioni critiche (presenza di code o rallentamenti) e anomalie sono distribuiti sensori wireless distribuiti lungo la rete stradale e autostradale;
- La gestione dei parcheggi: in cui si può fornire, in tempo reale, lo stato di occupazione dei parcheggi tramite di sensori wireless posizionati negli stalli delle aree di sosta per garantire una migliore gestione delle risorse e un aumento della qualità del servizio.

I sensori (alimentati da batterie che garantiscono una vita di oltre quattro anni e alloggiati all'interno di contenitori per applicazioni stradali, che offrono eccellente resistenza meccanica oltre ad una notevole semplicità di installazione), grazie alla misura di perturbazioni del campo magnetico terrestre, rilevano la presenza dei veicoli. Ciò è favorito dall'integrazione dei sistemi wireless con sensori magnetici di tipo AMR (Anisotropic Magneto-Resistive). L'informazione sullo stato di occupazione di ciascuno stallo viene trasferita, tramite una rete wireless di tipo mesh e una connessione multi-hop attraverso repeater, dal sensore di parcheggio fino ad un access point connesso ad un terminale fornito di software per la gestione ed elaborazione dei dati. Tale sistema consente installazioni anche ad elevate distanze grazie alla sua facile scalabilità [3].

Costi

Per un sistema di controllo del traffico che si estende su un'area di dimensioni rilevanti, con un elevato numero di telecamere, la gestione della rete per trasmissione dati comporta problemi di costo non indifferenti.

RISVOLTI ENERGETICI, AMBIENTALI E SOCIO-ECONOMICI

Vantaggi energetici

Il monitoraggio della qualità dell'atmosfera nelle aree urbane può essere basato sulla misura della concentrazione di alcune sostanze, riconosciute come significative nell'identificazione del livello di inquinamento. In generale, la concentrazione di un agente inquinante in un punto (x, y, z) dello spazio dipende dalla quantità totale e dalle sostanze emesse, la quale è funzione della distribuzione spaziale della densità di traffico $q(x, y, z)$ e delle condizioni di moto dei singoli veicoli, nonché dal modo con cui gli inquinanti si disperdono nell'aria. Tale processo è influenzato da fattori meteorologici, dalle turbolenze dell'aria e dalle caratteristiche territoriali.

(Segue risvolti energetici, ambientali e socio-economici)

Sono stati sviluppati diversi modelli di dispersione con i quali è possibile prevedere la concentrazione degli inquinanti in un dato scenario; ad esempio, i modelli gaussiani forniscono la concentrazione al suolo C ad una distanza di x metri dalla sorgente, lungo la direzione prevalente del vento, attraverso un'espressione del tipo [4]:

$$C = \frac{E}{v \cdot D_y D_x} \exp\left(\frac{-h^2}{2D_z^2}\right)$$

dove

E = portata dell'emissione [microgrammi/s m3];

v = velocità del vento [m/s];

h = altezza dell'emissione [m];

D_y, D_z = coefficienti di dispersione laterale e verticale calcolati per il richiesto valore di x .

Esistono modelli matematici che pongono in relazione le emissioni con le caratteristiche del traffico e delle sezioni stradali considerate. Questi possono essere utilizzati per calibrare una strategia di controllo del traffico in funzione dello scostamento dei parametri ambientali misurati rispetto livelli di inquinamento assunti come riferimento, cioè come valori di soglia dei quali si intende evitare il superamento. La strategia di regolazione può essere articolata su uno schema *a doppio anello* nel quale il rilevamento dei parametri ambientali serve a pilotare l'attuazione dei dispositivi di regolazione che, influenzando sulla distribuzione dei flussi veicolari tra i diversi possibili itinerari dell'area esaminata, portano al riavvicinamento del livello di inquinamento verso i riferimenti assunti come soglia di accettabilità.

I risultati auspicati sono:

- riduzione, nelle zone controllate, fino al 30% delle emissioni inquinanti grazie alla combinazione del monitoraggio ambientale e della regolazione del traffico;
- riduzione fin a valori prossimi al 50% dell'inquinamento nei centri urbani grazie ai sistemi di controllo automatico e selezione degli accessi veicolari;

Per ciò che concerne i vantaggi in termini energetici, si possono considerare validi gli stessi obiettivi proposti per la riduzione degli inquinanti appena citati.

Vantaggi socio-economici

Le esperienze maturate in campo internazionale, in particolare in ambito europeo grazie ai programmi di telematica applicata ai trasporti promossi dalla CEE, consentono di quantificare l'efficacia delle politiche di gestione della mobilità in ambito urbano che si avvalgono del supporto degli ITS. I risultati auspicati sono:

- riduzione fino al 50% dei ritardi dei trasporti pubblici grazie ai sistemi di priorità semaforica;
- riduzione del 30% degli incidenti su strada grazie all'utilizzo dei pannelli a messaggio variabile integrati nei sistemi di gestione del traffico;
- riduzione fino al 25% della durata degli spostamenti o in altri termini, aumento della velocità media di percorrenza dei tracciati urbani grazie alle strategie di gestione integrata del traffico urbano combinando la regolazione del traffico, i sistemi di informazione all'utenza e le politiche di priorità dei trasporti pubblici.

ATTUABILITÀ NEL TERRITORIO COMUNALE

Situ

Il progetto SITU, acronimo di Sistema Integrato del Traffico Urbano (sviluppato e realizzato da Finsiel, Webred (ex Crued) e Project Automation (ex Philips Automation) su specifiche fornite dagli uffici tecnici di Pianificazione e Regolazione della Mobilità del Comune di Perugia, ed entrato in vigore dal 1° marzo 2002) è un progetto volto alla creazione di un modello innovativo che consenta un migliore sfruttamento e controllo del traffico urbano e delle strutture di gestione. È un sistema avanzato e compatibile con l'ambiente che attraverso la disponibilità, in tempo reale, dei posti auto, il controllo degli accessi all'area urbana (ZTL) e rilevazione di dati statistici sui flussi veicolari permette di gestire la rete di trasporti in ambito urbano. Il progetto si articola in quattro sottosistemi integrati telematicamente:

1. centralizzazione dei semafori principali;
2. pannelli a messaggio variabile;
3. varchi ZTL;
4. informatizzazione Polizia Municipale.

(Segue attuabilità nel territorio comunale)

Un centro di gestione e controllo regola l'integrazione dei quattro sistemi, svolgendo un ruolo di supervisione sul traffico. Il controllo centralizzato dei semafori massimizza il "verde" utile per i veicoli, i pannelli a messaggio variabile segnalano i parcheggi con posti disponibili, il monitoraggio costante degli incroci garantisce il flusso, talvolta caotico, dei veicoli lungo le strade. Il controllo elettronico della Zona a traffico limitato (ZTL) è il sistema più semplice per permettere il diritto di accesso o sosta al centro delle città.

servono a limitare il fenomeno degli accessi abusivi al centro della città. In assenza di sistemi per la gestione del traffico urbano, nel centro storico di Perugia transiterebbero in media 5200 veicoli al giorno mentre con questo sistema ne transitano circa 1300, ben 3900 veicoli in meno.

Nei varchi elettronici della ZTL oggi entrano circa 16.400 auto al giorno. Si può ipotizzare che, in assenza dei varchi elettronici, ne transiterebbero altrettanti.

Oltre al progetto SITU, il Comune di Perugia ha presentato il Piano Urbano della Mobilità (**PUM**). Il Piano Urbano della Mobilità è il mezzo con cui definire il quadro generale delle scelte e delle decisioni, l'insieme coerente di interventi infrastrutturali, tecnologici, gestionali ed organizzativi in grado di orientare lo sviluppo della mobilità nel medio-lungo periodo nell'area urbana. Il Piano Urbano della Mobilità di Perugia propone una nuova visione delle modalità di trasporto pubblico e privato, considerando: nuove modalità di trasporto, nuove gestioni del sistema di trasporto su gomma (autobus), con l'introduzione di sistemi flessibili, nuove politiche di gestione della sosta, nuovi interventi infrastrutturali allo scopo di ottenere un netto miglioramento della vivibilità urbana [5].

Il PUM prevede un sistema integrato di interventi, del costo complessivo di 1.040.000 €, finalizzato:

1. alla riqualificazione delle strade e delle piazze, alla moderazione del traffico allo scopo di migliorare la sicurezza stradale, ciò mediante anche la realizzazione di rotatorie e dossi artificiali, la creazione di zone a velocità limitata a 30 km/h e la delimitazione di aree pedonali. In particolare sono previste: intersezioni a rotatoria in loc. San Martino in Campo, in loc. San Martino in Colle, in loc. Piccione, in corrispondenza dello svincolo di Ferro di Cavallo del Raccordo Autostradale Perugia-A1, in loc. San Giovanni del Pantano; passaggi pedonali rialzati in vari punti della città e l'installazione di barriere parapedonali; installazione di pannelli informativi del tipo "speed display"; sperimentazione di un impianto automatico digitale per il controllo remoto dei passaggi con il rosso presso impianti semaforici ad alto rischio; realizzazione di cordonature per corsie preferenziali, di servizio e mezzerie;
2. al miglioramento della sicurezza del TPL (Trasporto Pubblico Locale) tramite la riqualificazione degli attraversamenti pedonali di accesso alle fermate, delle fermate e delle banchine;
3. alla realizzazione di un centro di monitoraggio a livello comunale che, tramite il rilievo puntuale degli incidenti e delle loro caratteristiche, permetterà di individuare i punti critici della rete stradale comunale su cui intervenire in maniera prioritaria, il tipo e le cause degli incidenti in modo tale da poter determinare gli interventi più idonei [6].

NOTE

Riferimenti:

[1] www.comune.perugia.it Dispositivi e sistemi per il controllo del traffico: un contributo allo stato dell'arte
Annalisa Delfino, Marco Galaverna

[2] Monitoraggio delle caratteristiche delle azioni del traffico veicolare per il progetto e la manutenzione della pavimentazione stradale 2006

[3] Progetto SMART: sensori wireless per controllo del traffico e gestione parcheggi 2010

[4] G. Gisotti, S. Bruschi, *Valutare l'ambiente: guida agli studi di impatto ambientale*, NIS, Roma, 1990

[5] Piano Urbano della Mobilità (PUM) 2006

[6] www.trasporti.regione.umbria.it