
ARCHITETTURA E FUNZIONALITÀ DEI MANUFATTI STRADALI: ANALISI DI UN CASO STUDIO

Corriere F.

Professore Associato – D.C.T., Università degli Studi di Palermo, corriere@unipa.it

Di Vincenzo D.

Dottorando – D.I.I.V., Università degli Studi di Palermo, dariody@tiscali.it

Galatioto F.

Assegnista – D.I.TRA., Università degli Studi di Palermo, galatioto@ditra.unipa.it

ABSTRACT

Nella presente memoria, si è analizzato, anche attraverso l'esame di un caso studio reale, il problema della interconnessione tra grandi assi viari primari e contesti urbanizzati circostanti; si pone all'attenzione il tema centrale della "buona progettazione" dell'infrastruttura, in relazione sia alle esigenze funzionali, che al suo inserimento ambientale nel territorio ed agli aspetti estetico-architettonici del manufatto.

L'impianto architettonico deve ricercare il massimo livello di coincidenza tra l'assetto morfologico, l'articolazione tipologica e l'efficienza funzionale (rappresentata dai flussi, dai collegamenti, dagli approdi pedonali e dall'eventuale scambio intermodale), secondo una corretta impostazione di "architettura della strada".

A tale scopo si è individuato come caso studio il nodo infrastrutturale costituito dallo svincolo di Bagheria lungo l'autostrada Palermo-Catania.

Nell'ambito del sistema di collegamenti stradali tra Bagheria e il suo hinterland, assume particolare rilevanza, il problema dell'accessibilità, sia per l'entità dei volumi di traffico provenienti e diretti verso Palermo, sia per la posizione dello svincolo autostradale, localizzato a ridosso dell'area centrale in una zona fortemente urbanizzata.

1. LA NORMATIVA DI SETTORE

Le considerazioni sviluppate in questa nota, sottolineano l'esigenza di ricercare nuove strategie nell'ambito della progettazione delle infrastrutture viarie attualmente vincolata ad una "Normativa" di settore a volte inappropriata ad affrontare le diverse problematiche progettuali come sintesi di diverse discipline che insieme dovrebbero contribuire alla realizzazione di opere ben integrate nel contesto territoriale - ambientale ed in un adeguato rapporto dialettico con lo stesso.

Oggi la Normativa di settore costituita dai due Decreti Ministeriali riguardanti le "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. del 5/11/2001) e le "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. del 19/04/06), pur rappresentando lo strumento fondamentale di riferimento dell'azione del progettista, non riesce a fornire elementi esaustivi con riguardo ai diversi ambiti di interesse progettuale e risulta spesso inapplicabile in contesti di particolare complessità urbanistico - territoriale.

In sede di pianificazione urbanistica vengono, d'altro canto, spesso trascurate le tematiche relative alle aree di pertinenza stradale, con il risultato della grave carenza, nelle aree urbane di spazi per le utenze pedonali, ciclistiche, di stazionamento dei veicoli pubblici e privati, ecc. ed anche di eccessivo avvicinamento dei fabbricati alle corsie veicolari. La nuova Normativa, inoltre, se confrontata con le precedenti norme CNR del 1983, non fa alcun riferimento ai criteri principali di disegno delle isole di canalizzazione ed agli aspetti legati alle fasce di ingombro dinamico dei veicoli in svolta ed ai raggi minimi di curvatura da rispettare nel tracciamento dei margini delle carreggiate o di bordi dei marciapiedi. Infine, si fa riferimento, in generale, alle condizioni dinamiche del moto del veicolo isolato, ed alle relative questioni di sicurezza trascurando le problematiche di integrazione con la mobilità pedonale e con l'ambiente antropico circostante ed il conseguente studio di integrazione del manufatto a scala urbana o territoriale.

2. IL RAPPORTO TRA INFRASTRUTTURA VIARIA E TERRITORIO NELLA STORIA

Nel progetto dell'infrastruttura è fondamentale stabilire il rapporto che la nuova infrastruttura viaria produce nel territorio in termini di trasformazioni fisiche, sociali ed economiche; solitamente tale rapporto viene trattato in termini di effetti e/o di impatti, in tal modo è possibile valutare il ruolo che l'intervento svolge nelle dinamiche economiche e sociali locali e chiarire quali sono le principali conseguenze derivanti dalla realizzazione di un certo progetto in un dato contesto. Tale visione limita però la possibilità di comprendere le interazioni che si instaurano tra gli interventi infrastrutturali e il territorio, riducendoli alla lettura delle conseguenze, siano esse positive o negative, in un contesto che appare fisso ed immutabile, definito una volta per tutte, incapace di interagire con dinamiche ad esso esterne. In realtà il rapporto tra l'infrastruttura ed il territorio va valutato in una prospettiva di congruenza territoriale, con riferimento a due processi differenti: quello di *interconnessione* in cui le infrastrutture di trasporto entrano in rapporto con le reti territoriali e quello di *territorializzazione* nel quale le stesse interagiscono con i contesti territoriali.

L'intervento infrastrutturale assume così un *valore aggiunto territoriale* che deriva dall'azione comune e "territorializzata" dei soggetti locali, i quali entrano in relazione fra loro per utilizzare le opportunità, che provengono dal livello globale e che si concretizzano nella progettazione/realizzazione ed esercizio dell'intervento stesso.

La necessità di dotare le nostre città di una rete infrastrutturale adeguata risale al XX secolo, quando, sotto la spinta della Rivoluzione Industriale e del conseguente aumento demografico, le stesse si espandono verso i territori circostanti (le attuali periferie).

L'attenzione riservata all'infrastruttura stradale, in quanto spazio privilegiato del movimento e della velocità meccanica, si colloca all'interno di un clima di generale esaltazione dell'ideologia macchinista, alimentato dal travolgente progresso tecnologico.

Negli studi di Eugène Hénard per la *Città del Futuro* (1910), l'infrastruttura stradale, in ambito extraurbano, diventa elemento complesso che, articolandosi su molteplici livelli, è in grado di integrare edifici e spazio del movimento in un disegno fortemente innovativo dello spazio urbano. Hénard manifesta una visione integrata dell'infrastruttura che, in una relazione di continuità con la struttura urbana, si presenta

come manufatto denso in grado di consentire usi diversificati. L'attento studio della possibile articolazione dei profili stradali, realizzata mediante una analisi delle relazioni tra i diversi elementi della strada (marciapiedi, piantumazioni, allineamenti), mira a garantire un migliore livello di circolazione preservando, al tempo stesso, la polivalenza degli usi. In ambito urbano ricerca un nuovo modo di connessione tra correnti veicolari differenti ed inventa, così, *le rond point*, la rotatoria per il traffico a senso unico, sperimentata per la prima volta a Parigi intorno all'Arche de Triomphe. Per Le Corbusier, invece, l'abolizione della strada corridoio (*La mort de la rue corridor*), chiusa tra gli isolati e definita dalle cortine edilizie, rappresenta un passaggio necessario per la costruzione di un modello completamente nuovo di città basato sulla scomposizione funzionale delle sue parti e sull'inversione del rapporto tra spazio aperto e tessuto edilizio. È questa la città che prende vita nel congresso del CIAM del 1933, e che trova la sua formulazione dottrinale negli articoli della Carta di Atene, pubblicata in forma anonima dallo stesso Le Corbusier dieci anni più tardi.

Si riconosce così autonomia all'infrastruttura, in quanto spazio del movimento che si traduce, nelle visioni della "strada senza case", realizzando così un rovesciamento del modello urbano ottocentesco della città classica. L'automobile si configura come l'assoluta protagonista di questo spazio destinato al movimento; una nuova figura spaziale, quella della strada veloce, viene formalmente introdotta come elemento della città moderna ed è proprio in questi anni che in Europa vengono realizzate le prime autostrade extraurbane, destinate prevalentemente al traffico automobilistico.

L'istanza rifondativa dell'idea di strada, avanzata dal movimento moderno, sul piano concreto si traduce nella sua specializzazione come spazio del moto; a tale operazione, che risponde al principio di *separazione delle funzioni* sancito dalla cultura urbanistica moderna, si fa in genere risalire il progressivo processo di impoverimento del tema progettuale della strada ed il suo allontanamento dalle discipline architettoniche e urbanistiche che viene considerata non più come elemento strutturante della città e del territorio; ma ridotta, al volgere del XX secolo, a mero *spazio canale* per il trasporto che si sovrappone indifferente ad una città sempre più estesa sul territorio. Infatti, da un lato la città si è sviluppata attraverso leggi proprie dell'urbanistica e, dall'altro l'ingegneria delle infrastrutture viarie migliorava, dal punto di vista della sicurezza del veicolo isolato, le connessioni tra contesti urbani differenti, giungendo, quindi, alla progettazione della moderna rete autostradale. In realtà i primi progetti derivano direttamente dai tracciati ferroviari, ed erano caratterizzati da lunghi rettifili raccordati da curve, producendo così tracciati rigidi disconnessi dal territorio attraversato. E' il caso ad esempio dell'autostrada Milano-Laghi, aperta nel 1923, dove il percorso era caratterizzato da rettifili (il più lungo di 18 Km), da poche curve con raggio non inferiore a 400 m e da pendenze non superiori al 3%. La pavimentazione fu realizzata in calcestruzzo ad alta resistenza, con lastre di spessori da 18 a 20 cm.

Nel 1935 compaiono i primi svincoli autostradali, e le prime grandi strutture in cemento armato, che in realtà se da un lato connettono porzioni di territorio altrimenti irraggiungibili, dall'altro portano alla costruzione di tracciati rigidi e scarsamente inseriti nell'ambiente.

In seguito alle innovazioni portate avanti dal movimento futurista nel modo di concepire la linea curva, intorno agli anni '50 Lorenz studia un nuovo modo di affrontare la progettazione delle grandi arterie stradali, proponendo l'autostrada urbana come

strumento per conferire al territorio ed alla città forme ed immagini significative e, grazie all'inserimento di clotoidi e parabole verticali, riuscì a raggiungere gli obiettivi prefissati.

3. CRITERI DI BASE PER UNA PROGETTAZIONE INTEGRATA DEI MANUFATTI STRADALI

Le nuove istanze progettuali delle infrastrutture viarie, secondo i nuovi approcci oggi sempre più spesso proposti, dovranno prendere in considerazione, al di là delle consolidate prescrizioni normative, i tre seguenti aspetti:

- **funzionalità e sicurezza**, intesa non solo in termini di infrastruttura in quanto tale, ma anche in termini di protezione delle cosiddette "utenze deboli" e dell'ambiente.
- **qualità del progetto**, intesa come inserimento territoriale dell'opera infrastrutturale per uno sviluppo sostenibile.
- **design**, inteso, soprattutto, come possibilità per l'individuo, di usufruire dello spazio dell'infrastruttura e quindi di quelle parti di città oggi spesso degradate con un conseguente innalzamento della qualità della vita sotto il profilo della fruizione delle aree interessate.

La Normativa di settore non prende nella debita considerazione gli ultimi due aspetti sopracitati, laddove nel processo progettuale andrebbero affrontate le possibilità di recupero delle relazioni ecologico-ambientali, nel tentativo di garantire la coesistenza tra sistema infrastrutturale e spazio urbano, affrontando anche i temi connessi all'inquinamento acustico e atmosferico in un processo di progettazione integrata con gli spazi ed il verde urbano.

Nei paesaggi agricoli come in quelli dell'urbanizzazione diffusa, va affrontato il tema della *permeabilità ecologica* delle grandi infrastrutture stradali, ad esempio, utilizzando la continuità della strada, nell'attraversamento di paesaggi agricoli o di aree con una forte vocazione naturalistica, come elemento strutturante per la costruzione di corridoi ecologici complessi. Tale impostazione, superando la logica della fasce di rispetto, può recuperare la tradizione delle strade-parco, non solo in chiave estetica e funzionale ma anche in chiave ecologica ed ambientale.

- In questo modo, l'infrastruttura stradale da elemento-barriera può trasformarsi in dispositivo in grado di favorire la connettività ambientale, mediante l'attenta articolazione di un sistema di varchi e punti di riconnessione in relazione alle esigenze ecologiche dei diversi paesaggi. *La salvaguardia delle componenti ecologiche ed ambientali* si configura come tema sicuramente complesso ma estremamente fertile dal punto di vista delle possibili ricadute progettuali nel disegno di nuovi paesaggi infrastrutturali.

4. "BEST PRACTICES" DI UN NUOVO APPROCCIO NELLA PROGETTAZIONE STRADALE

La complessità delle questioni connesse con il progetto di un'intersezione stradale impone la necessità di verificare nuove modalità di azione in grado di assicurare un elevato livello qualitativo che non si esaurisca con la realizzazione del progetto ma

accompagni, nel tempo, l'evolversi dell'infrastruttura con le trasformazioni del territorio.

Risultano rilevanti, pertanto, tutte quelle esperienze mirate a costruire un patrimonio di possibili indirizzi nella progettazione, non orientate a regolamentare il manufatto in sé (come accade tradizionalmente), ma a definire possibili modi di intervento in funzione delle diverse condizioni di contesto insediative ed ambientali; a tal fine può essere utile il riferimento ad alcuni progetti particolarmente significativi nel panorama internazionale nella progettazione infrastrutturale viaria e di linee guida all'azione, promosse negli ultimi anni da Amministrazioni centrali o locali.

Negli Stati Uniti, la Federal Highway Administration (FHWA) ha recentemente introdotto la guida *Flexibility in Highway Design* con l'obiettivo di migliorare la qualità della progettazione delle autostrade in relazione agli effetti prodotti sul paesaggio e sulle comunità locali, anche in ambito europeo si assiste ad una revisione degli strumenti tradizionalmente preposti alla gestione del progetto delle grandi infrastrutture.

In Italia l'esigenza di avviare questo processo di revisione appare particolarmente urgente data l'inefficacia della proliferazione normativa di settore, che sembra solo accentuare le specializzazioni tecniche, consolidando un modello di azione per comparti stagni. Anche per questo motivo, risultano di notevole interesse le esperienze promosse di recente da alcune Amministrazioni locali che tentano un approccio nuovo alla progettazione delle infrastrutture.

Tra queste, in particolare, si segnalano la *Guida all'azione locale* della Provincia di Bergamo e *Le linee guida per una progettazione integrata delle infrastrutture stradali* della Regione Emilia Romagna. La prima è articolata per sezioni successive e prevede in primo luogo le modalità per la conoscenza e la descrizione del contesto, finalizzate alla rappresentazione di un modello territoriale di riferimento; si passa poi all'evidenziazione dei problemi utilizzando dei profili di criticità che consentono la costruzione di schede di sintesi e le fasi finali del percorso prevedono la definizione di criteri progettuali e di scenari di riferimento che, tengano conto delle componenti ambientali, funzionali e sociali esistenti.

Le linee guida promosse dall'Emilia Romagna mirano a individuare una prassi conoscitiva più che una metodologia ferrea, attraverso un percorso circolare articolato intorno a tre termini -*contesti, paesaggi, progetti* (di strade) - che individuano altrettanti ambiti tematici nei quali, mediante il ricorso a operazioni progettuali definite, è possibile proporre possibili modi di agire sul territorio.

In questo senso, le linee guida assumono una funzione di orientamento del progetto - soprattutto nella fase preliminare - perché in grado di facilitare la definizione delle questioni e l'interpretazione dei contesti e dei paesaggi regionali, favorendo la ricerca di rapporti significativi tra strade, ambienti e soggetti.

Queste esperienze evidenziano l'esigenza di *garantire la qualità nella processualità* che si traduce nella messa a punto di possibili percorsi progettuali in grado di riunire la dimensione tecnica e prestazionale, con quella ambientale, sociale e relazionale, come dimostra anche la rilevanza che in tali esperienze è stata riservata alle modalità di costruzione di pratiche di concertazione con tutti gli attori coinvolti nel processo.

Ad Amsterdam il più ambizioso e più vasto nuovo centro di sviluppo è lo **Zuidas** (Asse Sud), strategicamente localizzato tra le aree urbane di Zuid e di Buitenveldert e vicino all'aeroporto Schiphol. Questo luogo, già dominato da infrastrutture di larga scala e da spazi utilizzati estensivamente, sarà trasformato nei prossimi anni in un'area

metropolitana di livello nazionale e internazionale. Per realizzare questi obiettivi le infrastrutture esistenti nell'area l'autostrada, la metropolitana e la ferrovia saranno spostate sottoterra in fasi successive; inoltre, la capacità della circonvallazione aumenterà e la stazione WTC diventerà una stazione ferroviaria ad alta velocità di livello europeo. Lo spostamento delle infrastrutture determinerà lo spazio per un nuovo centro, esteso complessivamente 800.000 mq; lo sviluppo ad alta densità comprende appartamenti, uffici ed attività ricreative.

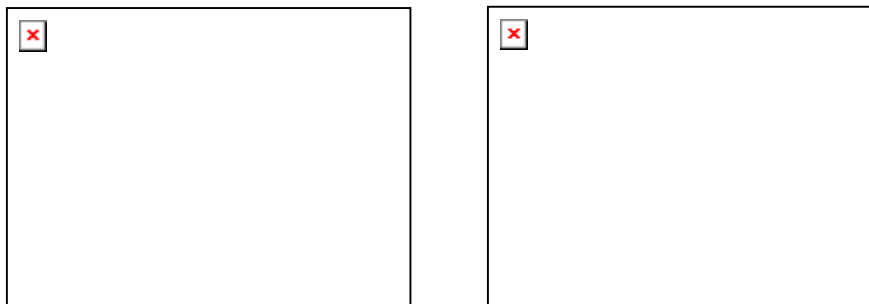


Figura 1 - Amsterdam, situazione attuale e scenario futuro.

L'ampliamento della stazione WTC costituirà un nodo internodale più vasto, dove pullman, tram, linee della metropolitana e treni ad alta velocità saranno facilmente collegati. La strada di accesso all'autostrada e l'intermodalità con il trasporto pubblico garantirà un facile accesso al nuovo centro urbano per tutti i tipi di trasporto. Il completo sviluppo dello Zuidas prevede una superficie di intervento di circa 2,5 milioni di mq da costruire in tre fasi; il termine temporale previsto è il 2025.

Le infrastrutture per la mobilità hanno, quindi, un ruolo centrale nell'ordinare l'assetto territoriale e urbano; sono una parte importante di un disegno complessivo e di una più ampia strategia; in questa ottica le strade ad alta velocità non possono più essere considerate come parte di una rete autonoma, estranee alla vita della città o del territorio, ma, attorno ad esse, si innestano una serie di interessanti processi e trasformazioni, che le rendono matrici di nuove logiche insediative e di differenti assetti. La sezione stradale non può, quindi, richiudersi nel suo ambito tecnico, rafforzato nel proprio isolamento dall'area di rispetto.

È necessario, invece, indagare sulla possibilità di operare su di essa, sia in verticale che in orizzontale, per inserire dei sistemi "permeabili" e "flessibili" ai margini dell'infrastruttura (ai lati, sopra e sotto), tali da **innestare dei processi di qualificazione del territorio attraversato** dalle strade, affinché pure lo spazio delle infrastrutture possa divenire una parte importante dello spazio pubblico e collettivo.

Il tracciato stradale tradizionalmente determina una sezione longitudinale che interseca i diversi ambienti insediativi: condizione assunta solitamente come occasione per la scelta della soluzione tecnica conveniente dal punto di vista dei parametri prescelti, ma non come opportunità per costruire un nuovo assetto, che deve nascere dall'incontro tra l'infrastruttura e i luoghi per progettare la strada insieme con il suo contesto. E' necessario, allora, un uso strategico della *sezione trasversale* che consenta di costruire un insieme di relazioni con gli ambienti attraversati; un rapporto tra primi e

secondi piani, mettendo in valore la specificità delle diverse parti e le loro differenze. La strada come “spazio pubblico” comporta un’utilizzazione articolata e variata della sezione del manufatto in rapporto alla possibilità di coniugare le diverse velocità e possibilità di *movimento*: fino alla sosta. Si altera così la monofunzionalità della strada verso utilizzazioni molteplici, per le quali è possibile considerare l’infrastruttura non soltanto un segmento di rete o un nastro, ma un’architettura complessa.

Il sistema infrastrutturale dei Cinturones di Barcellona viene progettato per ottenere la massima efficienza, intesa come risultato di una controllata interrelazione tra la rete regionale e la capacità reale di quella locale. Un anello disegnato al fine di garantire protezione e fluidità del traffico urbano a partire dall’assunzione di tre principi:

- considerare le nuove circonvallazioni come una struttura di relazione tra le reti regionali e locali, garantendo i livelli di servizio previsti e i punti critici di sosta, collegandosi in modo organico con i diversi paesaggi urbani che attraversa;
- diversificare il più possibile gli itinerari di connessione della rete regionale con le aree centrali, in rapporto alla capacità reale e complessiva delle vie e delle piazze urbane. (Nella Ronda de Dalt, che ha uno sviluppo di circa 10 km, sono state realizzate dieci uscite dalla circonvallazione e altrettante connessioni con la rete locale);
- attribuire un disegno all’anello che permetta di assorbire parte del traffico tra i quartieri, che oggi utilizza esclusivamente la rete locale, al fine di migliorare il traffico dell’area centrale.

Per ottenere questi obiettivi i Cinturones formano un anello non omogeneo in quanto geometria di tracciato e a sollecitazione funzionale secondo i diversi tratti, con sezioni trasversali diverse in relazione alla portata veicolare prevista. La Ronda de Dalt è stata progettata per una capacità compresa fra i 130.000 e 140.000 veicoli giornalieri. La circonvallazione è concepita come una struttura doppia: nel centro il tronco principale si connette con la rete regionale e gli itinerari medi e lunghi, ai lati le vie semaforizzate, non specializzate, che sono incaricate di costruire le relazioni con la rete locale. La sezione costruttiva della **Ronda de Dalt**, rispetto al territorio attraversato risponde a soluzioni differenti: mentre le strade laterali si sviluppano alla quota urbana, il tronco centrale scorre in trincea; ciò consente di ridurre l’impatto visivo dell’infrastruttura e il livello di rumore del traffico; in alcuni contesti, il tronco centrale è coperto consentendo in superficie la continuità del tessuto urbano.

Il suolo artificiale che così si ricava può essere utilizzato per la circolazione veicolare (cambio di direzione, collegamento con la rete locale, nodo viario, zone di sosta ecc.), oppure diventa spazio disponibile per la realizzazione di nuovi spazi pubblici (parchi, piazze, zone sportive e di svago) e nuove attrezzature di servizio. In questo modo i Cinturones risultano sempre integrati alla struttura urbana nel suo complesso, questo non solo in virtù della continua variazione della sezione in rapporto alle diverse condizioni contestuali, ma soprattutto grazie all’integrazione dei nodi viari al loro intorno.

Nel progetto di ristrutturazione di piazza Maggi a Milano, ad esempio, ci si pone tra gli obiettivi non soltanto la risoluzione strutturale del nodo quale punto critico di congestione del traffico veicolare, ma anche la risoluzione di spazi a verde destinati alla collettività.



Figura 2 - viste aeree della Ronda de Dalt.

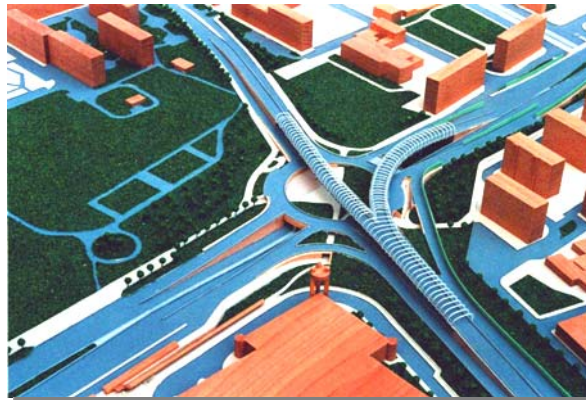


Figura 3 - il nuovo nodo di piazza Maggi a Milan

5. IL CASO STUDIO: UN NUOVO SVINCOLO PER LA CITTÀ DI BAGHERIA

5.1 Inquadramento generale della città

Il territorio del Comune di **Bagheria** si estende per 29,68 Km² (pari a 2.968 Ha), confina a Nord con il Mar Tirreno, ad Est con il Comune di Santa Flavia, a Sud-Ovest con il Comune di Misilmeri, dal quale è separato in parte dal fiume Eleuterio e ad Ovest con il Comune di Ficarazzi, dal quale è separato dallo stesso fiume.

La popolazione complessiva al censimento del 1991 è di 47.085 abitanti, con una densità territoriale (*ossia il rapporto tra il numero degli abitanti insediati e la relativa superficie comunale*) pari a 1.586 ab/Km².

La città dista dal capoluogo palermitano circa 13 Km. In funzione di questa sua vicinanza essa assume caratterizzazioni diverse:

- è fortemente dipendente da Palermo, fa parte, infatti, del Sub-Sistema Metropolitano Est del capoluogo e per le sue relazioni funzionali con quest'ultimo.

- va sempre più accentuando quel carattere di “*città autonoma*” soprattutto in funzione di servizi offerti alla cittadinanza.
- è divenuta un importante polo turistico, grazie alla presenza sul territorio di complessi di rilevante valore storico-artistico, per i quali essa è nota come “*città delle ville*”.

Si evince da queste brevi premesse la complessa articolazione della domanda di mobilità nel territorio.

5.2 Il sistema della viabilità attuale

Il sistema della viabilità extraurbana è costituito essenzialmente:

- autostrada A/19 Palermo - Catania;
- SS 113 Settentrionale Sicula;
- SP 87 per Palermo e dalla viabilità di collegamento con i comuni limitrofi di Santa Flavia, Misilmeri, Ficarazzi.

In particolare , il centro storico è caratterizzato dalla presenza di due importanti assi ortogonali: **Corso Butera**, che costituisce, insieme a Corso Baldassare Scaduto, la direttrice urbana Nord – Sud, e **Corso Umberto I**.

Altro elemento caratterizzante la struttura viaria urbana è il sistema di strade disposte a raggiera e incentrate su Villa Palagonia.

Altri assi viari con funzioni di collegamento tra i diversi comparti urbani sono costituiti da: Via Dante, Via Mattarella (che collega Via Papa Giovanni XXII con Via Città di Palermo); Viale della Libertà; Via Mole e Via V. De Spuches.

Meritano particolare attenzione i collegamenti stradali tra i due settori dell’abitato posti a Nord e a Sud dell’autostrada, che avvengono essenzialmente attraverso lo svincolo autostradale di Bagheria e solo in minor misura attraverso due sottopassi dell’autostrada (in corrispondenza di Via F. Buttitta - Via Scotto Lanza) e della Strada Provinciale di Casteldaccia - Via Danubio.

Nell’ambito del sistema di collegamenti stradali tra Bagheria e il suo hinterland, assume particolare rilievo, il problema dell’accessibilità all’autostrada, sia per l’entità dei traffici di scambio con Palermo, dovuti al crescente *pendolarismo*, sia per la posizione dello svincolo autostradale, localizzato a ridosso dell’area centrale in una zona fortemente urbanizzata.

L’insufficienza del sistema attuale di accessibilità all’autostrada, che determina fenomeni di criticità sulla viabilità urbana di adduzione, richiede una soluzione di tipo strutturale per la riorganizzazione della circolazione e la contestuale riqualificazione urbana.

L’attuale assetto dello schema di circolazione, infatti, favorisce solo parzialmente la protezione delle aree centrali rispetto ai flussi di attraversamento dello svincolo autostradale, distribuendo i traffici sulla viabilità perimetrale dell’area urbana (V. Città di Palermo - V. Buttitta e V. De Spuches - SP di Casteldaccia), mentre una quota rilevante di veicoli attraversa il centro storico, su un tessuto viario inadeguato per la capacità delle sezioni stradali e per le funzioni insediate.

La situazione peggiore si registra lungo la rete stradale afferente al nodo dello svincolo autostradale dove si verificano rapporti tra flussi veicolari e capacità delle corsie stradali, che inducono bassi livelli di servizio ed inoltre, con riguardo alla

mobilità pedonale, risulta praticamente impossibile dalle zone limitrofe allo svincolo raggiungere la parte di città, a monte dell'asse autostradale.

5.3 Descrizione del progetto e contesto ambientale

Il tema della corretta progettazione della nuova infrastruttura riguarda non soltanto la realizzazione di una nuova geometria in funzione dei crescenti flussi veicolari e della sicurezza veicolare ma, anche dalla necessità di creare nuove relazioni tra parti di città attualmente disconnesse e di integrare quindi il progetto funzionale in una più ampia previsione di riqualificazione urbana delle zone limitrofe.

Nel rispetto delle previsioni fatte dal PRG (Piano Regolatore Generale) vigente, e delle analisi del PGTU (Piano Generale del traffico Urbano) ci si è posti i seguenti obiettivi:

- migliorare l'accessibilità e le interconnessioni urbane viarie e pedonali;
- aumentare il livello di servizio della rete secondaria e delle connessioni di essa con le reti di ordine superiore (autostrada A19 e SS.113);
- realizzare l'integrazione ambientale del manufatto anche sotto l'aspetto architettonico ed urbanistico.

Dalle analisi sui flussi di traffico è risultato evidente, che i maggiori motivi di congestione del traffico sullo svincolo e sulla viabilità di adduzione sono dovuti alle correnti di traffico di accesso alla città dall'autostrada.

Obiettivo del progetto è stato quello di limitare le opzioni di manovra sullo svincolo integrando parti di territorio più direttamente connesse alla viabilità di collegamento tra la città ed i comuni limitrofi, seguendo il criterio di istituire delle connessioni, ambientali, pedonali, veicolari, tra le parti di città attualmente disconnesse.

Con l'abbassamento della quota autostrade in corrispondenza dello svincolo da circa 111 a 105 mt. s.l.m.; viene risolto l'effetto della disconnessione urbana e territoriale ed il traffico veicolare viene smistato da una rotonda leggermente ellittica, dalla quale si accede direttamente alla A19 ed ai territori a monte a valle della stessa.



Figura 4 - Nuova configurazione dello svincolo di Bagheria.

Il nodo viario diventa, inoltre, efficace elemento di interconnessione tra parti di territorio attualmente divise, e grazie all'adozione di ulteriori elementi di viabilità previsti dal PRG, favorisce quella auspicata territorializzazione delle infrastrutture.



Figura 5 - Lo svincolo di Bagheria nella situazione attuale

Infatti viene riconnessa integralmente la nuova viabilità ad ovest del centro urbano, di collegamento tra l'autostrada e la costa, che consente di servire a pettine il centro di Bagheria e di interconnetterlo ai principali sistemi di comunicazione: l'autostrada, la SS 113 e la ferrovia. Ad ovest, attraverso il potenziamento dell'attuale via Danubio si garantisce la possibilità di un ulteriore attraversamento viario in corrispondenza del sottopasso autostradale che collega la Ex Strada Provinciale di Casteldaccia con Via Danubio.



Figura 6 - Lo svincolo di Bagheria nella situazione di progetto



Figura 7 - Veduta di progetto svincolo di Bagheria



Figura 8 - Veduta di progetto del terminal bus integrato nel progetto

Inoltre, dalla piazza è possibile accedere alla linea 1, secondo quanto previsto dal progetto di ristrutturazione della rete di trasporto pubblico urbano.

La connessione avviene al livello della nuova quota autostradale, alla quale viene affiancata la via Buttitta, che assume nel P.G.T.U. carattere di arteria di scorrimento.



Figura 9 - Veduta dall'alto della piastra di copertura dello svincolo

5.4 Il modello di microsimulazione utilizzato

Per la simulazione delle condizioni di deflusso veicolare per i due scenari considerati, “ante operam” (stato attuale) e “post operam” (presenza di rotonda) è stato utilizzato un microsimulatore di traffico the Dynamic Route Assignment Combining User Learning and Microsimulation sviluppato in Inghilterra verso la metà degli anni novanta.

Le applicazioni di questo modello includono studi sulla congestione, sul road pricing, la regolazione semaforica in tempo reale, la modellazione strategica extraurbana, ecc.

Il modello simula i movimenti di traffico e le interazioni dei singoli veicoli per la rete viaria in studio. I veicoli che vengono presi in esame sono soltanto quelli generati nei nodi considerati origine della rete, basandosi sui volumi di traffico di input (corrispondenti ai valori rilevati in una data sezione stradale) e su una distribuzione degli intervalli temporali ipotizzata a priori.

Il modello utilizza una distribuzione esponenziale negativa per simulare gli arrivi dei veicoli nei nodi generatori in accordo con la seguente relazione:

$$h = (H - h_{\min}) [-\ln(1 - R)] + H - h_{\min}$$

dove:

h = intervallo (in secondi) che intercorrono tra una coppia di veicoli generati

h_{\min} = minimo intervallo (es. 1 sec)

R = numero casuale (da 0 a 1)

I movimenti e le interazioni veicolari sono generate in accordo con le caratteristiche operative dei veicoli (performance e velocità libere di deflusso) e con le regole assunte sia per i modelli di car-following, lane-changing, gap acceptance sia per simulare il comportamento dei guidatori nelle aree d'intersezione.

In particolare l'interazione tra il leader della fila di veicoli e i veicoli seguenti che procedono nella stessa corsia, si assume solitamente essere in una forma/meccanismo

stimolo/risposta:

Risposta del veicolo che segue $(t+T) = (\text{sensibilità}) \times (\text{stimolo}) \times t$

dove:

T = tempo di reazione (time lag) per la reazione del veicolo che segue.

Il modello di cambio di corsia (lane-changing), è basato sul concetto di gap-acceptance (spazio o tempo necessario ad effettuare una manovra). Ovvero, un veicolo potrà cambiare corsia solo se nella corsia che si vuole raggiungere è disponibile uno spazio/intervallo temporale maggiore di un prefissato valore critico.

In genere, vengono simulate tre tipologie di cambio di corsia:

- un cambio di corsia obbligatorio;
- un cambio di corsia facoltativo;
- un cambio di corsia anticipato.

La logica del modello di cambio di corsia e i parametri hanno delle ripercussioni importanti per l'efficienza del traffico. Inoltre, il tempo utilizzato per completare la manovra di cambio di corsia influenza la performance del traffico perché il veicolo occupa entrambe le corsie (di provenienza e di arrivo) durante questo intervallo temporale.

Pertanto, il modello di simulazione è capace di simulare i movimenti dei veicoli quando questi sono prossimi ad un'area di intersezione (con regole di diritto di precedenza o di stop, semaforizzata e rotatoria) e di generare e smaltire le code sulla rete.

Il modello è di tipo stocastico poiché il tempo di inserimento dei veicoli al margine della rete e le caratteristiche operative dei veicoli (performance, velocità desiderata e distanza di sicurezza, propensione al cambio di corsia) sono espresse da distribuzioni normali rappresentative. Infatti, specificando differenti numeri sorgente, denominati "seeds" (semi), può essere simulata la variabilità dei tempi di inserimento e delle caratteristiche operative. Per tali ragioni sono state condotte per ciascuno degli scenari considerati simulazioni multiple al fine di rappresentare la variabilità del modello e sviluppare una rappresentazione media delle condizioni della rete di traffico simulata.

Il modello di microsimulazione del traffico veicolare utilizzato, è stato precedentemente calibrato (Galatioto, Bell 2007), determinando le caratteristiche di comportamento dei guidatori e prestazionali dei veicoli tipiche della regione in cui ricade l'area di studio. I parametri determinati e specificati nel modello sono: lunghezza del veicolo [m]; distanza di sicurezza minima [m]; tempo di reazione del guidatore [sec]; accelerazione media e massima [m/s^2]; decelerazione media e massima [m/s^2]; fattore di velocità desiderata e di intervallo spazio/temporale di accettazione (gap acceptance).

La rete viaria considerata, come di norma, è stata rappresentata come una serie di strade (rami) ed intersezioni (nodi) connesse.

Ogni ramo è descritto dall'estesa, dal numero di corsie, dalla velocità di percorrenza e dalle manovre consentite all'uscita dal ramo stesso. La descrizione delle intersezioni include, pertanto, i movimenti e le svolte consentite, la destinazione delle corsie e nel caso di intersezioni semaforizzate, l'organizzazione delle fasi semaforiche (includendo i tempi di verde, di giallo ed i tempi di ciclo).

Il periodo di simulazione principale inizia con una procedura di "warm-up", o di preparazione, introducendo nella rete la metà della domanda relativa alla matrice Origine-Destinazione (O-D) caricata nella simulazione. Questo valore iniziale di

domanda è incrementato linearmente durante il periodo di warm-up fino a raggiungere il livello di domanda introdotta relativa al periodo principale di simulazione.

Terminata la fase di simulazione principale (da t_1 a t_2), può essere specificato un ulteriore periodo di simulazione (da t_2 a t_3) denominato “cooling period” durante il quale il simulatore genererà nuovamente, con una variazione lineare, una domanda pari alla metà di quella effettiva. La simulazione continua fino al tempo (t_4) in cui tutti i veicoli generati nel periodo principale di simulazione, da t_1 a t_2 , hanno abbandonato la rete di simulazione.

Le figure 10 e 11 che si riportano di seguito, rappresentano la schematizzazione della rete viaria osservata in condizioni rispettivamente “ante operam” e “post operam”. In esse sono riportati, su una aerofotogrammetria del centro abitato, la rete viaria schematizzata per nodi e rami, ed in ognuno di essi è stato inserito un numero di riferimento che rappresenta il riferimento per la matrice O/D della rete osservata. Le caratteristiche della rete, dei rami ed i parametri di traffico dei veicoli possono essere estratti dal modello per ciascun periodo di simulazione.

Le misure di performance includono, per tutti i veicoli simulati, la velocità ed il tempo di viaggio medi, la lunghezza della coda, etc.; inoltre, è possibile conservare ed estrarre i percorsi spazio-temporali per ogni veicolo immesso nella rete durante la simulazione (posizione del veicolo secondo per secondo lungo un ramo, velocità di percorrenza, etc.).

La rete di Figura 11 è stata sviluppata inizialmente come rete iniziale, “buffer”, non

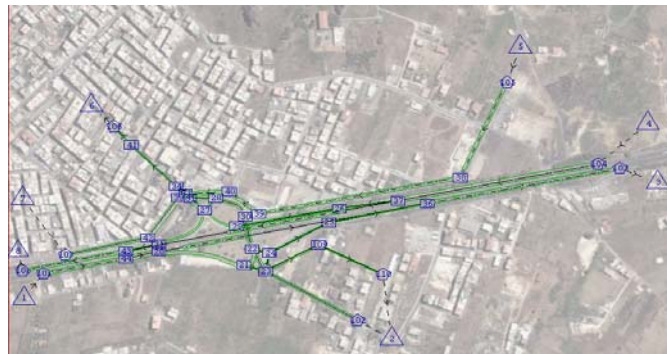


Figura 10 - Grafo della rete stradale: scenario attuale.

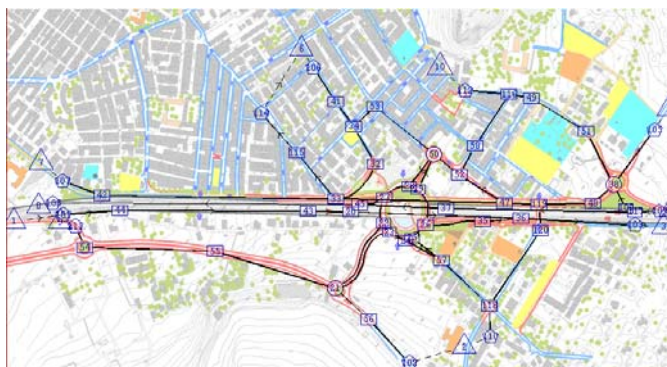


Figura 11 - Grafo della rete stradale: scenario futuro.

ancora contraddistinta con le caratteristiche dei rami e delle intersezioni. I nodi iniziali sono stati successivamente convertiti in intersezioni includendo i dettagli geometrico funzionali riguardanti il numero di corsie, i movimenti consentiti e non, la tipologia delle corsie (riservate e non) e la tipologia della regolazione (a rotatoria, con diritto di precedenza o con stop) al fine di potere importare e simulare la rete di traffico nel microsimulatore (figure 12).



Figura 12 - Schema della rete viaria “post operam” in simulazione

Il flusso di saturazione di ciascun ramo della rete non può essere definito a priori dall'utente nel modello, in quanto è funzione sia delle caratteristiche geometriche dei rami e delle intersezioni sia delle caratteristiche dei veicoli che si muovono all'interno della rete.

6. CONCLUSIONI

Lo studio intende evidenziare anche il ruolo che i nodi infrastrutturali possono assumere nella strutturazione della città e del territorio, infatti il progetto può anche configurare nuovi terminali delle infrastrutture di trasporto quali una nuova stazione di scambio tra linee urbane e linee extraurbane in transito, attrezzature di servizio, di parcheggio e nuovi spazi a verde pubblico. Con l'ausilio di una preliminare analisi, caratterizzata dal rilievo e dalla modellazione dei dati di traffico relativi all'area di interesse, è stato possibile, mediante uno specifico software di simulazione, effettuare l'assegnazione dei flussi veicolari per la verifica anche del livello di funzionalità del manufatto e quindi della complessiva “bontà qualitativa” della soluzione proposta.

Il progetto relativo al caso studio, ottimizza le esigenze di mobilità e diviene momento di relazione ambientale – sociale. Alla piazza si accede per mezzo di due passerelle pedonali che realizzano la connessione delle due parti di città prima divise, in tal maniera si separa completamente il traffico veicolare da quello pedonale, che, con un'adeguata progettazione a verde delle zone limitrofe alla piazza si ottiene una elevata qualità ambientale per l'utente. Dall'analisi assegnativa, risulta che la nuova viabilità che afferisce alla rotatoria, verrebbe interessata da consistenti flussi di traffico tali da richiedere la realizzazione di sezioni stradali con due corsie per senso di marcia. Nella parte est del centro abitato attraverso la realizzazione di un sovrappasso veicolare, si realizza un'ulteriore connessione urbana che non grava sull'area della rotatoria.

Dalle simulazioni effettuate ante e post operam, si evince che complessivamente le ricadute in termini di prestazioni e di impatto sull'intera rete sono positive, infatti dalla tabella si evince che, anche con un incremento di oltre il 20% dei veicoli transitanti nell'area studio, si avrebbe un incremento del 50% della velocità media, un decremento dell'11% del tempo di viaggio totale e in termini ambientali una riduzione sensibile delle emissioni inquinanti, ragguagliate allo scenario attuale, pari al 40% per il CO e l'NOx (NO ed NO₂) e del 45% per l'HC (idrocarburi aromatici, quali Benzene). Nella soluzione di progetto proposta emerge, infine, una sostanziale riduzione dei tempi di attesa in coda pari al 41%, dovuta ad una maggiore capacità della rete e ad una migliore accessibilità tra le arterie extraurbane e l'area cittadina.

		SCENARI	
		Attuale	Progetto
Spostamenti totali (veic)		4166	5226
flusso medio (veic/h)		347	436
ritardi in coda (veicxh)		117	69
tempo totale di viaggio (ore)		196	174
distanza totale percorsa (veicxkm)		4635	6310
velocità media (km/h)		23,7	36,2
Emissioni totali	CO (kg)	1396,1	820,6
	NOx (kg)	32,8	19,4
	HC (kg)	105,1	57,7
	Consumi (litri)	4704	6017

Tabella 1 - Risultati delle simulazioni ante e post operam

Il caso studio presentato evidenzia la grande valenza e le esaltanti prospettive che possono scaturire da una progettazione integrata del manufatto che traguarda non soltanto gli aspetti tecnici e funzionali, ma anche quelli di contesto, ambientali ed architettonici che possono dare efficace soluzione anche a problematiche di più esteso degrado al di là dei semplici aspetti di criticità localizzata in alcuni ambiti circoscritti.

BIBLIOGRAFIA

- F. Acerbi** - "Infrastrutture per l'ambiente"- In "Le Strade", n° 5, maggio 2007
L. Baldacco - "Nuova accessibilità urbana"- In "Le Strade", n°5, maggio 2007
L. Boanini - "*Parc de la Trinitat, Barcellona là dove inizia l'autostrada*"- In Quaderni della Rivista, ricerche per la progettazione del paesaggio, n°2, Firenze, maggio-agosto 2006.
S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo - "*Progettare le rotatorie*" - EPC Libri. Roma, 2005.
S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo - "*Progettare le intersezioni*" - EPC Libri. Roma, 2006.
P. D'Onofrio - "*Il progetto di strade veloci nella città e nel paesaggio contemporanei*"- Dottorato di ricerca in urbanistica e pianificazione territoriale, Università degli Studi di Napoli.
G. Dematteis, F. Governa - "*Contesti locali e grandi infrastrutture*" - Franco Angeli. Milano, 2001.
S. Maffioletti - "*Paesaggi delle infrastrutture*" - Il Poligrafo. Padova, 2005.
G. Marinoni - "*Infrastrutture nel paesaggio urbano*" - Franco Angeli. Milano, 2006.
F.A. Santagata, E. Siviero - "*Ingegneria stradale e architettura: punto di incontro e di arricchimento*"- Le Strade n°5/2007 (editoriale).