

INFRASTRUTTURE.

Il ponte strallato sulla 554, soluzione ottimale per sbloccare uno snodo strategico

VINCOLI E MOTIVAZIONI TECNICHE FRA LE PREMESSE DELL'OPERA APPENA COMPLETATA

L'Amministrazione Provinciale di Cagliari ricevette mandato dalla Regione Autonoma della Sardegna - in seguito alla deliberazione della Giunta regionale n. 22/30 del 26 giugno 2001 - per la realizzazione dello svincolo nella S.S. 554 per il Policlinico universitario, con l'impegno di una somma complessiva di € 7.746.853,49 del bilancio regionale.

Il progetto si inquadra tra le opere necessarie per la razionalizzazione del traffico connesso con l'attività della Cittadella universitaria e del Policlinico, per accedere ai quali l'utenza si serve dell'asse di scorrimento rappresentato dalla S.S. 554. L'incrocio esistente, a raso e regolato da impianto semaforico, comportava infatti un rallentamento considerevole del traffico e il blocco della circolazione nelle ore di punta, come riportato dettagliatamente più avanti.

Il progetto in argomento aveva dunque l'obiettivo di creare un maggior deflusso sull'asse conurbazione cagliaritano-Cittadella universitaria, per poter in conseguenza migliorare l'accessibilità alle aree servite, che risultano essere di alta importanza nella fornitura di servizi ai cittadini. In seguito alle indagini svolte dal gruppo di progettazione dell'Amministrazione Provinciale sull'attrazione di traffico generata dal comparto, il progetto cercava di trovare una soluzione di miglior compromesso tenendo conto dei seguenti parametri, considerati tutti di primaria importanza: costi d'investimento, tempi di realizzazione, soddisfacimento delle domande di traffico attuali e future, esigenze delle Amministrazioni interessate, condizioni topografiche del comparto.

Lo svincolo a livelli sfalsati

Lo svincolo è del tipo a quadrifoglio, che esclude qualsiasi intersezione a raso e permette ai veicoli provenienti da tutte le direzioni di effettuare ogni manovra di svolta possibile senza inter-

ferire con gli altri utenti dell'infrastruttura. La planimetria schematica dell'intervento (figura 1) riporta anche l'opera a corollario, costituita dallo svincolo per l'accesso alla Cittadella universitaria, che tuttavia non rientra tra le opere da realizzarsi nella prima fase.

Il cavalcavia è costituito da una trave d'impalcato di larghezza pari a 18 metri e spessore massimo di due metri, con una luce di circa 5,6 metri. Il ponte è del tipo "strallato", sostenuto da cavi d'acciaio assicurati a un'antenna di altezza totale pari a 55 metri. La configurazione è di tipo asimmetrico: da un lato dell'antenna gli stralli sono coassiali al cavalcavia, mentre dall'altro sono divergenti. Gli ultimi cinque metri dell'antenna hanno una funzione puramente estetica e sono costituiti da un prisma triangolare di acciaio con un foro centrale.

Per quanto riguarda le caratteristiche della carreggiata, la sezione stradale dello svincolo è composta da due corsie di larghezza pari a 3,80 metri per ciascun senso di marcia, con una barriera spartitraffico centrale posta anche a protezione degli stralli. Sulle banchine laterali sono stati posti in opera i guard-rail e i sostegni per l'impianto di illuminazione.

La sovrastruttura stradale è costituita dai seguenti elementi:

- strato di fondazione in granulare stabilizzato, spessore 30 cm;
- base (legato a bitume), spessore 10 cm;
- binder in conglomerato bituminoso, spessore 4 cm;
- strato di usura in conglomerato bituminoso di tipo "chiuso", spessore 3 cm.

Il progetto prevedeva inoltre la realizzazione di un impianto di illuminazione dello svincolo, costituito da poco meno di duecento corpi illuminanti disposti alcuni su pali tradizionali e altri progettati in acciaio inox satinato su te-

L'AUTORE.

L'ingegnere **Andrea Gardu**, già dirigente della Provincia di Cagliari, è stato coprogettista e RUP progettazione dell'intervento illustrato nell'articolo.

telefono: 070.493743

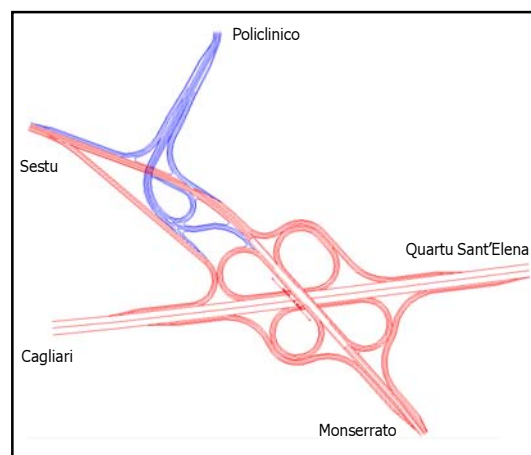


Figura 1. In rosso, gli interventi realizzati all'incrocio fra la strada statale 554 e la provinciale 8 (in azzurro quelli da realizzare in una seconda fase).

lai rettangolari accoppiati che contengono da sei a dieci proiettori. Lungo il tracciato della S.S. 554 i corpi illuminanti (di potenza 250 W) sono disposti su pali di altezza pari a 9 metri infissi ogni 25 metri, mentre sulle rampe i corpi illuminanti (di potenza 150 W) sono disposti su pali alti 8 metri.

Per quanto riguarda i movimenti di terra necessari per la realizzazione dell'opera, il progetto prevedeva un volume complessivo di scavi pari a circa 10.000 metri cubi, a fronte di un volu-

Premesse progettuali: quadro legislativo in materia di strade

Il fulcro della normativa statale in termini di circolazione stradale è il D. Lgs. 30/04/1992 n. 285 (Nuovo codice della strada), che definisce la strada come "l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali". Le norme e i provvedimenti attuativi previsti dal Codice della strada si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico.

Il D. Lgs. 285/92 classifica le strade in sei categorie:

- a. autostrada,
- b. strada extraurbana principale,
- c. strada extraurbana secondaria,
- d. strada urbana di scorrimento,
- e. strada urbana di quartiere,
- f. strada locale.

Lo stesso articolo 2 del citato decreto stabilisce che, riguardo al loro uso e funzionalità ai fini della circolazione, nonché per esigenze di carattere amministrativo, le strade precedentemente definite "extraurbane" si distinguono in:

- a. statali,
- b. regionali,
- c. provinciali.

Le strade urbane sono sempre comunali, quando siano situate all'interno dei centri abitati, eccettuati i tratti interni di strade statali, regionali o provinciali che attraversano centri abitati con popolazione non superiore a 10.000 abitanti.

Per quanto riguarda la normativa tecnica che regola la costruzione delle strade, lo stesso D. Lgs. 285/92, all'articolo 13, stabilisce che il Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e il Consiglio Nazionale delle Ricerche, emana le norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi im-

pianti e servizi. Tale disposizione ha trovato emanazione nel decreto ministero LLPP del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Le norme che formano oggetto di questo testo definiscono i criteri per la progettazione degli aspetti funzionali e degli elementi geometrici delle strade, in relazione alla loro classificazione secondo il Codice della strada. La qualificazione funzionale delle strade è basata sui tipi di utenti e di attività ammesse sulle strade stesse, tenuto conto della situazione ambientale in cui esse sono inserite. I criteri di progettazione riguardano gli elementi geometrici dell'asse e della piattaforma delle strade urbane ed extraurbane, affinché la circolazione degli utenti ammessi si svolga con sicurezza e regolarità.

Ai fini di una valorizzazione delle infrastrutture stradali, il decreto in oggetto individua un ordinamento delle strade basato sia sulla funzione ad esse associata sul territorio, sia sulla funzione da esse assolta all'interno della rete stradale di appartenenza. A tal fine sono stati individuati alcuni fattori fondamentali che, caratterizzando le reti stradali dal punto di vista funzionale, consentono di collocare la rete oggetto di studio in una classe precisa; essi sono:

- tipo di movimento servito (di transito, di distribuzione, di penetrazione, di accesso); il movimento è da intendersi pure nel senso opposto, cioè di raccolta progressiva ai vari livelli;
- entità dello spostamento (distanza mediamente percorsa dai veicoli);
- funzione assunta nel contesto territoriale attraversato (collegamento nazionale interregionale, provinciale, locale);
- componenti di traffico e relative categorie (veicoli leggeri, veicoli pesanti, motoveicoli, pedoni ecc.).

Con riferimento a quanto previsto dal Codice della strada e in considerazione dei quattro fattori sopra elencati, il D.M. 5 novembre 2001 individua quattro livelli di rete, esplicitati nel prospetto A.

Una volta classificate le strade, per arrivare a definire le caratteristiche geometriche e funzionali delle stesse è necessario individuare le categorie di traffico che su tali strade devono circolare. Sulla strada possono trovarsi, a norma del

me di rilevati pari a circa 74.000 metri cubi. In base alle caratteristiche del suolo nel sito d'intervento, si è stimato un recupero parziale dei materiali di scavo pari a circa l'80% del totale (circa 8.000 mc), da utilizzare in larga parte per il rivestimento delle scarpate e per la finitura delle superfici.

Le soluzioni alternative

Le motivazioni che hanno orientato le scelte progettuali verso uno svincolo a livelli sfalsati realizzato mediante l'utilizzo di un ponte strallato, piuttosto

che di un'altra tipologia di sovrappasso caratterizzata da un più tradizionale sistema di spalle e pile intermedie, sono numerose. Alcune delle ragioni sono di natura tecnica e derivano dai vincoli imposti dall'ANAS, ente proprietario della S.S. 554. L'Ente infatti avrebbe consentito la posa di una eventuale pila di sostegno in mezzo all'attuale carreggiata solo previo allargamento dello spartitraffico centrale. Inoltre aveva richiesto che altre pile o spalle del ponte non fossero immediatamente adiacenti alla carreggiata, in modo da lasciare aperta la pos-

sibilità di un futuro allargamento della sede stradale nella misura di una corsia per senso di marcia. Va tuttavia evidenziato che la soluzione tecnica dello svincolo a quadrifoglio nella configurazione progettuale proposta mal si adattava all'allargamento della carreggiata della S.S. 554, a meno di una riconfigurazione delle rampe.

Un altro importante vincolo è costituito dalla presenza sotto la sede stradale della S.S. 554 di un elemento scotolare in c.a. - che consente l'attraversamento del canale - originariamente de-

Ambito extraurbano

rete	strade corrispondenti secondo il codice	movimento servito	entità dello spostamento	funzione nel territorio	componenti di traffico
primaria	autostrade, strade extraurbane principali	transito, scorrimento	distanze lunghe	nazionale ed interregionale	componenti limitate
principale	strade extraurbane principali	distribuzione	media distanza	interregionale e regionale	componenti limitate
secondaria	strade extraurbane secondarie	penetrazione	distanza ridotta	provinciale e interlocale	tutte le componenti
locale	strade locali extraurbane	accesso	breve distanza	interlocale e comunale	tutte le componenti

Ambito urbano

rete	strade corrispondenti secondo il codice	movimento servito	entità dello spostamento	funzione nel territorio	componenti di traffico
primaria	autostrade urbane, strade urbane di scorrimento	transito, scorrimento	distanze lunghe	di intera area urbana	componenti limitate
principale	strade urbane di quartiere	distribuzione	media distanza	interquartiere	componenti limitate
secondaria	strade extraurbane secondarie	penetrazione	distanza ridotta	di quartiere	tutte le componenti
locale	strade locali urbane	accesso	breve distanza	interna al quartiere	tutte le componenti

Prospetto A. I livelli di rete secondo il D.M. 5 novembre 2001.

Codice, tre componenti di traffico: pedoni, veicoli e animali.

I veicoli risultano classificati dagli articoli 47, 3 e 73 del Codice e sono riassunti nella tabella 1.

Le funzioni di traffico ammesse sono movimento, sosta di emergenza, sosta, accesso privato diretto. Al fine di pervenire all'identificazione degli spazi stradali necessari, il D.M. 04/11/01, le componenti di traffico, le classi veicolari e le funzioni ammesse sono state raggruppate in quattordici categorie di traffico, omogenee per caratteristiche ed esigenze funzionali (tabella 2).

L'assegnazione di categorie di traffico ai diversi tipi di strada è illustrata nella tavola 1 (pagina seguente). Una volta definite tutte le caratteristiche sopra citate, in base al D.M. 4/11/2001 il progetto della sezione stradale consiste nell'organizzazione della piattaforma, definita come parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:

- una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;
- le banchine di destra e sinistra;

Tabella 1. Classificazione dei veicoli

1. veicoli a braccia
2. veicoli a trazione animale
3. velocipedi
4. slitte
5. ciclomotori
6. motoveicoli
7. autoveicoli
8. filoveicoli
9. rimorchi
10. macchine agricole
11. veicoli con caratteristiche atipiche
12. veicoli su rotaia in sede promiscua

Tabella 2. Categorie di traffico

1. pedoni
2. animali
3. veicoli a braccia e a trazione animale
4. velocipedi
5. ciclomotori
6. autoveicoli
7. autobus
8. autocarri
9. autotreni ed autoarticolati
10. macchine operatrici
11. veicoli su rotaia in sede promiscua
12. sosta di emergenza
13. sosta
14. accesso privato diretto

stinato a ospitare i binari di proprietà delle Ferrovie della Sardegna, attualmente in disuso ma comunque non modificabili. La presenza della trincea ferroviaria ha guidato le scelte tecniche verso la necessità di realizzare le fondazioni del ponte con il bulbo delle tensioni che non interessasse le scarpate di detta trincea (come si evince dalla relazione geologica-geotecnica allegata al progetto), in modo da evitare possibili cedimenti delle scarpate stesse.

Ulteriore vincolo era costituito dalla geometria dello svincolo: nel punto più

alto il piano stradale non avrebbe dovuto superare i 7,5 metri rispetto alla carreggiata della S.S. 554, altrimenti - per mantenere la pendenza delle rampe inferiore ai parametri di sicurezza - si sarebbe avuto uno sviluppo planimetrico dell'opera troppo ampio rispetto allo spazio a disposizione. Tenendo conto che l'altezza utile minima sotto il cavalcavia è di 5,4 metri, il risultato sarebbe stato un impalcato poco più spesso di due metri. Ora, per tener conto dei vincoli imposti dalla presenza del tronco ferroviario, la luce del sovrappasso non

avrebbe dovuto essere inferiore ai 60 metri. Con un ponte tradizionale, un impalcato di 2 metri non potrebbe superare tale luce, nemmeno con una precompressione dello stesso.

Queste sono le ragioni che hanno indirizzato la scelta del sottoscritto verso un ponte strallato, soluzione che permette di superare luci ben maggiori anche con impalcato leggeri.

In fase di progettazione preliminare, nella conferenza dei servizi indetta dagli Enti istituzionalmente interessati, era stata studiata la fattibilità di una so-

Tavola 1 . Tipi di strade e categorie di traffico ammesse

	tipi secondo il codice	ambito territoriale	denominazione	categorie di traffico													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				pedoni	animali	veicoli a braccia e a trazione animale	velocipedi	ciclomotori	autovetture	autobus	autocarri	autotreni autoarticolati	macchine operatrici	veicoli su rotaia	sosta di emergenza	sosta	accessi privati diretti
autostrada	A	extraurbano	strada principale	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			strada di servizio (eventuale)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
	urbano	strada principale	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
		strada di servizio (eventuale)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
extraurbana principale	B	extraurbano	strada principale	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	◆	○	no
			strada di servizio (eventuale)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
extraurbana secondaria	C	extraurbano		□	□	◆	◆ ⁽¹⁾	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
urbana di scorrimento	D	urbano	strada principale	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	○	no
			strada di servizio (eventuale)	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆	□	si
urbana di quartiere	E	urbano		○	◆	◆	◆ ⁽¹⁾	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆	□	si
locale	F	extraurbano		□	◆	◆	◆ ⁽¹⁾	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		urbano		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ ⁽²⁾	◆	○	◆	◆ ⁽²⁾	□	□	si

○ non ammessa in piattaforma ⁽³⁾ □ esterno alla carreggiata (in piattaforma) ◆ in carreggiata ◆ parzialmente in carreggiata ⁽¹⁾ Vale se è presente una pista ciclabile.
⁽²⁾ Qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.
⁽³⁾ In presenza di una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

- i margini (eventuali) interno e laterale, comprensivi delle banchine;
- le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).

Per ogni piattaforma stradale è quindi possibile, in base al prospetto seguente, assegnare uno spazio a ciascuna categoria di traffico (tavola 2).

Per ogni tipo di strada e per le eventuali strade di servizio associate, il decreto prescrive le caratteristiche geometriche e funzionali minime per i seguenti elementi:

- limite inferiore e superiore di velocità di progetto;

- larghezza della corsia di marcia;
- larghezza dello spartitraffico;
- larghezza della banchina sinistra e destra;
- larghezza della corsia di emergenza;
- larghezza del margine interno e laterale;
- larghezza dei marciapiedi;
- regolazione della sosta;
- regolazione dei mezzi pubblici;
- regolazione del traffico pedonale;
- ammissione o esclusione di accessi privati diretti.

Infine, per concludere la disamina del quadro di riferimento normativo, si affronta brevemente la norma prevista

luzione alternativa, consistente nella sopraelevazione della S.S. 554 con la S.P. 8 mantenuta al livello del piano campagna. Tale soluzione fu stata scartata per difficoltà operative considerate insormontabili: la modifica della S.S. 554 avrebbe infatti comportato la chiusura della stessa per tutta la durata dei lavori per un tratto di circa due chilometri, pari alla lunghezza del sovrappasso più le rampe.

Può essere evidenziato che altre soluzioni realizzative avrebbero per-

nesso di superare l'handicap di una luce di elevata entità, quale ad esempio la traslazione del ponte in modo da non interessare la trincea del tronco ferroviario, oppure il consolidamento della stessa trincea, o ancora il superamento - con il coinvolgimento delle Ferrovie della Sardegna - del vincolo della immodificabilità della trincea, ad esempio con l'ipotesi di un nuovo tracciato. Tuttavia la soluzione prescelta è certamente ottimale quanto al raggiungimento degli obiettivi sen-

za stravolgimento di altre situazioni al contorno, quale il mantenimento del tronco ferroviario che, seppur finora mai utilizzato, probabilmente verrà interessato dalle ipotesi di realizzazione di una metropolitana leggera a servizio anche della Cittadella universitaria e del Policlinico (soluzione ipotizzata al momento della progettazione).

Le altre soluzioni citate comportano d'altro canto svantaggi legati o all'eliminazione del tronco ferroviario (vincolo tuttavia considerato immodificabile

Tavola 2 . Spazi da assegnare in piattaforma alle categorie di traffico

	tipi secondo il codice	ambito territoriale	denominazione	categorie di traffico													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				pedoni	animali	veicoli a braccia e a trazione animale	velocipedi	ciclomotori	autovetture	autobus	autocarri	autotreni autoarticolati	macchine operatrici	veicoli su rotaia	sosta di emergenza	sosta	accessi privati diretti
autostrada	A	extraurbano	strada principale	●	●	●	●	●	1	1	1	1	●	●	3	●	●
			strada di servizio (eventuale)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	●	1/5-3	4	8
	urbano	strada principale	●	●	●	●	●	1	1	1	1	●	●	3	●	●	
		strada di servizio (eventuale)	6	5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5-3	4	8	
extraurbana principale	B	extraurbano	strada principale	●	●	●	●	●	1	1	1	1	●	●	1/5	4	●
			strada di servizio (eventuale)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	●	1/5	4	8	
extraurbana secondaria	C	extraurbano		5	1/5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	1-2	1/5	4	8
urbana di scorrimento	D	urbano	strada principale	6	●	●	7	1	1	1	1	1	1	●	1/5	●	●
			strada di servizio (eventuale)	6	1/5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
urbana di quartiere	E	urbano		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
				6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1	1-2-4	1/5	4
locale	F	extraurbano		5	1	1	1-7	1	1	1	1	1	1	●	1/5	4	8
		urbano		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	●	1	1-2-4	1/5	4	8
1) corsia 2) corsia riservata 3) corsia di emergenza 4) in appositi spazi 5) banchina 6) marciapiede 7) pista ciclabile 8) passi carrabili 1/5 in banchina per quanto possibile				● componente di traffico non ammessa													

dal D.M. 4/11/2001 circa la costruzione di opere di scavalco della sede stradale. Al proposito esiste un altro decreto, il D.M. 4/5/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali", al quale il decreto del 2001 fa costante riferimento. In sintesi, tra le indicazioni fornite per la realizzazione di tali opere (ponti, viadotti, soprapassi), si riportano le principali.

A) Devono essere mantenute invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma stradale, relative al tipo di strada di cui fanno parte dette opere.

B) A margine della piattaforma delle strade extraurbane devono essere predisposti dispositivi di ritenuta e/o parapetti

di altezza non inferiore a metri 1,00, e deve essere inoltre valutata l'opportunità di predisporre adeguata opera di protezione del traffico sottostante.

C) Le strutture orizzontali devono dar luogo ad un'altezza libera non inferiore a m 5,00.

In base alle norme sopra descritte, la S.S. 554 è classificabile come strada urbana di scorrimento, mentre la S.P. 8 come strada extraurbana secondaria.

In base alla funzione, la S.S. 554 è una strada regionale, mentre la S.P. 8 rientra nella classificazione come strada provinciale.

(a.g.)

dall'Ente titolare) o al coinvolgimento di superfici maggiori (ipotesi di traslazione del ponte o rotatoria) con difficoltà nel raccordo con la rete viaria di Monserrato. Questi svantaggi appaiono di gran lunga superiori a quelli conseguenti alla soluzione adottata.

Progetto strategico

Il progetto proposto per un sistema integrato di trasporto è stato studiato nella prospettiva dei prossimi 25 anni, e scaturisce dall'analisi dello sviluppo

previsto della conurbazione e dalla necessità di dare avvio al riequilibrio funzionale dell'area, che - al momento della progettazione - si trovava investita per un verso da seri problemi di congestione, per l'altro dal sempre più accentuato ruolo dell'area come luogo di erogazione di servizi per l'intera conurbazione cagliaritana.

Come specificato successivamente, già nel vecchio P.R.G. di Cagliari la pianificazione attribuì a quest'area la destinazione di polo universitario, riservando

al suo sviluppo ampie superfici. La concentrazione di importanti servizi non può naturalmente prescindere dall'adeguamento della viabilità esistente, che al momento della progettazione era evidentemente sottodimensionata, anche maggiormente in proiezione futura, quando il polo universitario sarà a regime. La realizzazione di un cavalcavia che consentisse l'accesso diretto al polo universitario da ciascuna direzione di provenienza e l'eliminazione dell'intersezione a raso si allineava quindi a



La Cittadella universitaria e il Policlinico; sullo sfondo il cantiere per il nuovo ponte e l'abitato di Monserrato (foto Aeronike - 9 maggio 2009)

quanto previsto dagli strumenti di pianificazione territoriale.

L'infrastruttura in progetto, a ridosso dell'area vasta, rappresentata dalla S.S. 554, svolge anche funzioni di riequilibrio e ripartizione della circolazione gravante sui comparti al contorno. Tali aree fanno parte della conurbazione cagliaritana, e nel tempo stanno assumendo sempre più anche ruolo di aree residenziali e commerciali della conurbazione stessa. L'infrastruttura anzidetta, in considerazione di queste funzioni primarie di tipo urbano, è interessata da consistenti relazioni di spostamento di tipo ricorrente e dunque fortemente condizionato dai costi di trasporto legati al tempo, al confort e alla sicurezza del trasporto stesso. Per tali motivi la progettazione è stata guidata soprattutto dalle trasformazioni del traffico nel medio e lungo periodo, le quali avranno forti riflessi sulla funzionalità delle intersezioni.

La nuova infrastruttura, infatti, sarà sempre più interessata anche da traffico locale interquartiere, mentre le intersezioni con la viabilità principale

assicureranno, oltre che le immissioni territoriali tra i versanti di collegamento. Per il livello di servizio offerto, la nuova infrastruttura sarà altresì destinata ad accogliere flussi che precedentemente erano costretti a percorrere altre direttrici, più lunghe ma meno congestionate. Queste funzioni hanno implicato la ricerca di una soluzione planimetrica delle intersezioni che permettesse di realizzare qualsiasi manovra di svolta senza interferire con i flussi di traffico principali, soluzione individuata in uno svincolo a livelli sfalsati.

Lo strumento urbanistico

L'area di realizzazione dello svincolo risulta interamente ricadente nel territorio comunale di Monserrato e interessa sostanzialmente la zona dell'attuale intersezione a raso tra le due stesse strade, se si eccettuano, naturalmente, gli spazi che occupati dalle nuove rampe e corsie. Lo strumento urbanistico vigente al momento della predisposizione del progetto (2001- 2002) nel Comune di Monserrato era il vecchio

Piano Regolatore Generale di Cagliari, realizzato quando Monserrato non era ancora comune autonomo. Per il territorio comunale erano quindi ancora valide le zonizzazioni previste in tale documento.

Per quanto riguarda l'area oggetto d'intervento, lo strumento urbanistico vigente prevedeva due differenti destinazioni d'uso: zona G2 e zona H. Con tale zonizzazione, il Comune di Cagliari riservava ampie superfici al polo universitario, ben maggiori di quelle che poi sono state effettivamente utilizzate per la realizzazione della cittadella stessa.

Per avere un quadro complessivo dei vincoli che potevano condizionare la realizzazione dell'opera progettata, in base alle indicazioni regionali per la disamina della vincolistica si fece riferimento:

- ai vincoli paesaggistici (legge regionale 45/89);
- ai vincoli per le aree di rilevanza naturalistico ambientale (legge regionale 31/89);
- ai vincoli di natura idrogeologica

Tabella 1. Studio sui flussi di traffico (1998)

sezione stradale	direzione	veicoli/h
S.S. 554 a est dell'incrocio	est	1.847
	ovest	762
S.S. 554 a ovest dell'incrocio	est	881
	ovest	1.780
S.P. 8 a nord dell'incrocio	sud	178
	nord	547
S.P. 8 a sud dell'incrocio	sud	193
	nord	375

Tabella 2. Traffico rilevato nel 2002

sezione stradale	direzione	veicoli/h
S.S. 554 a est dell'incrocio	est	839
	ovest	2.299
S.S. 554 a ovest dell'incrocio	est	1.005
	ovest	2.129
S.P. 8 a nord dell'incrocio	sud	542
	nord	1.009
S.P. 8 a sud dell'incrocio	sud	545
	nord	656

Volumi di traffico automobilistico all'intersezione fra la S.S. 554 e la S.P. 8

- (R.D.L. n. 3267/1923 e legge 3917/1977);
- d) ai vincoli su beni storico-artistico-archeologico-architettonici (D.Lgs. 490/99);
- e) ai vincoli connessi alla presenza di un'area individuata come "sito di interesse comunitario" (D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997).

Generalità sul territorio

Il sito in esame è ubicato interamente nel territorio comunale di Monserrato, prossimo al confine con il limite territoriale del Comune di Sestu. L'area risulta essere individuata nella tavoletta IGM in scala 1:25.000 al foglio n. 557 - Sez. III Cagliari. L'area è individuabile nella nuova Carta tecnica della Sardegna in scala 1:10.000 nella sezione n. 557100 - Monserrato. La località di ubicazione del nuovo svincolo a livelli sfalsati coincide con il preesistente incrocio a raso tra la S.S. 554 e la S.P. 8 per Sestu, all'ingresso settentrionale dell'abitato di Monserrato. Proseguendo lungo la S.P. 8, a circa 500 metri dall'incrocio, si trovano la Cittadella universitaria e il Policlinico. La zona, posta a circa 25 m s.l.m., è caratterizzata da morfologia sub-pianeggiante che si solleva fino a 49 m s.l.m. verso ovest in corrispondenza del colle Terra 'e Teula posto all'ingresso dell'abitato di Monserrato.

L'area è caratterizzata dalla presenza di alcune attività commerciali/industriali dislocate essenzialmente lungo la S.S. 554 e all'ingresso dell'agglomerato urbano. Si riscontra inoltre la presenza di alcune abitazioni sulle pendici del colle Terra 'e Teula e sul versante

occidentale della S.P. 8. Il resto dell'area di studio è costituito da terreni a destinazione agricola e da aree di proprietà dell'Università.

Analisi della viabilità

La strada statale 554 riveste un ruolo di fondamentale importanza nel sistema metropolitano cagliaritano; essa costituisce infatti il passaggio obbligato per quanti si spostano dalle lungo l'asse ovest-est senza attraversare l'area metropolitana (si pensi al traffico tra i comuni di Quartu, Quartucciu, Selargius e Monserrato verso e dall'area industriale di Macchiareddu, da e verso l'aeroporto di Elmas, da e verso il centro di Cagliari che ospita tutte le istituzioni di importanza provinciale e regionale) e per quanti la attraversano per gli spostamenti tra Cagliari e il resto della provincia (oltre alla stessa Cittadella universitaria). Il flusso medio su base annua è quantificabile nel range 20.000-25.000 veicoli/giorno: è questo un valore di intensità di traffico elevatissimo, uno dei più elevati raggiunti in Sardegna da una rete di scorrimento urbana, seconda solo al traffico del viale Marconi tra Cagliari e Quartu.

La S.P. 8 riveste altresì importanza dal punto di vista degli spostamenti abituali da e verso il polo universitario. Uno studio effettuato dal Centro di Ricerca di modelli di mobilità (CRIMM) del Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università di Cagliari ha calcolato - sia tramite misure sperimentali dei flussi di veicoli sia tramite modelli statistici di assegnazione dei flussi di veicoli alla rete stradale sulla base delle matrici O/D - il traffico veicolare che insiste

sulle due strade oggetto di studio. In particolare il modello di simulazione è stato fatto convergere ai dati sperimentali disponibili, in modo da ridurre al minimo il divario tra modellizzazione e situazione reale. Dal modello di assegnazione risultano nella fascia oraria 8.00 - 9.00 (ora di punta mattutina) mediamente 3.280 veicoli in transito nell'intersezione in esame, distribuiti secondo la tabella 1.

Accanto al modello di assegnazione appena descritto, nell'ottobre 2002 furono effettuati alcuni rilievi del traffico nell'intersezione in esame, in considerazione del fatto che le misure effettuate a cura dell'Università risalivano al 1998, periodo nel quale il polo universitario non era ancora a regime. I rilievi, effettuati nella fascia oraria 8.00 - 9.00, hanno dato i risultati riportati nella tabella 2. Si ha un volume di traffico di circa 4.500 veicoli/ora, con un incremento, rispetto ai dati del 1998, di circa il 37%, a significare quanto la piena funzionalità del polo universitario incida sul traffico veicolare nell'incrocio oggetto di studio.

Approfondendo l'analisi dei dati, l'incremento dell'intensità di traffico negli ultimi quattro anni ha riguardato tutte le componenti, ma in particolar modo i movimenti di attraversamento della S.S. 554. Se infatti i movimenti lungo la S.S. 554 sono aumentati mediamente del 15-19%, i movimenti trasversali sono mediamente più che raddoppiati in entrambe le direzioni (da e verso l'incrocio in oggetto), a significare l'importanza rivestita dalla Cittadella universitaria come polo di generazione/attrazione di domanda di trasporto.

Nell'ora di punta mattutina il volu-

me di traffico rilevato causava notevoli disagi per gli utenti, in particolare per quelli provenienti da Monserrato: le caratteristiche della strada e il lungo ciclo semaforico provocavano code e rallentamenti, portando l'attesa al semaforo su tempi prossimi ai trenta minuti. La situazione era migliore per gli utenti che si spostano lungo la 554, che potevano contare su un tempo di semaforo verde più lungo e su una capacità della strada decisamente superiore.

Analisi dell'assetto territoriale

L'assetto del territorio è condizionato dall'ancora parziale raggiungimento dell'ipotizzato sviluppo della zona legato alla Cittadella universitaria ed al Policlinico. Coesistono infatti numerosi elementi con caratteri prettamente rurali accanto all'agglomerato della cittadella, tali da non far emergere un assetto ben definito, ma ancora caotico e ibrido.

È importante sottolineare che comunque negli ultimi anni (a far data dal 2002), con l'avvio operativo della Cittadella e del Policlinico, si è consolidato il bacino di utenza della zona. Quest'ultimo può essere quantificato in circa 4.000 presenze/giorno nella situazione attuale. Accanto infatti ai circa 500 dipendenti della Cittadella universitaria ed ai circa 500 dipendenti del Policlinico, deve considerarsi la presenza giornaliera di circa 2.000 studenti, di circa 500 pazienti ed altrettanti utenti accompagnatori.

Nel breve periodo è previsto un aumento dell'utenza della struttura sanitaria ed un aumento della popolazione universitaria per via del completamento dell'inserimento dei dipartimenti universitari, che porterà ad una presenza di complessive 5.000 utenze/giorno. Nel medio termine è altresì previsto un ulteriore sviluppo del bacino di utenze con la realizzazione della palestra e delle strutture sportive del CUS.

Al momento della progettazione non fu possibile invece stabilire delle previsioni sullo sviluppo della conurbazione cagliaritano con realizzazione di zone residenziali e commerciali.

Inquadramento geologico

Come si evince dalla relazione geologica-geotecnica allegata al progetto, il substrato geologico dell'area è ca-

ratterizzato dalla presenza di sedimenti litificati di origine marina: marne, argille marnose e siltiti marnose datate al Miocene medio, che si ritrovano sub affioranti nell'area di studio e sicuramente presenti sino ad almeno trenta metri dal piano di campagna. Nella parte alta, a circa 1-1,5 metri dal piano di campagna, la serie di sedimenti marini è chiusa da un orizzonte irregolare di sabbie limose quarzoso-feldspatiche, di colore giallastro, stratificate e presumibilmente facenti parte della formazione delle arenarie di Pirri (Miocene medio superiore). Tale substrato è ricoperto da sedimenti sciolti di ambiente continentale (depositi alluvionali del quaternario antico, costituiti da orizzonti ciottolosi in matrice in genere limoso-argillosa). Nelle vallecole sono presenti sedimenti limoso-argillosi con percentuali variabili di scheletro ciottoloso derivanti dallo smantellamento ed erosione in prevalenza delle alluvioni ciottolose antiche sottostanti.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area è parte dell'unità dei rilievi collinari marnosi e delle valli associate, caratterizzate da forme arrotondate e modeste pendenze. È inoltre presente un elemento morfologico di origine antropica, rappresentato da una trincea destinata ad una linea ferroviaria mai attivata, che attraversa l'area di progetto in direzione circa est-ovest. La trincea è caratterizzata da scarpate inclinate a 45° circa scavate nella sequenza marnoso-arenacea che costituisce il substrato geologico dell'area, dimostratesi stabili a lungo termine, essendo interessate solo localmente da modesti fenomeni di assestamento superficiale.

L'area di progetto è compresa nel bacino del rio Saliu, che ha una superficie di canalizzato nella sua parte terminale. Lo svincolo è posto in destra idrografica e non è sotteso a porzione significativa di bacino idrografico. Il bacino sotteso ha una superficie di circa 0,15 km² e l'asta principale ha una lunghezza di circa 640 metri. La sua portata centennale, in condizione di precipitazioni intense, è valutabile in 5-6 m/s.

Per quanto riguarda la presenza di livelli di falda, i sondaggi geognostici hanno dato esito negativo. La sequenza stratigrafica è costituita da orizzonti marnosi, impermeabili o di bassa

permeabilità, con locali intercalazioni arenacee o marnose arenacee, in cui potrebbero potenzialmente svilupparsi modesti deflussi per porosità e/o fratturazione.

Uso del suolo

Il sito oggetto di studio riporta i tratti caratteristici della periferia urbana, con vaste superfici in stato di abbandono, alcune attività commerciali/artigianali e qualche edificio ad uso residenziale. L'area prossima all'incrocio è caratterizzata da un avanzato stato di degrado del terreno, spesso abbandonato, o comunque caratterizzato da un utilizzo agricolo non specializzato.

Detti suoli risultano, almeno in parte, formati o pesantemente modificati da sterri (più o meno abusivi), scaricati negli anni dalle attività edilizie dell'area metropolitana o dalle attività di manutenzione delle strade limitrofe. Le scarse attività drenanti dipendono invece proprio dalle caratteristiche geopedologiche dell'area, in cui è forte ed evidente la presenza di strati d'argilla ad appena cm 70/100 di profondità. Parte di questi terreni è di proprietà dell'Università, che non ne aveva individuato una possibile destinazione d'uso al momento della progettazione.

Scendendo nel dettaglio dell'uso attuale del suolo, si può segnalare che il versante orientale del colle Terr'e teula è caratterizzato dalla presenza di diversi edifici ad uso residenziale, alcuni di recentissima costruzione, di alcune piccole attività artigianali e commerciali e ancora da terreni incolti. Lungo la via San Fulgenzio (strada di accesso a Monserrato) si trovano alcune attività di rimessaggio e sosta per mezzi pesanti e un distributore di carburante. Sulla destra, verso l'intersezione oggetto di studio, si trova una vasta area incolta delimitata, oltre che dalla strada, dalla trincea ferroviaria (mai entrata in servizio) di proprietà delle Ferrovie della Sardegna. Lungo la S.S. 554, dal lato interno, in prossimità dell'incrocio, trovavano collocazione alcune attività commerciali/artigianali marginalmente interessate dai lavori dello svincolo. Esiste, infine, un gruppo di edifici ad uso residenziale sulla sinistra della S.P. 8 verso la Cittadella universitaria.

Andrea Gardu