

Le infrastrutture di trasporto

Parco veicolare e mobilità

Il trasporto attraverso le Alpi

Incidenti con conseguenze ambientali

Trasporti e soluzioni sostenibili

Foto: Linea Alta Capacità Torino-Milano - L. Beccati

Trasporti e mobilità

6



Il settore dei trasporti è senza dubbio strategico e fondamentale per lo sviluppo economico della società, tuttavia a volte il suo sviluppo “non sostenibile” comporta impatti significativi sia in termini ambientali che di costi per la salute pubblica.

Allo stato attuale due sono le tendenze dominanti nel settore dei trasporti, la prima è la crescita della domanda di mobilità e la seconda l'aumento del trasporto stradale, che implicano una serie di pressioni dirette e indirette sulle risorse ambientali (il consumo di risorse energetiche, l'inquinamento atmosferico, acustico, idrico, dei suoli, ecc).

In questi ultimi anni sono stati effettuati notevoli miglioramenti tecnologici nell'efficienza dei motori ma questi non hanno controbilanciato la crescita del traffico, contribuendo ad una diminuzione delle emissioni complessive solo di alcuni inquinanti (monossido di carbonio, biossido di zolfo, benzene). All'interno di questo capitolo si è cercato di fornire un quadro complessivo sui trasporti, attraverso il popolamento di alcuni indicatori, presentati a livello nazionale all'interno dell'annuario dei dati ambientali

redatto dall'APAT (2004). Tali indicatori erano stati a loro volta selezionati tra quelli proposti dall'EEA all'interno dell'annuale rapporto TERM (*Transport and Environment Reporting Mechanism*) che stima le tendenze dei trasporti attraverso un numero di indicatori relativamente complessi che valutano le integrazioni ambientali con le politiche del settore.

Il 21 maggio 2004 il governo ha emanato il DLgs 171, in attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. Il decreto individua gli strumenti per assicurare una riduzione delle emissioni annue in modo che i valori rispettino entro il 2010 i limiti nazionali di emissione stabiliti nell'allegato I della legge.

All'articolo 3 del decreto viene riportato il programma nazionale di riduzione delle emissioni, che comprende le misure da adottare per gli impianti termici per uso civile, attività agricole e zootecniche, attività industriali e per il trasporto stradale, in attuazione degli impegni sottoscritti dall'Italia con il Protocollo di Göteborg, firmato il 1° dicembre 1999.

Indicatore / Indice	DPSIR	Fonte dei dati	Unità di misura	Copertura geografica	Anno di riferimento	Disponibilità dei dati
Infrastrutture stradali	D	Gestori Autostrade	km	Per tratta	2001-2005	+++
Infrastrutture ferroviarie	D	RFI	km	Per tratta	2003-2005	+++
Traffico aereo	D	Gestori Aeroporti	numero aerei	Puntuale	2001-2005	+++
Parco veicolare	P	ACI	numero veicoli	Provincia Regione	2003-2004	+++
Tasso di motorizzazione	P	ACI	abitante/ autovetture	Provincia Regione	2003-2004	++
Vendita prodotti petroliferi	P	Bollettino Petrolifero Nazionale	tonnellate/ anno	Provincia Regione	2004	+
Incidenti con conseguenze ambientali	I	Arpa Piemonte	numero	Puntuale	2005	+++

Metropolitana di Torino - Treno VAL 208



Foto: Archivio GTT

6.1 LE FONTI DI PRESSIONE

6.1.1 Le infrastrutture di trasporto

Le infrastrutture di trasporto (stradali, ferroviarie e aeroportuali) sono le principali determinanti da cui si originano non solo le pressioni che concernono i trasporti, ma anche tematiche a questi correlate, come l'inquinamento acustico.

Per quanto riguarda il numero di passeggeri non risultano ulteriori aggiornamenti rispetto allo scorso anno; è stato tuttavia possibile reperire nel dettaglio il dato relativo al traffico dei passeggeri presso l'aeroporto Torino Caselle durante il periodo olimpico e raffrontarlo con il traffico del 2005, dal cui confronto emergono ovviamente degli incrementi. Tutti gli ulteriori approfondimenti relativi alle infrastrutture di trasporto sono trattati in maniera esaustiva nel capitolo "rumore".

Tabella 6.1 - Infrastrutture stradali, estensione lineare e veicoli in transito

Autostrada	km	2001	2002	2003	2004	2005
numero veicoli						
Torino - Milano	105	16.443.980	16.632.685	17.195.150	16.236.295	16.719.920
Torino - Piacenza	100	12.019.450	12.006.310	12.368.755	11.099.650	12.393.575
Torino - Savona	84	5.990.380	6.299.535	6.768.560	6.862.730	6.804.695
Alessandria - Gravellona Toce	161	5.650.930	5.893.655	6.928.360	6.307.930	6.133.460
Torino - Bardonecchia	76	9.494.745	9.225.740	9.340.715	9.074.265	4.278.165
Torino - Quincinetto	51	6.411.590	6.769.290	7.230.285	7.433.955	7.866.115
Ivrea - Santhià	24	5.144.675	5.735.975	6.384.945	6.030.165	6.141.490
Tangenziale di Torino	78					
Totale	679	61.155.750	62.563.190	65.516.770	63.044.990	60.337.420

Fonte: Gestori Autostrade

Tabella 6.2 - Infrastrutture ferroviarie, estensione lineare e treni in transito

Tratto ferroviario	km	2003	2004	2005
numero treni				
Torino - Alessandria	90	66.313	62.363	54.136
Torino - Savona	114	32.610	39.733	40.231
Torino - Modane	102	37.727	42.932	35.712
Torino - Novara	98	72.508	87.026	93.827
Totale	404	209.161	232.054	223.906

Fonte: RFI

Tabella 6.3 - Aeroporti, veicoli commerciali e di aviazione generale (in transito verso il territorio piemontese)

Aeroporto	2001	2002	2003	2004	2005
numero aerei					
Torino - Caselle	58.216	53.952	51.150	54.641	54.008
Milano - Malpensa		63.875	62.985	61.200	70.045
Cuneo - Levaldigi	16.978	12.861	10.705	10.909	8.047
Totale		130.688	124.840	126.750	132.100

Fonte: Società Azionaria gestione Aeroporto Sagat, Geac, Olimpica Airport (Levaldigi), SEA Aeroporti Milano

Nella tabella 6.4 vengono riportati i dati inerenti al traffico aereo specifici per il periodo olimpico (febbraio

2006) che ha visto l'aeroporto di Torino incrementare il numero di voli rispetto allo scorso anno.

Tabella 6.4 - Aeroporto Torino Caselle, dettaglio numero passeggeri, periodo olimpico

Mese	2005	2006	Variazione % 2006-2005
Gennaio	286.726	260.461	- 9,2
Febbraio	563.488	581.495	+3,2
Marzo	872.580	882.974	+1,2
Aprile	1.129.090	1.158.210	+2,6

Fonte: Sagat

6.2 I FATTORI DI PRESSIONE

6.2.1 Il Parco veicolare

Nelle tabelle 6.5 e 6.6 vengono riportati i dati relativi al parco veicolare per gli anni 2003/2004.

Dall'analisi dei dati è possibile osservare come gli andamenti dei valori a livello provinciale siano del

tutto analoghi a quelli di dettaglio comunale; si rileva una diminuzione nel numero di autovetture e del cosiddetto traffico pesante, mentre risulta in entrambe le realtà in evidente aumento il numero dei motocicli in circolazione.

Tale tendenza pare dunque sottolineare una preferenza a servirsi di mezzi più leggeri e di facile manovrabilità in particolare in ambiente urbano.

Tabella 6.5 - Parco veicolare, dettaglio provinciale

Province	Autobus		Autovetture		Autocarri		Motocicli		Motrici	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
AL	607	639	265.018	262.376	34.037	30.984	32.637	33.683	2.055	2.093
AT	303	313	131.693	131.728	21.114	19.231	15.161	15.522	669	670
BI	291	301	128.000	125.096	15.971	13.814	14.173	14.604	185	194
CN	922	930	351.053	354.593	58.687	50.678	39.995	41.933	2.175	2.249
NO	427	430	219.387	218.222	27.081	24.168	23.980	24.877	846	821
TO	3.110	3150	1.422.627	1.375.210	162.997	133.166	144.518	147.969	3.986	4.039
VB	156	158	98.717	97.860	12.481	11.464	13.389	13.636	274	274
VC	111	109	113.915	112.640	14.472	12.799	11.530	11.855	344	336
Piemonte	5.927	6.030	2.730.410	2.677.725	346.840	296.304	295.383	304.079	10.534	10.676

Fonte: ACI

Tabella 6.6 - Parco veicolare, dettaglio comunale

Comuni	Autobus		Autovetture		Autocarri		Motocicli		Motrici	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
AL	255	278	56.174	54.860	6.296	5.442	6.528	6.595	117	108
AT	103	102	47.140	46.832	6.466	5.670	5.654	5.677	231	224
BI	205	213	33.418	31.818	3.568	2.937	6.614	3.680	29	29
CN	140	132	36.297	36.278	5.060	3.951	4.094	4.238	291	301
NO	194	196	64.217	63.235	6.253	5.297	6.798	6.940	254	236
TO	2.101	2.089	602.045	561.934	61.496	48.739	52.867	53.429	1.470	1.417
VB	79	80	19.261	19.124	2.159	1.902	3.080	3.183	56	56
VC	24	18	30.546	30.093	3.314	2.796	3.153	3.185	119	108

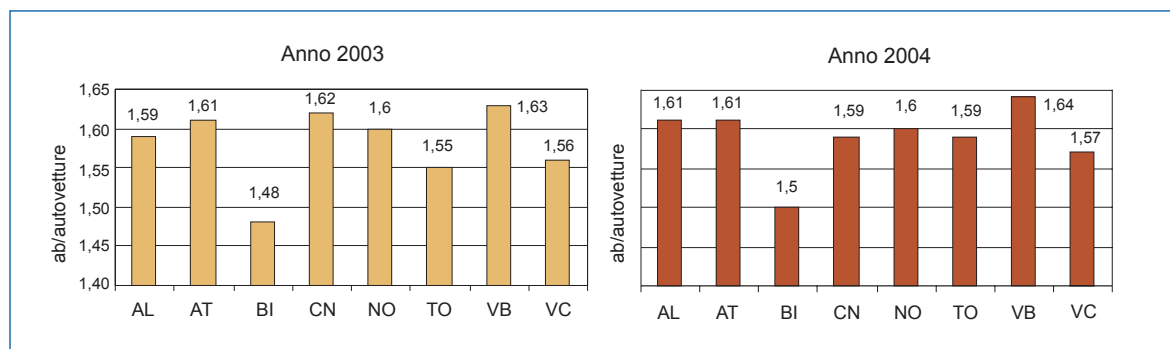
Fonte: ACI

6.2.2 Tasso di motorizzazione

Attraverso il confronto tra i due grafici di figura 6.1, è possibile rilevare come per alcune province, quali Alessandria, Biella, Torino e Vercelli, il tasso sia

aumentato, implicando quindi un numero minore di vetture pro capite, mentre per quanto riguarda la provincia di Cuneo, il tasso è diminuito, evidenziando quindi che in questa provincia il numero di vetture pro capite è aumentato.

Figura 6.1 - Tasso di motorizzazione, dettaglio provinciale - anni 2003-2004



Fonte: ACI, Annuario Statistico Regionale, 2005

L'Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti (ISFORT) nel 2005, come ogni anno, ha pubblicato le "Statistiche Regionali sulla Mobilità". Di seguito vengono riportati schematicamente alcuni dati inerenti la mobilità in Piemonte, allo scopo di fornire un quadro sintetico e riassuntivo della modalità con cui individualmente i piemontesi utilizzano i mezzi di trasporto pubblici e privati. Dall'analisi dei dati, confrontati con quelli contenuti nella precedente indagine ISFORT (anno 2002) pubblicati sul rapporto Stato Ambiente edizione 2004, appare in netta diminuzione l'utilizzo di modalità sostenibili di trasporto, quali ad esempio "a piedi o in bici" che passa dal 29% nel 2002 al 22 % nel 2005. Al contrario si registra un aumento nell'utilizzo di mezzi a motore che passano da 69% nel 2002 a 77% nel 2005.

Indicatore	Anno	Unità di misura	Dato
Diario di mobilità/ Spostamenti			
Spostamenti medi giornalieri	2005	numero	2,90
Percentuale di spostamenti per tipo di attività (esclusi quelli verso la propria abitazione)			
Lavoro/Studio	2005	%	44,7
Gestione familiare	2005	%	31,2
Tempo libero	2005	%	24,2
Modalità utilizzate (% spostamenti per modalità)			
A piedi/bici	2005	%	22,3
Mezzi a motore	2005	%	77,7
Orari (% di spostamenti)			
Prima delle 7.00	2005	%	6,9
Tra le 7.00 e 9.00	2005	%	38,2
Tra le 9.00 e 13.00	2005	%	19,6
Tra le 14.30 e 17.00	2005	%	16,0
Tra le 17.00 e 20.30	2005	%	8,7
Dotazione dei mezzi (autoveicoli per tipologia)			
Autovetture private	2003	%	78,4
Autobus	2003	%	0,2
Veicoli trasporto merci	2003	%	12,5
Motoveicoli	2003	%	8,9

Fonte: Isfort, Audimob: Osservatorio sulla mobilità degli italiani

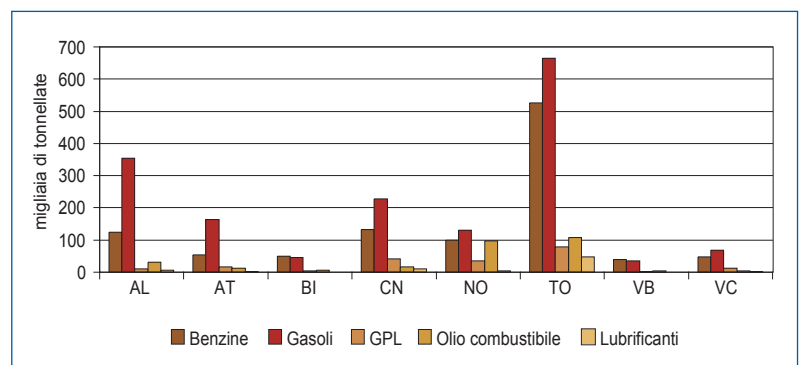


Foto: F. Regis

6.2.3 I consumi

Il consumo dei prodotti petroliferi nel 2004 ha subito un lieve aumento rispetto al 2003 (Bollettino Petrolifero Nazionale), in particolare per quanto concerne la vendita di gasolio le cui vendite sono aumentate in particolare nelle province di Cuneo, Novara e Torino.

Figura 6.2 - Vendite dei prodotti petroliferi dettaglio provinciale - anno 2004



Fonte: Bollettino Petrolifero Nazionale

6.3 IL TRASPORTO ATTRAVERSO LE ALPI

Il trasporto attraverso le Alpi presenta numerose sfaccettature ed essendo un argomento di notevole attualità e delicatezza richiede uno specifico approfondimento.

Infatti lo sviluppo dei trasporti su gomma e rotaia sia di persone che di merci, a livello intra-alpino e transalpino, può essere associato ad un potenziale impatto e comporta rischi specifici, sia per l'ambiente alpino che per la salute e la qualità della vita della popolazione.

Il traffico nelle Alpi interessa aree caratterizzate da ecosistemi e paesaggi sensibili, che rappresentano un patrimonio naturale unico ed eccezionale, inoltre le condizioni geografiche e topografiche fanno sì che l'azione degli inquinanti si manifesti diversamente rispetto alle zone di pianura.

Per l'importanza dell'argomento il trasporto nelle Alpi è uno dei principali campi di applicazione della Convenzione delle Alpi.

La "Convenzione delle Alpi" è un accordo firmato nel 1991 da 8 paesi alpini (Germania, Austria, Francia, Italia, Liechtenstein, Monaco, Slovenia, Svizzera), che ha l'obiettivo di favorire la tutela delle Alpi e il loro sviluppo sostenibile.

A tale proposito durante la VIII Conferenza delle Alpi, svoltasi nel novembre 2004, si è affrontato il "Protocollo Trasporti", al fine di attuare un approccio concreto e di proporre soluzioni operative per l'applicazione del suddetto protocollo.

Nello specifico il "Protocollo Trasporti" prevede l'attuazione di una politica sostenibile tesa a:

- ridurre gli effetti negativi e i rischi derivanti dal traffico intraalpino e transalpino, rendendolo tollerabile per l'uomo, la fauna, la flora e i loro *habitat*;
- contribuire allo sviluppo sostenibile dello spazio vitale e delle attività economiche;
- garantire il traffico transalpino incrementando l'efficiacia e l'efficienza del trasporto e favorendo i vettori meno inquinanti.

Galleria Frejus, portale ovest, lato francese



Foto: G. Margjotta

Il Protocollo prevede inoltre una serie di impegni volti all'adozione di specifiche misure, organizzate su tre livelli:

1. strategie, programmi e progetti
2. misure tecniche
3. monitoraggio e controllo

6.3.1 Il trasporto merci nelle Alpi

Negli ultimi 20 anni, il trasporto merci attraverso le Alpi ha avuto uno sviluppo notevole, infatti in seguito all'unione monetaria è aumentata la mobilità e la movimentazione delle merci e, nonostante le difficoltà topografiche, le infrastrutture di trasporto sull'arco alpino hanno subito un notevole sviluppo.

Il trasporto merci attraverso le Alpi, in corrispondenza dei principali valichi della dorsale alpina, risulta in aumento nel periodo compreso tra il 1994 e il 2002. La crescita di tale trasporto ha avuto sviluppi differenziati, infatti mentre la quantità di merce trasportata su gomma è all'incirca raddoppiata, il movimento su rotaia è cresciuto in maniera più moderata risultando all'incirca la metà di quello su gomma (AA.VV. 2004, sito www.are.admin.ch/are/it/verkehr/alpinfo/).

I dati sul trasporto alpino, però, risultano alquanto discordanti, infatti, dall'ultimo notiziario ALPINFO 2004, *report* annuale sul trasporto alpino, si eviden-

Tabella 6.7 - Traffico merci attraverso le Alpi (traffico interno, d'importazione, d'esportazione e di transito)

Valico/traforo	1994		2000		2003		2004	
	su strada	su ferrovia	su strada	su ferrovia	su strada	su ferrovia	su strada	su ferrovia
milioni di tonnellate nette								
Monginevro			1.4		0.6		0.4	
Moncenisio		7.7		9.4		7.8		6.9
Frejus	12.2		25.8		20.7		18.6	

Fonte: Rapporto Alpinfo 2004

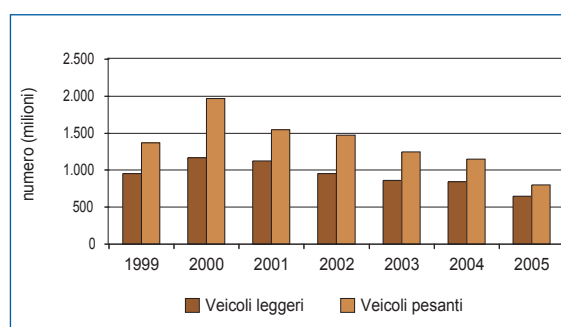
zia che all'interno dell'arco occidentale (confine Italo-Francese da Moncenisio a Monte Bianco) si registra una sensibile diminuzione delle tonnellate di merci trasportate via Monte Bianco e via Frejus, dal 2000 al 2004. Tale dato è in controtendenza rispetto al resto dell'arco alpino. Pare tuttavia che questo calo sia avvenuto senza riduzione del numero di autoveicoli pesanti, con una diminuzione dell'efficienza del trasporto su strada, ovvero una riduzione del peso delle merci e più viaggi a vuoto.

Nella tabella 6.7 vengono riportati i dati relativi al trasporto delle merci attraverso e in transito nelle Alpi piemontesi, desunti dal rapporto ALPIINFO 2004. Per quanto concerne il valico del Monginevro, non sono disponibili dati storici; in ogni caso tale valico nel 2004 ha fornito un contributo secondario (400.000 tonnellate di merce) in sostanziale decremento rispetto agli anni precedenti. Per la tratta Torino-Lione, il rapporto ALPIINFO evidenzia una diminuzione nell'utilizzo della ferrovia; pare infatti che nel 2004 sia stato registrato uno dei livelli più bassi dell'ultimo trentennio.

6.3.2 Traforo del Frejus

Ogni anno numerosi automobilisti e camionisti attraversano il traforo del Frejus, passando da una parte all'altra della catena alpina, mediante un *tunnel* lungo circa 13 km, largo 9 m, con un'unica pendenza in salita del 0,54% nel senso di marcia Francia-Italia. Al fine di rendere maggiormente esaustive le informazioni sul traffico attraverso le Alpi si riporta in figura 6.3 il *trend* sull'utilizzo del *tunnel* da parte dei veicoli leggeri e pesanti.

Figura 6.3 - Transito al traforo del Frejus



Fonte: Sitaf



Foto: F. Regis

box 2 Fauna selvatica e infrastrutture lineari

Alberto Maffiotti, Davide Vietti, Enrico Rivella - Arpa Piemonte

Negli ultimi anni la Direzione Territorio Rurale regionale e Arpa Piemonte, partecipando alle procedure di valutazione di impatto ambientale delle infrastrutture lineari di trasporto (strade e ferrovie), hanno constatato che i progetti presentati sovente dimostravano una scorretta impostazione nell'affrontare il problema degli attraversamenti per la fauna selvatica. Le cause di tali carenze sono da ricercare nella ridotta sensibilità a queste problematiche degli Enti proponenti le opere, nella scarsità di bibliografia disponibile sull'argomento e nella mancanza di indicazioni e di norme specifiche da parte della Pubblica Amministrazione.

E' necessario invece dare maggiore consistenza alle misure di mitigazione dell'effetto di barriera ecologica delle strade e del conseguente rischio di collisioni tra autoveicoli e animali in transito sulla carreggiata. Arpa è un soggetto che svolge un ruolo di concreta contestualizzazione della previsione di impatto in termini di perdite di habitat e interferenza con la fauna vertebrata per le nuove infrastrutture in progetto, promuovendo contemporaneamente il superamento della genericità con cui questa componente viene abitualmente affrontata negli studi di impatto ambientale.

Una progettazione accurata parte da uno studio approfondito del territorio coinvolto e delle popolazioni animali che lo abitano e prevede la realizzazione degli opportuni passaggi per la fauna nei tratti in cui è maggiore il pericolo di attraversamento. E' necessario

quindi focalizzare l'attenzione da una parte verso una corretta progettazione degli interventi di permeabilizzazione faunistica, dall'altra verso una conoscenza del territorio tale da facilitare l'individuazione dei principali tratti stradali in cui è prevedibile una maggior densità di fauna che possa accedere alla carreggiata.

Inoltre, permettere a piccoli e grandi mammiferi, agli anfibi e ai rettili di attraversare una strada o una ferrovia senza rischiare di essere investiti significa non solo contribuire alla conservazione della biodiversità ma anche aumentare la sicurezza stradale e ridurre la spesa sostenuta dalla collettività a causa degli incidenti che coinvolgono la fauna selvatica.

In prima istanza si è constatato che le prescrizioni generiche che permettevano la dotazione della nuova infrastrutture di un passaggio per la fauna portavano i gestori dell'opera stradale a considerare come strutture di permeabilizzazione faunistica tombini e scotolari, comunque realizzati per le esigenze idrauliche dell'opera, che non risultano idonei all'effettivo utilizzo da parte della fauna, anche perché spesso non calibrati sulle specie presenti in loco, con le loro esigenze ecologiche e con le probabili direttrici di spostamento della fauna. Ogni gruppo faunistico e talvolta anche ogni specie ha proprie esigenze e non esiste un sistema "universale" che faciliti il transito (anche se spesso il passaggio viene utilizzato da diverse specie tra loro molto differenti); è pertanto necessario dimensionare e strutturare l'intervento sulle specie più vulnerabili, analizzando le loro preferenze ecologiche per comprendere in quali tratti si

possono concentrare i movimenti faunistici.

L'impegno a riesaminare uno specifico progetto in fase di approvazione del progetto esecutivo, per verificare l'ottemperanza della prescrizione VIA, ha portato Arpa a ricercare casi applicativi in quei paesi d'Europa in cui su questi aspetti si è intervenuti già da tempo con esperienze ormai consolidate. In questo contesto è nata l'esigenza di una stretta collaborazione tra Arpa e l'Osservatorio Faunistico Regionale che si è concretizzata con la pubblicazione di linee guida per facilitare l'individuazione delle migliori soluzioni progettuali, presentata il 3 aprile 2006 al convegno "Fauna Selvatica e Attività Antropiche: una convivenza possibile" presso il centro congressi Regione Piemonte.

La parte centrale del volume esamina i sistemi e le tipologie costruttive adatte a minimizzare l'impatto delle opere sulla fauna suddivise in due strategie di mitigazione possibili:

- la costruzione di passaggi per la fauna (mitigazioni attive);
- la realizzazione di misure destinate ad impedire l'accesso degli animali alla carreggiata (mitigazioni passive).

La prima affronta le diverse soluzioni tipologiche di attraversamento (vedi foto) con le necessarie opere di corredo, dalle recinzioni alla dispo-

Esempio di rinaturalizzazione di un rio e sottopasso idraulico attrezzato per il passaggio della fauna



sizione di inviti, alle piantagioni da affiancare al passaggio fauna; la seconda i sistemi di impedimento e dissuasione per l'accesso alla carreggiata (dissuasori ottici riflettenti, barriere olfattive e repellenti sonori) e la segnaletica stradale "dinamica" attivata da sensori.

Sono stati inoltre trattati due casi studio, l'esempio dell' Autostrada N1 Yverdon-Avenches nella Svizzera romanda e uno dei tratti più critici dell'intera rete stradale piemontese, la SS 24 "del Monginevro" tra Oulx e Cesana Torinese dove dall'inizio del 2000 a luglio 2003 sono stati rilevati almeno 9 sinistri con coinvolgimento

di ungulati selvatici e dove i censimenti faunistici effettuati denotano la presenza di abbondanti popolazioni di cervi e caprioli.

A quest'ultimo riguardo sono state avanzate alcune proposte di mitigazione e/o compensazione degli effetti barriera sulla strada esistente quali l'adeguamento di scatolari o rii come sottopassi faunistici, la realizzazione di piccoli tratti di recinzione per chiudere alla fauna selvatica punti di accesso alla strada particolarmente pericolosi, la concentrazione dell'attraversamento della carreggiata in punti appositamente individuati,

che possono essere segnalati agli automobilisti in modo "dinamico" (sensori collegati a segnaletica che si illumina quando si rileva una situazione di pericolo).

Il manuale presentato ha pertanto l'intento di fornire ai tecnici e alle pubbliche amministrazioni un valido strumento per progettare misure di mitigazione e ridurre l'impatto delle infrastrutture viarie sulla fauna selvatica, con l'augurio di intraprendere un'azione condivisa e rigorosa per il miglioramento delle strade presenti sul territorio piemontese.

6.4 IMPATTI DEL SETTORE

6.4.1 Incidenti con conseguenze ambientali

con la collaborazione di **Caterina Dibitonto** - Arpa Piemonte

Per quanto concerne gli impatti che si originano nel settore trasporti, si è deciso di trattare all'interno di questo capitolo gli incidenti con conseguenze ambientali, rimandando gli altri argomenti, quali il consumo di suolo, l'inquinamento acustico e le emissioni ai capitoli di specifica competenza.

Gli eventi accidentali connessi al trasporto di materie prime e di sostanze pericolose rappresentano un impatto potenziale non trascurabile per l'ambiente in grado di causare danni anche irreversibili agli ecosistemi naturali compromettendo le risorse naturali.

Dal database disponibile presso Arpa, risulta che l'Agenzia nell'anno 2005 si è attivata in sette casi di incidenti stradale aventi conseguenze ambientali. Tre incidenti avvenuti nella Provincia di Alessandria, due nella provincia di Torino e un incidente ciascuno nelle province di Novara e di Vercelli.

Tabella 6.8 - Incidenti con conseguenze ambientali - anno 2005

Comune	Provincia	Data	Tipologia di incidente
Cambiano	TO	27 febbraio	Rovesciamento di autoarticolato in una scarpata e perdita del carico costituito da prodotti fitosanitari in polvere
Novara	NO	10 marzo	Incendio a bordo di autotreno carico di batterie al piombo usate e destinate a smaltimento
Oglianico	TO	12 marzo	Incidente stradale con lieve perdita di carburante da uno dei veicoli coinvolti
Ronco Scrivia	AL	11 aprile	Incidente stradale con sversamento di idrocarburi sull'autostrada A7 MI-GE
Bosco Marengo	AL	13 aprile	Autoarticolato con serbatoio carburanti danneggiato causa uno sversamento di circa 1-2 quintali di gasolio nel condotto fognario che recapita in Rio Lovassina
Lignana	VC	13 luglio	Incidente con incendio e passaggio di inquinanti (gasolio, benzine) nel corso d'acqua contiguo
Casalino	AL	1 ottobre	Ribaltamento di un autoarticolato che trasporta policloruro di vinile

Fonte: Arpa Piemonte

6.5 LE RISPOSTE: TRASPORTI E SOLUZIONI SOSTENIBILI

6.5.1 Car Sharing

Tiziano Schiavon - *Car City Club Torino*

Promosso in Italia dal Ministero dell'Ambiente con l'intento di allentare l'impatto ambientale del traffico nei centri urbani, il *Car Sharing* propone un approccio inedito all'auto: acquistare l'uso anziché il mezzo. Nato nel 1987 in Svizzera, si è rapidamente diffuso in tutta Europa, dove oggi conta 140.000 associati. Il sistema italiano collega i gestori locali in un unico circuito che annovera Torino, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Modena e Venezia. A Maggio 2006, in meno di quattro anni di attività, i 5.600 iscritti al servizio hanno percorso circa 8 milioni di chilometri. I veicoli a disposizione nei 143 parcheggi sono oggi 242: nei prossimi mesi entreranno a far parte del circuito Milano, Parma, Palermo e Bari. A Torino è attivo da fine 2002 con *Car City Club*, società costituita dal Gruppo Torinese Trasporti, Savarent e Autoservizi Canuto: i risultati finora conseguiti fanno dell'esperienza torinese la più consolidata a livello nazionale. Gli abbonati sono 1.050 che hanno effettuato oltre 47mila corse, per un totale di 2,7 milioni di chilometri.

Car City Club



La tessera Car City Club

Come funziona e quanto costa

Gli Abbonati possono prenotare (telefonicamente o via Internet, 24 ore su 24) l'auto nel parcheggio più comodo, precisando ora di partenza e ora di arrivo: per aprire l'auto si appoggia l'apposita tessera sul parabrezza, in vettura si inserisce il PIN sul computer di bordo e si avvia l'auto con le chiavi che si trovano all'interno della vettura. Il costo del servizio è composto da una quota di abbonamento (€ 60 per tre mesi oppure € 179 per un anno) e dai costi di utilizzo, ore più chilometri in funzione del veicolo scelto. Percorrendo 15 chilometri con una Panda prenotata per due ore, per esempio, si spendono poco più di 10 Euro: la benzina è compresa nel prezzo.

I costi sono omnicomprensivi di assicurazione, bollo, parcheggi, carburante e manutenzione. Le auto *Car Sharing* possono transitare nella ZTL e nelle corsie preferenziali, circolare nei giorni in cui viene disposto il blocco del traffico e non pagano il parcheggio in zona blu.

A richiesta, gli abbonati di Torino possono accedere al servizio anche nelle altre città che fanno parte del circuito. Le auto disponibili sono 90 di sette modelli diversi; metà delle auto è "natural power", alimentate a metano o benzina, una soluzione più pulita che riduce il consumo del 20% nel ciclo combinato, espresso in g/km di CO₂. I parcheggi disponibili sono 53, a maggio 2006: le postazioni sono state localizzate in aree idonee a favorire l'integrazione e l'interscambio con i mezzi pubblici.

6.5.2 La linea 1 della Metropolitana Automatica di Torino

Roberto Crova - *Gruppo Torinese Trasporti¹*
S.p.A. Torino

La costruzione della Metropolitana Automatica di Torino s'inserisce nel programma di miglioramento del sistema di trasporto pubblico dell'area metropolitana di Torino. Questo prevede il completamento del Passante Ferroviario da Lingotto a Stura, la realizzazione del collegamento ferroviario tra l'aeroporto di Caselle e il centro città (al momento l'attestamento è alla stazione di Torino Dora), la nuova stazione di Porta Susa, e il completamento della linea tranviaria 4. La Linea 1 della Metropolitana Automatica di Torino è configurata sul tracciato Collegno - Porta Nuova - Lingotto. Sono inoltre previsti i prolungamenti ad ovest verso il Comune di Rivoli e a sud verso piazza Bengasi.

¹ Responsabile Progettazione. Costruzioni Metro - Divisione MetroFerro.

Tratto di Metropolitana



Foto: Archivio GTT

La realizzazione della Linea 1 procede per fasi:

La prima fase, conclusasi recentemente, è consistita nella esecuzione e nella messa in esercizio della metropolitana dalla stazione "Fermi" - situata a Collegno - fino alla stazione "XVIII Dicembre"/"Porta Susa FS".

La seconda fase prevede il completamento entro il 2007 della prima tratta funzionale fino a Porta Nuova.

La terza fase invece riguarda la realizzazione della seconda tratta funzionale o prolungamento sud verso il Lingotto. I lavori di questa tratta sono cominciati nel periodo successivo alle Olimpiadi e prevedono una durata complessiva di circa 5 anni.

La tecnologia VAL

La tecnologia VAL (Veicolo Automatico Leggero) adottata per la Linea 1 è il sistema di metropolitana automatica integrale più referenziato e collaudato dal punto di vista dell'affidabilità, della sicurezza e delle prestazioni, con una portata massima per direzione prevista in 15.000 passeggeri/ora.

I treni della Metropolitana Automatica di Torino, sono del tipo VAL 208, lunghi 52 metri e larghi 2,08 metri (foto pag 64). Ciascun treno può trasportare in totale fino a 440 passeggeri ed è composto da 2 veicoli bidirezionali da 26 metri, formati a loro volta da 2 vetture tra di loro agganciate in modo permanente.

Il sistema ad automazione integrale (assenza di personale fisso sui treni e in stazione) è controllato per mezzo di telecomandi e telemisure dal Posto di Controllo e di Comando situato nel Compensorio tecnico di Collegno, dove sono situati anche il Deposito, l'Officina e la pista di prova.

Le vetture sono dotate di ruote di gomma che scorrono su guide d'acciaio: questo consente una maggiore aderenza e sicurezza in caso di frenate d'emergenza, oltre a permettere al treno di superare maggiori pendenze rispetto alle normali metropolitane con ruote in ferro (pendenza massima 7%). In termini d'impatto ambientale, la più diretta conseguenza della configurazione del sistema VAL, e in particolare delle caratteristiche geometriche del treno, è rappresentata dalle ridotte dimensioni delle opere civili; le stazioni presentano infatti banchine di lunghezza ridotta (56 m), mentre la galleria è singola (diametro interno 6,8 m) e contiene entrambe le vie di corsa.

Ciò significa principalmente minori volumi scavati e minori volumi di materiali da costruzione, minore impatto idrogeologico, minori impatti in superficie (viabilità, spostamenti sottoservizi, tempi di costruzione, cedimenti indotti, ...) e un inserimento urbano più agevole.

L'uso di pneumatici permette inoltre una notevole riduzione delle vibrazioni in fase di esercizio, un conseguente aumento di confort per tutti i passeggeri e una sostanziale riduzione dell'impatto verso l'ambiente esterno.

Il contesto geologico

Torino si estende approssimativamente per l'80% su un'area semipianeggiante formata da successivi eventi alluvionali ai piedi delle valli alpine della Dora Riparia e della Stura di Lanzo; i depositi fluvio-glaciali sono stati in seguito rimodellati nelle parti più superficiali dall'azione dei corsi d'acqua che attraversano l'area.

Porte di banchina



Foto: Archivio GTT

La prima tratta della Linea 1 si sviluppa completamente all'interno dei depositi fluvio-glaciali e fluviali più superficiali.

Per quel che concerne l'inquadramento idrogeologico, la falda freatica è presente all'interno dello strato grossolano superficiale ad una profondità dal piano campagna lungo la linea compresa tra 15 e 50 metri e interferisce con l'opera nella parte più centrale e in quella prossima al fiume Po.

Il sottosuolo di Torino è stato investigato sia durante la fase di progetto, sia durante la fase di costruzione attraverso l'esecuzione di sondaggi con prelievo di campioni e installazione di piezometri, prove geofisiche, pozzi d'indagine, prelievo di macro campioni in fase di scavo, prove in sito e di laboratorio.

Le opere civili della tratta Collegno - Porta Nuova

Le Stazioni

La prima tratta della metropolitana, da Fermi (Collegno) a Porta Nuova, comprende 15 stazioni, di cui 12 sono "stazioni tipo", una (Fermi) è "speciale" in quanto situata ad un livello di profondità minore, mentre le stazioni Porta Susa e Porta Nuova sono integrate con le omonime stazioni ferroviarie.

Complessivamente lo scavo delle stazioni ha riguardato un volume di circa 600.000 m³ di terreno, di cui più di 500.000 sono stati riutilizzati, in prevalenza in altri lavori, secondo quanto previsto dai commi 17, 18 e 19 dell'art.1 della L 443/2001 e s.m.i.

Internamente le stazioni sono state concepite con l'obiettivo di razionalizzare e minimizzare i percorsi all'interno e nei corridoi d'uscita, prevedendo la realizzazione di volumi interni il più possibile ampi e aperti con l'obiettivo di garantire un'accessibilità totale ad ogni tipo di utente.

Le banchine sono caratterizzate dalle porte automatiche che dividono lo spazio di passaggio del treno dallo spazio d'attesa.

La Galleria

Una galleria circolare singola di 6,8 m di diametro interno contiene le due vie di corsa ed è stata eseguita con scavo meccanizzato per mezzo di tre Tunnel Boring Machine (TBM), con l'eccezione della tratta dal comprensorio tecnico di Collegno alla stazione Fermi, realizzata con il metodo *cut&cover*.

Il profilo longitudinale della galleria segue una pendenza pressoché costante nel tratto al disotto di corso Francia, mantenendosi parallelo alla superficie con il piano di rotolamento a circa 17 metri di profondità e

non interessando la sottostante falda acquifera.

Nella tratta più centrale la linea sottopassa una serie di edifici esistenti e alcune infrastrutture, quali il Passante FS e il parcheggio interrato di corso Bolzano, approfondendosi fino a circa 28 metri dal piano campagna e interessando la falda acquifera. Alcuni interventi di consolidamento realizzati mediante iniezioni cementizie hanno permesso di sottopassare queste opere in sicurezza. Tra le opere sottoattraversate sono presenti anche la galleria della Cittadella e il monumento a Vittorio Emanuele II.

Per lo scavo della galleria di linea sono state utilizzate tre TBM scudate tipo EPB (vedi foto) dove la stabilità del fronte e la tenuta idraulica in fase di scavo sono state garantite dalla contropressione applicata al fronte dallo stesso terreno di scavo, opportunamente condizionato mediante l'utilizzo di tensioattivi completamente biodegradabili iniettati nella camera di scavo. Il materiale di risulta dello scavo della galleria (circa 360.000 m³), opportunamente caratterizzato sia prima dello scavo sia all'atto dell'estrazione, è risultato compatibile al riutilizzo ai sensi della sopra citata norma e nei limiti da essa previsti.

Il sistema integrato di monitoraggio

Per monitorare i lavori di costruzione della prima tratta della Metropolitana, e assicurare nel contempo la sicurezza del traffico, degli edifici e delle persone

TBM EPB per lo scavo della galleria



Foto: Archivio GTT

in superficie, e' stato installato lungo il tracciato un imponente sistema di monitoraggio con più di 3.000 strumenti di misura.

Il monitoraggio è stato principalmente suddiviso in:

- strumenti per il controllo dei cedimenti, sia in corrispondenza del tunnel sia in prossimità di pozzi e stazioni;
- strumenti per il controllo degli edifici (clinometri, vibrometri, fessurimetri);
- strumenti per la raccolta di dati profondi sia in termini di deformazioni (inclinometri, inclino-estensimetri, estensimetri multibase) che di dati ambientali relativi alle acque di falda (piezometri);
- controllo dei dati provenienti dalla macchina di scavo (TBM).

Per la corretta gestione e la tempestiva distribuzione del dato misurato, essenziale per l'attivazione di ottimizzazioni progettuali o di eventuali contromisure, è stato studiato e messo in funzione un Sistema Informativo dedicato (SDM) di tipo GIS, basato su architetture Web, che consente un accesso in tempo reale via Internet al dato di monitoraggio e una serie di funzioni utili all'interpretazione di ogni eventuale fenomeno deformati.

Le vibrazioni indotte in fase di scavo e in esercizio

Particolare attenzione è stata riservata al problema delle vibrazioni indotte sia nella fase di costruzione sia nella fase di esercizio.

A tale proposito, oltre alle misure di *routine* condotte dalle imprese appaltatrici delle opere, è stato svolto in collaborazione con il settore di Geofisica Applicata del Dipartimento Ingegneria Territorio Ambiente e Geotecnologie (DITAG) del Politecnico di Torino uno specifico progetto di ricerca.

Le misure di vibrazioni hanno avuto lo scopo di valutare il possibile disturbo alle strutture esistenti derivato dallo scavo e di verificare, con i dati di energia registrati alla TBM le stime di attenuazione dei terreni ottenute con misure per onde superficiali. Le misure sono state effettuate con un vibrometro triassiale. In accordo con la scarsa letteratura sulle vibrazioni prodotte da TBM, sono stati trovati valori massimi molto ridotti (circa 0,015 mm/s) in una banda di frequenza da 10 a 50 Hz registrando a circa 15 m sulla verticale della testa di scavo.

I livelli di vibrazione indotti dal passaggio della Metropolitana nel sito indagato sono confrontabili con quelli indotti dal traffico di superficie.

BIBLIOGRAFIA

ARPA PIEMONTE, 2004. *Rapporto sullo stato dell'ambiente*.

ARPA PIEMONTE, 2005. *Rapporto sullo stato dell'ambiente*.

AA.VV. 2004. *Convenzione delle Alpi. Rapporto conclusivo del gruppo di lavoro "Obiettivi Ambientali e Indicatori" della Convenzione delle Alpi*. Agosto 2004.

ISTAT, REGIONE PIEMONTE, 2005. *Annuario statistico regionale 2005*.

ISFORT, 2005. *Audimob, Osservatorio sulla mobilità degli italiani*.