

# Il rapporto strada-ambiente nelle valli alpine

PROF. ING. AURELIO AMODEO

*Docente di Costruzioni di strade, ferrovie ed aeroporti  
presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste*

« Ho letto una volta che gli antichi Germani usavano aprire larghi varchi lungo le creste selvose, dedicati agli dei, perché questi vi potessero passare fulminei, senza impedimenti ».

Così scrive Julius Kughy, nei suoi due ben diffusi libri sulle Alpi, parlando delle valli che portano ai piedi di queste.

Ma dopo gli dei passarono gli uomini, che ben presto si accorsero come attraverso quelle valli si potesse scendere alle fertili pianure italiane. Le usarono gli indo-europei, che nell'800 a.C. si stabilirono indisturbati a ridosso dei ben più evoluti Etruschi, ed Annibale con i suoi elefanti. Le usarono i romani che, prendendo slancio dal lucido schema delle vie consolari, attraversarono le valli ed i valichi alpini per puntare ai ricchi mercati di legnami, metalli e cereali dell'est ed a quelli di pelli e di schiavi del nord.

Da quel tempo in poi, e fino ai giorni nostri, le valli alpine vennero usate per trasporti di pace e per trasporti di guerra, vedendovi consolidate, di volta in volta, vie di comunicazione sempre migliori, prima su strada, poi su rotaia, poi ancora su strade di grande comunicazione e su autostrade.

E sempre più, per il rispetto di rigide esigenze di esercizio o per il contenimento delle spese di costruzione e di gestione, le vie si scostarono dalla geometria naturale delle valli lungo le quali esse dovevano salire, provocandovi profonde ferite ed aggiungendovi corpi estranei che, oltre alla modificazione del paesaggio, alterano altri equilibri sia di forze naturali che di economie di Comunità montane che vivono in quelle valli e le presidiano.

Accanto a queste crebbero di conserva vie di trasporto di energia e di informazione su cavo aereo e, successivamente, vie di trasporto di fluidi. È da dire che, per lo meno, questi tipi di infrastrutture non costituiscono altre barriere di difficile o impossibile attraversamento in valli già solcate da un corso d'acqua di fondo. È pur vero però che

anch'esse creano asservimenti, limitativi delle poche libertà di utilizzazione del terreno meno ripido, ed abbisognano anche di centrali e stazioni di pompaggio, che ovviamente si collocano sui prati migliori.

Sembra opportuno, a questo punto, entrare nel merito dei compiti dell'Ente che deve intervenire per modificare o collocare ex novo una via di trasporto in una valle alpina, e nel merito dell'attività del progettista chiamato a disegnarne la geometria, sposando alla naturalezza dell'ambiente quanto di artificiale c'è nell'opera umana.

È un tipo di sensibilità che, almeno da noi in Italia, è abbastanza giovane. È stato il prof. Tocchetti che nel 1968, nel corso di uno specifico Convegno, ha richiamato i progettisti all'esigenza di armonizzare la strada con il paesaggio nel quale si inserisce, nel senso non di cercare di nascondere l'opera costruita dall'uomo, ma di far sì che la sua presenza non offenda e contrasti con l'ambiente al quale essa viene a sovrapporsi. Ambiente che ovviamente, aggiungiamo noi, è fatto non solo di beni della natura, ma anche di interessi di vita di piccole comunità che da secoli si sono collocate nelle valli e che di esse fanno parte, così come l'abetaia, il cervo o il capriolo.

A questo proposito ci piace ricordare, sempre con il Prof. Tocchetti, come non esistano canoni o regole fisse applicando le quali questa armonia possa rimanere assicurata. Non si possono pertanto suggerire particolari valori per le costanti delle curve di raccordo o per le parabole verticali che, al tempo stesso, assicurino sicurezza e conforto al moto del veicolo e minimizzino il disturbo ambientale dovuto all'intrusione della via. Si tratta invece di sensibilità, di educazione ed amore per la natura e di rispetto per l'ambiente naturale del quale, come già detto, fanno parte anche gli insediamenti umani che da quell'ambiente traggono ragione di vita.

Occorre quindi conoscere anzitutto, luogo per luogo o meglio valle per valle, tutti gli aspetti che, con vario peso, caratterizzano l'ambiente, onde cercare di ricomporli dopo l'intervento, al fine di consentire che la vita continui come prima, o quasi. E fra questi aspetti indichiamo, sommariamente per ora, la morfologia dei terreni, la geologia, l'idrologia di fondo e quella non meno importante dei pendii, la stabilità di questi, la climatologia, la vegetazione e gli elementi faunistici. Non ultimo, anche se come tale l'abbiamo lasciato, l'uso del territorio già determinato dai nuclei insediativi e dalle funzioni svolte da questi, siano esse di natura agricola o forestale, o turistica o commerciale, o, più raramente, industriale.

Sorge però a questo punto una legittima domanda. Fra i vari momenti in cui il progettista concepisce e disegna una via di trasporto, qual è quello più adatto per ben considerare tutti questi elementi, che

indubbiamente costituiscono vincoli e condizioni, o meglio problemi da risolvere?

Io ritengo che questo momenti inizi fin dall'idea del primo tracciolino e termini non prima della scelta della semina più adatta per la ricostruzione del verde. Anzi, che il momento continui anche in fase di manutenzione ordinaria, al fine di osservare o correggere gli eventuali errori commessi.

Ma, per non sfuggire all'essenza pratica della domanda, mi è facile rispondere riconoscendo, sotto questo aspetto, la maggiore importanza di quelle fasi preliminari e di massima che anticipano quelle definitive e di dettaglio.

In questo senso si esprime con chiarezza anche la relazione generale del terzo tema all'ultimo Convegno Nazionale Stradale, preparata dal presidente ing. Treglia con la collaborazione degli altri membri del Comitato delle strade ed autostrade extraurbane. Anche se con riferimento generale e non specifico per le strade di montagna, la relazione dice testualmente:

« ...oggi, anche se in ritardo, i tecnici riconoscono direi unanimemente, l'importanza che assumono tutte le fasi progettuali a monte degli elaborati tecnici esecutivi.

La pianificazione delle reti è il primo passo fondamentale per evitare interventi costosi e non coordinati che potrebbero non rispondere concretamente alle aspettative. È un campo questo poco battuto in passato, soprattutto per gli insuccessi che hanno sempre caratterizzato, specialmente in Italia, le politiche di programmazione. Non v'è dubbio però che molti di questi insuccessi sono stati determinati dalla povertà culturale che ancora si deve lamentare in questo campo specialmente per ciò che riguarda i "termini della scelta" e soprattutto per una sottomissione continua della scelta tecnica a quella politica ».

Sono parole di ben preciso significato, che rammenteremo in seguito per quello che diremo.

Chi vi parla ha avuto modo di osservare, negli ultimi vent'anni, la successione degli interventi diretti a realizzare infrastrutture di trasporto in alcune valli italiane del settore alpino nord-orientale. Interventi in parte compiuti ed in parte in corso di realizzazione in valli alle volte larghe ed alle volte chiuse, con fondo stretto e fianchi scoscesi. Trattasi di interventi tecnicamente validi, se presi singolarmente uno ad uno, ma senza un preciso coordinamento tra loro, che dia la possibilità di uno studio ambientale globale e che porti, di rimando, alla conferma delle soluzioni scelte oppure al suggerimento di collocazioni diverse.

Debbo dire anche che molto negativa per gli aspetti in esame è la

consuetudine, più volte seguita nel nostro Paese, delle varianti in corso di esecuzione dell'opera. Trattasi molte volte di profonde modificazioni del progetto originario, adottate senza l'intervento del primo progettista e che, a parte la scarsa sensibilità etica professionale, conducono il più delle volte a danni irreparabili ed ingiustificabili. Ognuno di noi, e così anche chi vi parla, potrebbe citare casi molto significativi su tale argomento. Ma ciò ci condurrebbe ad una polemica che è lontana dai nostri intendimenti odierni, anche se riteniamo che un tale dibattito possa essere culturalmente molto istruttivo.

Ritorno invece sull'argomento del coordinamento degli interventi, che logicamente si succedono in tempi differenti, ma che dovrebbero venir sempre riportati ad un'unica data da quella politica che chiamiamo « programmazione ».

Rimanendo nel settore alpino prima indicato, posso citare come esempio molto significativo quello di una valle che è certamente fra quelle maggiormente interessate da infrastrutture di trasporto, già esistenti, o in corso di realizzazione o di progettazione. Si tratta della Val Canale, austriaca fino al 1919 (Kanal Tal) e ceduta all'Italia in tale anno con il trattato di San Germano. È una valle di media lunghezza, mai molto ampia, anzi in alcuni punti « chiusa forte », interessata anche dagli eventi sismici del 1976 con conseguenze pesanti non tanto sui pendii quanto sui terreni di fondo. Oltre alle condutture aeree, troviamo in essa una rotabile di fondovalle, promossa statale nel 1923 ed ora in fase di ammodernamento con ampi tratti in sede nuova. C'è inoltre la vecchia linea ferroviaria, credo del 1879, però di grande interesse internazionale e quindi in fase di riprogettazione su tracciato completamente nuovo, con ampi tratti in galleria, ma altrettanti pure all'aperto. In tempi recenti vi si è collocato pure un metanodotto, con una grossa stazione di pompaggio, ovviamente in zona aperta e distesa. Andrà presto in appalto un'autostrada, della sezione tipica a due carreggiate indipendenti e con due o tre stazioni nella valle, che collegherà il sistema autostradale italiano con i grandi itinerari mittel-europei. Sembra inoltre assicurata, per un'epoca non lontana, una infrastruttura per il trasporto fluido del carbone. E non parlo delle servitù militari.

La visualizzazione planimetrica dell'insieme di queste vie, unitamente al corso d'acqua naturale, porta ad un fascio di nastri sinuosi che, non trovando tutti posto sul fondo della valle, si arrampicano di qua e di là sui pendii (figure 1 e 2).

Nulla da eccepire sui criteri di progettazione di ognuna di queste vie, che indovinano però la reciproca esistenza solamente quando si intrecciano e debbono scavalcarsi.

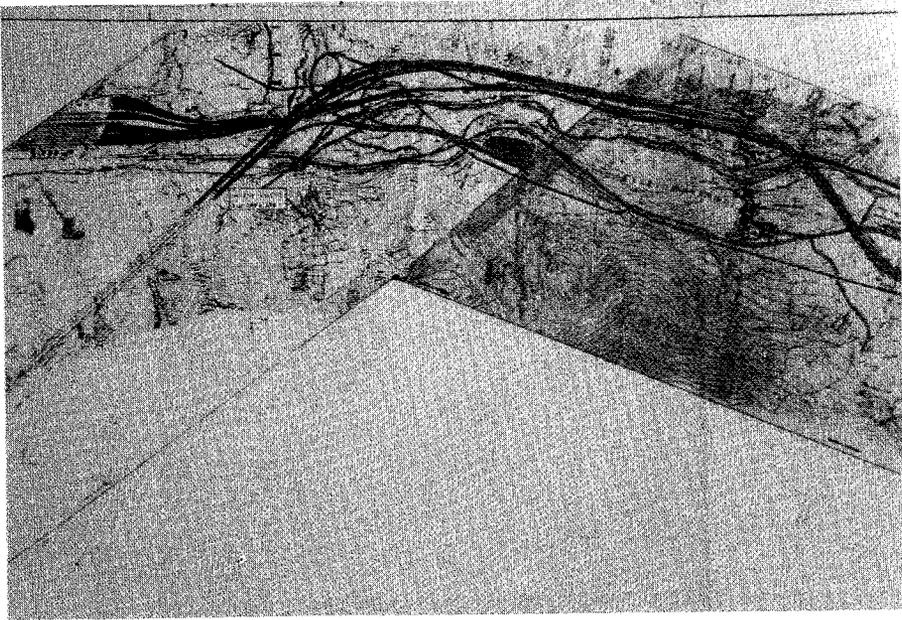


Figura 1 - Le vie di trasporto nella Val Canale.

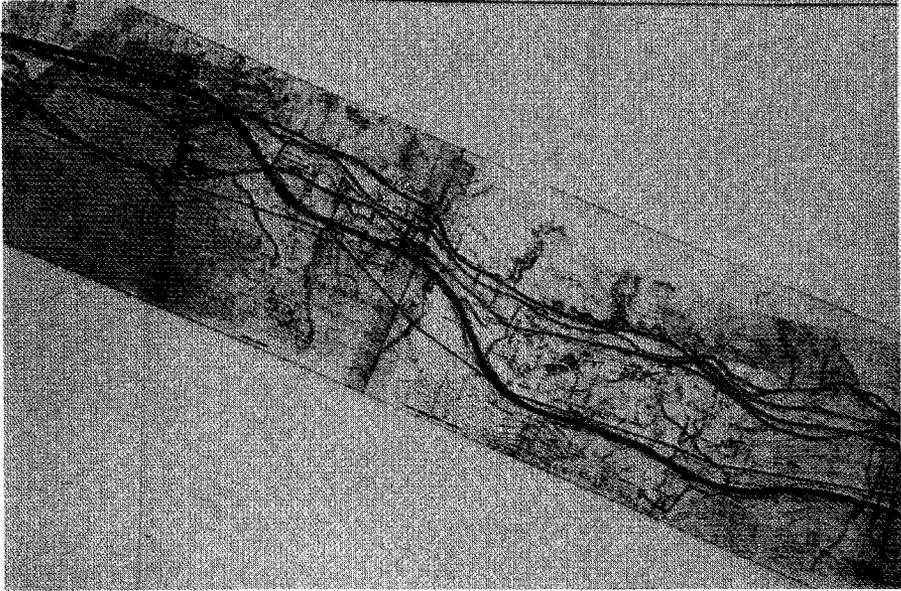


Figura 2 - Le vie di trasporto nella Val Canale.

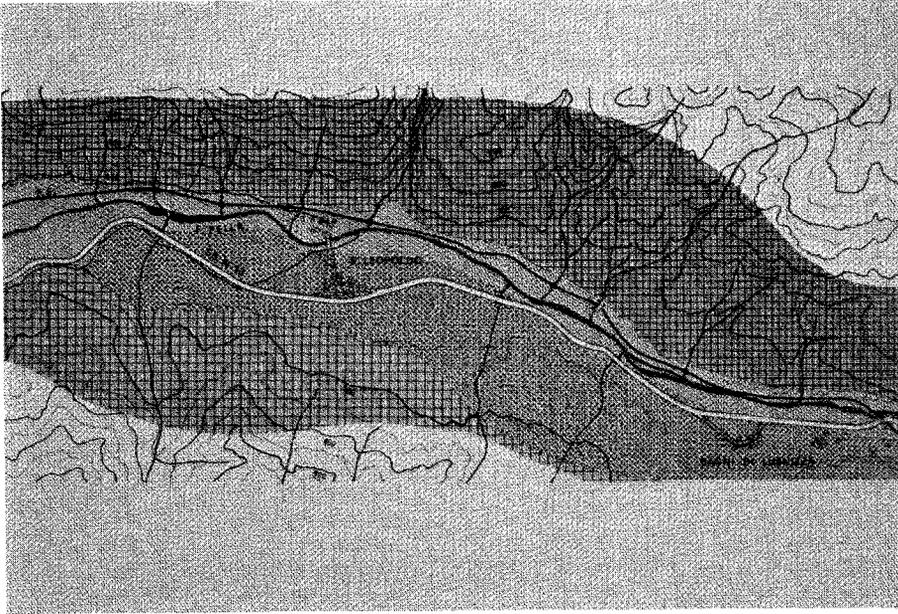


Figura 3 - Carta litologica del substratum e delle formazioni superficiali.

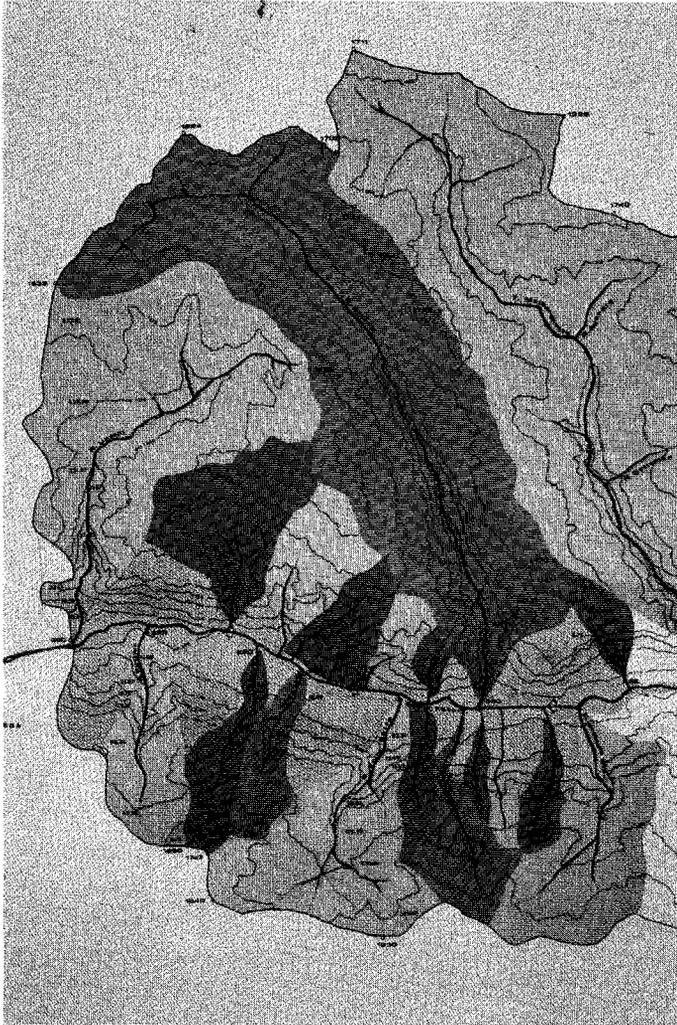


Figura 4 - Carta idrologica dei bacini.



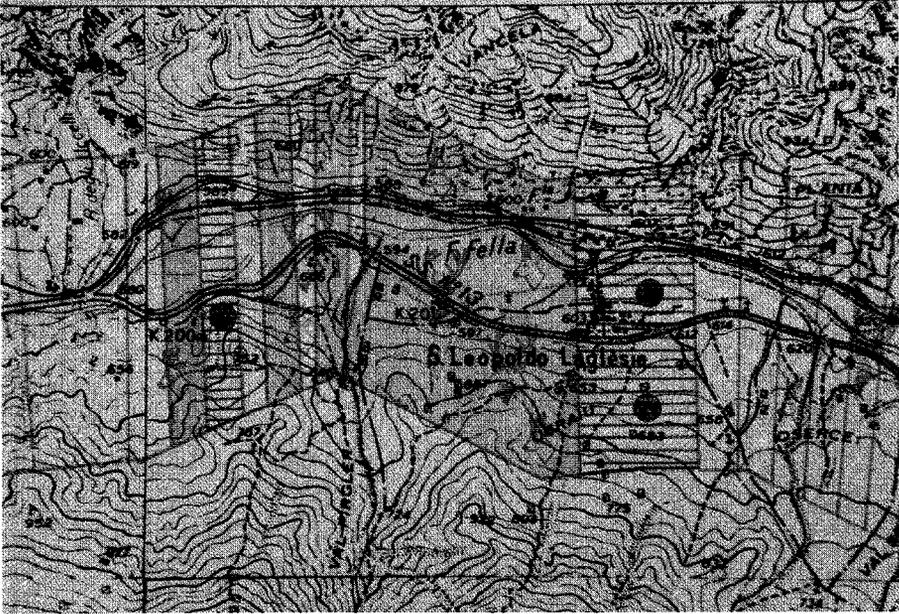


Figura 6 - Carta della incidentalità faunistica.

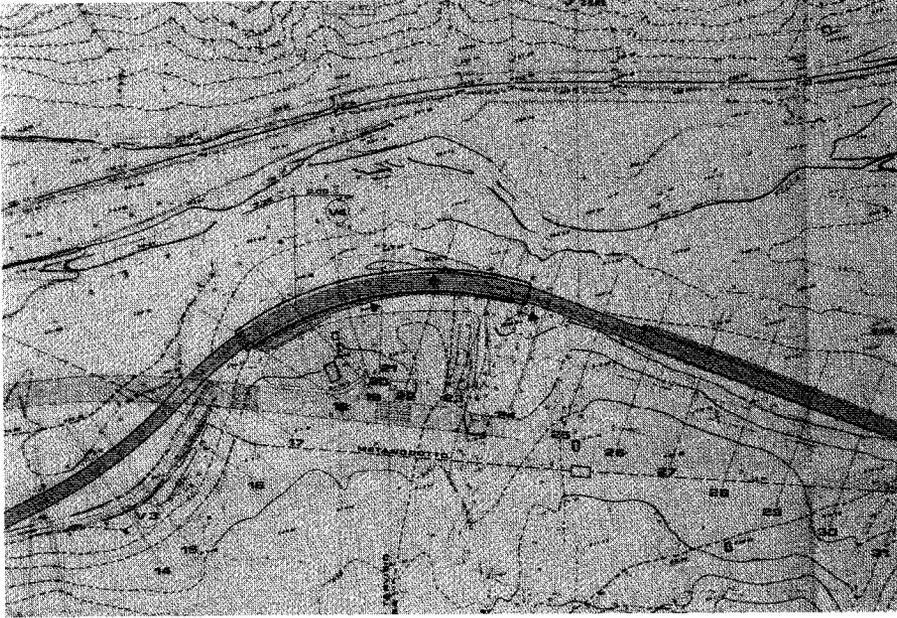


Figura 7 - Carta delle recinzioni faunistiche.



È un esempio che certamente non è l'unico, ma che andrebbe meditato soprattutto da chi detiene le leve della programmazione.

Senza indugiare oltre su questo aspetto critico, riprendo il filone principale di questa relazione, con l'esame di alcuni elementi che caratterizzano l'ambiente della valle alpina e sui quali incide l'inserimento di una infrastruttura viaria che con tale ambiente deve stabilire una giusta convivenza.

Per un rapporto di questo tipo si pongono anzitutto problemi di carattere funzionale, sia in relazione alle infrastrutture esistenti, sia in relazione alle varie motivazioni alle quali attiene il trasporto viario nella valle, che può definirsi di tipo internazionale, regionale o locale. La situazione che maggiormente ci interessa si ha quando prevale il volume di traffico a lunga distanza, defluente generalmente su strada statale o provinciale, che con l'andar del tempo richiede migliorie, varianti e limitazioni di accessi, ed alla quale alle volte si aggiunge un altro asse viario, collocato sperabilmente in modo da non interferire con gli insediamenti della valle.

In tal caso si pone l'esigenza di cercare soluzioni alternative ai collegamenti locali fra tali insediamenti, limitando ad esempio le relazioni di interscambio fra loro. Ma ciò significa doverli dotare di servizi ed attrezzature collettive autonome e trova in ogni caso un limite in una soglia minima di utenza. I servizi sostenibili a livello di quartiere sono quelli relativi alla istruzione infantile ed al culto, mentre quelli attinenti l'amministrazione, la vita associativa, l'istruzione elementare e media, la sanità e l'igiene, operano a livello comunitario o comprensoriale e richiedono mobilità di utenza lungo la valle.

Notiamo infine come molte vallate, anche se attraversate da collegamenti internazionali, non hanno subito riflessi di attività secondarie o terziarie, bensì hanno conservato le caratteristiche della tradizionale economia montana, con conseguente depauperamento demografico, frenato in caso di massiccio turismo, ma altrimenti portato fino a soglie minime che appena consentono il presidio idrogeologico e l'attività agricolo-forestale del territorio.

Le soluzioni alternative comportano quindi interventi migliorativi sulla viabilità minore, compresa appunto quella di uso agricolo, pastorale e forestale.

Il problema presenta però anche un rovescio di medaglia, essendosi constatato come molte volte gli interventi migliorativi o sostitutivi, intesi a dar maggior capacità all'asse viario, vengano vanificati dal proliferare indiscriminato di elementi esterni, limitatori del livello di servizio, quali intersezioni a raso, accessi privati e stazioni di rifornimento.

Per questo aspetto occorrerà pertanto cercare soluzioni, atte da un

lato a tutelare la strada, e dall'altro a salvaguardare i rapporti di vita e di economia fra le strutture insediative e d'uso.

Passiamo ora ad alcune considerazioni geologiche e morfologiche attinenti alla collocazione di un asse viario, ma in forma del tutto generale, essendo ovvio che le condizioni specifiche variano da valle a valle, e molte volte anche da un versante all'altro della stessa valle. Infatti molte valli alpine, oltre alla prevalente direzione sud-nord, presentano lunghi tratti trasversali, sedi di linee di disgiunzione separanti masse rocciose di caratteristiche litologiche differenti.

È necessaria pertanto una verifica continua dei pendii attraverso i quali si vuole collocare l'infrastruttura, allo scopo di accertare ogni possibile differenziazione litologica. È un esame che generalmente sfugge nelle prime fasi di progettazione, cui stiamo dando la giusta importanza, anche a causa delle condizioni di copertura vegetale delle masse, e che invece pesa sulle scelte soprattutto se questo esame viene accoppiato alle condizioni di deflusso delle acque lungo quei pendii. Molte delle deprecate varianti in corso d'opera, di cui abbiamo già parlato, si giustificano con le condizioni di stabilità dei versanti. Occorre quindi fin dai progetti di massima dare considerazione e giudizio alla possibilità di sistemazione delle scarpate artificiali e di riprofilatura degli affioramenti rocciosi, e ciò sia in normale regime geostatico come pure in previsione che alla massa terrosa e rocciosa vengano applicate sollecitazioni di tipo sismico, con conseguenti processi di rottura e perdita di stabilità.

I tratti di fondovalle che interessano la progettazione stradale sono invece generalmente occupati da depositi di rocce incoerenti o semi-coerenti, di natura alluvionale recente o fluvio-glaciale antica. Morfologicamente essi sono terrazzati da successivi cicli erosivi, salvo che nei tratti di limitata pendenza valliva. In relazione ai problemi di fondazione questi terreni sono da considerarsi abbastanza stabili, anche nell'eventualità di sollecitazioni dinamiche. Però l'intrusione e l'alternanza di stratificazioni limose o argillose può essere oggetto di più scadenti risposte o addirittura di amplificazioni in caso di sisma. È necessario pertanto una precisazione geognostica puntuale, certamente onerosa, da potersi però ritardare fino ad una fase più avanzata di progettazione, lasciando alle prime fasi l'individuazione sistematica delle formazioni superficiali e del substratum (figura 3).

Di non minore importanza di quello precedentemente trattato è l'aspetto idrologico. Una infrastruttura collocata in una valle interferisce sempre con i corsi d'acqua scendenti dai fianchi e molte volte anche con il corso principale di fondo. Da ciò la necessità di conoscere, o meglio valutare, i regimi idrologici di questi torrenti e fiumi, sulle

cui portate ben di rado si riescono ad ottenere dati diretti. Si aggira l'ostacolo in vari modi, fra i quali il più usuale utilizza i dati raccolti dalle stazioni pluviometriche e pluviografiche, per calcolare, con elaborazioni probabilistiche, l'altezza di pioggia massima in un periodo di ritorno sufficientemente cautelativo, e quindi non minore di cento anni. Valutazioni sull'ampiezza e conformità dei bacini, sui tipi di deflusso, sui tempi di corrivazione e su altri parametri, consentono di determinare le probabili portate di massima piena, che occorre però controllare con attenzione, sulla base di esperienze specifiche e certe, raccolte in altre circostanze che possano presentare analogie con i casi in esame (figura 4).

Anche per questo aspetto possiamo fare una considerazione generale. La stabilità delle opere, che in un modo o nell'altro avranno un rapporto con l'idrologia della valle, sarà, come fatto probabile, tanto maggiore quanto minore sarà il disturbo arrecato al libero od anche controllato deflusso delle acque. Ciò comporta la necessità di abbondanti opere di drenaggio nel caso di corpi stradali in rilevato e sterro, e di luci decisamente ampie nel caso di attraversamenti di corsi d'acqua, in particolare se questi attraversamenti sono ad unica campata e non in viadotto. Su questo argomento ricordo una memoria di base del prof. Stabilini, apparsa su « Ingegneria Ferroviaria » nel periodo in cui egli era ancora Ordinario al Politecnico di questa Città. Sono norme di buona progettazione, che se disattese possono indurre a dissesti localizzati o ben diffusi, ma che certamente incidono sul costo generale dell'infrastruttura. Da ciò la necessità di attente valutazioni anche in questo settore, al fine di evitare pericolose ingenuità ma anche inutili sprechi.

Ho lasciato quasi per ultimo l'aspetto forse più significativo del rapporto strada-ambiente nelle valli alpine, cioè quello naturalistico. Essendo questo un campo molto vasto e di specifiche competenze, mi tratterò sull'argomento appena quanto basta per indicare come una giusta collaborazione fra l'ingegnere ed il naturalista possa dare buoni risultati.

Ricordo anzitutto come i problemi faunistici e le opere in verde trovino già buone indicazioni in letterature straniere, ad esempio nelle norme svizzere del VSS (Vereinigung Schweizerischen Strassenfachleute) e come tale argomento incominci a trovare posto nei Congressi della Strada (cito quello mondiale del '75 nel Messico, quello del '78 a Taormina e quello prossimo di Vienna), anche se l'attenzione si è finora concentrata sulle conseguenze dirette sull'uomo e non su quelle indirette, derivanti dalle deformazioni dell'ambiente naturale.

La precisazione delle competenze dello studioso nelle due fasi di

progettazione, già delineate per gli aspetti che abbiamo precedentemente trattato, trova rispondenza ancora migliore nei problemi di salvaguardia ambientale, nel senso che in una prima fase vanno affrontati i temi generali atti a dare elementi decisionali sul tracciato, e nella seconda invece vanno risolti i problemi specifici del ripristino ambientale e della continuità faunistica.

Lo studio degli aspetti della vegetazione e della flora, legati alle condizioni climatiche della valle, comporta generalmente l'elaborazione di carte tematiche (la scala 1 : 10.000 è ben indicata) che distinguono le varie formazioni vegetali secondo le nomenclature classiche e che non dimentichino i prati ed i pascoli, rientranti nelle attività tradizionali di agricoltura e zootecnia della valle. Si potranno così individuare le zone di priorità ambientale, alcune delle quali con vincoli già definiti (parchi nazionali, ambiti di tutela, riserve integrali) ed altre da classificarsi come zone di maggior pregio (figura 5).

Aggiungo che carte di questo tipo possono rivelarsi utilissime anche per l'indicazione di zone di particolare instabilità o franosità, o soggette a slavine invernali.

Tutto sommato, uno studio di questo tipo non presenta grandi difficoltà, bensì richiede buona volontà e tempo, cosa quest'ultima che non sempre largheggia per i progettisti.

Di maggior complessità si presenta l'aspetto faunistico, dato il suo dinamismo e la varietà della specie stanziale e di quella migratoria. Per quanto concerne però la salvaguardia della continuità naturalistica in relazione ad una infrastruttura viaria, interessano in particolare i movimenti degli animali selvatici di una certa taglia, e ciò limita già notevolmente il problema.

Viene affermato dai naturalisti, ed anche la nostra osservazione lo conferma, che i tracciati stradali non rappresentano per gli animali barriere geografiche con effetto deterrente, bensì solo interruzioni nell'ambiente naturale. Infatti le strade di valle, esistenti da diversi anni, vengono regolarmente attraversate da svariate specie animali, con una conseguente incidentalità faunistica che in alcune valli è maggiore di quanto si possa pensare. In alcuni tratti della già citata Val Canale la frequenza degli investimenti per soli cervi e caprioli supera i 26 capi equivalenti per chilometro e per anno.

In caso di interventi su infrastrutture viarie esistenti, occorre pertanto che il progettista si avvalga di quanto c'è fra le statistiche ufficiali, ma attinga anche a informazioni locali, allo scopo di allestire carte tematiche sulla incidentalità stradale con la fauna, del tipo di quelle già indicate per le formazioni vegetali (figura 6).

Nel caso invece di nuove infrastrutture occorrerà procedere, con la

collaborazione del naturalista, all'analisi dei motivi che inducono gli animali agli attraversamenti ed alla localizzazione degli stessi.

Non mi dilungo oltre su questa prima fase di progettazione, che dovrebbe fornire carte generali (anche in scala 1 : 25.000) dalle quali risultino chiaramente i punti critici di interferenza dell'ambiente con l'infrastruttura viaria. Il progettista ne trarrà le opportune conclusioni, nel senso di procedere a modifiche di tracciato oppure di prevedere opportune difese, che verranno successivamente precisate.

Nella fase definitiva i problemi da affrontare sono quelli relativi al ripristino ambientale, inteso sia come lavori di rivestimento vegetale ed opere in verde, sia come applicazione di sistemi attivi e passivi per ovviare all'incidentalità faunistica.

Per quanto riguarda la vegetazione, l'obiettivo è di cicatrizzare nel più breve tempo possibile le ferite inferte al paesaggio e di creare una rapida protezione superficiale ed un consolidamento in profondità delle scarpate di scavo e di rilevato. Tutto ciò viene raggiunto con opportune scelte di inerbimenti e piantumazioni, che debbono però garantire la massima insolazione del manto stradale, onde contenere il pericolo di umidità e di gelate invernali che possono incidere sulla sicurezza del traffico.

Per quanto riguarda invece la prevenzione degli investimenti provocati da animali selvatici, ben raramente si potrà ricorrere a sistemi attivi che abbiano effetto dissuasivo sull'attraversamento, quali i deterrenti luminosi, odorosi o acustici. Il sistema ancor oggi più attuato è costituito da barriere fisiche o recinzioni, accompagnate da una segnaletica che visualizzi il pericolo per il guidatore del veicolo (figura 7).

L'argomento è molto vasto ed appassionante. È augurabile che venga approfondito in ulteriori incontri e dibattiti, ma soprattutto che trovi la buona volontà e l'operosità delle Amministrazioni, dei progettisti e degli esecutori.

Abbiamo così esaminato sommariamente quelli che sono i maggiori problemi di ambiente per una strada in una valle alpina, senza con ciò avere la pretesa di averli esauriti tutti. Ci sono altri aspetti ancora che possono assumere importanza e peso sulle scelte e che vanno, di volta in volta, individuati ed analizzati.

I limiti di tempo, ma anche l'obiettivo di questa mia relazione, non mi consentono di passare ora alla parte applicativa, cioè ai dettagli di quelle operazioni progettuali che danno linea al tracciato viario e corpo alle sue sezioni. È una parte che è certamente più tradizionale, ma che per non deludere gli studi appositamente fatti deve, recependo le indicazioni emerse da questi, risolvere problemi di geometria anche spa-

ziale, di coerenza di linee con velocità di progetto, di movimenti di terra, di intersezioni, di sovrastrutture ed altri ancora.

Io concludo invece ricordando anzitutto come una infrastruttura in una valle non possa venir studiata isolatamente, bensì vada considerata nell'insieme di tutte quelle che già ci sono o che si prevede ci saranno. È un problema che sta a monte della progettazione ordinaria e che investe quindi i settori della programmazione. Per quanto riguarda invece la progettazione specifica, richiamo la particolare importanza di tutti gli studi preliminari sull'ambiente attraversato, ai quali va dato il giusto peso economico ed il giusto tempo.