

III Sessione – “Costruire presto e bene”

Confronto fra il Dott. Ing. Giuseppe MASSARO ed il Prof. Ing. Pietro LUNARDI

Ing. Luigi Misiti (*)

Stamattina mi pare che si sia parlato abbastanza e si è affermata l'esigenza, ormai a mio avviso del tutto improcrastinabile, di mettere a disposizione del Paese un moderno ed efficiente sistema di trasporto su rotaia, e su questo non ci piove. Potenziamento del servizio passeggeri che non può non tenere conto della sempre più crescente richiesta di mobilità delle persone e della necessità di riduzione delle percorrenze sugli itinerari a lunga e media distanza, come su quelli del servizio locale. È già stato dato rilievo più volte in sede europea alla validità commerciale di una rete intercity ad alta velocità fra le più importanti città del centro Europa, anche su distanze che ieri erano di pertinenza del mezzo aereo, ma che alla luce degli attuali programmi e degli attuali progressi in termini di potenza e di velocità dei convogli ferroviari, meglio si prestano al collegamento ferroviario, tenuto anche conto del sempre maggiore intasamento dei cieli e degli aeroporti. Analoghe sono le esigenze nel settore merci, soprattutto perché il rilancio del trasporto merci su ferro è ormai una priorità irrinunciabile per un piano di investimenti costruito sui bisogni dell'economia nazionale, del miglioramento degli standard di sicurezza nelle città e sulle strade e, non ultimo, della crisi crescente dei settori energetici ed ecologici. Questa ultima esigenza, a mio avviso, è al momento l'opportunità di mercato più attuale per l'impresa ferroviaria. Perdere ancora una volta occasioni del genere potrebbe essere imperdonabile. In conseguenza delle travagliate vicende degli ultimi anni si sono accumulati ritardi sensibili nella realizzazione di infrastrutture ferroviarie moderne più capaci, fondamentali per le esigenze del ri-



III Sessione. Da sinistra: il Prof. LUNARDI, l'Ing. MISITI e l'Ing. MASSARO

lancio ferroviario e per l'auspicato allineamento della rete ferroviaria italiana alle altre reti significative del centro Europa, le quali invece hanno avuto modo di completare, di incrementare e di migliorare notevolmente le loro linee, i loro impianti, il loro materiale rotabile e si presentano assai agguerrite all'orizzonte del 1993 tanto da relegare il prodotto Italia ad un ruolo di assoluta suddi-

tanza. In questo purtroppo deludente scenario la vera novità in senso assai positivo è l'istituto dell'*accordo di programma*, stipulato tra l'Amministratore Straordinario dell'Ente ed il Ministro dei Trasporti nel quale, in sostanza, l'Ente FS è finalmente riuscito ad aprire un negoziato sui rapporti con lo Stato e quindi a dare corpo agli aspetti pubblicitici del servizio pubblico; in particolare sotto l'aspetto applicativo il *contratto di programma* rappresenta lo strumento col quale viene recepita la volontà dello Stato di realizzare un progetto completo, quantificandone i costi complessivi, gli obiettivi ed i ritorni economici, nonché la relativa attuazione – sia pure per fasi – in termini temporali assai contenuti, nonostante l'entità assai rilevante delle opere costituenti il progetto stesso.

Questa è in sintesi la vera sfida che l'Amministratore Straordinario e l'intero management delle ferrovie hanno lanciato al Paese e che rappresenta il compito assai impegnativo ma per certi versi sicuramente esaltante, che in prima persona gli ingegneri dell'Ente hanno assunto sul piano professionale ed operativo. Questa, cari colleghi, con un pizzico di invidia, è la vostra meravigliosa scommessa, questa è la scommessa dell'ingegnere ferroviario alle soglie del 2000. Sono certo che ancora una volta, come in passato, saprete stringere i denti e dimostrare il vostro vero valore e le vostre capacità, ad onta dei tanti nemici delle ferrovie, purtroppo ancora oggi assai numerosi. Tuttavia veniamo al tema specifico del nostro *panel*: costruire presto e bene. I due termini possono apparire forse in contrasto, in realtà tuttavia l'equazione è compatibile, anche se complessa. Alla condizione che si riesca ad operare con decisione, con competenza e soprattutto senza ripensamenti.

Occorre pianificare accuratamente in ambito spaziale e temporale l'entità degli investimenti perché i flussi finanziari relativi allo svolgimento dei lavori siano assicurati senza turbative od interruzioni ed occorre una progettazione esecutiva assolutamente attendibile, che limiti – se non annulli – gli imprevisti sia nella tipologia delle varie opere, quanto nella loro entità e nei tempi di esecuzione. Chi mi conosce, conosce anche quanto sia radicata in me l'esigenza prioritaria dell'approfondimento della progettazione. Soprattutto in fase di studio e comunque prima della fase di negoziazione degli appalti e della cantierizzazione delle opere. È forse una mia fissazione, ma è altresì incontestabile che 40 anni di esperienza nei cantieri e nella Direzione Lavori mi hanno insegnato che perdere tempo nella progettazione esecutiva, nella indagine geologica, nell'esecuzione sistematica di sondaggi geognostici e geotecnici significa evitare intralci, discussioni e vertenze nella fase esecutiva, significa guadagnare tempo e soprattutto contenere i costi rispettando il progetto originario. Accanto alle esigenze della progettazione c'è la successiva fase, anch'essa molto delicata e complessa, relativa all'affidamento delle commesse e degli appalti. Ci sono le esigenze della scelta di partner affidabili, di capacità indiscussa e di riconosciuta validità economica. Ci sono le esigenze del tipo di gara e del tipo di rapporto da instaurare. Sentiremo le opinioni dei due relatori a confronto ed avremo modo di discutere nel successivo dibattito. Mi preme tuttavia anticipare un concetto che anche in questo caso deriva dall'esperienza: è quello di non esasperare i termini della gara con l'offerta del massimo ribasso, né quello di pretendere di compensare tutti gli oneri possibili, quelli noti all'atto della gara, ma anche quelli ignoti, in quanto è dimostrato

(*) Presidente della III Sessione

che gli imprenditori di norma non fanno esercizio di beneficenza e che tutto ciò che non si paga prima si finisce per pagarlo successivamente, spesso anche con gli interessi, e comunque con tempi esecutivi dilatati in maniera abnorme. Il contratto è un incontro di volontà: deve essere molto chiaro ma deve essere stipulato senza riserva mentale da ambedue le parti e deve essere rispettato sino in fondo.

Ancora qualche parola su un altro elemento, anche esso estremamente importante, che spesso può comportare allungamenti patologici dei tempi esecutivi, con notevoli maggiorazioni dei costi: si tratta del rapporto da instaurare con gli enti territoriali (Regioni, Provincie e Comuni) e del rispetto degli accordi relativi che ovviamente non possono che essere negoziati solamente dall'Ente Ferrovie dello Stato. È questo da sempre un punto dolens. È vero che anche nell'assetto del territorio da parte dello Stato ci sono stati e ci sono ritardi, incongruenze ed ovviamente disponibilità finanziarie molto limitate, ma pretendere che la realizzazione delle opere ferroviarie sia occasione per far luogo alla sistemazione del territorio e spesso anche a provvedimenti di solo interesse urbanistico, è assolutamente improprio e tale da generare costi errati, condizionamenti e oneri assai ingenti, non certo ascrivibili all'impatto ambientale dell'investimento ferroviario.

Tale è il quadro; non voglio anticipare ancora conclusioni e soluzioni in merito: esse risulteranno dal confronto, che si preannuncia molto interessante, che ci viene proposto fra i due relatori del nostro *panel*: due vecchi amici, entrambi assai competenti con notevoli esperienze personali, sia pure in campi diversi. Essi non hanno certo bisogno di presentazione: l'Ing. Giuseppe MASSARO, Direttore della Divisione Costruzioni dell'Ente FS, con lunga esperienza nel settore della programmazione, progettazione e direzione lavori, oltre che di problemi di esercizio per essere stato per molti anni alla dirigenza di un importante Compartimento, ed il Prof. Ing. Pietro LUNARDI, docente di Consolidamento del suolo e delle rocce presso la Facoltà di Ingegneria di Parma, titolare di un affermato studio di progettazione e direzione lavori, con vaste ed interessanti esperienze in importanti costruzioni ferroviarie (qualcuno lo chiama il Santa Rita, per i miracoli, perché è quello che risolve le situazioni più complicate) ed infine Vice Presidente della Commissione Grandi rischi del Ministero della Protezione Civile - settore del rischio idrogeologico - che voi tutti avete avuto modo di rivedere nei reportages televisivi nelle notti della tragica alluvione in Valtellina, che lo videro brillante e vincente protagonista delle operazioni di trascinamento del lago Pola. A loro la parola per lo svolgimento delle loro relazioni. Grazie.

Ing. Massaro (*)

1. Premessa

La mia vecchia maestra quando subdorava, spesso indovinando, un'eccessiva fretta nella compilazione del compito a casa che le stavo presentando commentava, accigliata, che presto e bene raro avviene.

La vorticosa crescita di domanda di mobilità, sia passeggeri che merci, assieme ai chiari limiti di un sistema di trasporti fondato essenzialmente sul mezzo individuale su gomma, (limiti che sono sotto gli occhi di tutti nei grandi agglomerati urbani come sulle fondamentali direttrici di traffico), imponendo un veloce riequilibrio modale richiedono un rapido potenziamento della rete

ferroviaria europea ed, in particolare, di quella italiana, che nella rete continentale appare la componente più gracile, costringendo noi costruttori di impianti ferroviari all'abbinamento di quei due avverbi "presto e bene" sulla cui realistica validità l'adagio citato dalla mia maestra era fortemente pessimista.

Prima di cercare di individuare le condizioni e gli accorgimenti da adottare per rendere possibile ed utile la loro coesistenza, occorre intendersi sul significato da dare alle espressioni "presto" e "bene".

Ritengo che presto non debba significare tanto la compressione dei tempi di attuazione delle attività parziali che concorrono a conseguire un risultato (nel nostro caso: l'attivazione di un'opera) quanto, piuttosto, l'organica armonizzazione di esse in una pro-



Dott. Ing. Giuseppe MASSARO

grammazione generale che eviti rallentamenti nelle svariate fasi del processo attuativo, con un'allocazione adeguata delle risorse e con un'individuazione chiara delle responsabilità, ed eviti altresì le cosiddette pause di riflessione, che per lo più nascondono incapacità decisionali se non inquinamenti nel processo stesso.

Ogni soluzione, infatti, al di fuori dei casi di emergenza, va valutata alla luce dei costi che richiede ed è fuori discussione che la curva costi/tempi qualitativamente si presenta con due asintoti (il primo in corrispondenza di $t = 0$, il secondo di $t = \infty$) collegati da un tratto più o meno costante, per cui l'intero campo è suddivisibile in tre zone: la prima, ove la riduzione dei tempi è ottenuta utilizzando la frontiera della tecnologia e, quindi, tecnologia costosa assieme ad una ridondanza di risorse per espletare in parallelo il massimo numero di attività possibili; la terza, ove gli oneri finanziari degli investimenti fatti prendono il sopravvento sulle altre

(*) Direttore della Divisione Costruzioni dell'Ente FS.

componenti di costo; la seconda, dove è possibile introdurre miglioramenti organizzativi a costo nullo ovvero i cui maggiori costi, per l'adozione di più raffinate tecnologie, vengono ripagati dai minori oneri finanziari.

Naturalmente questa curva non è statica ma dinamica, per l'ingresso nel mercato di nuove tecnologie concorrenti con le precedenti sul piano economico, ma la sua dinamicità è più evidente per produzioni monodisciplinari, meno quando rappresenta un processo produttivo complesso come quello della realizzazione di un impianto ferroviario in quanto sintetizza un fascio di curve che possono muoversi anche in direzioni opposte.

Conseguentemente per "presto" è corretto intendere la contrazione dei tempi all'interno della fascia mediana della curva e per "bene", invece, sostanzialmente quell'equilibrio tecnico-economico che permette di cogliere risultati che giustifichino economicamente l'investimento.

Anche in questo campo è possibile pensare ad una curva sul piano costi/qualità in una realtà, però, più complessa in quanto la qualità è il frutto del soddisfacimento di svariate esigenze, a volte contrastanti fra di loro, di differente interesse, per cui la curva diventa, direi quasi, una media pesata delle curve rappresentative dei diversi inputs progettuali.

L'andamento della curva, in questo caso, potrà essere assimilato ad una parabola con vertice nell'origine ed il confine del concetto di bene sarà individuato dall'orizzontale che rappresenta la giustificazione economica.

Avendo adempiuto a quanto raccomandava un altro mio maestro, questa volta all'Università: prima definite, poi discutete, passo ad analizzare il tema che mi è stato assegnato.

2. Costruire presto

Il processo realizzativo di una qualsiasi opera, in particolare se pubblica e di dimensioni considerevoli, come è il caso di qualsiasi impianto ferroviario, si è andato, nell'ultimo dopoguerra, sempre più articolando, arricchendosi di attività connesse sia allo sviluppo tecnico, sia ad una diversa organizzazione dello Stato, sia, infine, ad una maggiore sensibilità della società italiana nei riguardi della qualità della vita nei suoi molteplici aspetti.

Ignorare l'irreversibilità di una simile evoluzione, invocando scorciatoie normative che cortocircuitino alcune sedi decisionali per l'eliminazione di approfondimenti progettuali, meno legati alla funzionalità in senso stretto dell'investimento, ovvero dei vincoli che regolano il mercato del lavoro, rappresenta, a mio avviso, una fuga dalla realtà anche quando si è convinti della oggettiva inutilità di certi filtri o quando addirittura non si tratti di benessere strumentalmente manovrati.

Più produttivo mi sembra, una volta tracciato l'iter procedurale di un progetto, individuare i momenti e le sedi di decisione, i tempi tecnici ottimali di ciascuna attività che, in forza delle interconnessioni logiche esistenti, determinano il tempo di attuazione complessivo, ricercare le "alleanze a fare", differenti con i differenti livelli di approfondimento progettuale ed i diversi gradi di attuazione dell'opera, evidenziando di volta in volta ai nostri interlocutori, nel migliore e più convincente dei modi, l'efficacia dell'opera quale strumento di regolazione economico-sociale, di programmazione e di gestione territoriale, di recupero se non di arricchimento ambientale.

In altre parole è necessario avere chiaro che la strada non può essere percorsa da solitari e che i compagni di viaggio nelle diverse fasi del processo attuativo sono, inizialmente, il Mondo Politico nazionale, poi quello locale ed, infine, il Mondo Imprenditoriale in modo da coagulare alleanze, sempre nel rispetto dei differenti ruo-

li e nella correttezza dei reciproci rapporti, ognuno a difesa dei propri specifici interessi.

Per governare un simile processo occorre distinguere senza equivoci le differenti fasi che, approssimativamente, a titolo esemplificativo, individuerai in:

– *progettazione strategica di sistema*, con la quale viene identificato il modello di esercizio atto a soddisfare un determinato modello di servizio, gli standard prestazionali, la fascia di territorio da coinvolgere in funzione di studi di impatto ambientale su scala regionale o pluriregionale, scelta da effettuare esaminando differenti soluzioni messe a confronto in base ad un predeterminato quadro di costi e di benefici.

L'impianto ferroviario in questa fase si presenta come uno strumento di pianificazione economica e territoriale; gli interlocutori dell'Ente, quindi, dovranno essere i responsabili del Piano Nazionale e dei Piani Regionali dei trasporti e della tutela del territorio e l'accordo dovrà essere oggetto di protocolli di intesa che definiscono anche gli indirizzi per i successivi approfondimenti progettuali;

– *progettazione di massima*, con l'obiettivo di esprimere una valutazione economica dell'opera e temporale della sua realizzazione, allo scopo di permettere una previsione dei necessari flussi di cassa e di impegnare in maniera consapevole le strutture operative dell'Ente su fondamentali obiettivi di tempi e di costi.

Si tratta di un'attività essenzialmente da condurre all'interno delle strutture ferroviarie;

– *progetto esecutivo*, che permette di giungere al momento negoziale attraverso la definizione puntuale delle strutture, il loro inserimento negli strumenti urbanistici, la valutazione del rischio economico, la programmazione esecutiva dei lavori, la stesura dei capitolati di appalto con un'equa ripartizione del rischio fra Ente ed Impresa.

Nei riguardi dell'ambiente, l'impianto ferroviario si presenta ora come uno strumento di gestione del territorio per cui l'interlocutore dell'Ente sono le Regioni ed i Comuni. Questi ultimi, in particolare, se coinvolti da infrastrutture di interesse che va al di là dei confini del proprio territorio, saranno certamente più sensibili al peso ed oneri in genere che esse comportano, piuttosto che ai vantaggi, che pure esistono, in virtù di una migliore e meno aggressiva per l'ambiente ripartizione modale del trasporto, e quindi saranno portati ad essere più esigenti nella richiesta di misure di salvaguardia della qualità della vita delle zone attraversate, se non di arricchimento infrastrutturale del territorio.

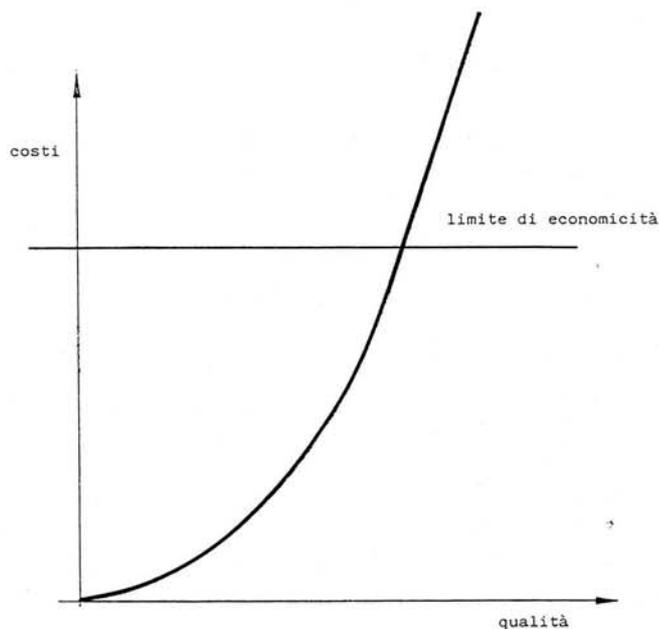
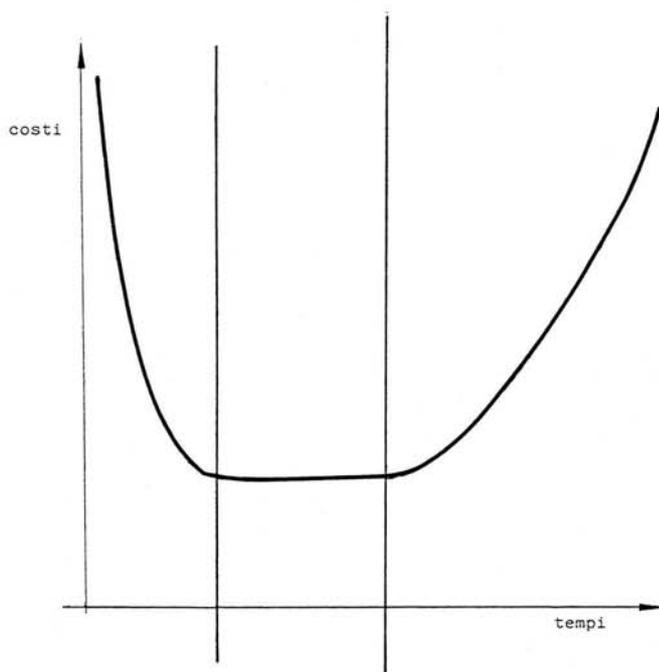
Si tratta di opere in assoluto certamente costose, ma, percentualmente, poco incidenti e che in definitiva si pagano con una maggiore rapidità nel conseguimento degli accordi e nel loro successivo inserimento negli strumenti urbanistici;

– *attività negoziale*, con la quale si procede alla cantierizzazione dei lavori.

Si tratta di un'attività che richiama l'attenzione per i suoi aspetti economici, ma sbaglierebbe chi la considerasse ininfluente sul tempo di realizzazione di un'opera.

Un poco accorto affidamento, basato ad esempio su di una squilibrata ripartizione del rischio fra Stazione Appaltante ed Impresa o, ancor peggio, su un'offerta non meditata, indurrà l'Impresa a ricercare poi ogni artificio per riequilibrare l'appalto snaturando la tariffa dei prezzi, sia proponendo varianti stravolgenti il progetto originario (senza, quasi mai, migliorarlo), sia ricorrendo a cavilli contrattuali volti a modificare le pattuizioni sottoscritte.

Ambedue le manovre portano come primo, ma non unico, risultato negativo ad una dilatazione dei tempi.



Sulla base dell'esperienza acquisita non reputo conveniente basare il rapporto con il Mondo Imprenditoriale unicamente sul massimo ribasso offerto su di un prezzario costituito da qualche migliaio di voci, ribasso ottenuto consentendo una concorrenza selvaggia nella quale la moneta cattiva certamente caccia la moneta buona dal mercato.

Mi sembra, invece, pagante instaurare con le Imprese un rapporto di franco confronto tecnico nel quale la selezione sia capace di attivare una corretta concorrenza fra Imprese in possesso di adeguato Know-how e l'offerta richiesta esiga un'elaborazione attenta e serie valutazioni, che di per sé scoraggino temerarietà dettate da fattori esterni all'appalto.

In altre parole sarei molto più favorevole al meccanismo dell'offerta prezzi, che, per la sua stessa maggior complicazione, induce ad una maggiore meditazione, e, per la sua analiticità, impegna l'Impresa in modo più vincolante e disincentiva la ricerca esasperata di varianti tecniche.

È vero, per contro, che un tale sistema di affidamento impegna anche la Stazione Appaltante circa la qualità della progettazione, ma ciò non può certamente considerarsi un aspetto negativo.

Altro elemento essenziale è la ripartizione dei rischi fra Stazione Appaltante ed Impresa.

Non mi sembra condivisibile la tendenza di addossare qualunque rischio all'appaltatore, che, lungi dal garantire la Stazione Appaltante, all'atto pratico, è causa di lievitazione dei tempi e dei costi.

È chiaro, infatti, che trasformandosi il rischio in danno con le leggi probabilistiche dell'evento casuale e che il danno pesa di gran lunga più su di una struttura piccola che su di una grande, che lo può ripartire su un maggiore insieme di casi, l'appaltatore, se il mercato lo consente, si tutela adeguatamente e non restituisce nulla se l'evento negativo non si presenta; se invece, il mercato non lo consente rischia, pronto a ricorrere al codice civile se il danno si manifesta;

– *gestione dei lavori*, mediante la quale si realizza materialmente l'opera.

Anche quest'ultima ha pesanti riflessi sui tempi di attivazione cosa di cui ci si rende tanto più conto quando si pensi che la realizzazione di impianti ferroviari è, ora più ora meno, sempre collegata all'esercizio ferroviario.

Ma non solo. Non vi è dubbio che la gestione lavori comporta un susseguirsi di decisioni che, se non prese tempestivamente, rallenta l'evolversi dei lavori, e favorisce poi l'insorgere di un contenzioso che non può non ripercuotersi negativamente sui tempi.

Il potere decisionale va tenuto il più vicino possibile al cantiere; allocarlo in strutture legali, meno sensibili alle esigenze operative, può comportare una maggiore garanzia formale, ma fatalmente anche un allungamento dei tempi e, per lo stretto legame tempi-costi, una lievitazione di questi ultimi.

Per completare la discussione sugli aspetti temporali non può essere trascurato il problema di come raggruppare le attività ora descritte, a chi affidare la responsabilità del coordinamento, come evitare che obiettivi parziali vengano perseguiti settorialmente dimenticando sovente l'obiettivo centrale che veramente interessa e che, ripeto, è quello dell'attivazione dell'impianto.

A me sembra che l'unica strada percorribile sia quella di individuare macroattività senza disomogeneità, direi quasi, culturali interne alle quali associare chiari obiettivi funzionali.

Nel nostro caso vedo sostanzialmente due macroattività del genere: la strategia e l'operatività, la prima volta al progetto di sistema, alla definizione delle caratteristiche prestazionali dell'impianto, alla valutazione della redditività dell'investimento, con l'individuazione delle ricadute non solamente funzionali di esso e con ricerca anche di possibili partners nel finanziamento, la seconda volta a progettare ed a realizzare l'impianto, garantendo di rimanere entro i limiti che hanno giustificato la decisione di procedere alla sua realizzazione. Impostato così il problema, liberato da devianti motivazioni di potere spicciolo o legate a superati ed abbandonati schemi organizzativi, sarà facile organizzare le risorse evitando, da una parte, ridondanze interne o, peggio, conflitti di competenze esterne, dall'altra, perditempi legati al sovrapporsi di missioni concettualmente non chiaramente definite.

3. *Costruire bene*

Per chiarezza di esposizione, anche a rischio di essere pedante, ripeterò lo stesso percorso logico già seguito per gli aspetti temporali anche per quanto riguarda la qualità di un'opera.

Non esito a riconoscere che finora i piani di potenziamento delle Ferrovie sono stati più un elenco di interventi che un progetto organico di politica di un'Azienda di trasporti, rappresentativo del modello di servizio che l'Ente sarebbe stato in grado di offrire ad interventi realizzati.

Indicando solo obiettivi quali aumento del trasporto merci, aumento della produttività, miglioramento del servizio pendolare, obiettivi che, per la loro generalità, sono facilmente condivisibili, ma, per contro, per la loro genericità, non individuano un chiaro rapporto di causa-effetti, ci si perde sul singolo intervento, con logica strettamente circoscritta nell'ambito del genio civile dove un raddoppio è sempre da preferirsi ad un impianto di blocco, un'elettificazione è sempre sinonimo di riqualificazione tecnologica, un terminal intermodale è sempre un impianto da richiedere, senza preoccuparsi molto di come esso verrà collegato con la rete, con l'inevitabile conseguenza di gonfiare il costo del piano e con scarse garanzie che gli impianti realizzati siano in grado di dare le risposte più attese dal mercato.

Se questo comportamento poteva essere concepibile quando il bilancio dello Stato lo consentiva, anche se non può sfuggire il pericolo di una perdita di credibilità circa l'efficacia degli investimenti nel settore ferroviario, oggi, diventando il deficit ed il debito pubblico uno dei problemi di fondo dell'economia italiana, un simile atteggiamento mentale non solo sarebbe irresponsabile, ma anche non avrebbe alcuna possibilità di essere accettato.

È indispensabile, quindi, curare la qualità di un investimento ferroviario, fin dal momento in cui esso viene inserito nei piani di potenziamento, con una progettazione strategica capace di correlare gli obiettivi del marketing con concreti modelli di esercizio, fino alla definizione degli impianti necessari ed all'individuazione dell'ordine di grandezza del loro costo, o, meglio, fino all'individuazione del costo massimo accettabile in un attento e globale bilancio costi/benefici.

Senza voler diminuire l'importanza delle altre attività che compongono il processo attuativo, questo è certamente il momento decisivo nel quale inputs che provengono dal mercato ed, in generale, dalla Società, dall'interno dell'Ente ed, in particolare, dall'esercizio devono essere tutti tenuti sotto controllo al fine di individuare soluzioni ottimizzate per l'insieme degli inputs stessi, evitando manicheismi alle volte dettati da mode momentanee.

Se, finora, era possibile affidarsi quasi esclusivamente a doti personali di sensibilità, di cultura, di professionalità, oggi, per la complessità sempre crescente della società contemporanea, è indispensabile dotarsi di strumenti oggettivi ed affidabili capaci di confrontare differenti impostazioni ed, all'interno di esse, diverse soluzioni progettuali, sufficientemente agili per consentire rapidi adeguamenti alla dinamica delle condizioni al contorno.

Lo sviluppo dell'informatica rende oggi possibili simulazioni dell'esercizio di interi assi e di nodi, che permettono di valutare le capacità di un modello di esercizio e di assicurare la qualità del servizio, misurando i minuti giornalieri di ritardo.

Si tratta di softwares da utilizzare sistematicamente ricercando con determinazione il loro arricchimento al fine di ottenere anche la valutazione dei costi e dei tempi di realizzazione, naturalmente con l'affidabilità coerente ad uno studio di fattibilità.

Disponendo di simili strumenti sarà facilitato anche il rapporto con gli Enti esterni ed, in particolare, con quelli preposti alla pro-

grammazione territoriale ed ambientale, con il positivo risultato di conquistare alleati nella impostazione e successiva realizzazione di un impianto.

Conquistato il punto fermo strategico si potrà facilmente procedere alla progettazione esecutiva, risultato anch'essa di una sintesi, concentrata, però, su di un'unica scelta progettuale (non a caso uso la parola scelta e non soluzione), nella quale gli aspetti costruttivi, i tempi di realizzazione, le ripercussioni dei cantieri sull'esercizio, l'inserimento fisico nel territorio, le tecnologie disponibili assumono un ruolo centrale.

Fra tutti gli inputs progettuali mi sta a cuore soffermarmi sulle esigenze della manutenzione, alla quale non viene dato il necessario peso e che sovente viene addirittura non considerata in fase di progetto.

Se siamo convinti che una manutenzione, che sia al tempo stesso efficace e poco costosa, non sia un insieme di interventi adottati sulla spinta dell'emergenza, ma un'attività che va progettata attraverso una seria diagnostica, non vi è dubbio che l'accessibilità nei punti delicati della struttura, il monitoraggio mediante l'installazione di stazioni automatiche di rilievo, l'utilizzabilità delle moderne attrezzature di misura diventano elementi essenziali della qualità di un'opera.

È chiaro che si tratta di arricchimenti di un certo costo ed inutili se non attentamente progettati e poi proficuamente utilizzati, ma sarebbe sintomo di un'artrosi mentale, che imponga solo la visione della punta delle proprie scarpe, confrontare solamente i costi di installazione e non i costi attualizzati, che comprendono anche gli oneri di manutenzione.

Profondamente convinto che la qualità di un'opera si ottiene in primis con una buona ed approfondita progettazione, ritengo essenziale distinguere chiaramente la progettazione strategica da quella esecutiva, affidandole alla responsabilità di due diverse strutture.

Troppo grande è, infatti, la diversità di professionalità, direi quasi di forma mentis, che esse richiedono, senza tener conto del migliore risultato che si può ottenere dal confronto dialettico che si verrà a creare nei momenti di passaggio del testimone delle responsabilità.

Fino a che livello spingere la progettazione esecutiva?

Non vi è dubbio che la qualità di un impianto è proporzionale all'approfondimento del progetto; è altrettanto indubbio che un approfondimento di estremo dettaglio, quale quello largamente praticato all'estero, riduce le imprese a meri operatori con limitate possibilità di azione nel campo organizzativo e nessun grado di libertà sul piano progettuale.

Mi sembra non conveniente rinunciare all'apporto delle imprese nella progettazione per cui, pur convinto della necessità di disporre di una progettazione esecutiva di qualità, occorre accettare, anzi stimolare, il confronto con le imprese prevedendo strumenti di cointeressenza del tipo, per esempio, di quello adottato nelle concessioni di sola costruzione della DD Roma-Firenze.

Stiamo già passando dal campo progettuale al campo contrattuale e negoziale.

Del legame fra un'equa ripartizione dei rischi e tempi di attuazione si è già detto in precedenza.

Non è sufficiente però convincersi che un eccessivo rischio economico addossato all'appaltatore lo induca a costituirsi una riserva economica attestando la qualità dell'opera ai minimi di accettazione; occorre anche rendersi conto che la stessa ripartizione dei rischi può essere contemporaneamente equa ed iniqua dipendendo dalla capacità relativa dei due partners di sopportare il danno.

È chiaro, allora, che non potendosi calibrare il rischio da addossare alla singola impresa per il semplice motivo che non la si conosce ancora, il rischio dovrà essere dimensionato sulla consistenza e caratteristiche dell'opera, provvedendo poi, attraverso una griglia più o meno selettiva a qualificare le imprese idonee a sopportare il rischio così determinato.

Un altro elemento contrattuale, che gioca un ruolo essenziale, è l'equilibrio interno della tariffa dei prezzi che dovrebbe portare ad un'utilizzazione estremamente prudente delle tariffe predeterminate.

Esse, infatti, ammesso che contengano voci egualmente remunerative al momento della loro stesura, diventano rapidamente squilibrate per il disuniforme evolversi delle tecnologie e del mercato.

Ne consegue che l'impresa, che si è aggiudicata il lavoro offrendo un unico ribasso su tutte le voci, sia spinta a caldeggiare soluzioni che utilizzino le voci più remunerative indipendentemente dalla loro validità tecnica.

Ritengo, quindi, molto più efficace, ai fini della qualità dell'opera, che le tariffe si limitano a descrivere dettagliatamente la voce lasciando all'impresa il compito di produrre un'offerta equilibrata con il meccanismo di affidamento mediante offerta prezzi.

Per completare l'analisi dei fattori, che nel momento negoziale hanno influenza sulla qualità, non ci si può dimenticare della selezione delle imprese, anche se lo vorrei, per non dover ammettere l'assoluta inadeguatezza del sistema attuale basato su di un Albo Nazionale dei Costruttori inflazionato, nel quale convivono imprese con struttura, organizzazione e capacità produttiva e progettuale con altre che sono semplicemente agenzie di intermediazione.

Mi rendo conto che sto affrontando un problema molto spinoso e che un sistema di prequalificazione, che tenga conto dei molti fattori che compongono l'affidabilità di un'impresa, può rivelarsi così articolato da essere quantomeno di complessa applicazione.

Ritengo, quindi, che convenga determinare l'idoneità di un'impresa non per singola gara, ma per programmi, per esempio, annuali o pluriennali di attività con un meccanismo flessibile che diventi diversamente esigente in funzione delle differenti difficoltà tecniche, organizzative ed economiche dei lavori.

Può nascere così l'impresa di fiducia che però non deve trovare il suo certificato di garanzia in un albo, ma nei risultati della propria attività, sempre sotto verifica.

È essenziale che nel giudizio vengano coinvolte le strutture operative in quanto utenti primari delle qualificazioni, come pure è necessario che, secondo la vecchia massima "de minimis non curat praetor", si graduino i livelli decisionali in coerenza con i livelli di responsabilità.

Non temo l'insorgere di alcuna forma di anarchia da un simile modello: una diffusa informazione e la responsabilizzazione sui risultati economici e temporali sono strumenti più validi di ogni controllo formale che, da una parte, è illusorio, dall'altra, paralizzante.

L'ultima attività del processo di attuazione è la gestione lavori che, a questo punto, con una progettazione esecutiva di qualità ed un'impresa di professionalità adeguata, interessata a fare piuttosto che a discutere, diventa un compito molto agevole.

Vorrei, però, soffermarmi su due aspetti di cui, a mio avviso, raramente si parla: il primo tecnico - la documentazione in corso d'opera - il secondo organizzativo in senso generale - come avere personale motivato.

In corso d'opera è possibile raccogliere un insieme di dati, relativi alle caratteristiche strutturali di un'opera, agli effetti delle

sollecitazioni cui viene sottoposta, alle condizioni al contorno, dati importanti per valutare il comportamento della struttura durante la sua vita.

Un'affidabile individuazione del punto zero è elemento condizionante di questo tipo di esame e, se vogliamo ottimizzare la manutenzione minimizzandone i costi e massimizzandone l'efficacia, dobbiamo disporre di un'efficace diagnostica capace di valutare l'evoluzione dello stato tensionale e deformativo dell'opera.

Se questo aspetto è importante per il domani, l'esigenza di motivare il personale condiziona la stessa buona qualità della gestione.

Il personale dovrà avvertire fortemente che il ruolo che svolge è importante ed essendo quotidianamente a confronto con quello delle imprese dovrà disporre di mezzi, trattamento ed incentivi dello stesso livello.

Ho sempre vissuto con grande disagio situazioni nelle quali i nostri rappresentanti apparivano quasi ospiti nei cantieri, dipendendo per le necessità operative dalla liberalità del capo cantiere dell'impresa.

È inevitabile infatti il determinarsi di una sudditanza psicologica che, certamente, non favorisce il lavoro dei nostri tecnici e quindi la qualità dell'opera.

Occorre rendersi conto che il personale della gestione lavori svolge un'attività atipica e che conseguentemente in modo atipico va trattato ed equipaggiato.

La vita di cantiere comporta precise responsabilità, orari legati allo sviluppo dei lavori, se volete maggiori libertà ma non è possibile un confronto con il resto dei ferrovieri; importante è il risultato, il conseguimento degli obiettivi, la qualità delle realizzazioni, il rispetto dei tempi e dei costi programmati.

Chi lesina in attrezzature ed in incentivi, considerandoli alla stregua di favoritismi o, peggio, come status simbol, non ne valuta i positivi risultati sulla produttività ed i conseguenti risparmi sul numero degli addetti.

4. Conclusioni

Al termine del nostro discorso ci si accorge che i provvedimenti per costruire presto coincidono sostanzialmente con quelli per costruire bene se non pretendiamo, come recentemente si è verificato per le opere connesse al Campionato del Mondo del Calcio, che il presto venga ottenuto solamente con strumenti operativi.

Ed ancora una cosa mi sta a cuore sottolineare: ciò che viene realizzato oggi rimane presente sul territorio influenzando la vita, non solo nostra, ma soprattutto delle generazioni future, per decenni se non per secoli.

La responsabilità nei riguardi dei nostri figli è certamente maggiore di quella che dobbiamo verso noi stessi.

Rimango sempre ammirato dalla lungimiranza dei nostri nonni che, nella seconda metà del secolo scorso, costruirono la rete ferroviaria italiana che noi ancor oggi utilizziamo senza avere introdotto apprezzabili modifiche alla sua struttura.

Realizzarono anche opere di alta ingegneria e, in generale, in rapporto al livello di conoscenze tecniche dell'epoca, costruirono presto e bene, con professionalità, determinazione, capacità professionali, qualità tutte delle quali occorre rientrare in possesso se vogliamo costruire e porre a disposizione della Società una ferrovia adeguata alle moderne esigenze.

Prof. Lunardi

Nella sua relazione ha più volte sottolineato la fondamentale importanza della progettazione nel processo di realizzazione di un'opera ferroviaria e la necessità di una progettazione "di qualità".

Secondo lei, nel caso di costruzione di nuove linee quali sono gli aspetti o le fasi progettuali che vanno maggiormente curati e che necessitano di maggiori approfondimenti?



Prof. Ing. LUNARDI

Ing. Massaro

Sicuramente la scelta del tracciato. Immagini quali potrebbero essere le conseguenze in caso di errori nella scelta del tracciato e quali i maggiori tempi e costi se si dovesse non cambiare, ma anche soltanto rettificare un tracciato in corso d'opera. Una buona progettazione è il presupposto essenziale per un risultato ottimale del binomio: costi di realizzazione-tempi di esecuzione.

Gli elementi che concorrono a questa scelta sono molti e non sempre gli stessi da caso a caso, ma ognuno ha importanza nella misura in cui concorre al presto ed al bene.

Già nella scelta del tracciato bisogna porsi l'obiettivo di non far emergere, nella fase realizzativa, scostamenti macroscopici rispetto alle previsioni iniziali di tempi e di costi.

A questo riguardo, sul piano tecnico, alcuni criteri sono sempre validi, quali evitare zone in frana, evitare, per quanto possibile, di impostare la sede a mezza costa, evitare di interessare zone fortemente urbanizzate, ecc., ma altri criteri, con l'avvento delle

nuove tecnologie e dei nuovi sistemi di scavo, non hanno più la stessa importanza che nel passato.

A questo riguardo, professore, sono io che vorrei porle una domanda: alcune opere, penso ai grandi rilevati, ma soprattutto alle lunghe gallerie, continuano a rappresentare dei grandi interrogativi o possiamo avere con loro maggiore confidenza rispetto al passato? So che lei ha suggerito, in recenti realizzazioni di gallerie ferroviarie, l'adozione di sistemi di scavo che hanno avuto successo. Può illustrarci e darci anche, in generale, una indicazione circa l'approssimazione che oggi può essere raggiunta nella determinazione preventiva dei tempi e dei costi di realizzazione di una galleria e attraverso quali sistemi?

* * *

Prof. Lunardi (*)

Le gallerie oggi sono programmabili in termini di tempi e di costi. Abbiamo gli strumenti per farlo e la convinzione tuttora ancora diffusa che le opere sotterranee siano frutto di improvvisazione e siano possibili solo se si è disposti ad investire senza scadenze è solo frutto del retaggio del passato, quando la mancanza di adeguati strumenti d'indagine sul terreno, l'inesistenza di sistemi di consolidamento efficaci e quindi di sistemi d'attacco adatti per ogni tipo di roccia o di suolo, la rudimentale meccanizzazione degli scavi, l'impossibilità di eseguire calcolazioni complesse, oltre a rendere difficili e pericolosi i lavori di scavo imponevano praticamente di progettare l'opera sotterranea durante la sua costruzione.

Questo rendeva impossibile fare qualsiasi previsione su tempi e costi di realizzazione e giustificava quindi il timore con cui veniva considerato qualsiasi lavoro di costruzione di gallerie.

Oggi questo timore non è più giustificato e mi propongo di dimostrarlo ricorrendo a qualche esempio concreto.

Una delle cause principali che fino a pochi anni fa impedivano di eseguire per le gallerie una progettazione separata dalla costruzione come per le altre opere civili è stata certamente la scarsa conoscenza dei terreni da attraversare.

Da qui scaturivano i noti imprevisti che accompagnavano di norma la realizzazione di una galleria, con pesanti ripercussioni su tempi e costi di costruzione che spesso diventavano oltreché imprevedibili anche incontrollabili.

Quanto accaduto durante la realizzazione della Galleria S. Stefano, tanto per riferirmi ad un esempio a tutti ben noto, è sicuramente riconducibile alla scarsa conoscenza dei terreni in cui si andava a scavare (fig. 1).

Oggi il progresso tecnologico, mettendoci a disposizione sistemi meccanizzati molto rapidi ed affidabili in una gamma di terreni assai ampia, ci consente di ricorrere sistematicamente ad un potente mezzo d'indagine: mi riferisco al "cunicolo pilota", realizzato preventivamente allo scavo di piena sezione, lungo tutto lo sviluppo della galleria da realizzare.

Se questo ha permesso di eliminare l'imprevisto geologico e di conseguire così importanti vantaggi dal punto di vista programmatico, contrattuale ed economico, ancor più importante è il fatto che il cunicolo pilota può essere utilizzato come mezzo di progettazione secondo quanto suggerito dal metodo "ADECO-RS".

Il rilievo geologico-geostrutturale di dettaglio eseguibile all'in-

(*) dell'Università di Parma.

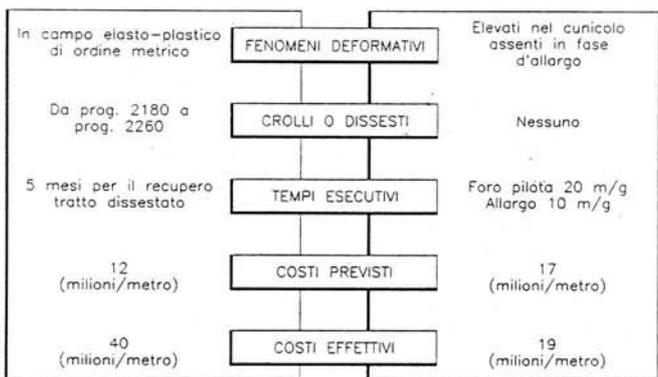
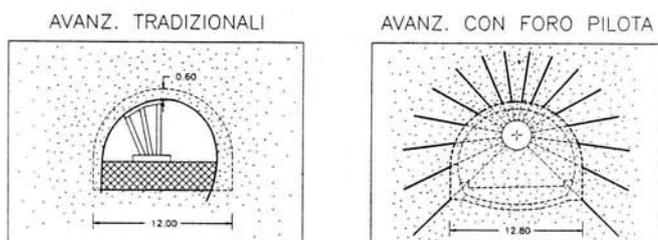


Fig. 1 - Foro pilota

terno del foro pilota, l'acquisizione sistematica dei parametri inerenti il comportamento della fresa durante lo scavo, la verifica delle elaborazioni sui dati-fresa e la determinazione di altre caratteristiche geomeccaniche mediante prove e misurazioni in sito, permettono di effettuare una progettazione aderente alle reali condizioni incontrate dal tracciato della galleria da realizzare.

Questo modo nuovo di utilizzare il cunicolo pilota è stato impiegato largamente in questi ultimi anni in numerosi lavori di gallerie (fig. 2). Voglio qui ricordare tra le altre la Galleria "Prato Tires" sulla variante della linea ferroviaria Verona-Brennero, dove il preforo venne eseguito lungo tutti i 13 km di lunghezza del tunnel, e la Galleria "Malborghetto" sulla linea ferroviaria Udine-Tarvisio, dove, nonostante i difficili tratti attraversati, che hanno richiesto il blindaggio completo del cunicolo pilota per evitarne

FORI PILOTA
CON FRESA
AD ATTACCO INTEGRALE E CONTINUO
(Dal 1984 in ITALIA)

FINALIZZATI ALLA PROG. ESECUTIVA DELLA GALLERIA *
ESEGUITI
DA ESEGUIRE
IN PROGETTO * * * *

ENTE	GALLERIA	Km	Ø	
F.S.	PRATO TIRES	13.200	3.50	*****
F.S.	FLERES	5.200	3.50	*****
F.S.	MONTE LEILA	3.200	3.75	*****
F.S.	S.LEOPOLDO	5.900	3.75	*****
F.S.	MALBORGHETTO	8.050	3.90	*****
F.S.	CAMPOROSSO	7.000	3.75	*****
F.S.	DOMEGLIARA-DOLCE'	4.075	3.95	*****
F.S.	BELLOSQUARDO	3.500	3.90	*****
ANAS	MONTEZEMOLO	1.730	3.50	*****
ANAS	ARVIER (sx)	2.400	3.90	*****
ANAS	ARVIER (dx)	2.360	3.90	*****
ANAS	VILLENEUVE (sx)	2.750	3.90	*****
ANAS	VILLENEUVE (dx)	0.570 2.200	4.94 3.75	*****
ANAS	LEVEROGNE (sx)	1.590	3.90	*****
ANAS	LEVEROGNE (dx)	1.640	3.90	*****
ANAS	AVISE (sx)	2.700	4.50	*****
ANAS	AVISE (dx)	2.700	4.50	*****
F.S.	CAPONERO	3.570	3.50	*****
F.S.	ZUC DEL BOR	3.800	3.50	*****
METANO-DOTTO URSS	MONTE PALIS	0.845	4.20	*****
METANO-DOTTO URSS	CAMPIOLO	1.310	4.20	*****
VAL POLA	BY PASS VALTELLINA Galleria circolare	2.898	4.20	*****
VAL POLA	BY PASS VALTELLINA Galleria policentrica	2.854	6.0	*****
ANAS	S. MARTINO	2.700	3.60	*****
F.S.	MONTEOLIMPINO 2	4.500	3.60	*****
F.S.	PELORITANI	7.000	4.75	*****
ANAS	FORCA DI CERRO	4.000	3.50	*****
ANAS	CAMIONABILE BO-FI GALLERIA DI BASE	7.800	3.90	*****

Fig. 2

la chiusura (foto 1), si sono potuti rispettare in maniera soddisfacente i tempi ed i costi previsti in sede di progettazione (fig. 1).

Questi sono stati in assoluto i primi lavori in cui è stato impiegato in maniera integrale il metodo ADECO-RS.

Nonostante la gran varietà di terreni attraversati non si sono mai riscontrate particolari difficoltà nelle operazioni di avanzamento della fresa e le produzioni si sono sempre mantenute fra i 20 ed i 40 m/giorno (tabella in fig. 3).

TIPO LITOLOGICO	PRODUZIONE MEDIE FORO PILOTA SU Ø3.5 m/g	PRODUZIONE MEDIE DI ALLARGO m/g	COSTO FORO PILOTA milioni/m	COSTO ALLARGO milioni/m
PORFIDO	40	12		Da
ARENARIA MACIGNO	25 - 30	7 - 9		8,000,000
PARAGNEIS E MICASCISTI	60	12	~2,000,000	a
CALCARI	40	12		12,000,000
DOLOMIE	40	12		

Fig. 3 - Foro pilota - Produzioni e costi

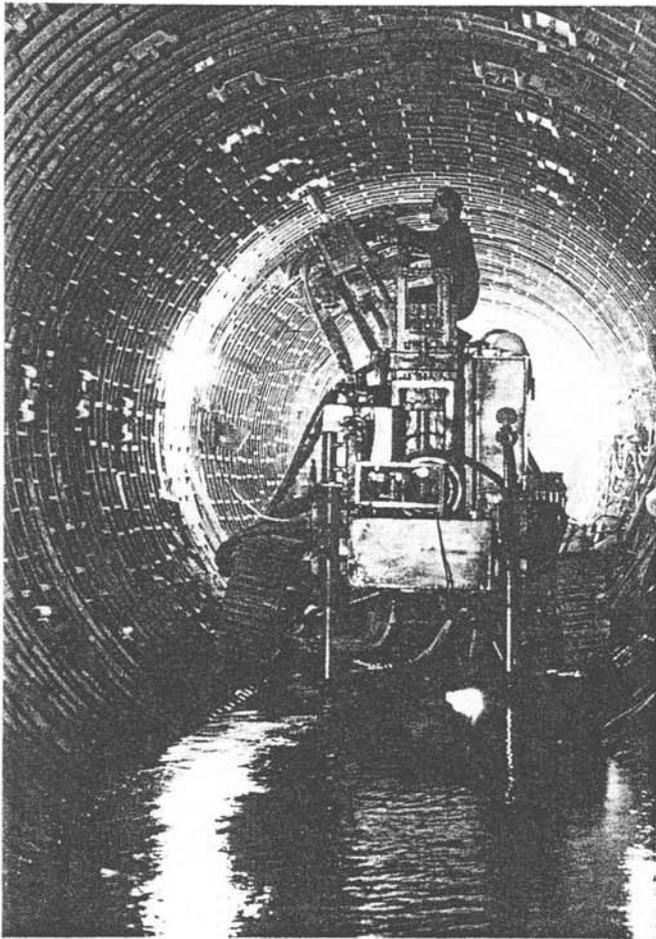


Foto 1 - Galleria "Malborghetto" (blindaggio)

L'analisi del profilo e della superficie di scavo del cunicolo pilota ha dato informazioni molto utili ai fini della determinazione degli schemi progettuali, mentre il rilievo di dettaglio delle discontinuità, della loro orientazione spaziale, dei materiali di riempimento, ecc., si è rivelato essenziale per determinare con sicurezza tipo ed entità dei solidi di carico che a lungo termine avrebbero potuto gravare sulle strutture di rivestimento (foto 2 e 3).

L'elaborazione dei parametri di funzionamento della fresa ha fornito infine informazioni che, integrate con un preciso programma di prove in laboratorio e misurazioni in situ, hanno permesso di valutare in maniera attendibile le qualità geomeccaniche d'ammasso delle formazioni rocciose attraversate e di calcolare accuratamente le spinte da contenere con le strutture di stabilizzazione che hanno potuto così essere dimensionate in economia.

Ciò ha consentito di pianificare anticipatamente tempi e costi delle lavorazioni necessarie per le successive operazioni di allargamento e di stabilizzazione definitiva della galleria, eliminando totalmente qualsiasi imprevisto geologico ed assicurando al cantiere condizioni di massima sicurezza.

Se il cunicolo pilota, integrato nel metodo ADECO-RS, eliminando l'imprevisto geologico, ha consentito per la prima volta di giungere ad una pianificazione dei lavori di scavo di gallerie da realizzare in terreni a comportamento lapideo o stabilire a breve termine, l'introduzione dei sistemi conservativi ha esteso questa stessa opportunità anche al caso di terreni a comportamento

instabile, aprendo all'arte del *tunnelling* possibilità probabilmente ancora inesplorate.

Si tratta di sistemi speciali d'attacco che consentono di scavare in terreni della peggiore qualità, evitandone il deterioramento ed ottenendo le stesse produzioni e con la stessa sicurezza con cui si avanza normalmente in roccia.

Mi riferisco (fig. 4):

- al sistema del *jet-grouting* in orizzontale, ideato per lo scavo di gallerie in terreni incoerenti o poco coerenti;
- al sistema del *pre-taglio meccanico*, per l'attacco programmato di terreni coesivi o semicoesivi anche sotto falda;
- al sistema del *pre-consolidamento* del nucleo al fronte di scavo mediante tubi di vetroresina per lo scavo di terreni suscettibili di estrusione;

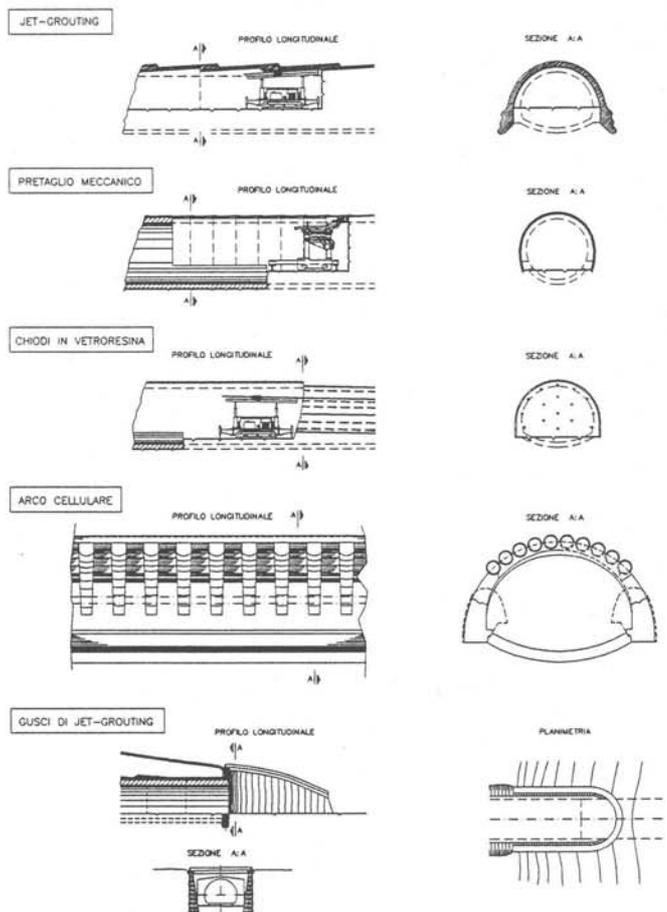


Fig. 4 - Fase di terapia - Interventi conservativi (Ideati e perfezionati negli ultimi 10 anni)

- al sistema dell'*arco cellulare* per la realizzazione di grandi cavità corticali in area urbana entro terreni incoerenti o poco coerenti e sotto falda praticamente senza causare cedimenti in superficie;

- al sistema del *jet-grouting* in verticale per la realizzazione di opere d'imbocco in versanti terreni sciolti o semicoesivi senza pregiudicarne la stabilità.

Sarebbe eccessivamente lungo descrivere nel dettaglio questi metodi, che d'altra parte molti di Voi conoscono essendo stato

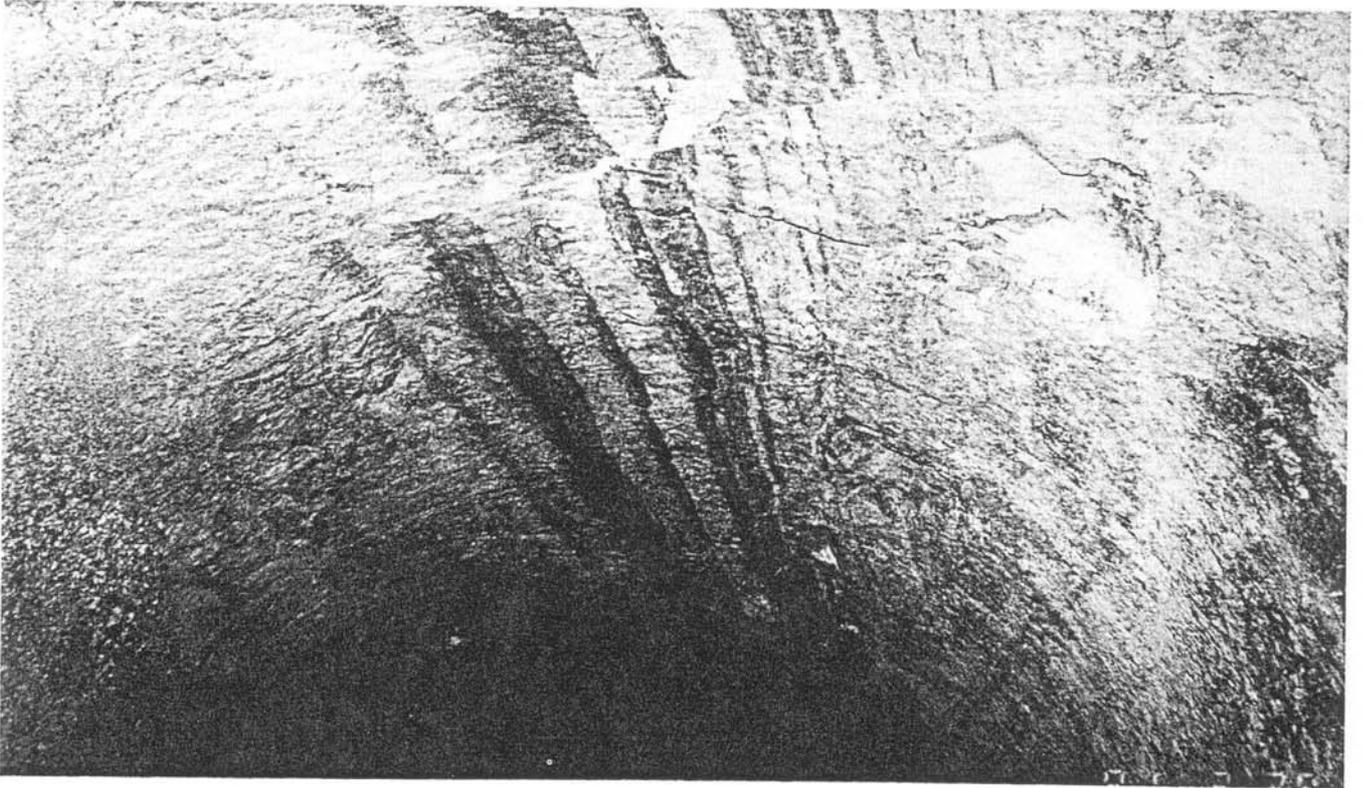


Foto 2 - Foro pilota (distacchi e struttura)

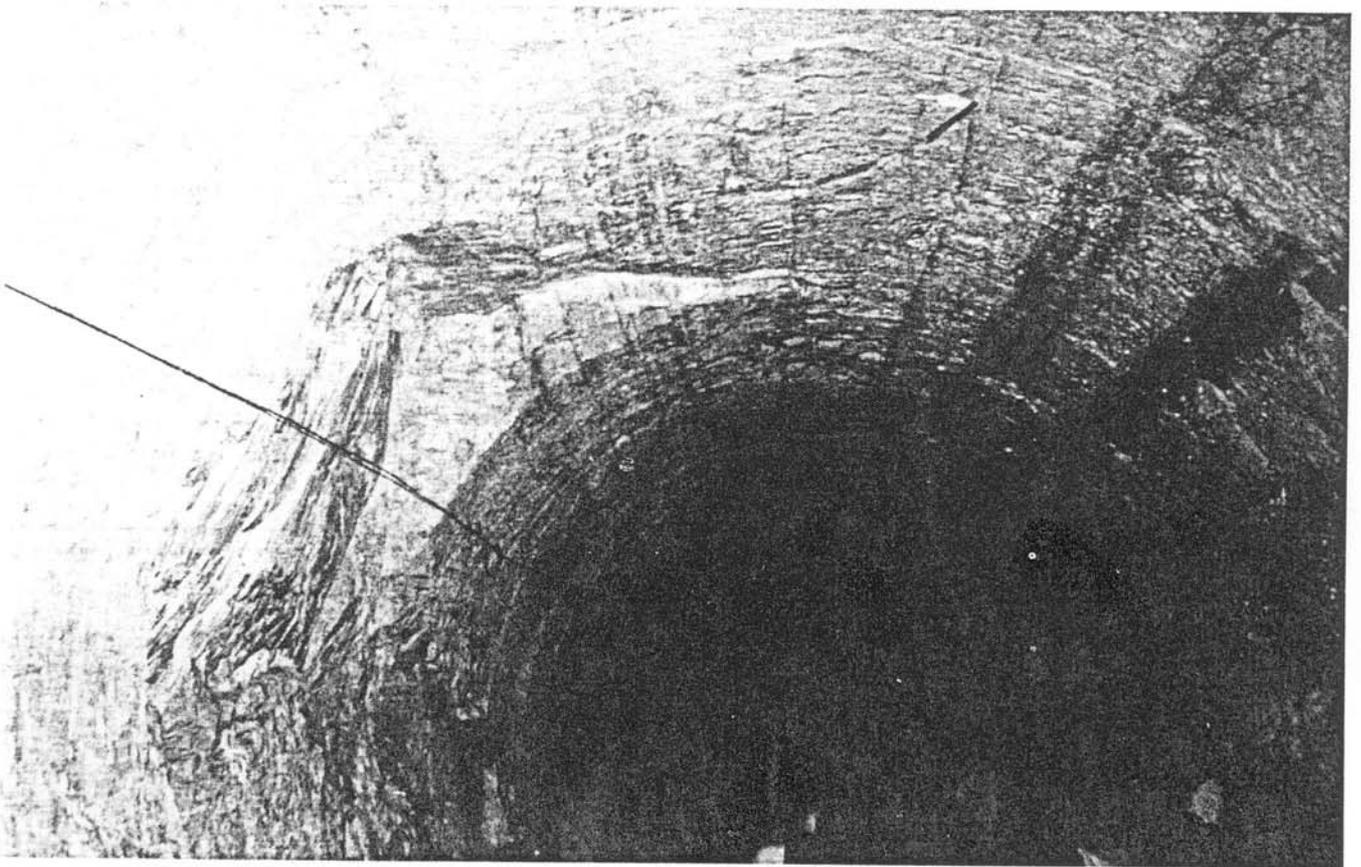


Foto 3 - Foro pilota (distacchi e struttura)

proprio l'Ente delle Ferrovie dello Stato italiano una delle prime Committenze che ha avuto, grazie alla lungimiranza di alcuni suoi dirigenti, il merito, che spesso gli viene riconosciuto anche all'estero, di aver accettato per primo la sperimentazione di alcuni di questi sistemi, che adesso si sono largamente affermati e si stanno affermando ovunque.

Le figg. 5, 6 e 7, elaborate su dati di consuntivo di lavori realizzati, evidenziano però molto bene, la portata del progresso che grazie ai sistemi conservativi è stato compiuto nell'arte dello scavo di gallerie in meno di dieci anni.

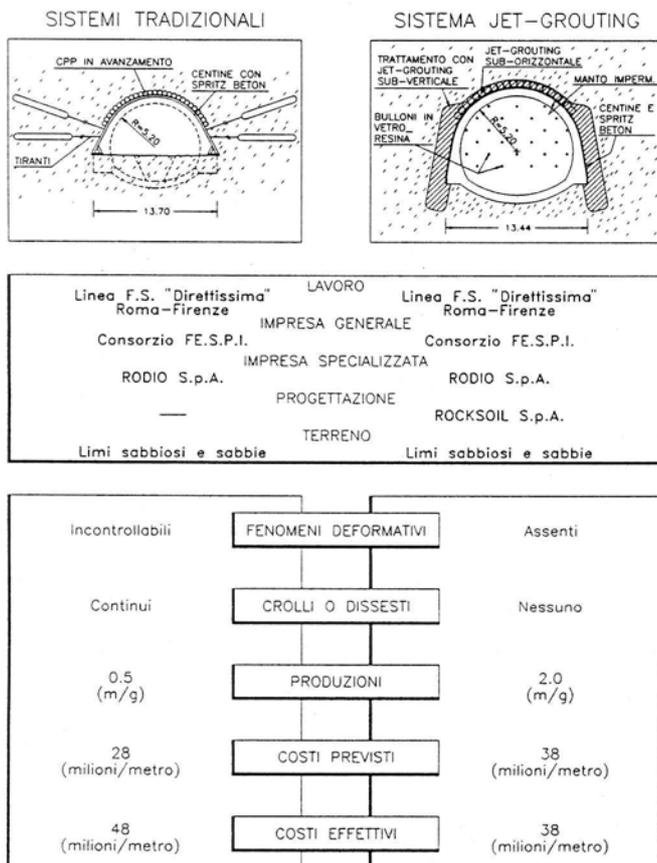


Fig. 5 - Il Jet-Grouting per l'avanzamento di gallerie in terreni incoerenti

Una parte importante nell'applicazione di questi sistemi è assunta dal monitoraggio che richiede uno studio preventivo approfondito.

A questo proposito, ing. MASSARO, nella Sua relazione si parla di monitoraggio e di un "punto zero". Vorrei capire che cosa rappresenta il "punto zero" e quale peso lei dà al monitoraggio.

Ing. Massaro

Il "punto zero" rappresenta il punto o momento di inizio dei nostri rilevamenti. C'è per la verità una fase che precede il punto zero ed è l'individuazione delle condizioni iniziali dell'ambiente naturale, per lo più dei terreni, in cui andiamo a realizzare un'opera; segue l'individuazione delle condizioni iniziali dell'opera o di parti di essa, una specie di taratura del sistema.

I nostri rilevamenti riguarderanno quindi, a seguito delle successive interazioni terreno-struttura, le modifiche degli stati tensionali e deformativi, con l'obiettivo di verificare che si sia

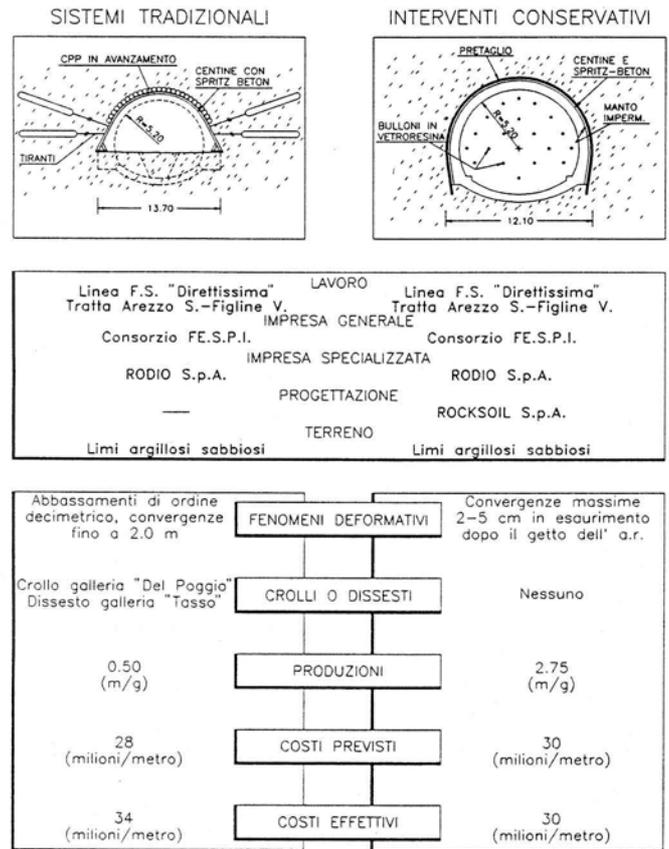


Fig. 6 - Pretaglio meccanico e preconsolidamento del nucleo mediante bulloni in vetroresina

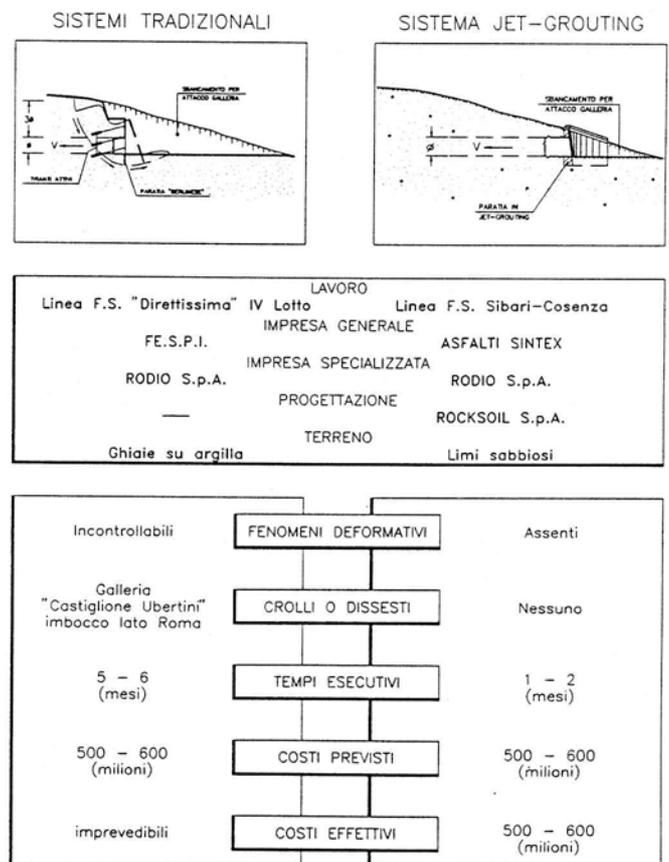


Fig. 7 - Attacco gallerie naturali in terreni incoerenti

sempre entro i limiti progettuali prestabiliti di funzionamento del sistema.

Il monitoraggio, soprattutto per strutture che, per loro natura o per le caratteristiche dell'ambiente in cui sono inserite o per la particolare variabilità di queste ultime, possono avallare il sospetto di comportamenti anomali, si dimostra un sistema di grande utilità perché consente all'occorrenza interventi tempestivi ed a costi contenuti; anche per gli interventi ordinari, cioè manutentivi, suggerisce in maniera ottimale la relativa tempistica e consistenza.

Certo l'adozione del monitoraggio non va estesa indiscriminatamente, ma circoscritta ai casi in cui si renda effettivamente utile. Peraltro una volta installati i sistemi di rilevamento, occorre tenerli in piena efficienza ed utilizzarli in maniera proficua ed appropriata.

Sono cose scontate, ma l'esperienza dimostra che è bene ripeterle.

Vi è un'altra funzione, altrettanto importante, del monitoraggio: quella di suggerire modifiche per i futuri progetti di opere analoghe. Queste modifiche potranno riguardare la scelta dei materiali, il dimensionamento di alcune parti dell'opera, anche le modalità esecutive, a seguito della individuazione, attraverso il monitoraggio, di eventuali punti deboli dell'opera stessa e delle relative motivazioni. E così il ciclo si chiude per riaprirsi però con le successive realizzazioni, alla ricerca di una struttura ideale

perfetta, che non può essere raggiunta, ma alla quale non dobbiamo mai stancarci di tendere.

A questo punto, se lei professor LUNARDI ritiene di poter aggiungere qualcosa di specifico sui sistemi di monitoraggio in galleria, sulla base delle sue personali esperienze, gliene sarei grato.

Prof. Lunardi

Ho poco da aggiungere a quanto ha già detto lei sull'importanza e gli scopi del monitoraggio. Vorrei solo mostrare un esempio concreto di quello che si è fatto per la costruzione delle gallerie sulla linea ferroviaria Sibari-Cosenza scavate con il sistema del pretaglio meccanico.

Trattandosi della prima applicazione assoluta di questa tecnologia a piena sezione, per di più in terreni plastici sotto falda, in fase di verifica in corso d'opera si è condotto un accurato controllo delle convergenze superficiali e profonde in corrispondenza al fronte ed al contorno del cavo.

La lettura e l'interpretazione dei controlli ha permesso di seguire l'evoluzione del comportamento della galleria durante le varie fasi di scavo e di calibrare tipologia e geometria degli interventi di stabilizzazione mettendo a punto le fasi e le cadenze dell'avanzamento.

In particolare, si sono progettate e realizzate tre stazioni di misura attrezzate per l'esecuzione di:

- misure di convergenza del cavo mediante nastro d'acciaio Invar;
- misure estensimetriche dall'alto mediante la posa in opera di tre estensimetri multibase ad asta;
- misure pressiometriche mediante inserimento di celle di pressione entro i tegoli del pretaglio.

Mettendo in opera gli estensimetri in anticipo rispetto all'arrivo del fronte di scavo è stato possibile seguire l'evoluzione dei fenomeni deformativi con il progredire dell'avanzamento e valutare la quantità di deformazione già subita dalla galleria al fronte (fig. 8).

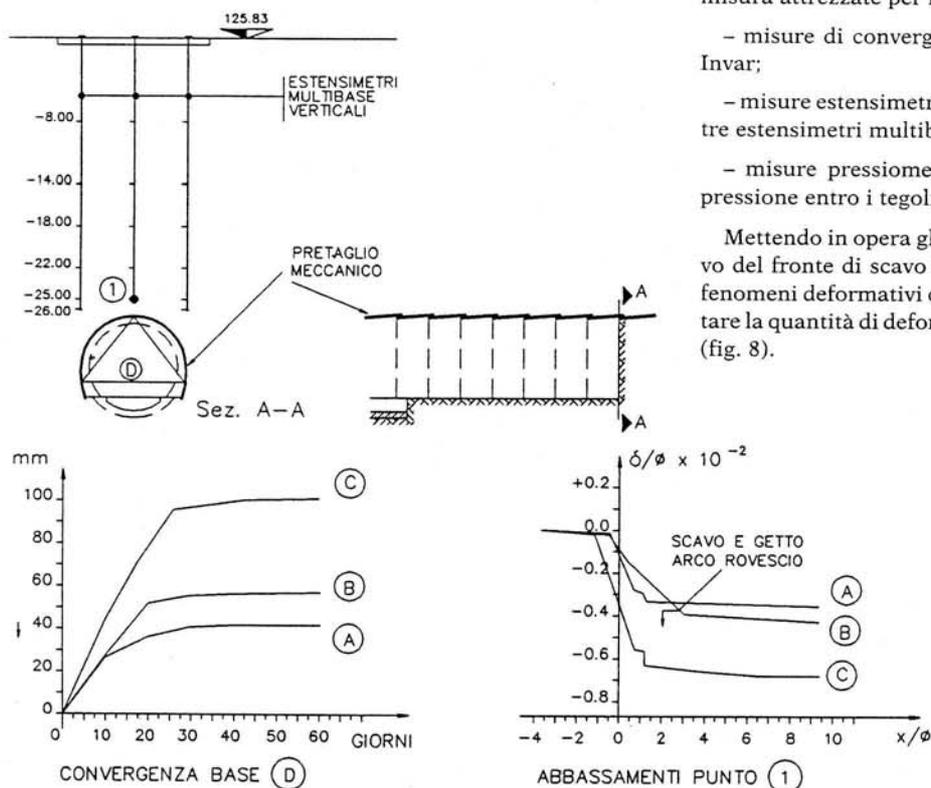


Fig. 8 - Linea FS Sibari-Cosenza. Misure di convergenza e di decompressione.

STAZIONE DI MISURA	(A)	(B)	(C)
GALLERIA	2	1	1
PROGRESSIVA	183.10 i	367.87 i	347.32 s
COPERTURA	26	24	20
PRECONSOLIDAMENTO	PRETAGLIO		JET-GROUT. 0

In particolare si osserva:

a) prima del passaggio del fronte (punto zero), in corrispondenza della stazione strumentata non si producono spostamenti apprezzabili;

b) durante il passaggio del fronte si innescano i primi movimenti. I fenomeni deformativi si sviluppano per circa il 50% del valore finale nell'arco di 3-4 giorni, ovvero quando il fronte oltrepassa di circa 8-10 m la stazione strumentata;

c) il valore massimo raggiunto dagli spostamenti, misurati a 2 m sopra la calotta della galleria, è circa 3-4 cm;

d) il gradiente di deformazione è massimo durante lo scavo dell'arco rovescio, il getto del quale produce una immediata stabilizzazione del cavo.

Di conseguenza il getto del rivestimento definitivo non produce visibili modifiche sullo stato deformativo.

Le misure di convergenza evidenziano l'effetto della sosta prolungata del fronte nei riguardi dei fenomeni deformativi: si sono misurate deformazioni diametrali dell'ordine di 12 cm contro i 4-6 misurati correntemente.

L'analisi accurata dei dati forniti da queste misurazioni è stata di fondamentale importanza per la messa a punto del pretaglio meccanico, e di conferirgli l'efficacia che oggi gli è riconosciuta.

Per esempio è stata proprio l'analisi di queste misure a evidenziare l'importanza di gettare l'arco rovescio il più presto possibile per ottenere la stabilizzazione dei fenomeni deformativi, tenere sotto controllo la loro evoluzione e poter decidere tempestivamente di eseguire il getto del rivestimento definitivo qualora il guscio di *spritz-beton* avesse raggiunto valori di sollecitazione eccessivi anche in via provvisoria.

COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

CONCORSO PER L'ASSEGNAZIONE DEL PREMIO P. MALLEGORI

Il Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – CIFI – bandisce il concorso per l'assegnazione del Premio P. MALLEGORI 1992.

Detto Premio, dell'importo di lire 2.000.000, è destinato alla migliore Memoria inedita, e comunque non presentata in altra sede, su argomento di interesse ferroviario che si rilevi utile, per il carattere innovativo del suo contenuto, a produrre miglioramento o progresso tecnico od economico.

Possono concorrere tutti i cittadini italiani. La Memoria premiata rimarrà di proprietà del CIFI che ne curerà la pubblicazione nel modo che riterrà opportuno.

Le memorie concorrenti – redatte in triplice copia – dovranno pervenire entro il 31 marzo 1992 in plico raccomandato all'indirizzo: Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti, 34 – 00185 Roma.

Esse dovranno essere contrassegnate da un motto riportato su una busta bianca, senza indicazione alcuna, chiusa e sigillata, contenente le complete generalità dell'Autore ed il Suo domicilio.

Il Premio verrà assegnato con decisione insindacabile del Comitato di Presidenza del CIFI avendo presenti le proposte della Commissione all'uopo nominata.

Dell'esito del concorso sarà data notizia sulle Riviste «INGEGNERIA FERROVIARIA» e «LA TECNICA PROFESSIONALE» edite dallo stesso CIFI.

Roma, 30 giugno 1991

IL PRESIDENTE
Dott. Ing. Silvio Rizzotti