

COMPAGNIA AOSTA-MARTIGNY

La galleria del Gran San Bernardo

per l'itinerario Svizzera-Torino-Mare

Relazione tecnica orientativa
del Prof. Dr. Ing. **F. AIMONE JELMONI**
Insegnante di Costruzioni Stradali e Ferroviarie
al Politecnico di Milano

1948

**UNIONE TIPOGRAFICA
MILANO**

PC

373

Médiathèque VS Mediathek



1010787340

COMPAGNIA AOSTA-MARTIGNY

La galleria del Gran San Bernardo

per l'itinerario Svizzera-Torino-Mare

Relazione tecnica orientativa
del Prof. Dr. Ing. **F. AIMONE JELMONI**

Insegnante di Costruzioni Stradali e Ferroviarie
al Politecnico di Milano

1948
**UNIONE TIPOGRAFICA
MILANO**

PC 373



68/1905

1905

1905

SOMMARIO

PREMESSE.

PARTE I - QUESTIONI GENERALI.

1. Utilità di una nuova comunicazione alpina.
2. I collegamenti della Val d'Aosta con il Cantone Vallese.
3. La camionale per il Gran San Bernardo.
4. La camionale Aosta-Martigny secondo il progetto Jelmoni.
5. Utilità della camionale del Gran San Bernardo.

PARTE II - IL PROGETTO JELMONI.

6. Piano dell'opera.
7. Le caratteristiche della grande galleria.
8. Previsioni sulle difficoltà di lavoro.
9. I piazzali di sosta.
10. Organizzazione generale dei lavori e previsioni di spesa.
11. Il piano finanziario di esercizio della galleria.

CONCLUSIONE.

PREMESSE

Per incarico della Compagnia Aosta-Martigny costituitasi per la costruzione e l'esercizio dell'Autostrada italo-svizzera attraverso il Gran San Bernardo, da Aosta a Martigny, il sottoscritto ha studiato la possibilità, sia dal punto di vista tecnico, sia da quello economico, di un collegamento camionabile — atto cioè al transito di autocarri e di autobus — della Val d'Aosta con il Canton Vallese, appunto da Aosta a Martigny, mediante una galleria di valico da aprirsi sotto il Gran San Bernardo, sulla traccia dei piani elaborati dagli Ingg. *Henri Chenaud* di Losanna ed *Emilio Chauvie* di Torino, ai quali si aggiunse successivamente l'Ing. *Ferdinando Cena*, pure di Torino; detti piani erano stati presentati al competente Ministero già nell'agosto 1945, e formarono oggetto di una breve relazione del luglio 1945, intitolata «Autostrada Italo-Svizzera Aosta Martigny». In questa relazione erano sommariamente esposti i criteri relativi a tre possibili soluzioni di un collegamento autostradale tra la Val d'Aosta ed il Canton Vallese.

Il sottoscritto, fin dal giugno 1946, officiato dagli Ingegneri Cena e Chauvie, aveva steso per la Camera di Commercio, Industria ed Agricoltura di Torino, una relazione orientativa su una di queste tre soluzioni. Nel successivo settembre, poi, redigeva un'altra relazione, più dettagliata, con la quale giustificava la preferenza da darsi alla terza delle tre soluzioni proposte, illustrando le caratteristiche di un completo progetto di massima.

Con la presente relazione, il sottoscritto illustra ora un suo progetto originale, redatto in base a nuovi elementi desunti da ulteriori studi, i quali lo hanno condotto ad una nuova soluzione del problema del collegamento camionabile della Val d'Aosta con il Canton Vallese.

L'ultima guerra ha rimesso sul tappeto la questione sempre viva e sempre attuale del miglioramento delle condizioni degli scambi, poichè l'equilibrio e la sicurezza dei commerci e dei traffici sono direttamente dipendenti da un razionale sistema di comunicazioni, predisposto in relazione alle necessità economiche, commerciali, politiche e sociali della Nazione. È naturale quindi, ed anche doverosa, la preoccupazione di riesaminare le nostre condizioni di traffico all'interno, non

solo, e coll'estero, allo scopo di facilitare col nuovo orientamento politico la ricostruzione e l'assestamento economico della nostra Italia.

Particolarmente buoni sono generalmente sempre stati i nostri rapporti con la vicina Confederazione Elvetica, la quale vede nei grandi porti Liguri degli utili disimpegni al suo isolamento territoriale. La via del Reno infatti, rappresenta per la Svizzera un corridoio che le circostanze contingenti della vita delle nazioni rivierasche può precludere da un momento all'altro; e lo stesso dicasi per il porto di Marsiglia. Come è stato dimostrato nell'ultima guerra.

Anche per noi, comunque, è sommamente interessante che si costituiscano vie celeri, economiche e sicure per l'esercizio dei traffici della Svizzera coi nostri porti, al fine di limitare la concorrenza che a questi fa il porto di Marsiglia. Proprio a questo scopo, come è ben noto, i Consorzi dei Porti di Genova e di Savona si adoperano attivamente sia per rendere viepiù libera e fluida la circolazione dei rispettivi retroterra, sia per estenderne l'ampiezza.

Nei riguardi della Svizzera, Genova è legata con due ferrovie: quella del San Gottardo e quella del Sempione. Pertanto, mentre per altre destinazioni si manifesterebbero utili delle nuove ferrovie attraverso le Alpi, per la Svizzera si dimostra invece per ora necessario — nell'interesse reciproco, suo e nostro — delle comunicazioni camionabili: intendiamo delle vie aperte in ogni stagione, perfino nel più crudo inverno, e percorribili economicamente anche da autobus e da autotreni.

Diverse sono le strade che attualmente collegano l'Italia alla Svizzera, le quali necessariamente passano tutte attraverso le Alpi — eccettuate, beninteso, le strade per il Canton Ticino, poichè si trova al di quà delle maggiori creste alpine —; e siccome queste rotabili vennero costruite in altri tempi, con criteri antiquati, in relazione alle modeste esigenze del traffico stradale di una volta, raggiungono tutte alte quote di valico, restando perciò permanentemente chiuse, per causa della neve, per sei, sette e perfino nove mesi dell'anno. Soltanto la strada del Passo del Maloja (m 1815 s/m), da Chiavenna a Silvapiana, che conduce in Engadina (strada statale n. 37) e quella del Passo del Forno (m 2153 s/m), da S. Maria (S. S. n. 38 dello Stelvio) a Zernez, possono quasi tutti gli anni essere mantenute aperte, sia pure con difficoltà. Esse però risultano troppo eccentriche rispetto alle relazioni più importanti e frequenti con la Svizzera, interessanti Milano, Torino e Genova.

Inoltre queste strade presentano tutte, quale più e quale meno, specialmente sul versante svizzero, un andamento molto accidentato: sviluppi a tornanti tortuosi, con piccoli raggi di curvatura (si arriva anche al disotto dei 10 metri); sedi strette, talora atte soltanto al transito in un solo senso; pendenze fortissime (la strada del San Gottardo raggiunge il 10 e quella del Sempione il 9 per cento). Soprattutto quote di valico assai elevate, che producono anche eccessivo consumo di lavoro motore e richiedono un lungo tempo di percorrenza.

Del resto, altri passi alpini interessanti la Liguria, il Piemonte e la Lombardia, quali il Piccolo San Bernardo ed il Moncenisio, si trovano in condizioni pressochè analoghe; per cui, non soltanto gli itinerari stradali diretti con la Svizzera e con l'Europa centrale e centro-occidentale ci restano per la massima parte dell'anno preclusi al traffico, ma altresì quelli che potrebbero ancora convenientemente servire alla più parte degli altri nostri traffici stradali internazionali. Fa eccezione, in questo settore, il passo del Monginevro (m 1854 s/m), che si riesce a mantenere attivo tutto l'anno, ma anch'esso riesce fuori mano per le destinazioni che ci interessano maggiormente.

È pertanto manifesta la necessità di nuove comunicazioni stradali tra l'Italia ed i Paesi europei al di là delle Alpi, massime con la Svizzera; comunicazioni adeguate alle molto maggiori esigenze del traffico moderno, specie quello turistico e commerciale, e che, principalmente, abbiano a garantire il transito anche nel più crudo inverno.

L'attuazione di tali comunicazioni consisterà, evidentemente, nella costruzione di lunghe gallerie attraverso i massicci alpini, come quelle che vennero aperte per la ferrovia nel Cenisio, nel Sempione e nel San Gottardo. Gallerie, cioè che assicurino il passaggio dall'uno all'altro versante a quota non molto alta, sicchè gli imbocchi possano in ambo i versanti essere raggiunti dalla pianura in ogni stagione dell'anno, senza tema di interruzioni per causa della neve.

L'idea di sottopassare in galleria il Gran San Bernardo appare dunque opportuna, sia per la destinazione, sia per la posizione, allo scopo:

- di incrementare il movimento turistico, specie invernale, verso i nostri soggiorni, con l'offrire un transito attraverso le Alpi in tutti i mesi dell'anno, di agevole percorrenza ed economico anche per grossi autobus da diporto;
- di attivare nuove correnti di traffico commerciale, diretto e in transito, consentendo il passaggio delle Alpi anche ai più pesanti autotreni da trasporto (ciò che oggi, anche nella stagione propizia, riuscirebbe antieconomico — dove non impossibile — per le forti pendenze e per le difficoltà di tracciato delle attuali strade alpine);
- di assicurare un collegamento stradale costantemente praticabile in tutte le stagioni tra l'Atlantico e la pianura Padana, preziosissimo in caso di necessità militari;
- di migliorare le possibilità dei nostri porti liguri, particolarmente nei riguardi delle destinazioni svizzere, in concorrenza col porto di Marsiglia.

La galleria da traforare dovrebbe rappresentare come il taglio di un istmo che colleghi la rete stradale italiana con quella europea al di là delle Alpi, rendendo accessibile *in modo continuo* il nostro Paese da qualunque località dell'Europa centrale ed occidentale.

La Svizzera può a buon diritto, considerarsi il bacino di raccolta del turismo in Europa e particolarmente di quello più ricco: dalle Americhe, dalla Gran Bretagna, dai Paesi Scandinavi, dai Paesi Bassi, convengono in Svizzera turisti, gitanti e sportivi, nonchè malati bisognosi di cure alpine, i quali poi si rivolgono verso altri soggiorni, che si vorrebbero raggiungere non più soltanto col treno ma anche e più volentieri con la propria automobile o in autopullman. Per cui attualmente sono manifestamente preferiti quei luoghi come Nizza, Cannes, Monaco, ecc. ai quali dalla Svizzera si può appunto accedere anche in pieno inverno con mezzi automobilistici, oggi generalmente più celeri e più confortevoli del treno.

La nostra Riviera, Venezia, la Toscana, Roma, Napoli, la Sicilia, esercitano invero una grande attrazione e si potrebbe avere un afflusso di turisti di gran lunga

maggiore di quello attuale, e forse si riuscirebbe addirittura a contrastare efficacemente la concorrenza di altre località estere, come per esempio la Costa Azzurra, se, massime d'inverno, si potessero adottare, sia per passare le Alpi, sia per visitare con comodo i paesi attraversati, mezzi più confortevoli del treno.

Del resto basterebbe considerare il fatto che prima della guerra ogni anno, nei soli mesi invernali, le ferrovie dovevano provvedere al Sempione, tra Iselle e Briga, al passaggio su carri-piatti di 3000 automobili in media. Cifra notevole, specie se rapportata alle altissime tariffe delle ferrovie Federali Svizzere per questa classe di trasporti ed al lungo tempo occorrente alle pratiche inerenti (generalmente si perdeva un'intera giornata).

La stessa Svizzera, d'altronde, potrebbe da sola fornire un cospicuo volume di traffico turistico ed anche commerciale specialmente favoriti, questo e quello, dal vantaggio di poter poi circolare in Italia con la propria automobile, senza impacci di orari e di coincidenze. Lo dimostra già oggi la continua presenza in estate di tante macchine elvetiche che circolano sulle nostre strade; e ciò non è dovuto soltanto all'attuale rapporto dei cambi.

Le antichissime relazioni d'affari tra l'Italia e la Svizzera inducono a considerare con giustificato ottimismo le attuali previsioni di incremento dei traffici su strada ordinaria, qualora questi venissero favoriti da nuove vie sicure, agevoli, economiche ed aperte tutto l'anno.

Per i nostri centri commerciali, industriali ed anche agricoli, queste prospettive appaiono quanto mai allettanti; ed altresì per i porti liguri, poichè vedono migliorare il quadro della concorrenza con il porto di Marsiglia, il quale rappresenta infatti il loro maggiore e più pericoloso rivale.

Con l'Aosta-Martigny, come vedremo, si realizza una linea stradale attraverso le Alpi aperta tutto l'anno; linea diretta con la Svizzera e con ogni altro Paese dell'Europa centrale e settentrionale, in quanto crea l'itinerario più breve e più economico: lo dimostreremo.

Si manifesta infatti come il naturale e, non si esita a dirlo, indispensabile prolungamento delle auspiccate camionali congiungenti Genova e Savona a Torino, le quali invero non raggiungerebbero tutti i loro scopi se non sfociassero al di là delle Alpi. Infatti, una camionale limitata tra Torino e Savona, per citarne una, e che pur richiederà una spesa non inferiore a 15 miliardi, non potrebbe essere giustificata dal solo traffico stradale che potrà attivarsi tra questi due centri, anche se vi sommiamo il contributo dei centri intermedi.

I nostri grandi porti liguri devono e potranno diventare i porti di una larga zona della Svizzera: è noto infatti che questa intende creare una sua flotta marittima, e che pertanto è in trattative coi porti di Savona e di Genova per ottenere delle zone franche proprie. È quindi opportuno ed utile preoccuparsi del miglioramento delle vie di comunicazione di detti porti con la Svizzera. Senonchè, una nuova linea ferroviaria attraverso la Val d'Aosta troverebbe la decisa ostilità della Confederazione Elvetica, ostinatamente contraria, come lo è sempre stata, e con ragione, ad una nuova ferrovia a scartamento normale attraverso le Alpi, che possa fare concorrenza al Sempione. Pertanto non resta che la soluzione proposta di aprire

una camionale, ciò che sembra essere appunto nei voti svizzeri, anche per altre ragioni, di cui diremo in appresso.

Del resto, la stessa Torino non può non guardare con grande interesse ed auspicare con trasporto la costruzione di una nuova via internazionale, per togliersi dall'isolamento in cui la pongono le attuali grandi linee transalpine — ed anche quelle in progetto — ed al fine di potersi in tal modo collegare alle principali arterie di traffico dell'Europa centrale e centro occidentale.

Ma non soltanto la camionale in progetto apre una nuova porta tra l'Italia e la Svizzera, porta che può rimanere praticabile anche nel cuore dell'inverno, ma — ripetiamo — rende accessibile il Tirreno da ogni provenienza dell'Europa al di là delle Alpi. La ventilata autostrada Genova-Chiasso non può servire a questo scopo, giacchè a Chiasso sarebbe giocoforza oltrepassare allo scoperto il Colle del San Gottardo (superando pendenze di oltre il 10 per cento), il quale resta però chiuso al traffico normalmente da ottobre ad aprile. Per cui la Genova-Chiasso avrebbe un interesse puramente locale, limitato a Genova, alla Lombardia ed al solo Canton Ticino. Le Alpi continuerebbero a formare barriera tra l'Italia ed il resto dell'Europa.

Il progetto del Gran San Bernardo costituirebbe l'unico valico stradale permanentemente assicurato attraverso le Alpi. Ed in ciò consiste la sua reale, inestimabile importanza. Anche e specialmente per la Svizzera, la quale vede sempre volentieri ogni iniziativa che valga ad assicurarle una qualche nuova via di disimpegno al suo isolamento territoriale.

Ma, chiunque può facilmente convincersi del particolarissimo interesse della Svizzera di possedere ora una nuova strada camionabile di accesso al mare che la rassicuri dal pericolo di isolamento nel caso deprecabile di un nuovo conflitto in Europa. La via del Reno, se è per la Svizzera quella di maggior traffico per le sue importazioni, rappresenta pur tuttavia un collegamento molto incerto in caso di guerra; e lo stesso può dirsi per il porto di Marsiglia. Anche le ferrovie, benchè possiedano una grande potenzialità di trasporto, si possono però troppo facilmente interrompere: basta far saltare un ponte, ed il treno non passa più, finchè l'opera non sia più o meno fortunatamente ripristinata. Un canale navigabile si trova in condizioni ancor peggiori: si bombardà una conca, e la navigazione è ferma.

Una strada, invece, è sempre più rapidamente e più facilmente ripristinabile e, d'altra parte, gli autocarri hanno molte maggiori possibilità di adattarsi a passaggi di circostanza, che non le locomotive ed i natanti: anche perchè assai più fitta è la rete delle strade, sì che agevolmente si possono seguire rotabili succursali.

Ecco le ragioni dello speciale interesse che la Confederazione elvetica porta oggi alla realizzazione della progettata galleria sotto il Gran San Bernardo, appunto in quanto le garantirebbe in ogni momento il passaggio delle Alpi verso il mare agli autocarri, in sussidio o in sostituzione delle linee ferroviarie del S. Gottardo e del Sempione, *e senza attraversare, oltre all'Italia, altre Nazioni.*

PARTE PRIMA

QUESTIONI GENERALI

1. UTILITÀ DI UNA NUOVA COMUNICAZIONE ALPINA.

Un valico per la Val d'Aosta costituisce la via più naturale di comunicazione tra l'Italia nord-occidentale (Piemonte, Liguria e Lombardia) ed i grandi solchi fluviali del Rodano e del Reno, oltre ad essere sulla direttrice dei traffici interessanti i porti di Genova e di Savona nelle loro relazioni con la Svizzera.

Si deve appunto attribuire a questa privilegiata posizione geografica ed all'importanza logistica dei due passi del San Bernardo, se la civiltà romana ha potuto riflettere in tutto il suo splendore in Augusta Praetoria—l'antica Aosta — e se nel Medio Evo la Valle d'Aosta si è popolata di castelli, conventi, ospizi, godendo sempre di una autonomia politico-economica pressochè completa, in confronto al feudalismo saldamente stabilito allora in altre valli alpine.

Ma dopo la costruzione delle strade napoleoniche del Sempione e del Cenisio, il transito dei viaggiatori e delle merci per i passi del Piccolo e del Gran San Bernardo scemò di molto, ed il traffico non ebbe più che un interesse regionale limitato a pochi mesi dell'anno. Cessò poi quasi del tutto allorquando entrarono successivamente in esercizio le ferrovie del Frejus, del San Gottardo e del Sempione.

Le strade di valico del Piccolo e Gran San Bernardo infatti, dovendo restare chiuse per otto o nove mesi dell'anno, e l'eventualità non infrequente d'essere interrotte da tempeste di neve anche nel cuore dell'estate, non consentono a queste due vie internazionali di assumere un regime di traffico intensivo e permanente, per cui non potranno mai rappresentare se non sfoghi di punta, nei brevi periodi di maggior afflusso del movimento dei turisti.

Per la mancanza di collegamenti regolari e diretti con le contigue regioni della Savoia e del Vallese, la Valle d'Aosta non potrà mai, neppure in avvenire, se si continua in questo stato di cose, valorizzare in pieno il suo cospicuo potenziale economico. L'insufficienza della sua rete stradale e il sentirsi come chiusa nella sua chiostra montana, fanno sì che la popolazione valdostana sia travagliata da una insopportabile limitazione al libero gioco delle sue energie produttive, e che le iniziative volte a dare un più ampio respiro alla sua economia siano frustrate in

sul nascere, appunto perchè difettano le vie di espansione, le quali direttamente si innestano alle grandi arterie di vita civile, al di quà come al di là delle Alpi.

Non è da oggi soltanto che la magnifica valle ha cercato di liberarsi da questa logorante sensazione di soffocamento. Non stiamo ora ad enumerare tutte le idee, le proposte, le iniziative nate e sviluppatesi a questo fine: specialmente progetti di linee ferroviarie, quali quelle sottopassanti il Monte Bianco per il collegamento diretto con la Francia in ausilio al Cenisio e quelle interessanti la Valle del Ferret ed il Gran San Bernardo a parziale concorrenza col Sempione.

Non occorre certo spendere molte parole per dimostrare l'assoluto e sentito bisogno della Valle d'Aosta di avere uno sfogo al di là delle Alpi. Ma, a modesto avviso del sottoscritto, questo sfogo dovrebbe trovare la sua attuazione non già verso la Francia, bensì verso la Svizzera, giacchè le relazioni tra la nostra bella Valle ed il Canton Vallese hanno ormai una tradizione storica, economica e sociale di tale antichità che sarebbe illogico e soprattutto innaturale voler disconoscere e trascurare.

Anche sotto questo punto di vista, non ci sembra giustificabile la più volte annunciata realizzazione della progettata galleria autostradale del Monte Bianco, tra Courmajeur e Chamönix.

A questa ragione vanno sommate quelle relative agli interessi dei porti liguri, i quali invero non avrebbero assolutamente nulla da sperare da una nuova comunicazione con la Savoia e con altre regioni della Francia orientale, giacchè queste regioni continueranno pur sempre a servirsi dei porti francesi del Mediterraneo, ai quali — a parte la questione nazionale — risulteranno tuttavia più vicine che non ai porti liguri.

D'altronde, non si può neppure prevedere un intenso traffico commerciale fra due regioni di uguali risorse, come la Savoia ed il Piemonte.

Il collegamento dei due bacini turistici della Savoia e della Val d'Aosta, appare a taluno molto promettente di favorevoli sviluppi per la nostra industria alberghiera e del turismo. A noi, però, non sembra invece così, in quanto riteniamo assai difficile che la Francia acconsenta ad una pericolosa concorrenza alla sua industria. Come pure, per la medesima ragione, dubitiamo molto che la Francia possa domani tollerare che una corrente di turisti si orienti verso la Riviera ligure, a scapito della Costa Azzurra.

Ed infatti, non è privo di significato il fatto che per ben due volte il Governo francese abbia smentito ufficialmente il proprio interessamento per la realizzazione della galleria sotto il Monte Bianco: come ci conferma nel numero di giugno 1947 l'autorevole «Revue Générale des Routes et de la Circulation Routière», la massima rivista francese in materia stradale.

•Comunque, per la finalità di un'opera di tanta cospicua portata finanziaria ed affinché essa possa conseguire il migliore successo economico, è necessario che la nuova via alpina accoppi al traffico *turistico* internazionale — che darà rinnovato fervore di vita alla Val d'Aosta ed alla nostra industria turistica in genere, specie della Riviera — quello propriamente *commerciale* ed *industriale* per la maggiore prosperità delle industrie e dei traffici di buona parte dell'Alta Italia e dei porti della Liguria.

Queste possibilità, che sommano tanti interessi — elevando perciò l'utilità economica della nuova strada — sembrano al sottoscritto potersi realizzare appunto con un collegamento della Val d'Aosta con il Canton Vallese.

Come dimostreremo in appresso, la via per il Gran San Bernardo presenta poi il grande vantaggio di realizzare il collegamento stradale più rapido, più economico e più agevole della valle padana con i paesi dell'Europa centrale, centro-occidentale e settentrionale.

2. I COLLEGAMENTI DELLA VAL D'AOSTA CON IL CANTON VALLESE.

Il collegamento della Val d'Aosta con il Canton Vallese si può attuare o per le valli del *Ferret* (Dora di Ferret e Dranse de Ferret), da Courmajeur ad Orsières, oppure per il *Gran San Bernardo*, con meta sempre Orsières. Questo secondo itinerario invero è già stato utilizzato fin dal 1905, ma poichè valica il Colle allo scoperto, a quota m 2473 s/m, resta chiuso al traffico per molti mesi dell'anno; generalmente da ottobre a giugno. Inoltre, presenta presso il valico, specie dalla parte svizzera, lunghe tratte con pendenze e curvature assai severe per la circolazione dei veicoli moderni.

Le valli del Ferret, ampie e pittoresche, conservano, sia quella italiana, (Dora di Ferret), sia quella Svizzera (Dranse de Ferret), un'uniforme pendenza del fondo, pari in media al 5 per cento, per cui le modeste strade che la percorrono risalendo rispettivamente da Courmajeur e da Orsières, arrivano alla base del bastione di displuvio (Tête de Ferret) senza necessità di sviluppi artificiali. Quindi la valle stessa potrebbe ospitare un'arteria camionale, a miti pendenze e con ampie curve, senza peraltro dovere ricorrere a troppi virtuosismi di tracciato. Ma il colle del Ferret dovrebbe essere sottopassato in galleria, giacchè il dislivello tra il piede ed il valico tocca gli 800 metri a sud ed i 900 metri a nord, per cui sarebbe d'uopo, per superarlo, una matassa assai intricata di tornanti, al fine di non oltrepassare una pendenza ancora accettabile dagli autocarri e dagli autobus. Ma quand'anche, data la notevole quota di valico, pari a m 2543 s/m, l'arteria rimarrebbe poi chiusa all'esercizio per molti mesi dell'anno, frustrando così in pieno gli scopi che si intenderebbero perseguire con la nuova costruzione.

Considerazioni queste che bocciano inesorabilmente ogni precedente progetto che non contempra la soluzione radicale della galleria di valico.

Quando si trattava di farvi passare una ferrovia, come quelle preconizzate nel 1884 e nel 1904, la necessità di una galleria di 6 od 8 km era fuori discussione. Ma allorchè si abbandonò l'idea della ferrovia — per le note ragioni, relative all'opposizione svizzera ad una concorrenza al Sempione — e si pensò alla costruzione di una strada ordinaria, il partito della galleria non poteva ancora raccogliere che ben scarsi suffragi, sia per l'assoluta novità di una galleria stradale di un tale sviluppo, sia perchè il traffico, allora costituito da veicoli leggeri e limitato alla bella stagione, non poteva avere le esigenze odierne di una circolazione di autobus pesanti e di autocarri.

Ecco quindi il progetto del Prof. *Baggi*, l'eminente maestro di Strade del Politecnico torinese, comprendente ben 22 tornanti, col 10 per cento di pendenza massima, onde poter arrivare alla sommità del colle; ed i progetti più recenti dell'Ing. *Lecchi* e dell'Ing. *Devoti*, i quali informarono i loro studi al soddisfacimento di interessi locali, e cioè alla valorizzazione turistica della valle del Ferret e di Cour-

majeur, unicamente; quindi i loro tracciati avevano caratteristiche geometriche di curvatura e di pendenza conforme al particolare scopo della strada.

Più realistico il progetto dell'Ing. *Emilio Chauve*, il quale nel 1936 interpretò logicamente la funzione di una nuova arteria internazionale per il Ferret come una autostrada al servizio non soltanto dei bisogni locali, ma anche e soprattutto di un traffico di transito. E pertanto diede al suo tracciato pendenze e curvature adeguate, e sottopassa la barriera terminale con una galleria di km 6,250 a quota 1790 metri s/m.

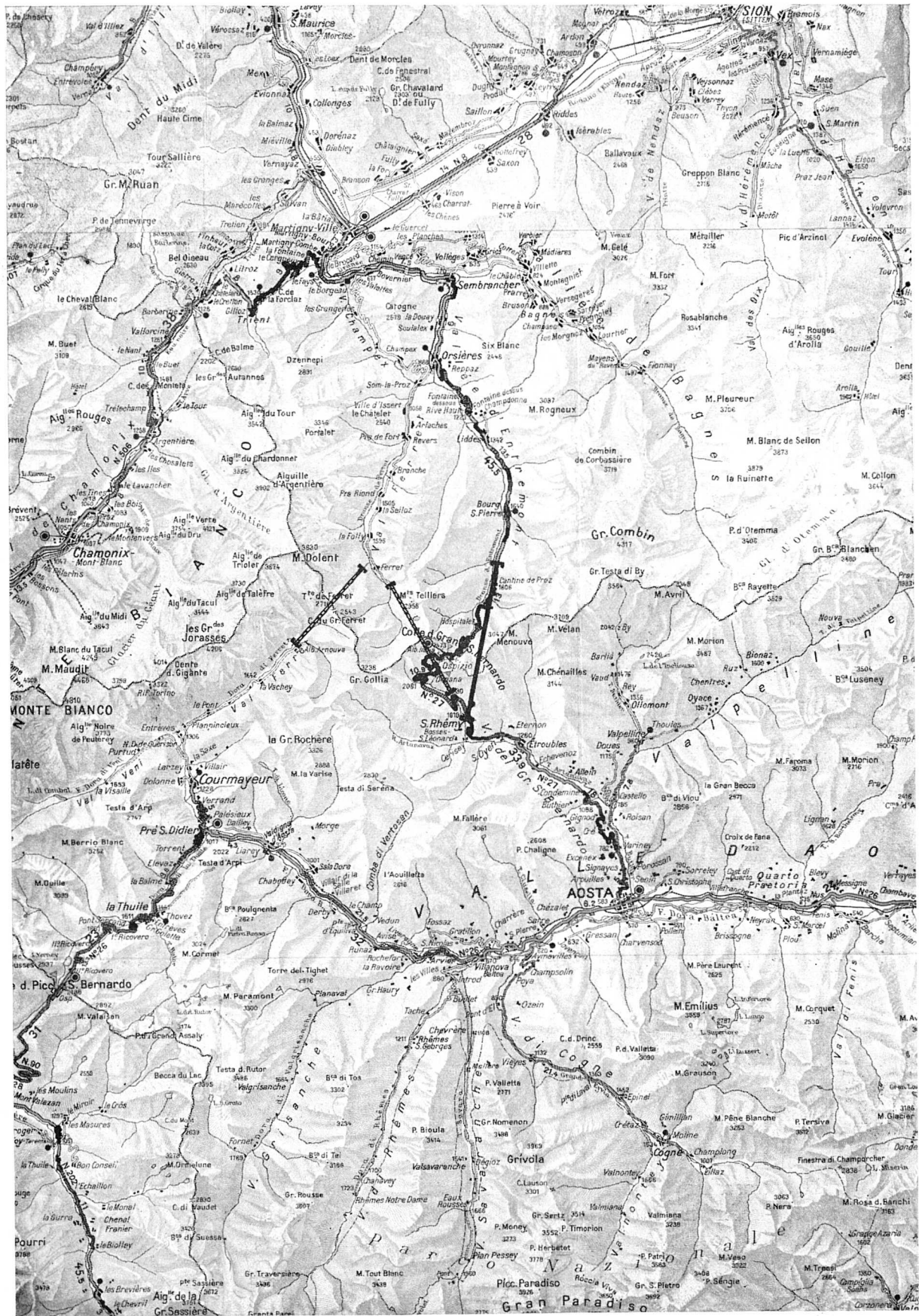
Senonchè il passaggio per la valle del Ferret presenta alcuni aspetti che al sottoscritto paiono negativi. Eccoli, in breve.

Per ragioni di ordine topografico, connesse alla tormentata morfologia del versante orientale del massiccio del Monte Bianco, ogni tracciato per la valle italiana del Ferret deve necessariamente svolgersi sul versante sinistro della valle stessa, ove, per l'esposizione poco felice, la strada sarebbe perennemente tormentata e insidiata da valanghe e da smottamenti di materiale detritico, e pertanto riuscirebbe di onerosa e malsicura manutenzione. Prescindendo dall'infida natura geologica della falda stessa, soggetta a distacchi di massi.

Per di più, la galleria di valico presso la Tête de Ferret, che attraversa una serie di scisti nerastri e di calcari grigi con generale pendenza verso est, potrebbe presentare serie difficoltà all'avanzata. Infatti, l'alternanza di rocce scistose con banchi calcari, la probabile esistenza di faglie che interrompono la continuità degli strati e facilitano il decorso di copiose acque sotterranee, non permettono di avere troppa fiducia sulla facile riuscita della perforazione di questa massa. Notisi ancora che nella località non mancano quelle condizioni che determinarono la sortita veemente di acque sotterranee nella galleria del Sempione disturbandone grandemente i lavori. Ne sono una prova i grandi bacini raccoglitori che si trovano vicino e ne sono pure una prova le copiose sorgenti che escono nei valloni di Belle Combe e di Combette nel versante italiano; e nel versante svizzero, quelle delle Greuzaz ed altre verso i Chalets de Ferret. Ancora, si potrebbe manifestare il pericolo di sacche di materiali detritici incoerenti, dovuti agli stessi fenomeni tettonici che hanno determinato il colle tra i massicci circostanti.

Non è poi da trascurare una preoccupazione di carattere militare, correndo la valle italiana del Ferret, per tutta la sua lunghezza, molto vicino al confinè francese, di cui segue all'ingrosso l'andamento.

Si deve finalmente rilevare che le attuali strade esistenti, percorrenti la valle del Ferret, sia in Italia, sia in Svizzera, sono assolutamente inadeguate per un qualsiasi traffico camionale e di autobus moderni e si presentano difficilmente suscettibili di modifiche; per cui andrebbero senz'altro abbandonate. Di conseguenza, entrambe le strade di accesso alla grande galleria di culmine, sia da sud, sia da nord, dovrebbero essere costruite ex-novo, con uno sviluppo complessivo prevedibile di una sessantina di chilometri, giacchè non si può pensare di superare una pendenza media del 30 ÷ 35 per mille, senza temere difficoltà di esercizio, in circostanze di deficiente aderenza, come si dirà più avanti.



3. LA CAMIONALE PER IL GRAN SAN BERNARDO.

Le considerazioni precedenti inducono pertanto a scartare l'itinerario per la valle del Ferret italiana, ed a prendere in considerazione quella per il Gran San Bernardo, sottopassante il colle con una galleria.

Lo stesso compianto Ing. Chauvie, nell'agosto 1945, d'accordo coi colleghi Chenaud e Cena, presentava infatti al competente Ministero domanda di concessione anche per il secondo itinerario, pel quale proponeva due soluzioni, entrambe aventi l'imbocco della galleria a circa due chilometri a nord di S. Rhémy, nella valle del Gran San Bernardo, a quota 1790 m s/m. La prima soluzione orientava la galleria, rettilinea, della lunghezza di m 7.500 circa, verso nord-ovest e la portava a sboccare ancora nell'alta valle della Dranse de Ferret, a quota 1780 m s/m. Nell'altra soluzione, la galleria, pure rettilinea e di sviluppo pressochè uguale, ha andamento invece verso nord-ovest ed esce nella valle d'Entremont, a circa tre chilometri a nord di Bourg Saint Pierre.

Entrambe le soluzioni prevedevano quindi dalla parte italiana un medesimo tracciato per l'accesso alla galleria; tracciato che avrebbe seguito di massima l'attuale strada statale n. 27 (del Gran San Bernardo), salvo discostarsene in quelle tratte ove questa si svolge con un andamento plano-altimetrico troppo severo per una camionale da realizzarsi con criteri moderni. Di ciò parleremo in seguito.

Dalla parte svizzera, seguendo la prima soluzione prospettata dall'Ing. Chauvie, la camionabile avrebbe dovuto essere insediata ex-novo, non essendo l'attuale carareccia della valle del Ferret affatto suscettibile di trasformazione, come si è detto; si trattava dunque di costruire una trentina di chilometri di nuova strada — basando il conto su di una pendenza *media* generale del 30 per mille, estesa a tutto il percorso —, svolgentesi per di più su di una falda difficile, anche geologicamente; ciò che avrebbe richiesto numerose opere di sostegno, di consolidamento, di difesa (specie gallerie artificiali) e di attraversamento, opere tutte di mole imponente, con conseguente ingentissima spesa.

Per cui sembrava molto più raccomandabile la seconda soluzione dello Chauvie, la quale, dirigendo la galleria di valico verso nord-est, la portava a sboccare nella valle d'Entremont, lungo la quale sono già da tempo in corso di esecuzione i lavori per la sistemazione ad arteria di grande traffico della esistente strada cantonale da Orsières al Passo del Gran San Bernardo, secondo un progetto integrale predisposto fin da prima della guerra dall'Ing. Parvex, capo dell'Ufficio LL. PP. del Canton Vallese. Si sarebbe perciò trattato, se mai, di fare apportare qualche ritocco a questo progetto, per il più conveniente raccordo con l'imbocco della galleria. Perciò, salvo la costruzione del piazzale di sosta necessario per il parcheggio dei veicoli in attesa dell'espletamento delle pratiche doganali, nessun lavoro sarebbe necessario sul versante svizzero per l'attuazione di questa seconda soluzione. La quale presenta inoltre il vantaggio — veramente importante per la buona economia dei lavori di impianto — di poter usufruire per l'accesso ai cantieri di lavoro, sia a nord, sia a sud, di strade esistenti, le quali già attualmente restano normalmente aperte per tutto l'anno proprio fin dove si impianteranno i cantieri stessi.

Il sottoscritto nella citata relazione orientativa del settembre 1946 riteneva pertanto preferibile questa soluzione. Senonchè, in seguito all'incarico avuto dalla Compagnia Aosta-Martigny, costituitasi nel frattempo, lo stesso sottoscritto in-

traprese, con l'aiuto dell'Ing. *Antonio Mauri* della predetta Compagnia, un approfondito esame delle condizioni locali, con numerosi ed accurati sopralluoghi, ed in base a minuziose indagini, particolarmente in riguardo al regime delle nevi. L'esame lo ha portato — anche per consiglio dell'Ing. *Francesco Moncelli*, Capo Compartimento dell'A.N.A.S. per il Piemonte — ad intraprendere lo studio di una quarta soluzione, originale, della quale si illustrano qui di seguito le caratteristiche principali.

Per lo sviluppo di questo studio, il sottoscritto potè giovare della appassionata ed intelligente collaborazione degli Ingg. *Cena e Mauri*, già citati; mentre per la parte svizzera, si assicurò la partecipazione dell'Ing. *Chenaud* — che, come si disse, già era associato al compianto Ing. *Chauvie* — e dell'Ing. *Walter Ruttimann*.

4. LA CAMIONALE AOSTA-MARTIGNY, SECONDO IL PROGETTO JELMONI.

La camionale Aosta-Martigny, secondo il progetto studiato dal sottoscritto, comprende:

- una grande *galleria di valico*, sotto il Gran San Bernardo, rettilinea, lunga m 9650, con sezione libera larga m 9,50 al piano di imposta e m 9,00 al piano viabile. Essa collega la valle italiana del Gran San Bernardo (con imbocco sotto l'abitato di S. Rhémy a quota 1625 m s/m, al riparo dei venti e delle bufere) con la valle svizzera di Entremont (con uscita a circa 2 km a monte di Bourg Saint Pierre, a quota 1770 m s/m). Il culmine, nell'interno della galleria, risulta a quota 1758 m s/m. Il traforo si trova per m 2800 in territorio italiano, pari cioè al 29 per cento circa della sua lunghezza;
- due *strade di accesso* alla galleria medesima, da Aosta e da Martigny. Da parte svizzera, nella valle d'Entremont, dove corre l'attuale strada cantonale da Orsières al Passo, che è in alcuni tratti stretta ed acclive, sono già in fase di avanzata esecuzione, come si è dianzi detto, i lavori per la sua sistemazione ad arteria avente caratteristiche di strada camionabile. Attualmente, la strada esistente è già percorribile anche in pieno inverno fino a Bourg Saint Pierre; da qui all'imbocco della progettata galleria, cioè per altri due chilometri, i lavori in corso assicureranno alla strada la continua percorribilità, essendo previste numerose gallerie parietali ed artificiali, con ampi finestroni a valle, onde preservare la circolazione da interruzioni dovute alla neve ed alle tempeste. Da parte italiana si dovrà praticare qualche variante in alcune tratte della esistente strada statale n. 27 per complessivi 10 km circa; la felicissima esposizione del versante garantisce tutta la strada, fino a S. Rhémy, dal pericolo di interruzione per causa della neve, cioè proprio fino all'imbocco sud della galleria; ed infatti, attualmente, anche nel pieno dell'inverno, il regolare servizio postale di autocorriere tra Aosta e S. Rhémy non subisce mai interruzioni. Anche dalla parte svizzera gli autobus postali risalgono quattro volte al giorno e in tutte le stagioni, l'attuale strada da Orsières fino a Bourg Saint Pierre. Per cui è garantito che la neve non potrà mai cagionare interruzioni alla futura camionale

in quanto gli imbocchi della galleria saranno ubicati in località ed a quote che oggi stesso si vedono già al sicuro da tale pericolo;

- due *piazzali di sosta*, uno per ogni versante, per l'attesa dei veicoli alla dogana. Verranno ubicati: quello meridionale, sotto l'abitato di S. Rhèmy, a quota 1610 m s/m, in località molto ben riparata dai venti e dalle bufere, nonchè felicemente esposta al sole; quello settentrionale, in corrispondenza dell'abitato di Bourg Saint Pierre, a 1620 m s/m, anch'esso ben protetto e sufficientemente insolato. Entrambi i piazzali saranno formati con parte del materiale di discarica della galleria.

5. UTILITÀ DELLA CAMIONALE DEL GRAN SAN BERNARDO.

I vantaggi ai quali la galleria del Gran San Bernardo darebbe luogo, si possono così compendiare:

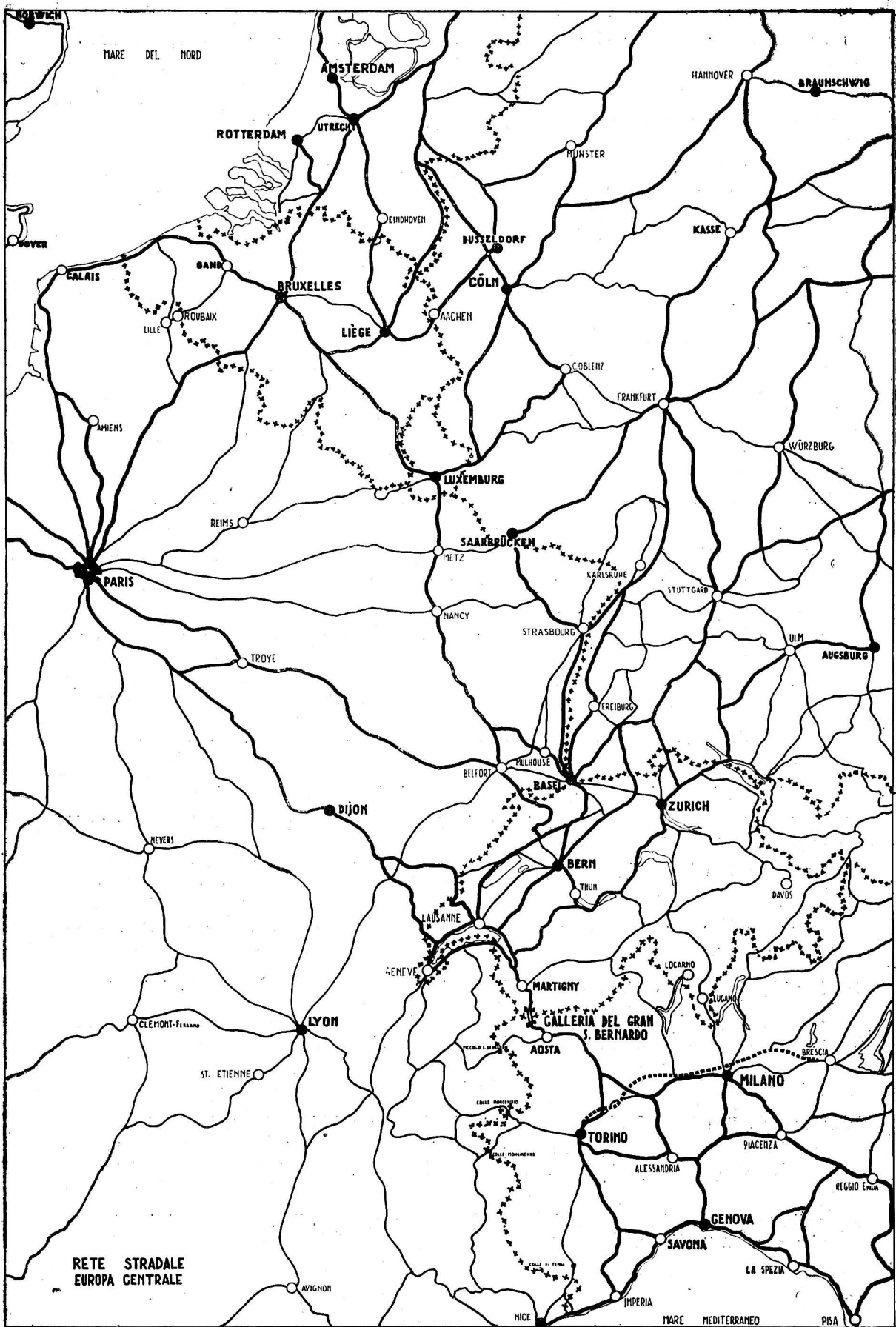
- primo transito stradale alpino assicurato in tutte le stagioni dell'anno tra l'Italia e la Svizzera;
- abbassamento notevole della quota di valico: da 2473 m s/m (quota del passo del Gran San Bernardo) a 1758 m s/m (culmine in galleria), cioè una differenza di dislivello di 715 m, con conseguente notevole economia di lavoro motore e cioè risparmio nelle spese di trasporto. Si verrebbe anzi a realizzare il valico più basso tra l'Italia e l'Europa centrale e centro-occidentale;
- eliminazione delle attuali tratte impervie, per pendenza e tortuosità, della esistente strada del Gran San Bernardo, particolarmente dalla parte svizzera.

Quindi, l'apertura della galleria del Gran San Bernardo comporterebbe un *avvicinamento notevole, realizzabile in ogni stagione dell'anno*, dei maggiori centri turistici, commerciali ed industriali dell'alta Italia e dei porti liguri a molti tra i più importanti luoghi di sport, di soggiorno, di cura, di traffico e di consumo posti al di là delle Alpi.

Avvicinamento si noti bene, che non è da considerarsi soltanto nel suo aspetto reale, cioè come riduzione di distanza effettiva, ma anche e soprattutto nei riguardi di una conseguente economia delle spese di trasporto, economia proporzionalmente maggiore al risparmio realizzabile nella sola lunghezza del percorso.

Se diciamo che l'attuale distanza di 518 km tra Savona e Berna, per la via del Sempione-Grimsel si ridurrebbe, per il traforo del Gran San Bernardo, a soli 476 km, in effetti il beneficio non si deve considerare soltanto nel risparmio pur sensibile di 42 km (pari, all'incirca, al 9 per cento) di percorrenza *reale*, ma principalmente deve essere visto nel fatto che verrebbero evitate pendenze del 90 e più per mille, quali si hanno sull'attuale tracciato al Sempione ed al Grimsel. Pertanto, il risparmio di lunghezza *virtuale* riuscirà molto maggiore del risparmio di lunghezza *reale*. Ed è questo risultato che conta agli effetti dell'economia dei trasporti.

C'è poi da considerare la somma dei dislivelli che si debbono superare, la cui influenza è pure grandissima; per restare nell'esempio precedente, con la galleria del Gran San Bernardo i dislivelli da superare tra Savona e Berna assommano com-



plessivamente (compresi quindi anche quelli dell'Appennino) a 2496 m contro i 3828 m che si hanno attualmente lungo l'itinerario Sempione-Grimsel: una differenza dunque, di ben 1332 m. Ciò significa che per ogni tonnellata che transiterà per la galleria del Gran San Bernardo saranno ben 1.332.000 kgm di lavoro motore risparmiato soltanto per la minore somma di dislivelli da superare.

Si moltiplichino questa cifra per il peso (in tonnellate) di tutte le vetture, autobus ed autocarri (carichi e vuoti) che potranno passare in un anno, e si vedrà che mole di economia è possibile realizzare con la galleria progettata, soltanto per la relazione Savona-Berna assunta come esempio.

Nei quadri che seguono sono esposte le relazioni più importanti tra Milano-Torino, Genova e Savona con alcuni centri al di là delle Alpi. Le cifre vanno interpretate nella loro vera sostanza, nel modo che si è ora illustrato, e cioè tenendo conto di quanto le differenze della distanza e della somma dei dislivelli possono in effetti influire sull'economia dei trasporti, che è il fattore primo ed essenziale per ben giudicare dell'utilità di una nuova via di traffico.

LAUSANNE:

da *Milano*, via Sempione-Brig: km 336 con m 2208 di dislivelli (chiuso da ottobre a giugno);
via Passo Gran San Bernardo-Martigny: km 329 con m 2490 di dislivelli (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto, il percorso si ridurrebbe a km 324 con soli m 1775 di dislivelli e *sarebbe aperto tutto l'anno*.

da *Torino*, via passo Gran San Bernardo-Martigny: km 269, dislivelli m 2425 (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto si ridurrebbe a km 265, con soli m 1710 di dislivelli, e *resterebbe aperto tutto l'anno*.

da *Savona*, via Passo Gran San Bernardo-Martigny: km 425, dislivelli m 3808 (chiuso da ottobre a giugno);

via Sempione-Brig: km 495, dislivelli m 2618 (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto si ridurrebbe a km 420 con m 3096 di dislivelli e *resterebbe aperto tutto l'anno*.

da *Genova*, via Sempione-Brig: km 465, dislivelli m 2597 (chiuso da ottobre a giugno);

via Passo Gran San Bernardo-Martigny: km 402, dislivelli m 2849 (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto si ridurrebbe a km 387 con soli m 2134 di dislivelli e *resterebbe aperto tutto l'anno*.

da *Marseille*, via Sisteron, Grenoble, Chambéry, Genève: km 465 con m 1369 di dislivelli.

Pertanto la galleria del Gran San Bernardo avvicinerrebbe i porti di Savona e di Genova a Lausanne rispettivamente di 45 e 78 km rispetto a Marseille.

BERNA:

da *Milano*, via Sempione-Martigny: km 406, dislivelli m 2503 (chiuso da ottobre a giugno);

via San Gottardo-Interlaken: km 340, dislivelli m 3538 (chiuso da ottobre a giugno);

via Passo Gran San Bernardo-Martigny-Freiburg: km 398, dislivelli m 2785 (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto si ridurrebbe a km 393, con soli m 2070 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.

- da *Torino*, via Passo Gran San Bernardo-Freiburg: km 345, dislivelli m 2720 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 340, con soli m 2005 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Savona*, via passo Gran San Bernardo-Freiburg: km 496, dislivelli m 4107 (chiuso da ottobre a giugno);
 via Sempione-Martigny-Freiburg: km 565, dislivelli m 2907 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 491, con soli m 3392 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Genova*, via Sempione-Martigny-Freiburg: km 535, dislivelli m 2892 (chiuso da ottobre a giugno);
 via San Gottrado-Interlaken: km 496, dislivelli m 4003 (chiuso da ottobre a giugno);
 via Passo Gran San Bernardo-Martigny-Freiburg: km 472, dislivelli m 3144 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 467, con m 2429 di dislivelli, e *rimarrebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Marsiglia*, via Sisteron-Grenoble-Chambery-Genève-Lausanne: km 580, con m 1969 di dislivelli.

PARIS:

- da *Milano*, via Sempione-Lausanne: km 838, dislivelli m 2737 (chiuso da ottobre a giugno);
 via Monginevro-Lyon: km 943, dislivelli m 2849;
 via Moncenisio-Chambery: km 915, dislivelli m 2420 (chiuso da novembre ad aprile);
 via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 829, dislivelli m 3019 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 824, con soli m 2304 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Torino*, via Moncenisio-Chambery: km 776, dislivelli m 2309 (chiuso da novembre ad aprile);
 via Monginevro-Lyon: km 805 dislivelli m 2732;
 via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 771, dislivelli m 2718 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 766, con soli m 2003 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Savona*, via Moncenisio-Chambery: km 932, dislivelli m 4096 (chiuso da novembre ad aprile);
 via Monginevro-Lyon: km 961, dislivelli m 4119;
 via Gran San Bernardo-Lausanne: km 927, dislivelli m 3626 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 922, con soli m 2911 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Genova*, via Sempione-Lausanne: km 966, dislivelli m 2783 (chiuso da ottobre a giugno);
 via Monginevro-Lyon: km 981, dislivelli m 3290.
 via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 900, dislivelli m 2849 (chiuso da ottobre a giugno);
 mediante il traforo in progetto si ridurrebbe a km 895, con soli m 2134 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.

DIJON:

- da *Milano*, via Sempione-Lausanne: km 534, dislivelli m 2737 (chiuso da ottobre a giugno);
 via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 525, dislivelli m 3019 (chiuso da ottobre a giugno);

mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 520, con soli m 2304 di dislivelli e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Torino*, via Moncenisio-Chambery: km 501, dislivelli m 2309 (chiuso da novembre ad aprile);
via Monginevro-Grenoble: km 508, dislivelli m 2874;
via Gran San Bernardo-Lausanne: km 467, dislivelli m 2678 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 462, con soli m 1963 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Savona*, via Moncenisio-Chambery: km 638, dislivelli m 4096 (chiuso da novembre ad aprile);
via Monginevro-Grenoble: km 663, dislivelli m 4261;
via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 623, dislivelli m 3626 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 618, con soli m 2911 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Genova*, via Moncenisio-Chambery: km 677, dislivelli m 2867 (chiuso da novembre ad aprile);
via Monginevro-Grenoble: km 684, dislivelli m 3432;
via Gran San Bernardo-Lausanne: km 599, dislivelli m 2663 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 585, con soli m 2849 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

CALAIS:

da *Milano*, via Sempione-Lausanne: km 1056, dislivelli m 2657 (chiuso da ottobre a giugno);
via Passo Gran San Bernardo-Reims: km 1044, dislivelli m 2835 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbero a km 1039, con soli m 2120 di dislivelli e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Torino*, via Monginevro-Lyon: km 1079, dislivelli m 2732;
via Passo Gran San Bernardo-Reims: km 985, dislivelli m 2718 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 980, con soli m 2003 di dislivelli e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Savona*, via Monginevro-Lyon: km 1235, dislivelli m 4119;
via Passo Gran San Bernardo-Reims: km 1141 dislivelli m 3626 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1136, con soli m 2911 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

da *Genova*, via Sempione-Lausanne: km 1185, dislivelli m 3046 (chiuso da ottobre a giugno);
via Monginevro-Lyon: Km 1255, dislivelli m 3290;
via Passo Gran San Bernardo-Reims: km 1118, dislivelli m 2849 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1113, con soli m 2134 di dislivelli e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

CHERBOURG:

da *Milano*, via Sempione-Lausanne: km 1176, dislivelli m 2737 (chiuso da ottobre a giugno);
via Passo Gran San Bernardo-Lausanne: km 1167, dislivelli m 3019 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1162, con soli m 2304 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno.*

- da *Torino*, via Monginevro-Lyon: km 1143, dislivelli m 2732;
via Passo Gran San Bernardo-Dijon: km 1109, dislivelli m 2718 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1104, con soli m 2003 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Savona*, via Monginevro-Lyon: km 1299, dislivelli m 4119;
via Passo Gran San Bernardo-Dijon: km 1265, dislivelli m 3626 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1260 con soli m 2911 di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.
- da *Genova*, via Sempione-Lausanne: km 1304, dislivelli m 2783 (chiuso da ottobre a giugno);
via Monginevro-Lyon: km 1319, dislivelli m 3290;
via Passo Gran San Bernardo-Dijon: km 1238, dislivelli m 2849 (chiuso da ottobre a giugno);
mediante il traforo in progetto, si ridurrebbe a km 1233, con soli m 2134, di dislivelli, e *sarebbe aperto tutto l'anno*.

PARTE SECONDA

IL PROGETTO JELMONI

6. PIANO DELL'OPERA.

La realizzazione della camionale secondo il progetto Jelmoni dovrebbe avvenire *in due tempi*, il secondo dei quali potrebbe succedere al primo anche a distanza di parecchi anni, in rapporto alle esigenze che manifesterà il progresso del traffico sulla camionale. Non solo: ma i lavori di seconda fase, ed anche alcuni di prima fase, potranno essere dislocati nel tempo, in base ad un criterio di progressività che permetterà di eseguire i lavori stessi a mano a mano che se ne manifesterà il bisogno, diluendo perciò la spesa in un periodo di tempo più o meno lungo, a seconda delle disponibilità di bilancio.

I lavori di *primo tempo* comprendono:

- l'apertura della grande galleria;
- la costruzione dei due piazzali di sosta;
- la circonvallazione a nord di Aosta;
- l'eliminazione dei tornanti tra Arliod e Cre, e la rettifica del tornante a sud di S. Rhémy, sotto il Plan Puiz.

Con l'esecuzione di questi lavori, il transito sull'attuale strada del Gran San Bernardo verrà assicurato *subito e in tutti i mesi dell'anno*, anche per i veicoli più pesanti ed ingombranti, come i grossi autobus da turismo e gli autocarri.

I lavori del *secondo tempo* consistono in una graduale attuazione — a scadenza più o meno distanziata — di un organico piano di trasformazione dell'attuale strada del Gran San Bernardo, limitatamente al versante italiano (S. S. n. 27), giacchè dalla parte settentrionale, come si è detto, il Canton Vallese ha già iniziato per proprio conto e indipendentemente dall'apertura o meno della progettata galleria, i lavori di sistemazione della strada. Pertanto, i lavori di secondo tempo potranno essere i seguenti:

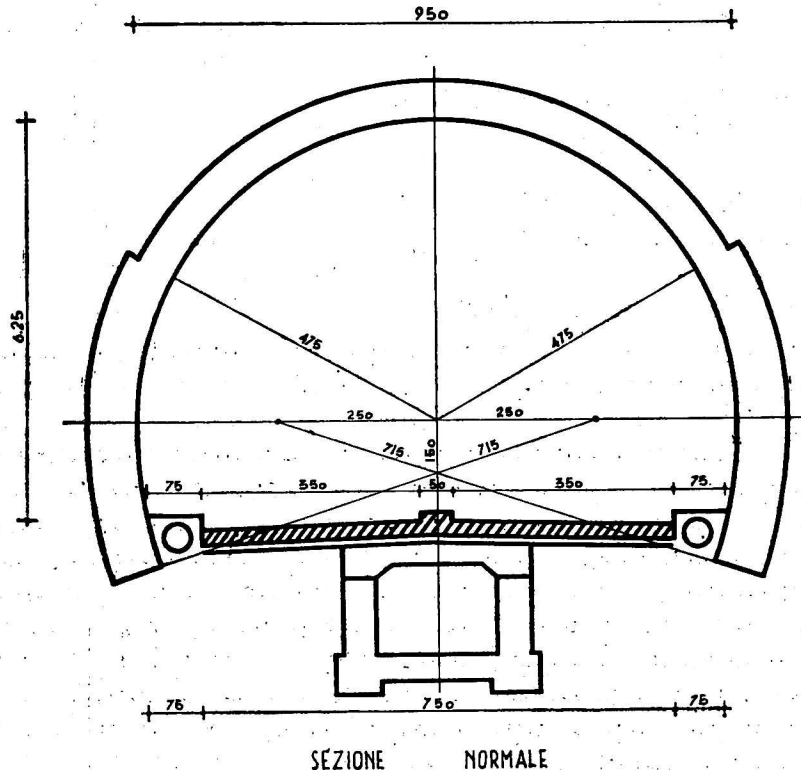
- costruzione del ponte sul Buthier della circonvallazione a nord di Aosta, allo scopo di disimpegnare il traffico della camionale dall'attuale ponte per la città;
- costruzione di tronchi nuovi di strada, per uno sviluppo complessivo di una diecina di chilometri, in sostituzione di esistenti dell'attuale statale n. 27, in modo di contenere le pendenze su tutto il percorso Aosta-S. Rhémy entro un massimo del 30-35 per mille e per rettificare l'andamento tortuoso di altri.

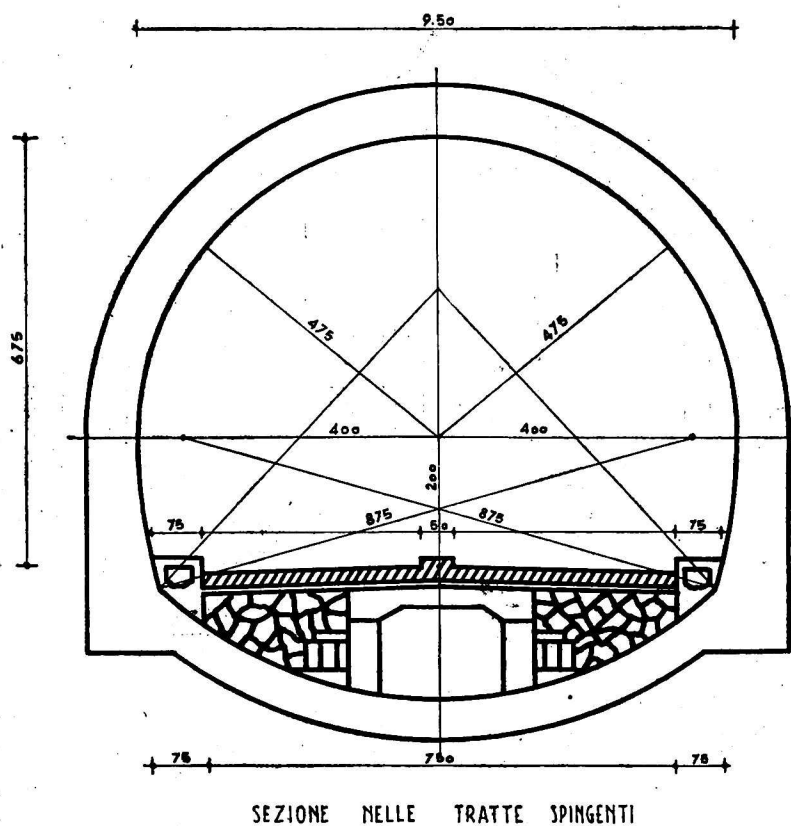
7. LE CARATTERISTICHE DELLA GRANDE GALLERIA.

La galleria misura tra gli imbocchi la lunghezza di m 9650; la sua sezione trasversale libera è larga metri 9,50 in corrispondenza del piano di imposta, mentre ne misura 9,00 al piano viabile, il quale comprende la carreggiata di m 7,50 e due banchine laterali sopraelevate, di m 0,75 cadauna di larghezza.

L'andamento altimetrico è composto di due livellette opposte, in ascesa verso l'interno, con culmine a 1758 m s/m, dove verrebbe aperto un camino verso l'esterno, inclinato, lungo metri 275, per favorire la ventilazione naturale del sotterraneo e come presa d'aria per quella artificiale. La livelletta meridionale ha pendenza di circa il 19 per mille e sviluppa m 6975; mentre quella settentrionale, lunga m 2675, ha pendenza del 2 per mille. È previsto un adeguato impianto per la ventilazione artificiale, nonché l'illuminazione permanente.

Ad ogni chilometro, si farà luogo ad una nicchia, delle dimensioni planimetriche di m 20 x 3, per il ricovero degli autoveicoli in avaria. A minori intervalli, si



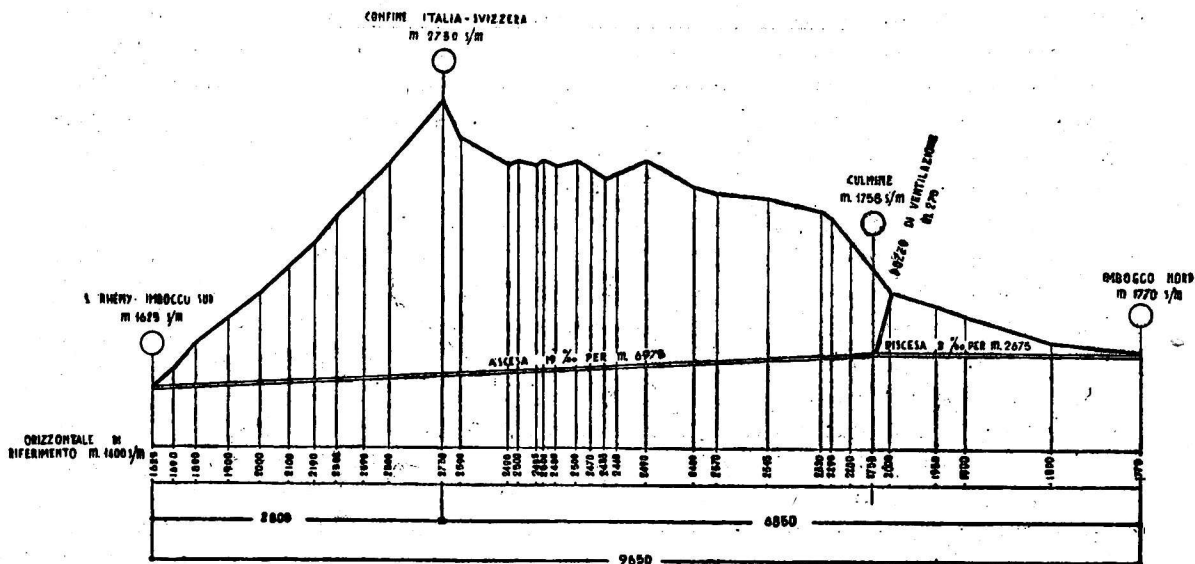


praticheranno nicchie più piccole per il deposito degli attrezzi e materiali di manutenzione.

L'andamento longitudinale della grande galleria, nel modo che si è detto, è stato consigliato da considerazioni di diversa natura, che possiamo così compendiare.

L'imbocco meridionale è stato fissato al limite normale del transito sull'attuale statale n. 27 negli inverni più nevosi: infatti, come si è già avvertito, l'autobus in servizio dei viaggiatori e della posta sale *tutto l'anno* due volte al giorno da Aosta fino all'abitato di S. Rhémy, cioè proprio fino a dove è previsto l'imbocco della galleria, a quota 1625 m s/m.

Subito sopra S. Rhémy, lo sgombero della neve riuscirebbe invece già troppo oneroso, anche adottando i moderni mezzi meccanici, già in uso da tempo per le strade alpine svizzere e francesi, nonchè negli Stati Uniti d'America. E ciò principalmente per il fatto che, sia per l'orientazione della valle, sia per la situazione dei suoi versanti, sono molto frequenti e assai persistenti formazioni di gonfie e di innevamenti. Inoltre, si hanno su entrambe le falde, in vari punti, le condizioni tipiche favorevoli a slavine ed alla discesa di valanghe. Per cui il transito sopra S. Rhémy potrebbe essere d'inverno soggetto ad eccessive difficoltà, tali da rendere più economico il prolungamento della galleria, in modo da sottrarre l'accesso al pericolo di interruzione per causa della neve. L'imbocco verrebbe infatti posto immediatamente a valle dell'abitato di S. Rhémy, dove la conformazione della valle permette la sistemazione relativamente facile di un vasto piazzale, ben riparato dal vento,



GALLERIA DEL GRAN S. BERNARDO : PROFILO -

dalle tormente e dagli altri accidenti invernali. Anche la discarica del materiale di sterro proveniente dalla galleria — oltre alla parte che si impiegherà per la formazione del piazzale medesimo — troverebbe nella stessa posizione, a sud di S. Rhémy, comodi siti di deposito.

Alcuni hanno fatto obbiezione circa l'altitudine dell'imbocco, eccependo che oltre i 1400 m s/m non sia più possibile la circolazione d'inverno, ostacolandola l'ingombro della neve. Rispondiamo che, in linea generale, la quota sul livello del mare non può essere considerata in *ordine assoluto* in tale questione, perchè l'ingombro della neve *dipende non soltanto dall'altitudine ma altresì dalla posizione*.

Si possono infatti citare diversi esempi di strade praticabili e di ferrovie aperte all'esercizio per tutta la durata dell'inverno, ad altitudini ben superiori. E per contro, si hanno altre vie di cui non si riesce sempre ad assicurare la transitabilità, per causa della neve, pure a quote inferiori ai 700-800 m, ed anche meno. Per le prime, ricordiamo: la strada del Monginevro, che raggiunge i 1815 m s/m — benchè il passaggio su tale strada sia mantenuto a stento, in certe giornate, a cagione dei primordiali mezzi di sgombero che ancora si usano colà —; la strada del passo del Maloja (1817 m s/m), da Chiavenna a Silvaplana; quella del Passo del Julier (m. 2287 s/m), da Silvaplana a Tiefencastel, che è il valico più frequentato dell'Engadina; la strada da Santa Maria (S. S. n. 38 dello Stelvio) a Zernez per il passo dell'Ofen (2155 m s/m); ed altre ancora, nelle Alpi francesi, nei Pirenei, ecc. Possiamo citare altresì la ferrovia Brig-Andermatt-Disentis, la quale supera il passo del Furka e quello dell'Oberalp a quota superiore ai 2000 m s/m, quella del Bernina, da Tirano a St. Moritz, che tocca i 2300 m s/m, ecc.

Viceversa, la strada per il passo di Brünig, da Interlaken a Luzern, è spesso interrotta, d'inverno, per il grande accumularsi di neve, benchè raggiunga appena i 1000 m s/m. E così alcuni nostri passi appenninici (Raticosa, Futa, ecc.), che neppure toccano i 1000 m.

Nel caso in questione, che si possa giungere anche in pieno inverno fino a

S. Rhémy, è già fin d'ora provato dall'attuale traffico invernale sulla statale del Gran San Bernardo. Non solo: ma la felicissima esposizione del tracciato, rivolto a mezzogiorno ed a oriente in quasi tutto il suo sviluppo, assicura altresì le necessarie condizioni di aderenza per la locomozione di veicoli pesanti (autobus ed autocarri), sia sulla statale stessa — per la circolazione nei primi tempi —, sia sul tracciato studiato per la successiva camionale.

L'imbocco settentrionale è stato invece fissato a quota più alta dell'imbocco meridionale; precisamente a m 1770 s/m, in località Les Erbets, presso Cantine de Proz, a sud di Bourg St. Pierre. Nella scelta della ubicazione di questo imbocco, il sottoscritto venne indotto anche e soprattutto dall'autorevole parere degli ingg. Chenaud e Ruttimann, dei quali si è detto, che sono anche profondi conoscitori della intera regione alpina che ci interessa.

La maggiore altitudine dell'imbocco, che consente di risparmiare quasi tre chilometri di galleria a foro cieco, è resa possibile per il fatto che, su quel versante, il regime delle precipitazioni nevose, in relazione alla conformazione della valle d'Entremont nella parte che ci riguarda, non determina mai depositi tali che non possano essere agevolmente sgomberati con i moderni mezzi meccanici di cui si è detto dianzi. Lungo tutto il percorso della strada da Bourg St. Pierre all'imbocco della galleria, soltanto in sei o sette punti si hanno da temere discese di valanghe o cadute di sassi; in questi punti la strada sarà presidiata con opere intese a garantire la transitabilità in modo continuo, quali gallerie artificiali e parietali, muri paramassi, ecc.; opere che saranno comprese nel programma di sistemazione della strada cantonale, già in corso di attuazione. Questo, per il solo tronco Bourg St. Pierre-Imbocco Nord, che fino a Bourg St. Pierre (1640 m s/m) già si arriva oggi da Martigny anche dopo le maggiori nevicate, come attesta la regolarità del servizio plurigiornaliero delle corriere postali svizzere.

In sostanza, dunque, alla grande galleria farà seguito una serie di gallerie artificiali o parietali, con ampi finestroni a valle, per cui, pur sboccando sul versante svizzero a quota 1770 m s/m, si potrà proseguire al sicuro da interruzioni fino a Bourg St. Pierre, che è alla stessa altitudine di S. Rhémy. Con che, si vengono a risparmiare, come si è detto, circa tre chilometri di galleria a foro cieco, con le relative evidenti conseguenze di ordine tecnico ed economico.

A Bourg St. Pierre, verrà sistemato il piazzale di sosta settentrionale e sarà stabilita la Dogana svizzera: la località si presenta propizia per la formazione del piazzale, per il quale si adopereranno le materie di discarica del Cantiere Nord, ed è inoltre ben protetta dai venti e dalle tempeste.

In base alla soluzione adottata, il dislivello tra i due imbocchi risulta di m 145; ciò che facilita notevolmente la ventilazione naturale del sottoterraneo in esercizio, favorita altresì dalla felice orientazione planimetrica del sottoterraneo stesso (pressochè da nord a sud), nonchè dal fatto della permanente differenza di temperatura sui due versanti alpini. Anzi ci sarà generalmente da temere un'eccessiva ventilazione naturale; per cui si dovranno anche predisporre mezzi idonei a limitarla, onde non dovere fermare il traffico in galleria per la troppo forte corrente d'aria che si verrebbe a determinare in qualche giornata. Sarà infatti disposto l'impianto di appositi sipari contrappesati, che divideranno la galleria in tronchi stagni. Tuttavia è anche da temere il concorso di particolari circostanze climatiche sui due versanti, tali da determinare invece, in altre giornate, il ristagno dell'aria nel sottoterraneo. In tali condizioni, se il traffico fosse appena un po' intenso, si manife-

sterebbe il pericolo di inquinamento dell'atmosfera in galleria, e pertanto è ugualmente necessario — se non si vogliono tollerare interruzioni del traffico — predisporre un impianto di ventilazione artificiale da attivare appunto in caso di bisogno.

La galleria, come si è detto, è stata prevista con un'unica sezione, con una carreggiata idonea al sicuro incrocio delle correnti veicolari nei due sensi; come si vedrà. In certi progetti studiati per opere similari, è stata invece adottata la soluzione con due tunnels, paralleli, uno per ciascuna direzione di traffico.

I vantaggi della soluzione a doppia sezione sono principalmente costituiti dalla minore cubatura di escavo — si può realizzare in media un risparmio di oltre il 50 per cento — e da una maggiore sicurezza per la circolazione, in quanto, essendo divise le due correnti veicolari incrociantesi, è automaticamente eliminato il pericolo di scontri e di collisioni laterali, tanto più possibili in galleria, specialmente se lunga ed in linea retta. Inoltre, potendosi percorrere il sotterraneo a fari accesi — appunto perchè non vi sarebbe luogo ad abbagliamento — si risparmierebbe la notevole spesa della illuminazione perenne della galleria.

A questi vantaggi, se ne aggiungono altri in sede esecutiva, consistenti nell'usare il cunicolo d'avanzata di uno dei due tunnels come via di servizio per il cantiere di attacco dell'altro tunnel, al quale verrebbe collegato mediante raccordi trasversali; e cioè per il marinaggio, per l'eduazione dell'acqua di infiltrazione, per il passaggio delle condutture di ventilazione, ecc., evitando in tal guisa di ingombrare il cantiere di allargamento e di murazione del primo tunnel. Ed ancora, quando si dovessero attraversare tratte di terreni fortemente spingenti, le soggezioni di lavoro, le armature di sostegno provvisorio, ecc. risultano per una piccola galleria molto meno impegnative e più economiche che per una grande.

Non va trascurato, infine, la possibilità di aprire all'esercizio, in un primo tempo, uno solo dei due tunnels, invertendo di ora in ora la direzione del traffico, e così procrastinare la costruzione del secondo tunnel — del quale si sarà però eseguito il cunicolo di avanzata, sia per le anzidette ragioni costruttive, sia a vantaggio dei successivi lavori di apertura dello stesso tunnel — a quando il traffico sarà aumentato al punto di richiederlo.

Vediamo ora il rovescio della medaglia: se la galleria è molto lunga e molto trafficata, il problema della ventilazione si rende maggiormente oneroso in una sezione più piccola — dove l'aria ambiente può essere più rapidamente inquinata dai gas di scappamento dei motori — che non in una grande nella quale, tra l'altro, si è anche più sicuri di avere una ventilazione naturale sufficiente.

Gli impianti di aerazione, per quanto concerne le condutture (tubature), gli apparati motori, ecc. risultano molto più costosi — quasi del doppio — per due gallerie piccole che non per una sola di grandi dimensioni. Di conseguenza, i consumi di energia risulteranno proporzionalmente maggiori. Anche la resistenza dell'aria incontrata dai veicoli può essere in certe circostanze più forte in un tunnel piccolo che non in uno grande.

Infine, se maggiore è la cubatura di scavo per un'unica galleria a doppia carreggiata rispetto alla cubatura di scavo di due gallerie a semplice carreggiata, non altrettanto si può dire per la cubatura del rivestimento; anche la pavimentazione

viene ad avere superficie maggiore nel secondo caso. Quindi le spese di manutenzione, saranno perennemente più forti nell'ipotesi delle due gallerie piccole, che in quella dell'unica galleria a doppia carreggiata.

Pertanto, la soluzione delle due gallerie è, se mai, preferibile soltanto quando si attraversino terreni molto spingenti, quali quelli argillosi, onde alleggerire il lavoro di costruzione; e quando non preoccupi il problema della ventilazione, come per gallerie non molto lunghe oppure per quelle poco trafficate.

Ma dove non vi sia soverchiamente da preoccuparsi della spinta della roccia contro le armature di sostegno durante i lavori, e dove la ventilazione costituisca un problema di predominante importanza — come appunto nei lunghi trafori stradali alpini, nei quali si possono verificare dei momenti con intenso passaggio di autoveicoli pesanti — il partito dell'unica sezione sembra appunto doversi ritenere il migliore.

Va ancora considerata un'altra questione. La temperatura in galleria durante l'esercizio è funzione dello spessore del terreno sopraincombente al cielo del traforo; essa deve venire mantenuta entro limiti tollerabili, e ciò si ottiene mediante un'energica e continua ventilazione meccanica che immetta nel sotterraneo aria fresca. Il che riesce assai più facile e meno costoso in un'unica galleria ampia che non in due piccole.

Per tutte le suesposte ragioni, il sottoscritto ha quindi ritenuto più conveniente adattare il partito della galleria ad unica sezione.

È altrettanto importante ponderare bene la questione della larghezza da assegnare alla sezione libera della galleria, per le gravi ripercussioni che la scelta delle dimensioni può avere sia sul costo di costruzione, sia sulla comodità, sulla sicurezza e sulla celerità della circolazione veicolare in sotterraneo.

Infatti, per le gallerie, il costo di costruzione non aumenta proporzionalmente alla lunghezza, ma in misura assai maggiore. Basti pensare che una galleria larga 9 metri dà luogo ad una sezione di escavo circa doppia di quella di una galleria larga 6 metri. Non solo, ma lo scavo in sezione ampia, come si è testè accennato, comporta difficoltà ed oneri di costruzione molto più forti.

Il codice della Strada (Decreto 8 dicembre 1933, n. 1740) prescrive all'articolo 36 che ogni veicolo, compreso il relativo carico, deve potersi iscrivere in una sagoma rettangolare di m 2,50 per 4. Gli autobus e gli autotreni sono venuti oggi ad avere larghezze prossime, se non pari, al limite statuito. Quindi, per ogni singola corrente di traffico occorrerà una larghezza di almeno m 3, qualora si ammetta che ogni veicolo corra secondo l'asse della propria sede e che tra veicolo e veicolo sia sufficiente in senso trasversale un agio di 50 centimetri.

Però, in galleria, specie se lunga e in linea retta, i conducenti hanno tendenza a tenersi discosti dalla parete, nella tema di urtarvi contro, e quindi si portano istintivamente verso l'asse della carreggiata, massime con vetture aventi la guida a sinistra, creando un probabile pericolo di collisione con veicoli sopravvenienti in senso contrario.

A questo proposito, giova immedesimarsi in colui che conduce un veicolo meccanico in un lunghissimo sotterraneo rettilineo, anche se bene illuminato, per

comprenderne la situazione psicologica particolare, che può essere veramente fonte di pericolo e per convincersi dell'assoluta necessità di rendere il meno angusto possibile il vano da percorrere. Ciò, ben s'intende, compatibilmente con l'economia della costruzione, ma senza peraltro lasciarsi prendere nelle strettoie di una gretta economia di spesa, che è vantaggio semplicemente contingente, e pregiudicare poi l'economia, la sicurezza e la comodità di esercizio.

In galleria, naturalmente, verrà imposto un limite alla velocità di circolazione, che non si dovrà superare per evitare riscontri d'aria troppo forti tra i veicoli incrociandosi e per contenere entro valori tollerabili l'inquinamento dell'aria da parte dei gas di scarico dei motori; gas che si producono in misura maggiore alle alte velocità. Per le medesime ragioni sarà altresì proibito il sorpasso.

Per tutto quanto si è detto, il sottoscritto è arrivato alla conclusione di prevedere una carreggiata larga m 7,50, divisa longitudinalmente secondo l'asse da un cordone sopraelevato di 50 cm, in calcestruzzo, e limitata di due lati da una banchina, pure sopraelevata; larga 75 cm. I bordi di questa banchina e quelli del cordone centrale verrebbero muniti da dispositivi paraurti a struttura flessibile — come nastri o cordoni metallici ben tesi — disposti all'altezza media di 25-30 cm, in modo che un'eventuale deviazione laterale di un veicolo non abbia a causare danno al veicolo medesimo. Pertanto, il conducente può procedere con la tranquillità di non incorrere in urti nè contro la parete, nè contro veicoli sopravvenienti in senso opposto, essendo il proprio veicolo come contenuto entro due guide elastiche.

La galleria resterebbe permanentemente illuminata, per cui i veicoli non dovranno accendere i fari. La corrente sarebbe fornita dalle stesse due centrali idroelettriche previste già per dar l'energia motrice ai due cantieri di costruzione della galleria. Di ciò diremo in appresso. Comunque, i bordi delle due piste saranno tuttavia costellati da punti luminosi colorati e così l'asse di ciascuna pista.

Si è detto che in galleria ha da essere proibito il sorpasso, e infatti la sezione fissata per la pista non lo consente. Può però capitare che un veicolo, per un'avaria o per altra ragione debba fermarsi; affinchè non abbia a ostruire il transito, ad ogni chilometro si farà luogo ad una nicchia laterale di rifugio di m 3×25 , capace di contenere un autotreno. Le nicchie verranno praticate d'ambo i lati della galleria, e si fronteggeranno; e poichè in loro corrispondenza sarà interrotto il cordone centrale di divisione delle due piste, si verrà anche ad avere, ogni chilometro, uno spiazzo di manovra di m 15×25 , sufficiente, in caso di necessità, per la volta di qualunque veicolo.

Il profilo prescelto per la sezione libera e per il rivestimento della galleria è quello caratteristico delle gallerie stradali e si avvicina infatti come forma ai tipi adottati per l'autostrada Firenze-Mare e per la camionale Genova-Valle del Po. Si presenta di forma quasi circolare; il diametro interno della calotta è stato commisurato in m 9,50, ed ha centro a m 2,00 sopra il piano stradale; questo, nelle tratte molto spingenti, che si potrebbero di fatto avere presso gli imbocchi e in corrispondenza di zone con rocce alterate o disgregate; in queste tratte si farà luogo anche all'arco rovescio. Invece, per il resto della galleria, dove non sono da prevedersi forti spinte laterali contro il rivestimento e dove pertanto non si renderà

necessario l'arco rovescio, la sagoma della galleria è disegnata più ribassata, essendo il centro della calotta a m 1,50 sul piano stradale.

L'altezza libera compresa tra questo piano e l'intradosso della calotta in chiave è pari quindi a m 6,75, nel primo caso, ed a m 6,25 nel secondo.

8. PREVISIONI SULLE DIFFICOLTÀ DI LAVORO.

La zona del Gran San Bernardo è costituita da terreni che un tempo erano ritenuti appartenere all'arcaico; ora però è certo doversi ascrivere la costituzione del complesso che ci interessa all'era paleozoica. Precisamente sembrerebbe che il primo corrugamento della regione del Monte Bianco e del Monte Rosa sia avvenuta alla fine del Silurico — corrugamento caledoniano — e che vi coinciderebbero sia la penetrazione del protogino tra le pieghe, sia i fenomeni di iniezione entro la copertura cristallina di innumerevoli apofisi granulitiche, con i conseguenti fenomeni di metamorfismo e di endomorfismo.

A prescindere da una copertura morenica dalla parte di S. Rhémy — la quale, d'altronde, proprio nei pressi del paese lascia a nudo in più punti la roccia — l'asse della galleria interessa una sola formazione rocciosa e risulta parallela all'andamento degli affioramenti; questa constatazione è assai favorevole, perchè fa ragionevolmente presumere che anche gli assi tettonici risulteranno pressochè paralleli all'avanzata della galleria, facilitando di molto la condotta dei lavori. La pendenza generale delle rocce dovrebbe essere est sud-est. Esse farebbero parte di quel complesso che costituisce la falda di ricoprimento del Gran San Bernardo, la quale si addossa come un'enorme onda abbattuta in direzione ovest nord-ovest contro il massiccio del Monte Bianco, con fronte lungo le valli del Ferret (italiana e francese). Queste valli sono infatti determinate proprio dalla soluzione di continuità fra la falda in discorso ed il massiccio cristallino del Monte Bianco.

La formazione rocciosa del Gran San Bernardo, attribuita per lo più ad una epoca compresa fra la fine del Silurico ed il Carbonifero, consta di un complesso di gneiss minuti multiformi, sovente a struttura orbicolare, talora occhiatini, e scisti cristallini e micascisti, spesso cloritici, sismodiniferi e granatiferi, con lenti di cloritescisti, di prasiniti, di rocce anfiboliche e granatifere; con filoni di micascisti e zone di micascisti calcariferi.

Naturalmente, per poter fornire un'idea sufficientemente esatta ed attendibile, sarebbe necessario uno studio ben più profondo ed accurato, fatto con la scorta di studi eseguiti nel passato e relativi all'ambiente geologico che ci interessa, nonchè con osservazioni ed assaggi diretti sul posto; ciò che si dovrà certamente compiere in sede di progetto esecutivo.

Il problema invero non si può risolvere in modo sicuro solamente in base a deduzioni geologiche, come purtroppo spesso si fece in passato, e spesso con dei risultati alla prova dei fatti davvero sconcertanti. Bisognerà invece associare alle deduzioni astratte, degli assaggi diretti del terreno, lungo l'asse della galleria, fin quando e come possibile, ed in altre località opportunamente scelte, con lo scopo di coordinare e completare le deduzioni teoriche anzidette. Le difficoltà inerenti agli assaggi non saranno molto gravi, data la non grande profondità da raggiungere con le perforazioni, dell'ordine, infatti, dai 300 ai 700 metri. Comunque, i

progressi conseguiti nei macchinari per trivellazioni in profondità permettono di arrivare a risultati veramente assai soddisfacenti.

Queste notizie sommarie sulla probabile natura dei terreni interessati dalla galleria del Gran San Bernardo, permettono di guardare con un certo ottimismo al genere ed all'entità delle difficoltà che si potranno incontrare nello scavo della galleria medesima; naturalmente, con le dovute riserve, in quanto, come si è detto, occorre uno studio più profondo e meglio localizzato per poter fare delle previsioni di una qualche attendibilità.

Comunque, non intendiamo entrare qui in una minuta disamina delle difficoltà stesse, ma se ne può tuttavia dare qualche cenno di massima, poichè è evidente che esistono notevoli rapporti fra le previsioni su di esse e la natura dei terreni attraversati:

- la *durezza* della roccia non è veramente più da considerarsi come una difficoltà, in riguardo ai moderni mezzi (materiali, apparati ed esplosivi) di perforazione, di scavo e di sgombero di cui oggi possiamo disporre normalmente. E poichè alla durezza della roccia corrispondono generalmente le migliori condizioni per la stabilità del vano aperto, per le armature di sostegno e per l'equilibrio delle parti isolate del rivestimento in corso di costruzione, c'è anzi da augurarsi di dover sempre incontrare roccia dura. Tanto più che se una roccia di tal genere impone un maggior consumo di fioretti e di esplosivo, farà però notevolmente risparmiare nelle dimensioni e nella posa delle armature di sostegno delle pareti dei vani aperti e determina normalmente una condotta più sicura nell'andamento generale dei lavori. Nel caso del Gran San Bernardo, si può prevedere che le rocce non dovrebbero neppure offrire una grande difficoltà alla perforazione e potranno addirittura riuscire facili da escavare a motivo della loro sfaldabilità, pur avendo sufficiente resistenza meccanica per potersi sostenere senza bisogno di un'assillante ed onerosa opera di puntellazione;
- circa alla *spinta attiva* contro le armature provvisorie di sostegno ed i successivi rivestimenti murari, dovuta alla scarsa resistenza, all'incoerenza ed alla fluidità dei terreni attraversati, non si dovrebbero temere sorprese di notevole entità; salvo, eventualmente, in qualche breve tratta — come è accaduto alla costruzione della galleria del Sempione — interessante rocce alterate (per esempio feldspati caolinizzati, graniti decomposti, ecc.). Potrebbe darsi di incontrare delle formazioni gessose, le quali, se in presenza d'acqua, danno luogo a forti spinte verticali e trasversali, per il fatto che l'anidride (cioè il solfato di calcio anidro) idratandosi e trasformandosi in gesso, rigonfia sviluppando spinte anche formidabili contro le armature di contenimento. Il rimedio dovrà essere in relazione alla causa: evitare, mediante un'energica ventilazione, la formazione di un'eccessiva umidità nel vano aperto e accelerare in pari tempo i lavori, in modo da precorrere il processo di idratazione, ultimando il rivestimento prima che la spinta abbia raggiunto intensità troppo grande;
- potrebbe produrre gravi difficoltà la probabile presenza di *acque sorgive* in grande copia, specie dove esistono zone milonitizzate, cioè costituite da roccia maciullata per azioni tettoniche. Data la notevole compattezza e la qualità delle rocce

costituenti il complesso del Gran San Bernardo, l'acqua si potrà rinvenire in corrispondenza delle superfici di contatto, delle alternanze e delle intercalazioni tra i gneiss e i diversi micascisti, nonchè in corrispondenza delle zone minutamente fratturate in relazione a linee tettoniche locali e regionali. Ma i timori si dovrebbero limitare — ad avviso del sottoscritto — al solo volume delle vene intercettate; non crede cioè possibile che ci sia ragione di preoccuparsi o della pressione, o della temperatura delle acque stesse, a causa della non grande altezza del massiccio sopra il cielo della galleria e in riguardo alla stessa natura delle rocce;

- circa alla *temperatura della roccia* nei cantieri di avanzata, le previsioni potranno essere formulate con una certa attendibilità soltanto a conclusione di studi geofisici assai accurati, nei quali si deve tener conto delle condizioni climatiche esterne, dell'esposizione dei versanti, della natura delle rocce e della loro giacitura, oltre, ben inteso, del profilo esterno del massiccio attraversato, nonchè della presenza di valli laterali che possono penetrare più o meno dentro il massiccio. Tuttavia, il sottoscritto non è del parere di paventare alte temperature; il tracciato della galleria è tale da escludere, sia durante i lavori, sia dopo, ad esercizio in atto. Anzi, è da vedersi in questo uno dei principali pregi della soluzione prescelta, in quanto, sottopassandosi massicci molto alti, l'influenza della temperatura può creare delle difficoltà veramente assai grandi, anche tali da compromettere seriamente la possibilità di lavorare al fronte d'avanzata, nonostante tutti i vari espedienti di ventilazione e di refrigerazione finora escogitati in tale genere di lavori. Ma questo è ancora il meno: le condizioni termiche del sotterraneo possono determinare un onere gravissimo per l'esercizio, imponendo in lunghe gallerie — particolarmente se strette, come quelle previste a semplice transito —, un'intensa e costosissima ventilazione meccanica per refrigerare l'ambiente.

Ora, nel caso della galleria del Gran San Bernardo, queste soggezioni sono sicuramente da escludere. Infatti, il punto di massima altezza del terreno sopra il cielo del traforo, supererebbe di poco i mille metri, come si può vedere dalla sezione longitudinale secondo l'asse della galleria. Quindi, anche assumendo un'altezza geotermica per ogni grado di aumento della temperatura pari a 40 m — che è tra le più basse (al Cenisio si verificò 50 metri ed altrettanti anche al Sempione) —, e tenendo grossolanamente conto dell'andamento del profilo superiore del terreno, non si dovrebbe avere, nell'interno dello scavo, anche in piena estate, una temperatura massima superiore ai 35° C;

- potrà forse accadere di incontrare faglie contenenti materiale incoerente, detritico, dovuto agli intensi movimenti orogenetici che si sono avuti nella formazione della tettonica attuale. Questo eventuale incontro di materiale detritico nel traforo della galleria potrà bensì arrecare noie e ritardi nei lavori, ma non sarà certo tale da comprometterne il buon esito.
- il sottoscritto, infine, crede di poter escludere nel modo più assoluto il pericolo della presenza di gas tossici o velenosi o infiammabili, massime perchè non è supponibile la presenza di materie organiche nei cantieri attraversati dalla galleria.

In complesso, dunque, le previsioni di ordine tecnico che si possono fare relativamente ai lavori di escavo della galleria sono tali da incoraggiare l'iniziativa.

9. I PIAZZALI DI SOSTA.

In corrispondenza di ciascun imbocco della galleria, nell'interno della quale cade il confine tra l'Italia e la Svizzera, è necessario sistemare un piazzale di area sufficiente ad accogliere i veicoli che dovranno sostare in attesa del disbrigo delle pratiche doganali.

Il piazzale sud sarà disposto a quota 1610 m s/m, un po' più in basso cioè dell'imbocco della galleria, in fregio all'abitato di S. Rhémy, occupando anche un po' del fondo valle, dove, per un piccolo tratto, verrebbe deviato il corso d'acqua, convenientemente canalizzato. Il piazzale è esposto in pieno mezzogiorno e si trova in una posizione riparata dai venti e dalle bufere.

A nord, il piazzale verrà invece sistemato più in basso dell'imbocco della galleria, e precisamente presso Bourg Saint Pierre, a quota 1640 m s/m, dove la valle d'Entremont si allarga e si trova nel contempo riparata dai freddi venti del sud. Pertanto la strada da Bourg Saint Pierre all'imbocco nord della grande galleria (circa km 3,500) verrebbe considerata, agli effetti doganali, come facente parte integrale della galleria.

I piazzali di sosta, di uguale ampiezza, all'incirca, saranno capaci di ospitare ciascuno almeno un centinaio fra autovetture, autobus e autocarri, come potrebbe infatti capitare di avere insieme nelle giornate di massima punta. Inoltre, dovranno offrire anche un'area sufficiente per l'installazione degli edifici per la dogana, per la polizia, ecc.; per gli uffici di gestione della galleria; per la stazione di servizio, di soccorso e di rifornimento degli autoveicoli; per ristoranti, caffè, ecc. Si pensa perciò ad un'area dell'ordine di 15.000 m². Il volume di terra necessario si può calcolare in 95.000 m³ a S. Rhémy ed in 70.000 a Bourg St. Pierre, e sarà fornito, d'ambo le parti, con la scarica di parte del materiale di scavo della galleria.

10. ORGANIZZAZIONE GENERALE DEI LAVORI E PREVISIONI DI SPESA.

La grande galleria verrà attaccata dalle due estremità. Il cantiere meridionale troverà ampia e comoda sede nella valle del Gran San Bernardo, nei pressi di S. Rhémy e si andrà a mano a mano allargando a misura che si verrà formando il futuro piazzale di sosta con la scarica del materiale di sterro della galleria.

Una parte di questo materiale, circa 95.000 m³, come si è detto, sarà impiegato appunto per creare il piazzale di sosta. Il resto, quasi 350.000 m³, grosso modo, verrà rifiutato sul versante destro del Gran San Bernardo, tra S. Rhémy e Lapal, dove la costa, in leggero pendio, permetterà l'accumulo del materiale, senza tema di future frane; dall'uscita della galleria alla scarica sarà tesa una teleferica sulla vallata.

Il cantiere verrà servito dalla esistente strada statale, la quale, pure nel pieno

inverno, è già da oggi mantenuta costantemente sgombra di neve, appunto fino a S. Rhémy, ed è atta al transito anche dei veicoli pesanti.

Il cantiere settentrionale apparirebbe invece un po' sacrificato, in quanto dovrà in parte trovare ospitalità nella stessa galleria, usando per l'installazione dei compressori e per l'impianto delle officine e delle centrali delle caverne appositamente aperte nel monte, non consentendo tutto lo spazio necessario la nuova strada camionale, anche se già ultimata ed isolata al traffico nella tratta prossima all'imbocco.

Il materiale di scavo, circa 400.000 m³, verrà scaricato a valle lungo la strada fino a Bourg Saint Pierre, ove, come si è detto, col deposito nel pianoro di fronte all'abitato verrà creato il piazzale di sosta.

Per il rivestimento della galleria, in corrispondenza di eventuali tratte fortemente spingenti, è previsto un robusto arco rovescio. La sua adozione sarà decisa caso per caso, nel corso dei lavori, in base alle constatazioni dirette della natura e del comportamento della roccia, delle condizioni in cui si presenta, ed al rilevamento ed allo studio delle deformazioni delle armature di sostegno del vano aperto. Anche lo spessore dei rivestimenti in muratura sarà subordinato caso per caso al sistema delle forze esterne agenti, quali si manifesteranno nel corso dei lavori. Infatti, per le gallerie in profondità, la determinazione delle spinte che sollecitano il rivestimento, in generale, non può essere preventivamente fatta con criteri concreti. Non vi sono al riguardo che teorie basate su ipotesi di assai discutibile attendibilità, tutte di scarsissimo valore per l'ingegnere, il quale deve ricercare specialmente e soprattutto nei dati attentamente e sagacemente raccolti nel corso del lavoro, a mano a mano che si procede, e nelle risultanze sperimentali di fatto in genere, le norme direttive per la risoluzione del problema costruttivo.

Pertanto si dovrà lasciare all'osservazione diretta, quando si potrà apprezzare con sufficiente approssimazione pratica l'entità delle spinte, la decisione definitiva delle dimensioni da assegnarsi. Massimamente ci si baserà, come si è detto, sullo esame delle condizioni relative alle deformazioni ed al comportamento in generale delle diverse membrature delle armature provvisorie di legname per il sostegno del terreno al contorno dello scavo. Comunque, si pensa che gli spessori non dovrebbero superare gli 80-100 cm, anche nelle tratte più spingenti.

Se la pressione sulle murature di rivestimento, la sua intensità e l'andamento della sua linea, sono pressochè indeterminabili nelle gallerie in roccia, nelle terre sciolte incoerenti, invece, come nei depositi di materiale detritico — caso che si potrebbe verificare, per esempio, nella tratta iniziale dell'imbocco nord — la pressione può determinarsi abbastanza esattamente basandosi sulle teorie della spinta delle terre, ed è soltanto pressione attiva. D'altra parte, le reazioni della roccia contro le murature, vale a dire la pressione passiva, annulla certi momenti di rotazione che si verificherebbero in murature libere, e quindi la linea delle pressioni sarebbe obbligata a mantenersi nell'interno dell'anello di muratura.

Su questo aiuto importantissimo si può peraltro fare sicuro affidamento quando la muratura si adagia completamente in ogni punto della roccia vera e propria, senza interposizione di riempimento a secco. Inoltre, sarà necessario fondare

bene i piedritti; anzi, se si dovessero avere dubbi sull'immobilità delle fondazioni, si dovrà adottare senz'altro l'arco rovescio, a mò di sbatacchio, onde impedire l'avvicinamento dei piedritti stessi. La questione interessa ed è di grande importanza per la successiva buona manutenzione del rivestimento e converrà quindi sacrificare un po' l'economia della costruzione, se ciò torna a vantaggio della manutenzione.

Per il riempimento dei maggiori scavi dietro al rivestimento murario, si potrà ricorrere a sabbia iniettata attraverso appositi tubi; però, in zona di roccia fessurata, si dovrà ricorrere al calcestruzzo magro.

Il rivestimento murario, in zona di rocce fessurate stilanti acqua, dovrà essere impermeabilizzato a mezzo di malte cementizie iniettate dietro le pareti e di intonaci muniti di sostanze idrofughe. Bisogna evitare lo stillicidio, che rovina la pavimentazione, in quanto, indebolendo qui e là, in punti distinti, il sottofondo, determina dei punti isolati di minor resistenza nella superficie della pavimentazione, sulla quale i veicoli sobbalzando propagano ulteriormente le cause di un più o meno rapido dissesto della pavimentazione stessa. Per questi motivi sono assolutamente da proscriversi pavimentazioni ad elementi distinti (cubetti di portido o di sienite, ecc. blocchetti di legno), appunto perchè più facili a scomporsi sotto l'azione combinata dell'eventuale stillicidio e del traffico.

La pavimentazione da adottarsi nella galleria del Gran San Bernardo è infatti prevista di tipo unito, e precisamente di calcestruzzo; questa pavimentazione presenta anche i vantaggi di migliorare sia la visibilità, sia l'aderenza, sempre scarsa in ambienti umidi; infatti il calcestruzzo fornisce le pavimentazioni più chiare, più sicure, meno speculari e meno sensibili all'azione dell'umidità, ove gli impasti siano opportunamente dosati.

Non si ritiene qui il caso di scendere in dettagli, per illustrare i quali si è elaborata un'altra relazione, più particolareggiata dal punto di vista tecnico e costruttivo. Limitiamoci a dire che, grosso modo, la costruzione della galleria, compresi il pozzo ellittico di ventilazione (delle dimensioni di $9,50 \times 5,20$ m, pari ad una sezione libera di 38 m² circa) richiederà l'escavazione di quasi 850.000 m³ di roccia e quindi, mediamente, un milione e mezzo di giornate di minatore, armatore e manovale.

La potenza da installare per gli impianti pneumatici, di ventilazione, di illuminazione, di eduazione delle acque, dei trasporti, per le officine, ecc. si può preventivare in 2000 kw, con un consumo presumibile di 30 milioni di kw-ora.

Le murature di rivestimento avranno un volume, all'incirca, di 180.000 m³, occupando 450.000 giornate di muratore e manovale, mentre abbisogneranno non meno di 5000 m³ di legname per le armature provvisorie di sostegno dei vani aperti e per le centine, da mettersi in opera con 150.000 giornate di carpentiere e manovale. In totale, tenendo conto anche degli operai adibiti ai cantieri esterni e quelli adibiti ai lavori complementari, si potrebbero preventivare $2.300.000$ giornate lavorative.

Per l'avanzamento, il sottoscritto ritiene più conveniente adottare il metodo *austriaco* di attacco in piena sezione, che si impiegò con successo al Sempione.

I progressi veramente notevoli realizzati in questi ultimi anni nella tecnica

della perforazione di gallerie a grande sezione, per merito particolarmente degli americani, permettono di contenere l'aumento del costo di escavo nella misura di 30-35 volte quello d'anteguerra, nonostante i rapporti enormemente superiori del prezzo della mano d'opera, coi relativi oneri sociali.

Quando la roccia è di buona qualità, dura e consistente, come sembrerebbe doversi in genere presentare nel massiccio del Gran San Bernardo, si può presumere di poter procedere all'avanzata abbattendo in una sola volta tutta l'intera sezione, per mezzo di uno speciale affusto a due o più piani, montato su apposito carro scorrevole su binario. L'affusto porta ad ogni piattaforma di lavoro un certo numero di martelli perforatori pneumatici, ad avanzamento automatico, che si possono orientare secondo la direzione voluta per la formazione del foro da mina.

Allorchè tutti i fori dell'avanzata sono eseguiti e caricati, l'affusto vien fatto retrocedere, per metterlo al sicuro dalla proiezione di pietre al momento dell'esplosione. Affinchè esso non ingombri la galleria impedendo il transito del marinaggio, la piattaforma inferiore viene asportata per tutto il tempo dello sgombero del detrito dalla esplosione. In tal modo è possibile, subito dopo il brillamento, fare avanzare fra le ruote del carro e sotto i piani superiori dell'affusto, i mezzi per il caricamento meccanico del detrito sui carrelli o sul nastro trasportatore. Tali mezzi potranno consistere in pale meccaniche su motore Diesel oppure, meglio, nelle moderne attrezzature ad aria compressa dei vari tipi oggi normalmente prodotti dalle Case americane e già in funzione anche da noi in Italia, presso qualche grande Impresa.

Cosicchè si potrà procedere a piena sezione secondo la sagoma di progetto. Questo metodo appare indubbiamente, per grandi lavori, assai economico, in quanto riduce al massimo il concorso della mano d'opera, che oggi rappresenta la voce più dispendiosa. L'avanzata a piena sezione consente agevolmente il carico del detrito su carri da 2 a 3 m³ di portata, con scartamento di 0,75-1,00 m, migliorando così il rendimento dei trasporti.

Però, incontrandosi degli strati di roccia molto spingenti, o attraversando zone di roccia alterata o sminuzzata, dove comunque sia necessario procedere ad una più sollecita esecuzione del rivestimento murario — come, ad esempio, presso gli imbocchi della galleria, interessanti la copertura degradata dagli agenti atmosferici, oppure strati di detrito di falda — sarà necessario adottare il metodo d'attacco cosiddetto *belga misto*, con doppio cunicolo d'avanzata. Questo sistema — utile anche dove il terreno sia impregnato d'acqua — consente un procedimento più sicuro di lavoro, in quanto permette di aprire piccoli vani per volta ed esige pertanto minor impegno di armature, e consente altresì di far seguire nel minor tempo possibile allo scavo il rivestimento definitivo delle pareti. Come è noto il rivestimento murario, col metodo belga, è attuato non già ad anelli completi ma in parti isolate, a mano a mano che lo scavo avanza e si allarga: precisamente la calotta viene costruita per prima, quando ancora non sono eseguiti gli scavi dello strozzo. Aperti questi, si costruiscono i piedritti per sottomurazione e infine, se necessario, si scava il terreno fra questi e si getta l'arco rovescio. Con che l'anello del rivestimento è completato.

Il metodo belga misto è diventato classico da noi con le celebri applicazioni nei difficilissimi terreni attraversati dalla galleria dell'Appennino per la direttissima Bologna-Firenze. Però, negli ambienti generalmente stabili e molto più sicuri del Gran San Bernardo è certamente da prevedersi che almeno i quattro quinti del

lavoro potranno essere condotti col più economico metodo austriaco d'attacco in piena sezione.

Con i dati riportati, si potrebbe avere un'idea approssimativa del costo per l'escavo e successivo rivestimento della galleria; grossolanamente, con i mezzi odierni e tenendo conto di un congruo margine per imprevisti, si può calcolare essere in circa Fr. s. 44.000.000 pari cioè a circa Fr. s. 4.500 per metro lineare di galleria.

In questo costo, sono altresì comprese la costruzione del cunicolo sotterraneo di ventilazione sottostante al piano stradale, l'impermeabilizzazione delle pareti e la loro intonacazione, nonché l'escavo ed il rivestimento del pozzo di ventilazione al culmine della galleria. È esclusa invece la pavimentazione di calcestruzzo: questa avrà un'estesa di circa 70.000 m² e comporta, ai prezzi odierni una spesa che, computando la delicata ed onerosa sistemazione del sottofondo, l'impianto dei canali di scolo, la costruzione delle banchine sopraelevate, ecc. si aggirerà sui due milioni di franchi svizzeri.

Il tempo occorrente al lavoro di perforazione, abbattimento e sgombero della roccia, si deve computare in base all'avanzata media giornaliera del fronte d'attacco. Dato che non sono da prevedersi difficoltà eccezionali, per quel che si è detto in precedenza, si può con una certa attendibilità prevedere prudenzialmente un'avanzata media di 5 metri al giorno per ciascuna avanzata, cioè un progresso giornaliero complessivo di una diecina di metri. Pertanto l'escavo dell'intera galleria richiederà circa un migliaio di giornate, cioè per l'apertura dell'intera galleria occorreranno circa tre anni, per tener conto di imprevedibili ritardi.

I cantieri di rivestimento murario dovranno — per la migliore e più economica condotta dei lavori in sotterraneo — progredire a non meno di 300-400 m la fronte d'avanzata, nelle tratte normali, dove questa procede a piena sezione, il che sarà, come si è detto, per almeno i $\frac{4}{5}$ dell'intero traforo. Nelle tratte dove si dovrà avanzare col metodo belga, i cantieri dovranno seguire più da vicino e più raccolti.

Comunque, occorreranno altri cinque o sei mesi, dopo i tre anni preventivabili per l'apertura dello scavo, per completare appunto il rivestimento delle pareti e per ultimare la pavimentazione, ivi compresa la costruzione del cunicolo di ventilazione — il cui scavo potrà precedere quello della piena sezione, servendo esso per l'emungimento delle acque —, delle banchine e ogni altro lavoro di finitura in galleria.

Durante il tempo di avanzata in sotterraneo, si procederà indipendentemente allo scavo del pozzo di aerazione ed all'impianto delle centrali di ventilazione, nonché alla formazione dei piazzali esterni, presso gli imbocchi, coi relativi caseggiati.

In conclusione, possiamo ammettere con una certa sicurezza che basteranno 3 anni e mezzo per la completa esecuzione del tunnel, e di tutte le installazioni accessorie (illuminazione, segnalazioni, telefono, ecc.):

L'energia necessaria all'attività dei due cantieri sarà prodotta autonomamente, mediante l'impianto di due apposite centrali idroelettriche, una per versante, le quali potranno integrarsi a vicenda. Esse serviranno ancora quando la galleria sarà entrata in esercizio, per azionare gli impianti di ventilazione, di illuminazione, di segnalazione, ecc.

Queste installazioni meccaniche, comprese le centrali idroelettriche e quelle

di ventilazione, le cabine elettriche di comando, ecc. comportano una spesa che dovrebbe aggirarsi sui 5 milioni di franchi, all'ingrosso. I lavori complementari e di rifinitura inerenti alla galleria (applicazione dei dispositivi paraurti alle cordone, portali di accesso di carattere monumentale, caseggiati vari, ecc.) richiederanno non meno di un milione di franchi.

La formazione dei piazzali di sosta mediante il materiale di sterro della galleria, imporrà la spesa di un altro milione.

Riassumendo, la spesa che si prevede necessaria per l'apertura all'esercizio della galleria si potrebbe così specificare:

— galleria (scavo e rivestimenti), compresi gli imprevisti .	Fr. s. 44.000.000,—
— pavimentazione	» 2.000.000,—
— installazioni meccaniche (ventilazione, illuminazione, telefono, segnalazioni, ecc.).....	» 5.000.000,—
— lavori complementari e di rifinitura	» 1.000.000,—
— piazzali di sosta	» 1.000.000,—
	<hr/>
	Totale Fr. s. 53.000.000,—

che corrisponde a circa Fr. s. 5.490 per metro lineare di sotterraneo.

II. IL PIANO FINANZIARIO DI ESERCIZIO DELLA GALLERIA.

La costruzione e l'esercizio della camionale verrebbero condotti da una Società concessionaria, la quale si è già costituita a questo scopo in Torino nel febbraio dello scorso anno. Detta Società si assumerebbe quindi l'onere della spesa di costruzione della grande galleria.

Veramente, data la grande importanza economica, politica e sociale dell'opera, i cui benefici si riflettono anche fuori del bilancio strettamente inerente alla gestione della camionale a sè stante, sarebbe ragionevole presumere l'interessamento dei Governi; in modo speciale di quello elvetico, per le ragioni illustrate nelle nostre premesse, particolarmente per quanto concerne il collegamento della Svizzera col Mediterraneo.

Tuttavia, per quanto possa apparire probabile un concorso finanziario del Governo di questo Paese — il quale invero ha già stanziato in bilancio la spesa per la costruzione della nuova strada di accesso da Martigny alla galleria —, vogliamo impostare il piano finanziario in modo completamente autonomo, ponendo tutte le spese di costruzione e di esercizio esclusivamente a carico della Società concessionaria.

La spesa annua per il servizio degli interessi e per l'ammortamento del capitale d'impianto, si può calcolare supponendo un periodo di concessione di 50 anni (pari a quello delle autostrade italiane), al tasso del 4 per cento. Pertanto, la rata annua relativa al capitale di Fr. s. 53.000.000 ammonta, alle dette condizioni, a Fr. s. 2.470.000.

Gli oneri annui per le spese di esercizio della galleria, e cioè le spese generali, di amministrazione e di sorveglianza, quelle di manutenzione, di illuminazione, di ventilazione, ecc. si possono ritenere pari a Fr. s. 650.000, corrispondenti ad oltre dieci milioni di lire italiane per chilometro di galleria.

Pertanto, arrotondando, si ha che *la Società dovrebbe annualmente sostenere, per la gestione della galleria, la spesa complessiva di Fr. s. 3.120.000.*

Con prudente previsione della realtà, si può ritenere che abbiano a transitare ogni anno nei due sensi complessivamente:

n. 75.000 autovetture (circa 200 al giorno);

n. 10.000 autobus (circa 27 al giorno),

n. 5.000 autocarri (circa 13 al giorno).

Anche per le tariffe è opportuno attenersi ad un criterio prudenziale, fissandole relativamente basse, soprattutto in previsione dell'eventualità di dovere, nei primordi dell'esercizio, invogliare il traffico e svilupparlo in breve tempo. Queste tariffe sono sensibilmente al di sotto di quelle fissate in altri progetti simili, particolarmente per le merci, in relazione all'importanza che la galleria potrà rivestire per le relazioni mercantili tra la Svizzera e il Mare Mediterraneo.

Precisamente:

autovettura (con conducente)	Fr. s. 20
autobus (con due conducenti)	» 20
autocarro (con due conducenti)	» 15
per ogni viaggiatore.....	» 3
per ogni tonnellata di merce	» 2

Osserviamo che queste tariffe sono tutt'altro che proibitive. Bisogna invero pensare che la galleria dovrà in particolar modo servire all'importazione di turismo ricco, proveniente da paesi con valuta pregiata, il quale è già abituato alle tariffe dei trasporti svizzeri. Se si considera infatti che il biglietto di *terza classe* sulle Ferrovie Federali, per una tratta di 50 km, costa circa 6 franchi (cioè mediamente 900 lire), ci si persuade che il pedaggio per la galleria del Gr. S. Bernardo di un autobus con 30 viaggiatori, pari a Fr. s. 110 (cioè lire 550 per viaggiatore), è una cifra relativamente modesta.

Altrettanto dicasi per le merci. Supponendo che un autocarro porti 8 tonn, si ha un pedaggio complessivo di Fr. s., 31 pari a 4650 lire italiane, cioè meno di sessanta centesimi per chilogrammo.

Supponendo ora che ogni autovettura, oltre al conducente, porti due passeggeri; che ogni autobus sia occupato da 25 viaggiatori e che ogni autocarro trasporti 8 tonn di merce, si ottiene un reddito annuo così specificabile:

— passaggio di n. 75.000 autovetture a Fr. s. 20	Fr. s. 1.500.000,—
— passaggio di n. 10.000 autobus a Fr. s. 20	» 200.000,—
— passaggio di n. 5.000 autocarri a Fr. s. 15	» 75.000,—
— passaggio di n. 400.000 viaggiatori a Fr. s. 3	» 1.200.000,—
— passaggio di tonn 40.000 di merci a Fr. s. 2	» 80.000,—
— introiti vari per concessioni e canoni diversi (distributori di benzina, staz. di servizio, luoghi di ristoro, pubblicità, ecc.)	» 65.000,—
	<hr/>
	Fr. s. 3.120.000,—

Il preventivo, nonostante le previsioni invero molto prudenti, si chiuderebbe in pareggio, pur assicurandosi al capitale — da ammortizzare in soli cinquanta anni — un interesse del 4 per cento.

CONCLUSIONE

Il piano finanziario dovrebbe, a giudizio del sottoscritto, apparire equilibrato ed informato ad un cauto senso della realtà. Questa grande opera, allora, potrebbe davvero formare oggetto dell'iniziativa privata, in quanto si presenta sufficientemente remunerativa. Opere del genere tuttavia devono richiamare anche l'attenzione degli Stati interessati, i quali sono tenuti a valutare i riflessi economici generali ed anche politici, sociali e militari inerenti ad ogni nuovo legame tra Paesi separati dagli ostacoli della natura.

Della fattispecie, il sottoscritto si riferisce a quanto ha detto nelle prime pagine di questa relazione e più non vi insiste. Ma auspica che i Governi delle due Repubbliche amiche considerino, con l'attenzione che merita, il problema della Aosta-Martigny, per tutti gli interessi che le sono connessi.

In particolare, per l'Italia, non va trascurato che l'opera costituirebbe un esempio di galleria di lunghezza tale da superare di gran lunga quelle finora costruite per strada ordinaria. Il nostro Paese ha la specialità dei valichi alpini, ed anche in epoche — come questa in cui viviamo — meno favorevoli dal punto di vista economico, ha affrontato coraggiosamente, con grande fiducia nell'avvenire, i poderosi problemi relativi al traforo della catena montuosa che lo separa dagli altri Paesi d'Europa. È perciò suo dovere morale interessarsi attivamente a problemi del genere e promuoverne la soluzione facilitandone nel miglior modo gli sviluppi.

Ci piace ricordare qui, a conclusione di tutto, che l'Italia, e precisamente il piccolo Piemonte, iniziò quasi cento anni fa gli studi per il progetto esecutivo della galleria del Frejus, di oltre 12 km, quando in nessun Paese nel mondo si concepiva, neppure lontanamente, la possibilità tecnica di simili opere. E lo stesso Piemonte aveva, in quell'epoca, già intrapreso la costruzione della ferrovia dei Giovi, che rappresenta uno dei primissimi esempi di ferrovie condotte in terreni accidentati e geologicamente difficili.

E poichè la perforazione meccanica ad aria compressa e l'impiego degli esplosivi rendono realizzabili le più ardite concezioni di trafori sotterranei, non sarà neppure inutile ricordare anche che la prima perforatrice fu ideata e realizzata da italiani — il Piatti ed il Sommeiller, insieme al Grattoni ed al Grandis — e la nitroglicerina, che troviamo oggi alla base di tutte le dinamiti, fu anch'essa scoperta da un italiano: il Sobrero di Torino.

dr. ing. prof. F. AIMONE JELMONI

Milano, giugno 1948.

