

di dente, sia come esattezza di divisione, e di finitezza, ed uniformità dei fianchi dei denti.

Quando si siano fatti esattamente i calcoli, sia per gli elementi degli ingranaggi, sia per la ricerca delle ruote di ricambio, onde ottenere un passo d'elica esatto, e si sia usata molta cura per ottenere una impeccabile centratura delle ruote da tagliare, si possono ottenere degli ingranaggi elicoidali capaci di lavorare senza urti, e silenziosamente, ad alte velocità periferiche pur trasmettendo degli sforzi considerevoli.

Torino, dicembre 1909.

Ing. CASIMIRO BOELLA.

RELAZIONE

sui valichi alpini orientali della "Greina,, e dello "Spluga,,

Appunti Storici.

Non appena si fecero sentire presso di noi i primi effetti di quelle libertà che per volere di Re e costanza di popolo ci furono concesse e che prelusero allo stato attuale di cose, fin da allora il nostro piccolo ma vigile e forte Piemonte, primo, io credo, fra gli Stati italiani, intuiva il grande principio che il più valido coefficiente per lo sviluppo dei commerci e delle industrie fosse l'aprire nuove e più facili vie di comunicazione coi popoli d'oltr'alpe, e togliere di mezzo mediante trafori quella barriera gigantesca delle alpi, che dai nostri maggiori era stata considerata come forte difesa contro le invasioni barbariche ed ora costituiva il più potente ostacolo allo svolgersi e progredire della vita commerciale fra le varie nazioni ed al maggior cementarsi della fratellanza dei popoli, così che, mentre fin dalla metà del secolo scorso Carlo Alberto ideava la strada ferrata del Cenisio ed il traforo del Fréjus che ben tosto ebbe la sua approvazione e la pronta esecuzione, contemporaneamente sorgeva l'idea che la miglior comunicazione del Piemonte con la Svizzera e la Germania fosse il congiungimento mediante una linea ferrata del Lago Maggiore al Lago di Costanza e lo stesso Carlo Alberto iniziava pure trattative con i Cantoni del Ticino, dei Grigioni e di S. Gallo e dava tutto il suo appoggio per eseguire il traforo del Luk-manier, secondo il progetto dell'Ingegnere grigione colonnello La Nicca, il quale era riuscito a costituire in Torino una Società con un capitale di 72 milioni per la costruzione di tale linea. Le annate

del 1848 e del 1849 interruppero purtroppo queste trattative che vennero riprese da Massimo d'Azeglio, primo ministro di Vittorio Emanuele. Egli aveva grandissima fiducia in tale comunicazione colla Svizzera, tantochè scrivendo al suo nipote Emanuele d'Azeglio, ministro a Londra, non esitava di dire che con tale linea il Piemonte sarebbe divenuto un paese di prima importanza. A Massimo d'Azeglio succedeva Camillo Cavour, il quale pur esso, convinto della grande importanza che avrebbe avuto per il Piemonte una comunicazione diretta coi Cantoni svizzeri orientali, ottenne dal Parlamento subalpino un concorso di 10 milioni per tale ferrovia e col Governo federale concluse il 18 luglio 1853 una convenzione con cui si stabiliva di dare tale sussidio unicamente per quella ferrovia che partendo dal Lago Maggiore si collegasse al Lago di Costanza. Malgrado queste ottime intenzioni degli uomini di Stato di quel tempo gli avvenimenti politici e gloriosi della nostra epopea nazionale distrassero le idee a questo riguardo e dal Piemonte non si fece più nulla (1).

Però i Cantoni svizzeri interessati continuarono a più riprese a coltivare tale idea e quantunque fin dal 1853 facesse già capolino il Gottardo con il progetto dell'Ing. Roller, nullameno, essendo scaduta senza alcun pratico risultato la concessione data alla Società Torinese per il Luk-manier, il Canton Ticino la accordò alla Kredit Bank di S. Gallo, la quale dava l'incarico verso il 1859 all'Ing. Wetli di iniziare gli opportuni studi. L'Ing. Wetli compì un estesissimo rilevamento redatto in scala di 1 : 5000, rilevamento che si estendeva dal Gottardo fino oltre lo Spluga. Tali piani fatti maestrevolmente servirono anche in seguito per tutti gli altri progetti ulteriori. Quale frutto dei suoi studi il Wetli, abbandonata senz'altro l'idea di passare lo Spluga, proponeva di unire la valle del Reno anteriore con la valle del Blenio con uno dei seguenti tracciati, studiando per ognuno di essi due gallerie di culmine: la prima a 900 m., la seconda a 1400 m. Da questo esame risultava che le gallerie studiate venivano ad avere le seguenti lunghezze:

		a 900 m.	a 1400 m.
Luk-manier.	Km.	37	18
Cristallina	»	31	13
Greina	»	12	9

Da questo confronto risultava subito evidente che la preferenza era a darsi alla Greina sugli altri due valichi, per cui il Wetli si occupò senz'altro di quest'ultimo tracciato studiando una linea con le pendenze massime per le linee di accesso del 25 % e entro galleria del 20 %, mettendo l'imbocco sud alla quota 965,10 e quello a nord a m. 970 IO con il punto culminante a m. 1110: la galleria aveva

(1) Per la verità storica ci piace ricordare che fin dal 1838 il figlio di Alessandro Volta, Zanino Volta, impresario, il quale aveva già avuto dal Governo Austriaco la concessione per la costruzione della ferrovia Milano-Camerlata, presentava al Governo Svizzero una dimanda per la costruzione di una ferrovia tra Coira e Milano sotto lo Spluga.

la lunghezza di Km. 20,570 e tutta la linea misurava una lunghezza di m. 103.920. Questo progetto aveva però un difetto d'origine, cioè la grande sua tortuosità, poichè il Wetli spaventato a quel tempo dall'idea di praticare una galleria di 20 Km. praticava a non grande distanza tra loro dei pozzi ed a questo scopo egli seguì con l'asse della galleria le molte tortuosità delle valli. Questa linea per eseguire molteplici attacchi, doveva avere 22 pozzi, il prezzo di costo lineare quindi veniva notevolmente ribassato. Per incarico dell'Union Suisse questo progetto venne riveduto e modificato dall'Ing. Lommel, il quale aveva pure studiato una ferrovia a dentiera attraverso il Luk-manier con pendenza del 50 % e col punto culminante a m. 1915. Però anche le modificazioni portate dal Lommel al primitivo progetto del Wetli non valsero a renderlo attuabile.

Intanto in questo dibattersi di studi per collegare Biasca o regioni finitime con la valle del Reno anteriore faceva rapidi passi l'idea del Gottardo che in breve tempo ebbe la sua approvazione dal Governo federale ed entrò subito nel periodo di esecuzione, tantochè in ritardo arrivava nell'anno 1869 un altro progetto dello stesso colonnello La Nicca, già sopra ricordato, il qual progetto veniva detto di fusione perchè accumulava l'idea del Gottardo con quella del Luk-manier: tale progetto consisteva nel passare dalla valle della Reuss presso Silenen nella valle di Maderaneral con una galleria di 7 Km. sotto il Krispalt e veniva a sboccare nella valle del Reno anteriore; di qui la linea si biforcava ed un ramo passando sotto il Luk-manier scendeva in Italia, il secondo ramo seguendo la valle veniva a far capo a Coira: però tale progetto, come fu detto, veniva presentato troppo tardi da poter esser preso in considerazione.

Costruito il Gottardo, progettato e messo in esecuzione anche il Sempione che serviva molto bene di collegamento della Francia e della Svizzera occidentale con l'Italia e con Milano, sorse nuovamente nei Cantoni Ticino e S. Gallo la primitiva idea di avere una diretta comunicazione colla valle Padana e diedero incarico al signor Moser, già Ingegnere capo di Zurigo, di allestire un dettagliato progetto. Il Moser, valendosi dei rilievi fatti dal Wetli, studiò fin dal 1890 un progetto tra Coira e Chiavenna sotto lo Spluga ed in seguito, per mandato avuto dal Comitato intercantonale sorto per la congiunzione del Lago di Costanza col Lago Maggiore, prese in considerazione tre tracciati, cioè:

Linea Sonvix-Olivone sotto la Greina.

Linea Andeer-Mesocco (1).

Linea S. Martino-Olivone sotto il gruppo dell'Adula e precisamente sotto lo Scharboden.

Il Moser scartando senz'altro la seconda e terza congiunzione studiò un progetto di massima per la Greina: da questo studio egli venne nella conclusione che il trac-

(1) Questo tracciato sotto lo Spluga non corrisponde a quello sopra accennato dello Spluga e che viene a sboccare a Chiavenna. Esso potrebbe chiamarsi piuttosto del S. Bernardino, quantunque questo passo sia molto più ad ovest.

ciato per lo Spluga si presentava in condizioni peggiori che non il primo, cioè per la Greina per modo che nel 1905 egli allestì un progetto definitivo per il traforo della Greina, sul qual progetto, che poi nel 1907 veniva ulteriormente modificato, i Cantoni Ticino e San Gallo inoltravano al Governo federale svizzero domanda di concessione (ottobre 1906).

In contrapposto però a tutta quest'azione dei Cantoni Ticino e S. Gallo per il traforo della Greina, il Cantone Grigioni a sua volta si agitava in favore dello Spluga e dava incarico all'Ing. Locher-Freuler di redigere a questo scopo un progetto che, modificato in seguito dall'Ing. Hennings per ciò che riguardava la grande galleria, serviva per inoltrare pure dimanda di concessione al Governo federale in data 8 Novembre 1906. Nel 1909 venne studiato un altro progetto per lo Spluga dagli Ingegneri Locher e Rigoni.

Cosicchè allo stato attuale delle cose noi abbiamo presso il Governo federale svizzero due proposte concrete, l'una per il traforo della Greina, l'altra per quello dello Spluga e rispettivamente nel Canton Ticino a cui si è unito il Cantone di S. Gallo, e nel Cantone Grigioni due Comitati i quali mettono in giuoco tutte le loro forze per far prevalere la loro proposta.

In Italia, dopo quanto era stato fatto dal Piemonte, la questione rimase un po' assopita perchè l'attenzione era stata prima rivolta al Gottardo e di poi al Sempione. In questi ultimi tempi però anche qui da noi si cominciò a discutere sulla maggiore o minore convenienza dei due tracciati: Milano e provincia unitamente a Corno e Sondrio si sono unite al Cantone Grigioni nel patrocinare il traforo dello Spluga come quello che maggiormente serviva i loro interessi, ed a Milano si è costituito un Comitato prò Spluga.

Progetti Moser per la Greina.

Veniamo ora a vedere più da vicino i due progetti.

Il progetto del dottor Moser per la Greina partendo da Coira, la cui quota è di m. 584 s. l. d. m., percorre la valle del Reno anteriore mantenendosi press'a poco parallela alla linea esistente della ferrovia retica: si porta con pendenza del 10 % da Coira a Ternavasa e da Ternavasa a Sonvix con pendenza dell'1,5 per mille di fronte a Sonvix e più precisamente nelle vicinanze del ponte sul Reno la cui quota è di m. 895: piega a sud in località pianeggiante dove è posta la stazione di Sonvix, subito dopo la quale stazione si inoltra verso Surhein ed entra in galleria il cui imbocco è alla quota 898,20; questa galleria misura una lunghezza fra le due testate di m. 20350 ed è a due pendenze unicamente per lo scolo delle acque: la prima da parte nord è del 2 % fino alla quota 918,48 che è il punto culminante: la contropendenza è del 2,3 % fino all'imbocco sud che è posto sotto un massivo roccioso (presso i casolari di Marzana) nel Comune di Olivone ed alla quota di m. 895: da Olivone la linea si interna nella valle

del Blenio e viene a far capo a Biasca alla quota 292 con una pendenza del 25 per mille e due brevi gallerie elicoidali presso Aquila. La lunghezza di tre tratti è

Rampa nord	m.	49805
Grande galleria	»	20350
Rampa sud...	»	26800

Lunghezza totale tra Coira e Biasca: m. 96955

A Biasca la linea si innesta a quella attuale del Gottardo.

Quantunque il Moser, quando aveva studiato il primo progetto, avesse espresso l'avviso che non fosse conveniente studiare l'abbassamento della galleria di culmine per la Greina per non avere eccessiva lunghezza di galleria, nullameno, forse per poter opporre un nuovo progetto a quello presentato dello Spluga che ammetteva una galleria di circa 27 km., egli nel 1907 propose una variante al suo progetto del 1905. Per tale variante la rampa nord partendo da Coira si porta sino a Truns, qui passa il Reno ed entra in galleria nelle roccie poste di fronte a Truns stesso alla quota 858,60 con una pendenza massima in questo tratto dell'11,5 ‰. La galleria di culmine ha una lunghezza di km. 27,500, pendenza del 16 ‰ ed il punto culminante della galleria è posto a m. 882. La galleria ha il suo sbocco meridionale presso Grumo alla quota 618,50. Da Grumo la ferrovia seguendo il tracciato del primitivo progetto viene ad allacciarsi a Biasca con una rampa di m. 17,310 di lunghezza e con una pendenza massima del 20 ‰. La lunghezza totale del nuovo tracciato tra Coirà e Biasca è di km. 91,555.

Progetti Locher per lo Spluga.

Il progetto dello Spluga Locher-Hennings quale è quello presentato al Governo federale nel 1906, partendo da Coira usufruisce fino ad Ems del tracciato dell'attuale ferrovia retica opportunamente modificato per essere portato a linea di grande traffico. Nei pianori di Ems ha sede la stazione della linea dello Spluga da cui si diparte il nuovo tracciato.

Dalla stazione di Ems la linea si dirige verso Vogelsang e con una breve galleria si porta nella valle del Reno posteriore presso Rhäzüns, indi attraversando sotto la linea attuale della ferrovia retica viene a Rotterbrunner, la cui stazione è press'a poco alla stessa altezza di quella attuale, cioè alla quota 625, con un percorso di km. 15,396 da Coira, con pendenza di circa 10 ‰ e con raggio minimo di 400 m.

Da Rotterbrunner comincia la rampa nord con raggi minimi di m. 300 e pendenza del 26 ‰: la linea si mantiene quasi sempre alla destra della ferrovia retica, raggiunge Thusis alla quota di m. 718,03, mentre la stazione attuale trovasi alla quota 700,50: qualora si volesse tenere buona questa quota basterebbe allun-

gare la galleria elicoidale che viene subito dopo Thusis. Da Thusis la linea entra nella montagna e con una galleria elicoidale viene a portarsi nella valle detta Via Mala, toccando Rongellen, Zillis e Andeer: alla distanza di m. 1355 da questa stazione, cioè alla progressiva 36990 la linea entra nella grande galleria il cui imbocco è alla quota di m. 1000,78: in galleria la linea mantiene la pendenza del 3 ‰, per una lunghezza di km. 13585 ove raggiunge il punto culminante alla quota di m. 1040, indi con pendenza del 18,5 ‰ discende: passa la frontiera alla progressiva 50925 e viene ad uscire all'imbocco sud alla progressiva 63,125 alla quota di m. 800,75 presso Gallivaggio, avente così una lunghezza di m. 26135 ed un dislivello tra i due imbocchi di m. 200,03; il tunnel è progettato ad un solo binario con tre stazioni di cambio di 500 m. caduna a doppia via: la posizione entro il tunnel di questi tre scambi sarà determinata dalle condizioni geologiche delle roccie che si incontreranno nella costruzione della galleria, non essendo necessario che essi si trovino ad eguale distanza tra loro e tra le stazioni estreme di Andeer e Gallivaggio. Agli estremi di ognuno di questi scambi si inizieranno due tratti di galleria laterale che all'occorrenza potrebbero essere collegati fra loro quando si volesse portare tutta la galleria a doppio binario.

Da Gallivaggio, la cui quota è di m. 798, la linea discende nella valle del torrente Livo: tocca Pinazzola (m. 669,15), si interna in parte a cielo scoperto ed in parte in galleria nella valle del torrente Mera, indi ritorna indietro con una galleria elicoidale presso Villa di Chiavenna (m. 625), verso Chiavenna la cui quota è di m. 333 con una lunghezza di linea dall'imbocco sud a Chiavenna di m. 20675, pendenza massima esterna del 26 ‰ allo scoperto e del 24 ‰ nei tunnel in curva ed un raggio minimo di m. 300. La trazione è progettata a vapore tra Coira e Rotterbrunnen ed elettrica tra questa stazione e Chiavenna dove il nuovo tracciato si innesta alla linea elettrica esistente Chiavenna-Colico-Lecco continuando per una parte nella direzione di Genova per Milano e per altra parte nella direzione di Venezia passando per Bergamo.

Il progetto Locher-Rigoni pubblicato nel 1909 non differisce gran che da quello più sopra descritto del 1906. Nel versante svizzero il nuovo tracciato si svolge più a ridosso alla parte destra del monte e presso Thusis dà luogo ad una galleria elicoidale. L'imbocco della grande galleria avviene pure nelle vicinanze di Andeer e mantenendosi ad ovest del precedente tracciato viene a far capo a Vho sul versante italiano alla progressiva 62.460. La grande galleria ha una lunghezza tra gli imbocchi di m. 24.290 con possibilità verso la parte sud di due pozzi di m. 136 di profondità: esso ha due pendenze, cioè del 3 ‰ nel versante nord e del 7,56 ‰ in quello sud. Dalla stazione di Vho il nuovo tracciato si svolge press'a poco parallelo al primitivo con una maggior lunghezza della galleria elicoidale presso Chiavenna viene ad allacciarsi all'attuale linea elettrica Chiavenna-Colico. I vantaggi di questo idrogetto su quello Locher-Hennings del 1901 sono: riduzione della grande galleria da m. 26.135 a m. 24.290, allungamento della

lunghezza totale della linea tra Coira e Chiavenna da km. 84 a km. 88(1), le pendenze sono mantenute pressochè invariate, il punto culminante è portato da m. 1040 a m. 1033,60.

Confronto dei due tracciati.

Poichè ci consta che il Comitato intercantonale per la Greina ha abbandonato il progetto Moser 1907 (con galleria di 27 km.) e che il Cantone Grigioni ha dato la sua preferenza all'ultimo progetto Locher-Rigoni così tralasciando senza altro di prendere in considerazione i progetti Moser 1907 e quello Locher-Hennings, limiteremo il nostro esame sugli altri due progetti.

Ora che abbiamo visto l'andamento dei due tracciati in questione passiamo ad esaminarli l'uno rispetto all'altro. Un primo confronto si può istituire sulle loro caratteristiche principali che sono riprodotte nello specchio seguente.

	Greina	Spluga
Punto culminante.....	918,48	1033,26
Salite e discese..... m.	991	1178
Pendenza massima..... %	25	26
Raggio minimo delle curve.....	350	350
Lunghezza galleria di culmine..... Km.	20350	24290
Lunghezza totale tra Coira e Biasca..... »	97000	—
Lunghezza totale tra Coira e Chiavenna.... »	—	88000.

Basta osservare le cifre qui sopra riportate perchè subito si possa concludere che il tracciato per la Greina si trova in migliori condizioni tecniche che non quello dello Spluga: infatti il primo presenta sul secondo il solo inconveniente di essere più lungo di km. 9, mentre ha la galleria di culmine più corta di m. 3940.

Come si vede questo vantaggio supera di molto il piccolo svantaggio della maggior lunghezza.

Distanze effettive.

La bontà di una linea dipende anche in gran parte dalle distanze che essa interpone fra i vari centri che è destinata a collegare.

Orbene, tenuto conto che nel versante nord le due linee si staccano entrambe da Coira mentre nel versante italiano esse hanno obbiettivi diversi, vennero calcolate le distanze seguendo i due tracciati che sono compresi tra Coira e le città di Torino, Milano, Genova e Venezia. A calcoli fatti si ha il seguente prospetto :

(1) Il Moser in uno studio critico di questo progetto dice, e con ragione, che tale lunghezza di 88 Km. dovrà per lo meno portarsi a Km. 91 perchè le livellette orizzontali per le varie stazioni furono tenute assolutamente troppo brevi: converrà, nell'esecuzione, tenerle più lunghe e quindi la lunghezza totale delle linee dovrà almeno considerarsi di 91 Km.

	Greina	Spluga
Coira-Torino — Via Bellinzona-Novara.....	324	
Via Chiavenna-Milano.....		355
Coira-Milano — Via Biasca-Bellinzona-Chiasso.....	223	
Via Chiavenna.....		206
Coira-Genova — Via Biasca-Luino-Novara-Mortara... 367		
Via Chiavenna-Milano.....		356
Coira-Venezia — Via Milano.....	488	
Via Chiavenna-Bergamo-Brescia.....		420

Siccome però si ha fondato motivo di ritenere che non a molto si proceda alla sistemazione del Monteceneri, come si dirà più avanti, e supponendo che qualunque sia il progetto adottato per tale sistemazione si possa fin d'ora ritenere un accorciamento della linea Bellinzona - Milano di km. 11 (1), allo specchio su riferito si può sostituire quest'altro :

	Greina	Spluga	G. - S.
Distanze Coira-Torino.....	323	355	- 32
» Coira-Milano.....	212	206	+ 6
» Coira-Genova.....	367	356	+ 11
» Coira-Venezia.....	477	420	+ 57

Dal precedente quadro si vede che lo Spluga sarebbe più conveniente per Venezia per km. 57, per Milano per km. 6, per Genova per km. 11, mentre per Torino sarebbe più conveniente la Greina per km. 32, il che era da prevedersi per poco che si osservi la posizione topografica di Genova e Torino rispetto ai due trafori.

Distanze virtuali.

E' però ovvio che per studiare il vantaggio che una linea ferroviaria può arrecare riguardo alle distanze converrà anziché quelle effettive considerare le distanze virtuali, tanto più nel nostro caso che esse vengono ad acquistare grande importanza: calcolando quindi tali distanze virtuali con la formola del Jacquier, adottata dalla Commissione internazionale nominata per assodare l'importanza commerciale del Lötschberg, composta dei signori Senatore Colombo di Milano, signor Garnier di Bruxelles e Pontzen di Parigi, formola che non solo risponde alle spese reali di esercizio ma anche alla velocità massima dei treni, si ha il seguente prospetto :

	Greina	Spluga	G. - S.
Distanza Coira-Torino.....	358	439	- 81
Coira-Milano.....	276	289	- 13
Coira-Genova.....	401	440	- 39
Coira-Venezia.....	540	504	+ 36

(1) Vedi R. Moser - Eisenbahn project Biasea-Greina 1907. — M. Fenoglio - Le ferrovie in progetto con la Svizzera 1908.

Da questo specchio emerge che tenuto conto, per quanto lo consente la formola del Jacquier, delle spese di esercizio e della velocità dei treni, la Greina presenta un vantaggio di 81 km. virtuali per Torino, 13 km. per Milano, 39 km. per Genova; solamente rispetto a Venezia ha vantaggio lo Spluga per 36 km. virtuali.

Distanze tariffali.

Si sa che la Svizzera per quei tratti di ferrovia che superano una data pendenza suole applicare un aumento di tariffe sui trasporti, le quali variano appunto secondo tale pendenza. Quest'aumento di tariffe può essere opportunamente trasformato in un aumento di chilometri, rispetto alla spesa che, aggiunto alla lunghezza effettiva, viene a dare un numero che si chiama distanza tariffale; quest'aumento come è attuato sul Gottardo è del 55 % per pendenze superiori al 20 %. Con questi calcoli si viene al risultato che le distanze per lo Spluga andranno corrette di $0,55 \times 48,206$ (lunghezza del tratto Rotterbrunnen-Gallivaggio), cioè di km. 26 circa come appunto venne calcolato nella domanda di concessione fatta per lo Spluga.

Istituendo analogo calcolo per la Greina si ritiene che tale aumento tariffale possa ragionevolmente portarsi a 20 km. poichè la tratta tra Biasca e Truns è di soli 45 km. con pendenza del 20 %, mentre sullo Spluga si ha la pendenza del 26 %. A calcoli fatti si ha il seguente specchio per le distanze tariffali :

		Greina	Spluga	G. - S.
Distanza	Coira-Torino.....	339	378	- 39
	Coira-Milano.....	228	228	—
	Coira-Genova.....	382		379 + 3
	Coira-Venezia.....	492	443+49	

Da questo prospetto si scorge che la Greina sarebbe più conveniente per Torino per 39 km., sarebbe egualmente conveniente che lo Spluga per Milano, presenterebbe lo Spluga uno svantaggio tariffale di soli 3 km. per Genova, mentre lo Spluga presenterebbe soltanto per Venezia un vantaggio di 49 km.

Si osservi però che nel computo dell'aumento tariffale la domanda di concessione per lo Spluga (8 novembre 1906) non tiene conto della tratta Gallivaggio-Chiavenna di 21 km. e colla pendenza del 26 % : ritenendo che tale tratta sia pure esercitata dalla Svizzera, cioè che la stazione internazionale sia posta a Chiavenna come lo è a Domodossola per il Sempione. Su questa tratta graviterà pure l'aumento di tariffa che ridotto a chilometri tariffali risulterà di km. 11,5.

Per cui al precedente prospetto potrà ragionevolmente sostituirsi quest'altro :

		Greina	Spluga	G. - S.
Distanza	Coira-Torino.....	339	389	- 50
	Coira-Milano.....	228	239	- 11
	Coira-Genova.....	382	390	- 8
	Coira-Venezia.....	492	454	+ 38

Si conclude che dietro queste considerazioni il tracciato per la Greina sarebbe a preferirsi per Torino, per Milano e per Genova presentando un vantaggio rispettivamente di 50-11 e 18 km. tariffali.

Conviene però a questo riguardo osservare che rispetto alle tariffe non si possono fare previsioni sicure perchè il Governo Svizzero malgrado il messaggio del 1873 ha agito sempre troppo arbitrariamente in fatto di tariffe in modo che non è possibile ora prevedere se e in qual grado verranno tale tariffe applicate sulle linee che stiamo studiando. In ogni caso però è a ritenersi che se una variazione nella applicazione di tariffe verrà fatta dal Governo Svizzero rispetto a quelle attuali, tale variazione non potrà essere che una diminuzione e quindi i quadri più sopra riportati rappresentano le peggiori ipotesi, e quindi ogni variazione verrebbe a favore della Greina.

Per ciò che riguarda la spesa, dalla pubblicazione fatta dal Moser nel suo progetto del 1905 che è quello che stiamo esaminando, risulta che l'importo totale della spesa per l'esecuzione di tale progetto ascende a circa 121 milioni. Però dato i grandi aumenti avvenuti in questi ultimi anni e tenuto conto che qualche leggera variante a tale progetto può essere apportata che ne aumenti la spesa, possiamo ritenere che la spesa complessiva per la costruzione della linea per la Greina non si discosti molto dai 150 milioni.

Per ciò che riguarda il progetto Locher-Rigoni non abbiamo elementi sufficienti per verificare l'asserzione del Locher stesso che porta la spesa complessiva a 147 milioni. Però il progetto Locher-Rigoni per la sua attuazione dovrà certamente subire alcune importanti modificazioni, tanto che a nostro giudizio e di altri competenti possiamo ritenere che l'importo complessivo non riesca inferiore certamente ai 180 milioni.

Il tracciato della Greina si svolge tutto in terreno svizzero, mentre quello dello Spluga si trova per km. 51 in territorio svizzero e per i rimanenti km. 33 in territorio italiano. Si conclude quindi che per la compartecipazione dell'Italia nelle spese di costruzione si può ritenere che trattandosi della Greina il Governo italiano avrà poco o nulla da contribuirvi, mentre per lo Spluga questo contributo dovrà essere proporzionale probabilmente al tratto che si trova sul suo territorio; è però da tener conto che in quest'ultimo caso potrebbe avere anche un'adeguata interessenza negli utili annui, il che non si avrebbe per la Greina.

Studi Geologici.

Per ciò che riguarda la parte geologica sono lieto di ricordare, dal lato storico che, sin dal 1865 l'onorevole Jacini, ministro dei lavori pubblici, nominava una Commissione per studiare per la parte geologica i molti valichi a quel tempo proposti, come ho accennato più sopra, per l'attraversamento delle Alpi Pennine.

Questa Commissione, di cui facevano parte il geologo Sismonda, Stoppani e Giordano, valendosi anche dei lavori dei professori svizzeri Studer e Escher

concretò i suoi studi in un rapporto che venne anche pubblicato nel bollettino del Club Alpino del 1865 N. 3. Ecco quanto riferiva tale rapporto riguardo ai due tracciati che ci interessano :

Alla Greina si osserva una grande potenza di calcari dolomitici contrapposti a gneiss e contenenti schisti neri. Nel centro si avrà una potenza di 10 o 12 km. di rocce granitoidi assai dure e buone alla perforazione. Di acque non si avrà pericolo nei lunghi tratti a foro cieco cadenti quasi per intero in rocce solide ed impermeabili. Per la galleria dello Spluga si troveranno pure rocce ambite e consistenti facili alla perforazione almeno per la metà sua settentrionale : per contro si avrà bisogno di buon rivestimento e soffrirà probabilmente di coprire infiltrazioni nel tratto verso Splügen senza però gravi inconvenienti.

Nel 1904 veniva incaricato di un dettagliato studio geologico dei due progetti per lo Spluga e per la Greina il dott. Heim, professore di geologia al Politecnico di Zurigo, il quale nella sua relazione in data dicembre 1904, confermando il rapporto sopra ricordato del 1865, concludeva *che dal punto della geologia tecnica si deve riconoscere* che la linea della Greina e la galleria di culmine si presenterebbero in condizioni assolutamente più favorevoli di quelle delle linee *del Goliardo e dello Spluga e del Sempione*.

L'inclinazione degli strati si presenterebbero per la Greina generalmente normale all'asse della galleria e questi strati sarebbero costituiti da schisti, dolomiti, graniti e gneiss con una forma compatta e dura atta alla buona perforazione.

Per ciò che riguarda le rampe di accesso, quella a sud si sviluppa tra gneiss e micascisti e coni di deiezione consolidati. La rampa nord, cioè tra Coira e Sonvix si presenterebbe in condizioni di gran lunga più propizie di quella della rampa sud. Da Sonvix verso Coira la linea correrebbe sopra vecchi coni di deiezione, poi nella pianura del Reno anteriore su terreni formati da vecchie alluvioni fino ai detriti di scoscendimenti di Flims : in generale quindi si può ritenere terreno buono per trincee e gallerie, ma proclive a scoscendimenti, facile a frangersi, asciutto ed ormai sufficientemente consolidato. Trattando della temperatura che si troverà nella galleria il prof. Heim viene nella conclusione che la massima temperatura probabile che si troverebbe alla Greina sarebbe di circa 40° press'a poco nel punto medio mentre per lo Spluga, egli dice, la temperatura massima sarà di 45° al massimo. Il prof. Heim ritiene che la direzione degli strati quasi normale all'asse della galleria per la Greina deve sicuramente provocare un rapido raffreddamento dall'interno all'esterno, il che non si verifica per lo Spluga e tanto meno si è verificato per il Sempione dove gli strati erano quasi orizzontali.

Linee d'accesso italiane.

Veniamo ora a considerare più da vicino le diverse linee italiane di accesso agli imbocchi sud delle due gallerie che stiamo studiando. Dal confronto più sopra riportato delle distanze virtuali risulta che Milano verrebbe a godere un vantaggio

di 14 km. per la Greina rispetto al tracciato Spluga nel quale computo abbiamo detto che fu supposto una possibile sistemazione del Monteceneri. Infatti come si sa la linea che serve di collegamento tra Bellinzona e Milano passa per il Monteceneri che attualmente si trova in ben cattive condizioni di tracciato : per vari motivi che qui è inutile ricordare la Gotthard Bahn scelse l'attuale tracciato che presenta pendenze del 26 % per più di 10 km. per modo che su questo tratto non è possibile attuare una velocità di treni maggiore di 40 km. all'ora, mentre vi sarebbe la possibilità di portare tale pendenza massima al 15 % come appunto si scorge in uno studio dell'ing. Lucchini : non è quindi improbabile che si possa addivenire alla sistemazione di tale tratto, anzi pare effettivamente che per l'aumentato reddito della linea del Gottardo e del grande movimento di treni che avviene sopra di essa il Governo federale abbia imposto alla Götthard Bahn il secondo binario sulla linea del Monteceneri per modo che tale ipotesi da noi fatta è prossima alla sua attuazione.

Lo stesso ing. Moser ha studiato due tracciati per la sistemazione del Monteceneri e col primo di essi si verrebbe ad ottenere una pendenza massima del 10 % ed il punto culminante verrebbe portato da m. 475 com'è attualmente a soli 366,72 : ognuno vede quale grande vantaggio per l'esercizio della linea Bellinzona-Milano si apporterebbe con tale variante e quindi la Lombardia e Milano troverebbero tutto il loro tornaconto passando per il valico della Greina che non per lo Spluga.

Per altra parte si sa che le due linee Chiavenna-Lecco e Chiavenna-Bergamo che servirebbero di accesso allo Spluga non si trovano in condizioni tali di costruzioni da poter servire come linee internazionali, come ha anche constatato il Moser percorrendo passo passo tali linee, tanto che la provincia di Como per mezzo della sua Camera di commercio patrocina una linea sulla destra del lago che unisca Chiavenna con Como e quindi colla linea del Gottardo.

Malgrado che Milano cerchi di opporsi a tale progetto, se esso venisse attuato, il che è più probabile che non la sistemazione della intera linea Chiavenna-Lecco, ne verrebbe che anche rispetto a Milano diminuirebbe maggiormente l'importanza dello Spluga.

Queste considerazioni fanno ancora vedere che anche Venezia non potrà mai sperare grandi vantaggi tanto dallo Spluga come dalla Greina, tanto più poi se si effettuasse il progetto Chiavenna-Como; in questo caso le due linee per riguardo a Venezia si equivarrebbero.

Parlando delle linee di accesso alla Greina io non posso tralasciare di accennare al progetto che con grande alacrità si va studiando a Locarno per costruire una linea di grande traffico che percorrendo la riva destra del Lago Maggiore passando per Intra e Pallanza unisca Bellinzona e Locarno a Fondotoce, e che servirà di collegamento col progettato traforo della Greina e del Gottardo con quello del Sempione. Tale linea è studiata a doppio binario in modo da servire come linea internazionale. Ad ognuno riesce evidente quanta importanza

abbia per il Piemonte e Torino tale linea: anzi tutto essa verrebbe a collegare come fu già detto la Greina cogli altri due trafori esistenti; in secondo luogo questa linea distaccandosi da Bellinzona, passando alla destra del lago e collegandosi con la Domodossola-Arona, costituirebbe veramente la linea piemontese per eccellenza che ci collega con la Svizzera ed il Lago di Costanza.

Convieni osservare però che tale percorso riuscirebbe alquanto più lungo del percorso Luino-Novara. Un vantaggio non trascurabile invece si avrebbe se si potesse evitare il regresso da Sesto per Arona permodochè se si studiasse un allacciamento di Sesto Calende con la linea Santhià-Arona, per esempio presso Romagnano, si avrebbe nella linea Coira-Bellinzona-Sesto-Romagnano-Santhià-Torino il vero percorso più breve tra le due città estreme.

Navigazione interna.

Torna pure utile considerare quale importanza hanno i due tracciati che stiamo studiando riguardo alla navigazione interna.

Noi abbiamo i due laghi, il Lago Maggiore ed il Lago di Como, al primo dei quali già concorrono le linee del Gottardo e del Sempione e fra poco quella del Lötschberg-Sempione, al Lago Maggiore verrebbe a sboccare anche la linea della Greina: al Lago di Como, invece, si collegherebbe soltanto la linea dello Spluga, è evidente ora che lo sviluppo dei trasporti per via acqua tenderà certamente a portarsi verso quello sbocco dove trova il suo maggior campo d'azione, verso quel punto dove si abbia il maggior concorso delle grandi linee internazionali che si uniscono al centro dell'Europa.

La linea fluviale Milano-Lago di Como troverebbe soltanto la sua giustificazione nella ferrovia dello Spluga, mentre quella Milano-Lago Maggiore, oltre aver questo uno specchio d'acqua più ampio che non quello, ha già attualmente una grandissima importanza che certamente andrà aumentando coll'affluire al Lago Maggiore altre nuove arterie quali quelle del Lötschberg e del Lago di Costanza per la Greina.

Ma a questo riguardo havvi un'altra osservazione da fare di grande importanza ed è il collegamento per via acqua del Lago Maggiore al Mediterraneo.

Il canale Lago Maggiore-Savona non sta più soltanto nel campo delle opere fantastiche; son noti gli studi che si stanno precisamente eseguendo di questi ultimi tempi a tale ardita attuazione che ha il suo riscontro nei canali che già esistono in Francia di egual mole. Ora se tale idea entra nel campo della probabilità di esecuzione è evidente che tale importantissima arteria di trasporti per via acqua sceglierà per suo grande porto il Lago Maggiore con tutta la probabilità anzi certezza di vedere sempre più aumentato il suo traffico e quindi aumentata la ragione di sua esistenza nell'immenso vantaggio che essa arrecherà al benessere economico nazionale.

Per altra parte da accurati studi istituiti dalla *Gazzetta di Zurigo* e pubblicati nel 1906 in italiano dal Serazzi con prefazione del cav. Geisser, risulta che anche Venezia avrà sempre il suo tornaconto per il trasporto delle sue merci a servirsi della via acqua, anzichè per ferrovia, per inviarle sulla linea del Gottardo, del Sempione e della futura Greina e ciò quand'anche venissero ribassate le tariffe attuali, e quindi si conclude che anche il Veneto avrebbe il suo vantaggio per la via acqua Milano-Lago Maggiore che in tal modo verrebbe ad avere quattro sbocchi nell'Europa Centrale, anzichè il canale di Milano e Lago di Como che avrebbe il solo sbocco dello Spluga.

Prima di venire alla conclusione ricorderò soltanto per cronaca uno studio fatto dall'ing. Galli di Lugano, il quale si occupò di elettrizzare la linea della Greina. Secondo un lavoro accurato di detto ingegnere risulterebbe che sarebbe possibile la elettrizzazione della linea Biasca-Coira portando gli imbocchi sud e nord della galleria di culmine rispettivamente alle quote 1307,50 e 1324,20, conchè la galleria principale verrebbe ridotta a soli km. 11,250 con un risparmio di circa 43 milioni.

Però questo risparmio di spesa sarebbe bilanciato da una maggior lunghezza della linea esterna e delle maggiori pendenze massime che arriverebbero fino al 40 %.

Secondo l'ing. Galli sarebbe possibile mediante opportuni sbarramenti di alte valli alpine ottenere nel versante sud la necessaria forza motrice che secondo calcoli all'uopo istituiti dovrebbe ascendere a 20.000 Hp. Lo studio parallelo per lo Spluga non venne finora istituito, per cui non è per ora possibile fare un confronto a questo riguardo.

Parte commerciale.

Il signor Bernhardt in un suo poderoso lavoro intitolato « Die Schweizerische Ostalpen bahn » trattò diffusamente e con speciale competenza della questione sotto tutti i rapporti storici, tecnici e commerciali e mentre nella prima parte di tale suo studio si occupò della Greina, nella seconda parte invece fa un dettagliato paragone tra il tracciato della Greina e quello dello Spluga. Dal lato commerciale, egli studia, tenendo conto delle tariffe speciali adottate dalla Svizzera per le ferrovie alpine, il movimento che può avvenire sulle due linee in questione sia per le merci sia per i viaggiatori ed i loro prezzi di trasporto e determinando per ognuna di esse le così dette zone di traffico secondo varie ipotesi: ebbene a questo riguardo il Bernhardt viene a concludere che il traforo della Greina presenta vantaggi economici molto sensibili rispetto allo Spluga. A questa conclusione egli è venuto supponendo che la Società delle ferrovie dello Spluga o le ferrovie federali abbiano ad esercitare la linea dello Spluga fino a Chiavenna come si fa per il Sempione il cui esercizio svizzero si protrae fino a Domodossola.

Linee di accesso svizzere.

Ora che conosciamo le due linee nella loro consistenza tecnica e commerciale veniamo a studiarle brevemente rispetto alle comunicazioni ferroviarie della Svizzera e dell'Italia.

Riguardo alla Svizzera, come si vede dalla carta riprodotta i due tracciati si dipartono da Coira a cui fanno capo due linee che circondano il lago di Costanza e che si collegano poi a Schiaffusa da cui si diparte la grande linea di Basilea. Alla linea superiore del lago si staccano quella che va a Stuttgard, quella di Ulm, quella di Monaco e più in basso quella di Insbruck.

Dalla linea inferiore si stacca invece la linea che va a Zurigo: da questo affluire di molte linee che dalla Germania e dall'Austria fanno loro centro a Coira si vede facilmente che entrambi i nuovi valichi che stiamo studiando servono certamente più che il Gottardo a collegarci a quelle regioni. Come appare dalla figura 10 Spluga sarebbe sulla diretta continuazione delle linee che mettono a Coira, mentre la linea della Greina richiederebbe un percorso lungo il Reno anteriore: però abbiamo già visto che in lunghezza le due linee si equivalgono e che il grande movimento che si svilupperebbe sopra di esse per la Greina dovrebbe salire alla quota di 918, mentre per lo Spluga dovrebbe ascendere pure a 1033 col progetto Locher-Rigoni. Quantunque si dica ora che l'apertura del Tödi sia ancora molto di là da venire, nullameno è accertato che la Greina col Tödi sarebbe una linea completata perfettamente e si avrebbe la più diretta comunicazione tra Torino ed il Piemonte con Zurigo e Schiaffusa.

Dal lato della rete italiana la carta riprodotta fa vedere nettamente la posizione delle due linee che studiamo rispetto alle principali nostre arterie ferroviarie e si scorge quanto sia maggiormente di utilità per Torino e per il Piemonte il tracciato per la Greina che è pure a preferirsi per la stessa città di Milano ed una parte della Lombardia. Lo Spluga evidentemente porterebbe soltanto, rispetto alla Greina, un vantaggio a quelle regioni che si trovano molto prossime al suo imbocco meridionale. Per Genova le due linee si equivalgono. Venezia come fu detto, non può avere maggior interesse per l'uno o l'altro tracciato perchè anche da quello più vicino come lo Spluga non potrà mai ricavarne grandi vantaggi.

Gli Splughisti di qua delle Alpi mentre riconoscono la priorità del progetto della Greina rispetto il lato tecnico e commerciale, fanno la voce grossa dicendo che con lo Spluga il Governo Italiano potrebbe avere un utile perchè esso è in parte su territorio italiano mentre la Greina si svolge tutta su territorio svizzero, ed accampano anche la questione militare non essere conveniente che si abbia uno sbocco così importante della vicina nazione ad un'ora di distanza dalla capitale morale d'Italia.

Riguardo alla prima obiezione credo che essa non regga anzitutto perchè anche per il Gottardo che pure è tutto su territorio svizzero l'Italia ha pure una partecipazione negli utili, in secondo luogo credo che quando si addivenisse ad un accordo per la Greina il Governo Italiano potrà all'occorrenza, edotto dall'esercizio del Gottardo, mettere clausole che ridondino a suo vantaggio, perchè ritengo che il Governo Svizzero pur facendo la Greina dovrà pure stipulare col nostro Governo dei trattati speciali senza dei quali tale linea non potrebbe raggiungere completamente il suo scopo.

Riguardo al problema militare ritengo che la questione sia molto platonica come del resto hanno asserito quegli stessi che hanno trattato questo argomento.

Se è vero che un colpo di cannone sull'imbocco sud della galleria dello Spluga può chiudere questo passo, non è meno vero che lo stesso colpo di cannone dal Lago Maggiore può intercettare la ferrovia che dalla Svizzera discende in Italia: del resto siamo fermamente convinti che in ogni caso non sarà certamente la Greina che potrà variare grandemente la situazione che potrebbe avere oggi giorno il presunto nemico calante dalla libera Elvezia.

Conclusioni.

Dopo quanto sono venuto dicendo si può facilmente dedurre quale debba essere la risposta alla dimanda a quale dei due tracciati in esame dovrà Torino dare la preferenza e quale dei due Torino ed il Piemonte dovranno dare tutto il loro appoggio morale e se occorre anche quello materiale?

Abbiamo visto che tanto dal lato tecnico quanto dal lato delle distanze e del commercio il progetto attraverso la Greina non solo per Torino e per il Piemonte ma anche per la Lombardia (e quindi le Marche) e la Liguria presenta maggiori vantaggi che quello attraverso allo Spluga: nè pure hanno peso quelle alte considerazioni di interesse nazionale che gli Splughisti più accaniti accennano in difesa del loro assunto. Anzi siamo precisamente convinti che patrocinando il valico della Greina noi difendiamo, assieme agli interessi della Regione subalpina, anche quello di tutta l'Italia: concludendo quindi, Torino ed il Piemonte devono dare incondizionatamente la loro preferenza al primo tracciato ed appoggiare le aspirazioni dei Cantoni Ticino e S. Gallo nel volere che la comunicazione tra il Lago di Costanza e la valle Padana si faccia attraverso la Greina con uno sbocco al Lago Maggiore che diverrà, speriamolo in tempo non lontano, anche il nostro maggior porto per la navigazione interna.

Prima di finire mi si permetta che se uscendo un po' dal campo che mi ero prefisso io tragga da questa un'altra importante conclusione.

Torino dando il suo appoggio per la Greina non deve però dimenticare che Essa ha alle sue porte il valico naturale che la unisce alla Francia, cioè il Cenisio e deve anzitutto curare che tale linea non sia più trascurata come lo fu purtroppo finora tanto per parte della Francia quanto, il che è più doloroso a dirsi, per parte del nostro Governo e sia lasciato in disparte per fare il vantaggio di altri trafori più recenti; si chieda ad alta voce, anzi si pretenda quale doveroso compenso per quanto il Piemonte ha fatto per l'Italia in tempi non lontani che la linea del Cenisio sia portata a tutta quella potenzialità di cui essa è capace.

Io sono però fermamente convinto che ai giorni nostri anche con tutti quei miglioramenti che chiediamo oggi al Governo per dare alla linea attuale tutta la sua efficacia noi non avremo ancora completamente utilizzata quella speciale condizione di cose in cui madre natura ci ha posto rispetto alle due valli della Dora e dell'Arc. Noi abbiamo poco fa dato il nostro appoggio alla Greina perchè esso ha un tracciato basso e a mite pendenza; ebbene noi per il Cenisio dobbiamo

fare altrettanto, dobbiamo almeno esigere che prima di attuare integralmente le riforme e le migliorie richieste per la linea attuale si studi seriamente il problema che l'ing. prof. Regis, nostro autorevole e venerato collega, con tanto amore, ardore giovanile e disinteresse ha studiato, al quale egli dedica un tempo che a buon diritto egli potrebbe riservare per un ben meritato riposo e per cui egli non risparmia e fatiche e spese dando a noi più giovani di lui un forte esempio di grande operosità e di disinteressato affetto al nostro paese.

Se mi è permesso un paragone noi oggi ci troviamo rispetto al Cenisio come colui che volendo uscire da una camera dove vi sia una finestra aperta ed una porta chiusa di cui però tiene la chiave, faccia ogni sforzo per facilitarli l'uscita dalla finestra: comunque egli faccia dovrà pur sempre salire sul piano del parapetto e discendere dall'altra parte, mentre può uscire comodamente aprendosi la porta.

Qualunque siano le migliorie portate all'attuale linea del Cenisio, eseguita in tempo che suppongo breve, il raddoppiamento del binario per tutta la sua lunghezza e sostituita la trazione elettrica a quella a vapore avremo raggiunto tutto quanto si può ottenere attraverso il Cenisio? Viaggiatori e merci dovranno pur sempre passare alla quota 1295 a Bardonecchia e salire con pendenza del 26 al 30 % mentre con una galleria più bassa potremo avere una linea di grande traffico e potrebbe competere con le recenti linee internazionali che scendono in Italia. A questo proposito mi si potrà obiettare che il meglio è nemico del bene e volendo troppo si ottiene nulla: è però evidente che se, eseguiti studi concreti a tale riguardo si facesse qui da noi e nel Piemonte a cui potrebbe anche unirsi la Liguria, una seria e viva agitazione a favore di questo tracciato inferiore facendo conoscere i vantaggi economici che ne deriveranno, sono convinto che il Governo non potrebbe a meno di accettare tale proposta. Nè a questo riguardo dovrà spaventare la lunghezza della linea di culmine che è progettata di 20 Km., perchè abbiamo visto tanto per la Greina quanto per lo Spluga progettate gallerie di lunghezza maggiore. Solo allora quando avremo ottenuto che sia tutta utilizzata la speciale posizione topografica della nostra valle occidentale non potremo più temere la costruzione del Monte Bianco se pure si farà ancora.

A queste condizioni soltanto di chiedere insistentemente a chi è in potere ed in dovere di farlo che sia studiata la migliore utilizzazione del nostro valico del Cenisio e di chiedere che per le comunicazioni con la Svizzera orientale e la Germania si dia la scelta alla linea della Greina, che è pure linea piemontese, Torino e il Piemonte avranno raccolto e realizzato le aspirazioni di Massimo d'Azeglio e di Camillo Cavour ed avranno assicurato il massimo sviluppo ai proprii commerci ed industrie, maggiormente cimentati i vincoli che ci legano ai nostri vicini d'oltr'alpe.

Torino, 4 febbraio 1910.

ING. PROF. C. JORIO.