

più comuni delle argille plastiche, che si scavano per mattoni. Occupano tutta la valle aquitrinosa fra il ponte di Besano e strada di Viggini. Formano inoltre il sopra-suolo, e riempiono il bacino, fra Birbizzero e Veduggio. Queste argille sono piuttosto compatte, e regolarmente stratificate. In una cava, fra Birbizzero e Veduggio, della profondità di circa 8^m, le argille si scavano benissimo da sé, e non danno acqua in quantità apprezzabile. (L'armatura, ma non) credo pertanto che dette argille rispermierebbero il rivestimento dei tronchi di galleria che per avventura vi si praticassero.

3.° Sabbie. — Le sabbie scorievoli non si presentarono che in via affatto eccezionale sulla linea del tracciato.

4.° Torbe. — Il terreno è torboso, principalmente fra Viggini e Velmajo, sul piano della depressione, e vi esistono torbiere. Il terreno torboso però non può essere che affatto superficiale, e accusa piuttosto un sottopiede impermeabile, probabilmente il prolungamento delle stesse argille, che si trovano superiormente e inferiormente ^(cioè a nord e a sud) del piano torboso descritto.

5.° Terreno alluvionale in genere. — Terreno detritico, a caratteri poco decisi, che occupa il fondo delle valli, ove mancano le formazioni N.° 2 e N.° 4. È composto di detrito glaciale rimettato. Praticamente si può ritenere uguale al terreno morenico, e come tale esige armatura e rivestimento.

Non è improbabile che s'incontrino le argille plioceniche, superiormente sabbiose, della Folla di Torduno. Non è certo nemmeno che non appartenessero a questa formazione alcune delle argille accennate, benché non vi siano stati scoperti fossili marini. In ogni caso però le condizioni tecnologiche non sono punto alterate.

Il gruppo di rocce descritto presenta certamente condizioni molto meno opportune del gruppo delle rocce in posto. Ovè le incontrasse, la galleria non potrebbe molte volte far senza dell'armatura, e sempre del rivestimento. L'infiltrazione delle acque sarà anche maggiore: non credo tuttavia che possa essere eccessiva, nè che vi si verificassero tali condizioni, che rendono, non dirò impossibile, ma difficile l'attuazione del progetto, più di quanto hanno già potuto sperimentare i tecnici in occasione dei grandi e molteplici lavori di scavo in terreni d'identica natura, p. es. nelle gallerie ferroviarie di fucina fra Milano e Como, di Siano fra Bergamo e Lecco, di Vergiate fra Somma e Petto Calende, tenuto calcolo però della maggiore profondità che sarebbe attinta dalla galleria Castelli, in confronto delle tre accennate. Per rapporto alla infiltrazione, che sembra temersi in ispecial modo da taluni facis osservare che, le argille, che occupano superficialmente tanta parte della depressione, e l'indole equitrinosa di tutto il soprasuolo lungo il tracciato, dicono che esso sopra-suolo è in generale distintamente impermeabile. L'infiltrazione deve quindi riuscire molto lenta a profondità considerevole, a meno che non si verificassero, alle stesse considerevoli profondità, degli afflussi laterali di acque sotterranee, il che potrà facilmente verificarsi, mediante gli scandagli, di cui si terrà parola più tardi.

IV. Condizioni presuntive lungo il decorso dell'emisfero artificiale Castelli.

Descritta la natura, e osservata in atto la maggiore opportunità delle diverse rocce, che possono essere eventualmente attraversate dal condotto Castelli, bisognerebbe venire al concreto, trovare cioè quali di quelle rocce attraversino realmente il condotto, secondo il tracciato proposto,

e sopra quale estensione, misurandola sulla linea dello stesso tracciato. Questa è la parte principale del quesito propostomi dalla Commissione, e, per ventura, anche la più difficile. Ho già detto che le previsioni del geologo, sopra una zona di terreno mobile superficiale, riescono difficili, incerte, spesso impossibili. I diversi canoni, che elevano la geologia al livello delle scienze positive, e la rendono eminentemente applicabile in molti casi, sono basati quasi unicamente sulla stratigrafia. Ovvero gli strati siano coperti, mascherati dal detrito, al geologo vien meno la bussola. Il tracciato partelli, riportato alla superficie del suolo, si svolge tutto appurato, con pochissime eccezioni, entro il terreno detritico. Mantendosi per ciò strettamente il tracciato stesso, le previsioni non possono riuscire che oltre modo incerte.

Osservo tuttavia come, lungo una porzione rilevante di esso tracciato, le rocce stratificate gli si stringono molto da vicino, e riescono visibili in molti punti, e sopra larghe estensioni. Si può quindi calcolarne l'andamento, e indovinarne, con qualche approssimazione, i rapporti col terreno detritico, cui fiancheggiavano nel tronco nord, fin sotto a Viggiù, o da cui sono in genere ricoperte nel tronco sud, fino allo sbocco della galleria.

Prego la lodevole Commissione a tener conto calcolo di queste mie dichiarazioni, fatte le quali venga a esprimere le mie opinioni, le quali, se vanno da me espresse schiettamente, come esige la coscienza in un affare di tanta importanza vanno da lei accolte con molto riserbo, non come dettati fatti della scienza, ma come vedute individuali di chi la professa.

Le misure di lunghezza dei tronchi, che si pagano in rassegna, sono riferite al tracciato di livellazione, cioè alla poligonale, disegnata in rosso sulla Planimetria. Resterà quindi a farsi il calcolo per ridurre alle lunghezze reali dei tronchi di galleria, i quali riescono in genere sensibilmente più brevi.

1. Finca dal lago fino a 1200^m - Sarà scavata nel terreno lacustre, cioè nel riempimento di quel seno del lago di Lugano che s'internava verso Besano. Quel terreno deriva specialmente dal rimettimento delle morene, che lo limitano a sud. Sarà un terreno argilloso, sparso di ciottoli, che si vanno facendo sempre più abbondanti verso l'imbocco della galleria.

2. Tronco dall'imbocco della galleria fino a 3300^m - L'imbocco della galleria incrota la vera morena frontale, cui dovrà perforare fin verso i 3300^m. È su questo percorso, verso i 1500^m, che la galleria s'avvicina al colle porfirico di S. Giovanni di Besano. Ritengo però che non incontri la roccia.

3. Tronco dai 3300 ai 5000^m - La galleria passa sotto la pianura argillosa, che si eleva a pendio insensibile, e forma il versante del ferreo. Lo spessore dell'argilla non può verificarsi che mediante uno scandaglio. Ritengo però che sotto l'argilla continui il detrito d'indole alluvionale o morenica. Ritengo che in nessun modo si potranno incontrare le rocce calcaree alla profondità media di 40^m, e nemmeno a profondità maggiori, tenendosi il tracciato nel mezzo del piano della valle.

1200^m di terreno lacustre, ca. 1254, argilloso, con ciottoli e massi.

2200^m di morena, o terreno 2005, o detritivo, caotico, come una miscela di fango, sabbie, ghiaie, ciottoli e massi.

1600^m di argille, o, più proba 1780, bilmentate, di detrito alluvionale morenico, poco diverso dal precedente.

Da riportarsi

5000^m

5039

Sul tracciato
della
livellazione

Sul traccio
della
galleria

Somme riportate

5000^m

5059

4.° Tronco da 5000 a 6000^m - Qui la valle si restringe, e presenta i più decisi caratteri della chiusa. Non è improbabile che s'incontrino le rocce del gruppo di Viggiù, e quelle del calcare rosso ammonitico. Ho fondo però sento che non potrei ammettere tale probabilità, che per una porzione molto limitata del Tronco indicato.

1000^m di rocce calcaree d'incontro dubbios.

1150

5.° Tronco dai 6000 ai 9000^m - La galleria passa sotto il piano turkopf, fiancheggiato da morene. credo assolutamente improbabile che si attinga la roccia in posto. Facio eruzione, ma assai dubbiamente, dei due ipsoni, l'uno a circa 7000^m, l'altro a 8000^m, attraversati dalla galleria. Nel caso non sarebbero più di 200^m di calcari marnosi. Anzitutto del resto continuamente detrito alluvionale e morenico.

3000^m di argille, più probabilmente di detrito alluvionale morenico, come sopra. Forse 200^m di calcari marnosi.

2750

6.° Tronco dai 9000 ai 14000^m - Sempre terreno morenico, con depositi d'indole argillosa alla superficie. I massi erratici in abbondanza assai. Non credo che in nessun punto, se non affatto accidentalmente, si possa incontrare la roccia in posto, la quale, come si vede a Malnate, si tiene abbastanza lontano sul versante est delle colline percorse dalla galleria, sotto il piano, alla base del versante ovest.

5000^m di detrito alluvionale morenico come sopra.

4775

Da riportarsi

14000^m

13694

Sul tracciato
della
livellazione.

Sul tracciato
della
galleria.

Somma riportata 14000^m

13694

7.° Tronco dai 14000 ai 15000^m — Questo tronco, che attraversa un grande sprone sulla destra della valle, è il solo di cui si possa accettare il passaggio attraverso alle arenarie, più o meno compatte, e in condizioni favorevolissime.

1000^m di arenarie, dette mole
re.

320

8.° Tronco dai 15000 ai 18264^m — La galleria attraversa il piano argilloso sotto Birrocker, lo si vien quindi a trovarsi, fino al suo sbocco, nel terreno detritico, argilloso o alluvionale morenico.

3264^m d'argille, o detriti
alluvionale, morenico,
come sopra.

2375

Metri 18264

13694

Riassunto.

Da scavarsi:	Sul tracciato della livellazione:	Sul tracciato della galleria:
a - nelle rocce in posto	Metri 2000	1700
b - nei detriti	" 16264	14909
Totale da scavarsi		16609,00
		18264

Conchiudendo dall'esposto, l'emisfero artificiale, se stanno le mie previsioni, attraversa per 9/10 circa i terreni detritici. Il 1/10 che dovrebbe scavarsi nelle rocce in posto, cioè nelle migliori condizioni che si possono desiderare, è anche esposto solo per una piccola porzione. Si può dunque ritenere che la galleria richieda l'armatura per una buona parte, e il

1
rivestimento per la quasi totalità del suo corpo. Non c'è tuttavia
nessuna ragione perché si immaginino difficoltà straordinarie, di
fiorità maggiori di quelle, che furono già superate in questi
trent'anni, principalmente sulle diverse linee ferroviarie, e
possono per tanto venire esattamente apprese dai tecnici.
Non credo anzi che si verificassero le peggiori fra le condizioni
a cui accenno. Osservo principalmente in proposito come la
galleria Fastelli non è scavata sopra un pendio, cioè sul fian-
co di una montagna, ove si possono temere facili smottature,
scandimenti di suolo, e dislivelli. La galleria corre tutta in-
cassata nel ^{fondo di} una valle relativamente molto angusta. L'esperienza
pare anzi abbia sancito, come le difficoltà, che s'incontrano
sulle ferrovie mobili, siano di lunga mano minori per le gallerie
che per le trincee. In base a queste considerazioni e prescin-
dendo dalla questione dei rapporti fra le spese e il guadagno / q-
estione che non mi riguarda, e nella quale mi dichiaro ap-
prietamente incompetente / non dubiterei, se ne fosse riu-
scito, di dare il mio voto in favore del progetto Fastelli.

Il fin qui detto vale per il caso che il pro-
getto Fastelli venisse discusso esattamente sulla base del tra-
ciato proposto. Come però il mandato affidato alla
Commissione, e quindi implicitamente a me, per la parte
che mi riguarda, non è solo di procedere all'esame del progetto
dell'Ing. Fastelli, ma è anche di verificare se convenga ad-
dare il medesimo, o introdurre qualche modificazione / Verbale
della seduta / di notte 1871 /, così mi permetto, in via affa-
subordinata, alcuni suggerimenti.

V. Suggerimenti circa l'attuazione del progetto Fastelli.

Ammesso che le condizioni sopra p-
gione migliori siano offerte dalle rocce in posto, ossia dalle

formazioni stratificate, che fiancheggiavano il tracciato Castelli; converrebbe studiare in massima se si possa aumentare la linea che passa attraverso ad esse rocce, e diminuire quella che attraversa il detrito. L'angustia della valle, e sia la vicinanza delle rocce, posto al tracciato, pare non debba rendere difficile di raggiungere almeno fino a un certo punto, lo scopo. Questo si otterrebbe con parziali spostamenti della linea, a destra o a sinistra, secondo il caso. Per far ciò utilmente converrebbe che lo spostamento fosse tale, che non ne sortisse soverchiamente accresciuta la profondità dei pozzi, bilanciando le cose in modo che il maggior danno su questa parte fosse superato dal maggior vantaggio, che si avrebbe dalle migliori condizioni del traforo. Ciò appunto si spererebbe potesse ottenersi, spostando la linea a destra o a sinistra, in guisa di avvicinarla alle montagne e alle colline, senza dare ai pozzi una profondità molto maggiore di quella fissata nel progetto Castelli.

Si dev'essere certo, lungo tutta la linea del tracciato, un limite, dove, scavando i pozzi di una profondità data, nel terreno detritico superficiale, si deve arrivare alla roccia in posto, sicché la galleria scavata lateralmente al pozzo, venga a trovarsi in essa roccia. Fissare a priori questo limite è impossibile. Esso tuttavia deve trovarsi certamente più vicina alla linea del tracciato, di quello nel fianco le rocce in posto visibili esternamente.

Per così giudicare parto dal fatto, troppo naturale a supporre, e che si verifica ovunque, che una parte rocciosa, che fiancheggi una valle, è sempre più aversata verso la valle stessa inferiormente al terreno superficiale / frane, alluvioni, detriti glaciali / che superiormente a esso. Il motivo sta in ciò che la porzione di roccia che sta inferiormente al detrito superficiale, è protetta dallo stesso detrito contro l'erosione meteorica, che già da migliaia di anni va degradando la porzione superiore al detrito, esponendola immediatamente all'atmosfera. Dove esistere dunque, lo

ripeto, una linea, laterale al tracciato, ove si renda possibile scavare i pozzi nel detrito, e raggiungere la roccia, dove si vorrebbe far passare la galleria. La cosa è certamente dura, nella pratica, ma non impossibile.

Come dev'essere intraprendere i pozzi d'assaggio, per riconoscere di fatto la natura del terreno i punti andrebbero scelti fra quelli che potrebbero dare un migliore indizio dello spostamento presumibile all'intento di care la roccia. Spererei che gli spostamenti, nell'intento, detto, non dovessero oltrepassare la distanza di 100 a 300^m. linea tracciata per la galleria, secondo il progetto. Si otterrebbe così forse anche, con un profondamento non troppo consistente nei pozzi, un aumento di tronchi retti, e quindi di diminuzione sul totale della lunghezza della galleria.

Proporrei pertanto, in via d'assaggio, lo scavo di 4 almeno dei pozzi indicati sul tracciato. Due sarebbero diretti a riconoscere la natura del terreno lungo i due tratti principali più difficili a prevedere, gli altri due a verificare, in quanto è possibile, la misura del prolungamento sotto terra delle rocce in posto. I 4 pozzi che io indicherei di preferenza sono:

1° Il pozzo N.° 15, diretto a riconoscere il sottopiano del gran piano argilloso fra Besano e Viggiù:

2° Il pozzo N.° 9, diretto a verificare se s'entra tra la roccia in posto, e a quale profondità.

3° Il pozzo N.° 17, che servirebbe a riconoscere il sottopiano dell'altro piano argilloso e detritico fra Viggiù Malnate, con qualche probabilità di attingere la roccia.

4° Il pozzo N.° 27, per verificare il piano argilloso fra Birrozzero e la strada postale fra Milano Varese.

Una volta eseguiti gli assaggi, data una più ampia base di fatto, come si spera, alle condizioni, il tracciato andrebbe poi riveduto nei suoi particolari.

Questa verifica si potrebbe compire in una decina di giorni, applicandosi di concerto l'Ingegnere e il geologo. Spererei così un progetto, il quale, secondo i calcoli dell'Autore, e già vantaggioso, lo diventerebbe ancor più, ridescendo sempre maggiormente la cifra dell'imprevisto, lasciata in bianco da un terreno in linea geologica di così difficile esplorazione.

Nel caso che nessuno dei detti pozzi incontrasse la roccia, bisognerebbe ritenere come accertate le condizioni del sottosuolo, esposte come semplicemente presuntive nella presente relazione, e quindi, o spostare maggiormente la linea, per ottenere condizioni migliori, o basare il preventivo delle spese sulla natura del suolo, che si può ritenere stabilita.

Prof. Antonio Stoppani

Milano, 11 Marzo 1872