

al P. Marco Minghelli
Padova

ESAME

DEI PASSI CHE PRESENTA L'APPENNINO TOSCANO

PER UNA STRADA FERRATA

DI

TOMMASO CINI

MEMBRO DELLA ISTITUZIONE DEGL' INGEGNERI CIVILI
DI LONDRA.



FIRENZE.

TIPOGRAFIA LE MONNIER.

1851.

ESAME

*dei passi che presenta l'Appennino Toscano
per una Strada Ferrata.*

DI TOMMASO CINI.



I.

Avendo avuto occasione, or sono quattro anni, di studiare minutamente una porzione dell'Appennino Toscano, per compilare il progetto di costruzione d'una strada ferrata che da Pistoja si dirigesse verso Bologna, ed avendo dipoi raccolto, o per notizie favoritemi da altri ingegneri, o per esami fatti da me stesso, non pochi lumi anche sugli altri passi dell'Appennino per i quali è stato progettato di condurre strade ferrate, mi è sembrato che non sarebbe opera del tutto inutile il pubblicarne i risultamenti principali, adesso che la costruzione di una simile strada sembra prossima ad essere definitivamente stabilita.

La importanza di una via ferrata tra la Toscana e il bacino del Po è grandissima; ma le difficoltà tecniche che ne accompagnano la esecuzione, sono ugualmente grandi. Io non saprei trovare in Europa (nè credo vi sia pure in America) una strada *costruita*, la quale nella stessa lunghezza riunisca un egual numero di difficoltà. Ciò non deve allontanare dal proposito di costruirla, ma deve rendere estremamente cauti nella scelta della linea, non subordinarla a considerazioni, il di cui valore possa principalmente dipendere dalle circostanze del momento, e non risparmiare studj nè esami attenti prima di prendere una decisione.

Io mi limiterò a considerazioni puramente tecniche, per-

chè dentro lo spazio limitato degli Appennini Toscani, dove può condursi una strada ferrata, egli è principalmente da esse che deve dipendere la scelta. Solamente avvertirò, che dall'insieme dei molti scritti stati pubblicati su questo argomento dal 1845 in poi, è rimasto dimostrato ad evidenza, che una grande linea italiana deve far capo a Bologna, prolungarsi di là a Firenze, Roma, e Napoli, e che il massimo interesse della Toscana è quello, che Bologna sia unita a Livorno con la strada più breve possibile. Il trasporto celere ed economico delle merci fra queste due città, è una vera necessità per la prosperità futura di Livorno. Esso diviene anche più importante, se si considera la superiorità che va ad acquistare Genova, per i trasporti dal Mediterraneo al Po, mediante la sua strada ferrata; della quale anzi parmi utile il rammentare le condizioni, per confrontarle con quelle in cui potrebbe trovarsi una strada Toscana.

II.

Elevazione dell'Appennino nell'Italia Centrale.

La catena degli Appennini, che divide l'Italia centrale, trovasi presso Genova sul monte dei Giovi all'altezza di soli 500 metri (1) circa sopra il livello del mare, ma proseguendo verso mezzogiorno s'inalza, si allarga mediante numerosi contrafforti, e dopo aver già raggiunte notabili altezze al Monte Molinatico sopra Pontremoli (M.ⁱ 1548. 35), al Monte Cigoli sopra Fivizzano (M.ⁱ 1087. 70), trova la sua massima elevazione al Cimone sopra Fanano, che ha M.ⁱ 2160. 13 sopra il livello del mare; di qui continua per parecchie miglia a mantenersi elevatissima, come al Libro Aperto sopra Cutiliano (M.ⁱ 1932. 33), al Corno alle Scale (M.ⁱ 1940. 34), ed all'Uccelliera sopra la sorgente del torrente Orsigna (M.ⁱ 1798. 13); ma dopo quest'ultimo punto, quasi rotta e ta-

(1) Il braccio toscano corrisponde a 584 millimetri, ed il miglio toscano a metri 1656.

gliata dal corso del Reno, si avvalta bruscamente, tanto che alla confluenza del detto torrente nel Reno, segna l'altezza di soli M.ⁱ 582. Rotta in tal modo la continuità di questa catena, essa si restringe notabilmente, e si mantiene molto al di sotto dell'elevazione che aveva nella parte occidentale. Così la *Collina*, dove è stata condotta la strada carrozzabile da Pistoja a Porretta, è alta M.ⁱ 921. 70 (1), e la Futa tra Firenze e Bologna M.ⁱ 911. 21. Nello stesso modo continuando l'andamento degli Appennini toscani, troviamo il passo della via di Forlì alto M.ⁱ 978. 20; ma dopo di esso, la catena si eleva di nuovo a considerevole altezza presso il confine sull'Alpe della Luna, che divide la valle Tiberina da quella dell'Arno, e che è sopra il mare M.ⁱ 1351. 55. Dipoi si passa nello Stato Pontificio, che offre qualche varco un poco più depresso, ma di gran lunga superiore a quello di Genova.

Tale è presso a poco la disposizione, e la elevazione dei punti principali degli Appennini nell'Italia centrale. Egli è però da osservarsi una differenza importante, tra il versante meridionale di essi, e quello settentrionale; sull'uno e sull'altro i monti sono frastagliati da frequentissimi incavi, nei quali scorrono le acque che scendono ai due mari; ma sia per effetto del primitivo loro inalzamento, sia per quello dell'azione più forte dei geli e del sole sulla pendice meridionale, egli è un fatto, che tutti i torrenti da questo lato, subito sotto le loro sorgenti, scendono a precipizio, mentre quelli sul versante settentrionale, scorrono in alvei più regolari ed elevati, cioè con pendenze molto minori. Così trovasi costantemente una differenza grandissima nella inclinazione delle due pendici, e nel livello di esse ad una data distanza dalla cima del monte; lo che costituisce, come nelle Alpi che dividono l'Italia dalla Germania, una delle principali difficoltà pel tracciamento di una strada ferrata, che ne unisca le opposte valli. E questa difficoltà diviene tanto più grande, quanto l'Appennino da varcarsi è più elevato e più vicino al Medi-

(1) Il passo delle Piastre sulla strada da Pistoja a Modena è alto metri 755. 17.

terraneo, perchè tanto minore rimane lo spazio, nel quale si può tentare di sviluppare una strada ferrata.

III.

Strada da Genova ad Alessandria.

Il primo progetto di strada ferrata a traverso la catena degli Appennini, fu elaborato dal Maggior Porro, onde congiungere Genova a Novi ed in conseguenza a Torino.

Proponevasi con questo progetto di muovere la strada da S. Piero d'Arena, e seguendo la riva sinistra della Polcevera, inalzarsi a poco a poco sulle pendici del monte, fino all'altezza di circa metri 380 sul mare; quindi con una galleria di circa due chilometri, passare sul versante settentrionale presso Busalla, che trovasi sulla Scrivia torrente tributario dell'Orba, e questo del Po. Il Maggior Porro aveva tracciata la strada sulla pendice del monte, come suol dirsi, a mezza-costa, per potere così meglio raggiungere con modiche inclinazioni l'imbocco della galleria, essendo che ancora in questa parte l'Appennino, per quanto più che nelle altre trattabile, abbia sempre lo stesso difetto di una forte differenza nell'inclinazione dei due opposti versanti. Così mentre la Polcevera scende precipitosa dalle sue sorgenti, la Scrivia a Busalla corre già con una cadente di solo 1/200 circa.

In appresso venne affidato il progetto all'Ingegnere Brunel, costruttore di diverse strade ferrate in Inghilterra sua patria, e fuori; egli lo modificò ravvicinando la strada al corso del torrente, ed allungando la galleria; in tal modo ne migliorò le condizioni, eliminando quei difetti di curve, opere d'arte ec., indispensabili in una strada ferrata sostenuta ad una certa altezza sul fianco di un monte.

Venne finalmente l'Ingegnere Belgio Maus, e modificò dal canto suo il Progetto Brunel, allungando ancora la galleria fino a metri 3100, e diminuendo le pendenze della

strada allo scoperto. È vero che egli è stato costretto di porre in curva la galleria medesima, ma è riuscito così a ridurre le massime pendenze della strada da 1/27 che erano, ad 1/35, a tracciare la linea più breve fra Genova ed Alessandria con circa 75 chilometri, e finalmente ad inalzarsi sul mare soli 361 metri. Se a questi vantaggi si aggiunga quello di avere a disposizione le acque della Scrivia e della Polcevera, che possono servire a mettere in movimento le corde di piani inclinati, quando l'esercizio a locomotive riuscisse troppo caro, si vedrà facilmente come la strada da Genova ad Alessandria, riunisca in se tali condizioni favorevoli, che in una catena di monti come gli Appennini, sono piuttosto uniche che rare.

IV.

Passi dell'Appennino dal confine Ligure alla Valle del Reno.

Alcuni anni sono furono fatti dei progetti (sommarj e senza studj particolarizzati, ch'io sappia) di strade ferrate, sia per il varco d'onde passa la strada militare da Pontremoli a Parma, sia per l'altro della simile strada da Fivizzano a Reggio. Col primo proponevasi di rimontare la Magra e il Verde, per passare con una galleria nel Tarodine influente del Taro, ovvero sopra la cima della Cisa senza alcuna galleria. La posizione dei due torrenti si sarebbe prestata bene nel primo caso all'escavazione della galleria, ma l'elevazione del punto cui bisognava portarla, poco inferiore al passo della Cisa (M. 1041. 44), e la differente inclinazione dei due versanti, presentano ostacoli, che toglierebbero ogni convenienza di seguire una simile linea.

In condizioni anche peggiori si troverebbe l'altro progetto di una strada ferrata per le valli del Rosaro, che passa sotto Fivizzano, e per quelle di Secchia, che corre fra Modena e Reggio, poichè le loro sorgenti sono in faccia l'una dell'altra, l'elevazione dell'Appennino è maggiore,

e la differenza d'inclinazione nei due versanti fortissima.

Finalmente un altro progetto è stato fatto recentemente, per condurre una strada ferrata direttamente da Lucca a Modena per le valli del Serchio e del Panaro, e ne diresse gli studj il chiarissimo professore Antonelli delle Scuole Pie. Io non conosco i risultamenti di tali studj, ma conosco abbastanza le valli che dovrebbero seguirsi, e i monti da varcarsi, per dare un cenno delle difficoltà che presentano. Da Lucca può facilmente seguirsi il Serchio fino sotto Barga; di lì poi converrebbe risalire o la Corsonna, od il fosso di Cesarana. Qualunque dei due si scelga, la difficoltà grande sta nel punto elevato a cui bisognerebbe portare la strada, e nello sviluppo che per giungervi sarebbe necessario di darle. Per quel che mi sembra, non potrebbe praticarsi una galleria, che fra l'Alpe di S. Pellegrino ed il lago Santo; forse il Monte Saltello sarebbe il più adattato. Ora il punto cui bisognerebbe giungere con tal galleria, giudicandone dalla vegetazione e dal confronto dei monti circostanti, non potrebbe essere a meno di 900 a 1000 metri sopra il livello del mare, anche calcolando di lasciare 3 o 400 metri di montagna sovraincombente.

In tal modo bisognerebbe inalzarsi circa 500 metri sopra il livello del Serchio sotto Barga, che d'altronde è distante dalla sommità dell'Appennino soli 12 chilometri; bisognerebbe quindi cercare sui fianchi della montagna tutto lo sviluppo necessario, per ridurre la strada ad una pendenza praticabile con locomotive, lo che presenterebbe gravissime difficoltà (1). Nè si potrebbe giungere a tale altezza con dei

(1) Mi viene supposto che per trovare un tale sviluppo, siasi adesso progettato di andare con la strada ferrata a Massa di Carrara, ed all'Aulla, per rimontare quindi il corso dell'Aulella, retrocedendo poi per entrare con una galleria in valle di Serchio, e così potere più facilmente raggiungere l'elevazione della galleria principale dell'Appennino. Non so risolvermi a credere, che siasi veramente proposto un simile andamento, che correrebbe circa 70 chilometri parallelo al Mediterraneo, per farne poi altri 50 circa in senso opposto, prima di aprirsi un varco nell'Appennino, così poco distante dal suo punto di partenza.

piani inclinati a corde, perchè mancherebbe il mezzo di costruirli sopra il fianco di una montagna così scoscesa, nè potrebbe cominciarsi una galleria al disotto del punto sopraindicato, se pure non volesse farsi di parecchie miglia.

Dal lato settentrionale dell'Appennino, se la strada ferrata potesse far capo a Pieve a Pelago (circa 750 metri sul mare), non sarebbe difficile seguendo i corsi della Scoltenna e Panaro il condurla a Vignola, e di là a Modena; ma Pieve a Pelago è così vicina all'Appennino da varcarsi, che non so concepire come si potrebbe farvi discendere una strada ferrata; e credo che sarebbe indispensabile, dopo usciti dalla gran galleria, di volgerla verso S. Anna, e sostenerla assai elevata sul fianco sinistro della montagna fino all'alto piano di Pavullo, o sivero sul destro lato di Fanano. Ma a questo si oppone la natura dei terreni da traversarsi, perchè, come gli altri contrafforti dell'Appennino, sono essi tutti frastagliati di torrenti, che producono forre profonde, nelle quali occorrerebbero spese enormi (se pure non fosse qualche volta impossibile), per costruirvi le opere necessarie a sostenere una via ferrata.

Mi sembra dunque che questa linea, sia per il livello del punto al quale dovrebbe necessariamente elevarsi, sia per la difficoltà grandissima di svilupparla, tanto sul versante meridionale dell'Appennino, che sul settentrionale, non potrebbe eseguirsi senza vincere ostacoli quasi uguali a quelli, che presenterebbe la costruzione di una strada ferrata a traverso le Alpi.

Quando nonostante fosse eseguita, la distanza da Livorno a Modena per Lucca, risulterebbe di circa

Chilometri	192
Da Livorno a Bologna per Modena	228
Da Firenze a Modena per Lucca	228

V.

Passo della Valle d'Ombrone in quella del Reno.

Come accennai al § II, la catena degli Appennini rotta bruscamente, e quasi tagliata normalmente al proprio asse, nel punto in cui è traversata dal fiume Reno, presenta una conformazione singolarissima, la quale ha più volte richiamato l'attenzione dei geologi, e degl'ingegneri (1).

Il Reno ha la sua sorgente nel lato del monte volto al sud-est, per modo che dovrebbe gettare le sue acque nel Mediterraneo, se la fortissima depressione prodotta dalla rottura sopra indicata, non ne facesse torcere il corso a settentrione, e dirigersi nella pianura Bolognese. Di qui avviene che per alcune miglia esso scorre parallelo, ma in senso inverso, all'Ombrone che bagna la pianura Pistoiese; una sottile e poco elevata schiena dell'Appennino solamente li separa. I punti principali di questa schiena sono, il varco delle Piastre dove passa la Strada Regia elevato di metri 755. 17 sopra il mare, e quello della Castellina elevato di metri 741. 41; in quest'ultimo, l'Appennino è al tempo medesimo stretto in modo, che al livello del letto del Reno, cioè metri 664. 72 sul mare, non ha che 300 metri di grossezza (2). Mercè questa conformazione, il Reno viene ad avere dalle sue sorgenti alla pianura, un corso molto più lungo di quel che non abbiano li altri torrenti, che nascono sui versanti settentrionali dell'Appennino; e per conseguenza viene ad avere una pendenza molto minore di

(1) L'ha particolarmente descritta il Prof. Paolo Savi nelle sue *Considerazioni Geologiche sull'Appennino Toscano*. Diversi progetti poi sono stati fatti per condurre delle strade rotabili lungo il Reno, e segnatamente sotto l'Impero Napoleonico.

(2) Questo passo era stato prescelto nel progetto fatto sotto il Gran Duca Pietro Leopoldo dal Padre Anastasi, per la costruzione della Strada Regia Modanese, ed abbandonato poi, non so con quanta ragione, dal P. Ximenes per preferire le Piastre.

essi. Infatti sino dal principio del suo corso, la media sua inclinazione non eccede $1/66$, ossia $1\ 1/2$ per cento.

Questa notabilissima disposizione e della montagna e del fiume, fece da lungo tempo opinare, che la vallata del Reno potesse presentare la via meno difficile, preparata dalla natura, al passaggio di una strada ferrata per l'Appennino. Ed egli fu appunto lungo di essa, ch'io presi nel 1845 a compilare un progetto per la costruzione di una simile opera; progetto che venne approvato quindi dal Governo Toscano, e che poi non è stato eseguito per le circostanze economiche della Società, che ne aveva assunto l'impegno.

Per la compilazione di un tale progetto, del quale non mi nascondevo le difficoltà, feci lunghissimi e minuti studj sul terreno, non tanto delle due vallate principali che dovevansi riunire, quanto delle vallate secondarie che le fiancheggiavano. La disposizione però che dopo molti tentativi mi risultava la migliore era, partendosi da Pistoja a metri 69. 81 sul mare, di risalire l'Ombrone con una media pendenza di $1/50$ fino a S. Felice alto metri 125. 50; di qui il problema da sciogliersi era quello di giungere a Pracchia sul fiume Reno, dall'altra parte dell'Appennino, a circa 600 metri, donde non si trovavano più difficoltà gravi, nè per pendenze, nè per curve, per andare a Bologna. Due modi vi erano di sciogliere simile problema. L'uno era di staccare arditamente da S. Felice un piano inclinato quanto occorreva, fino a San Mommé, succeduto poi da un altro con una galleria piuttosto lunga, da attivarsi ambedue con macchine fisse a corde, e giungere così a Pracchia percorrendo la più breve distanza possibile. L'altro mezzo era di volgersi sui contrafforti dell'Appennino alla sinistra dell'Ombrone, e traendo il miglior partito possibile dalla disposizione del terreno, alzarsi a poco per volta fino al punto da poter fare una galleria non tanto lunga, conservando sempre pendenze tali da poter percorrere tutta la strada con locomotive. Seguendo questo sistema, potei svolgere la strada da S. Felice a Pracchia, sopra una lunghezza di metri 16,560

con pendenze che variavano da $1/40$ a $1/89$, e con curve il di cui raggio minimo era metri 350.

Ognuno di questi due sistemi aveva dei vantaggi e degli svantaggi speciali, che tutti coloro che si occupano di strade ferrate ben conoscono. Nel caso presente però era molto dubbio, a quale dei due convenisse dare la preferenza. Io sottoposi i miei studj all' esame dei più distinti ingegneri inglesi, e trovai fra loro stessi una gran diversità di opinione. Il sig. Roberto Stephenson, la di cui autorità in queste materie è gravissima, ed il sig. Cubitt che ha costruito nella sua patria diverse vie ferrate con molta lode, approvavano il mio progetto per locomotive: il sig. Brunel invece (che avea già proposto le macchine a corde sulla strada da Genova a Torino dove saranno adottate), ed il sig. Gravatt, distinto ingegnere ancor'egli, mi consigliavano ad abbandonare la via lunga e tortuosa che esigea l' esercizio con locomotive, e adottare quella breve e diretta dei piani inclinati con macchine fisse.

Fu preferito il sistema a locomotive, ed il progetto approvato portava la lunghezza totale della strada da Pistoja alla Porretta (confine pontificio) a miglia $20 \frac{1}{2}$, o chilometri 33.89, con la massima pendenza di $1/40$, ed una galleria sull'Appennino di metri 2220; il punto culminante della strada era alto metri 603.41 sul mare.

In tal guisa la distanza da Livorno a Bologna, per Lucca e Pistoja, sarebbe stata di chilometri 173, e quella da Firenze a Bologna, per Prato e Pistoja, di chil. 122.

Quando invece si preferisse il sistema di macchine fisse a corde, potrebbe andarsi con locomotive fino sotto S. Felice, quindi con due piani inclinati, uno dopo dell' altro, fino a Pracchia sul Reno, d' onde si proseguirebbe per Bologna egualmente con locomotive.

Così l' Appennino verrebbe passato con una galleria lunga metri 3900; il punto culminante della strada sarebbe metri 595.20 sopra il mare, o metri 525.40 sopra Pistoja, e la distanza da Pistoja al confine presso Porretta verrebbe

ridotta a chilometri $26 \frac{1}{2}$. Allora da Livorno a Bologna, per Pistoja e Lucca, non si avrebbero più che chilometri 166, e da Firenze a Bologna, per Prato e Pistoja, chilometri 115.

Non è questo il luogo di esaminare, se nel caso che venisse definitivamente intrapresa una strada ferrata per questo passo dell' Appennino, convenisse preferire il progetto a locomotive, o quello a macchine fisse. Basti l' aver notato, come la disposizione del terreno si presti ad ambedue, e quali risultati presenterebbe per le distanze.

Non ostante non posso a meno di aggiungere, che uno studio attento dell' esercizio di vie ferrate in Inghilterra e nel continente, mi ha mostrato che, fuori di pochi casi, e per tratti assai brevi (1), quando il punto da superarsi con una strada ferrata è molto elevato e vicino, conviene piuttosto stabilire dei piani inclinati con macchine fisse, di quello che andar cercando con molta spesa dei lunghi sviluppi. La differenza è notabilissima nelle spese di costruzione; ma è poi anche più notevole in quelle d' esercizio, che generalmente sono proporzionali alla lunghezza della strada. E tale differenza essendo importante colà dove abbonda a vilissimo prezzo il carbone fossile, molto più lo sarebbe qui, dove il combustibile è caro (2). Un' altra ragione di economia esisterebbe per costruire con macchine fisse la strada tra Pistoja e Porretta, e sarebbe quella di poter dare ad esse il movimento colle acque del Reno e dell' Ombrone.

La costruzione di una galleria più lunga, anche nell' ipotesi di doverla portare al massimo a metri 3900, non dovrebbe formare un grave ostacolo, dopo che si è veduto

(1) Fra questi noterò principalmente la strada da Clarence ad Hartlepool, dove si hanno delle pendenze di $1/39$, $1/35$, e fino $1/32$, e quella da Birmingham a Cheltenham, dove la salita di Lickey ha l' inclinazione di $1/37 \frac{2}{5}$, e si percorrono sì l' una che l' altra con locomotive.

(2) Sulla strada ferrata di Siena, nella quale le pendenze più forti sono di $1/76$, la spesa del combustibile rappresenta circa $1/4$ delle spese totali di locomozione, mentre sulle strade inglesi non è che di $1/16$ circa.

la sollecitudine con cui sono state scavate, per non parlare di altre, quella da Manchester a Sheffield lunga metri 5229 (mig. ing. 3. 20 catene), quella della Nerthe tra Marsiglia ed Avignone lunga metri 4600, quella di Blaizy lunga metri 4150. Ciò per la sua costruzione; giacchè per l'esercizio, è senza dubbio preferibile una galleria, alla strada aperta sulla cima di un monte, dove la neve, o il gelo, o la pioggia renderebbero per molti mesi dell'anno assai pericolosa, e non sempre possibile, la corsa delle locomotive.

Ma tali considerazioni in favore dell'uno o dell'altro sistema anderebbero, ripeto, ancor meglio ponderate, prima di prendere una decisione, dalla quale potrebbe dipendere la buona o cattiva riuscita dell'opera.

VI.

Passo dalla Valle di Bisenzio in quella di Setta e Reno.

Dopo il varco nella valle del Reno di cui ho parlato fino ad ora, l'Appennino si rialza e si mantiene assai elevato fino alla valle del Bisenzio; ivi subisce una nuova depressione assai notevole, nel punto che chiamasi Montepiano, e che è solamente metri 707.66 al di sopra del livello del mare. Questa depressione, che è di metri 42.94 maggiore di quella di Reno presso la Castellina, è dovuta ancor essa ad una conformazione singolare dell'Appennino, ma di natura diversa da quella del Reno. Al Reno l'Appennino pare tagliato verticalmente; a Montepiano pare tagliato orizzontalmente. Di qui molto giustamente gli è stato dato questo nome, poichè invece di terminare con una cima assai stretta, termina con un altipiano largo circa tre chilometri, larghezza uguale se non maggiore di quella che avrebbero i due monti che lo fiancheggiano, quando fossero, per così dire, mozzati alla medesima altezza.

Una simile depressione dell'Appennino ha fatto replica-

tamente nascere l'idea di condurvi una strada ferrata, ed il Sig. Ingegnere Tommaso Bianchi ne compilò un progetto, ma senza aver fatto rilievi sul terreno, per quanto io sappia.

Partendosi da Prato e seguendo il corso del Bisenzio, trovasi alla distanza di chilometri 19, presso Mercatale, il punto di confluenza della Fiumenta elevato sopra il mare di metri 240.73, e sulla stazione di Prato metri 190.70 (1). Di là per giungere a Montepiano vi è una distanza di 6 chilometri, ed un dislivello di metri 416.21, ossia circa il 7 per 100. Volendo condurvi una strada per locomotive, con la pendenza di 1/60, bisognerebbe invece trovare uno sviluppo di 25 chilometri, che uniti ai 19 fino a Mercatale, formano 44 chilometri da Prato a Montepiano. Infatti anche il Sig. Ingegnere Bianchi ne prevedeva 45 (miglia 27). Ancorchè si facessero dalla parte di Cantagallo delle opere di arte straordinarie, e alcune gallerie secondarie, io temo che non potrebbe arrivarsi ad ottenere uno sviluppo così lungo. Giunti sulla cima della montagna, e superatala all'aperto, la strada dovrebbe prendere la valle della Setta, per andare lungo questo torrente fino al Reno. La pendenza della Setta però, appena passato l'alti-piano è fortissima; essa principia dall'essere di 1/22 e sebbene lentamente diminuisca, nonostante dopo chilometri 6 1/2 si mantiene sempre di 1/27. Questa pendenza, maggiore di più che due volte quella del Reno da Pracchia in giù, dipende principalmente dall'essere la Setta un influente che ha un corso assai breve, e dal doverla seguire presso alla sua sorgente, invece che a parecchie miglia di distanza, come facevasi nel Reno. Ora non sembra possibile di condurre una via per locomotive lungo un simile torrente,

(1) Questa misura e le altre che anderò indicando intorno al passo di Montepiano, risultano da una livellazione che ho fatta fare espressamente, giacchè negli scritti che io conosco su questo soggetto, e nel progetto di Strada ferrata che aveva compilato il Sig. Ingegnere Bianchi, e che gentilmente mi comunicò, non avevo trovato misure di sorta.

ancorchè si cercasse con tutti gli artifizj possibili di passare nel Brasimone, o di fare dei giri sul monte, il quale inoltre e per essere frastagliato da altri torrenti e per la ristrettezza della valle, poco o punto vi si presta.

Prendendo dunque la direzione della Setta, si avrebbero anche sul lato settentrionale dell' Appennino quelle difficoltà, che notai sul principio di questo scritto trovarsi ordinariamente sul lato meridionale. Nè converrebbe pensare a vincerle con l'uso dei piani inclinati a corde, a meno che non si volesse scavare una galleria di 7 o 8 chilometri, come la larghezza del monte esigerebbe, e si tenessero in attività con macchine a vapore invece, che con l'acqua dei fiumi.

Una strada ferrata per Montepiano, quando si riuscisse a vincere le difficoltà notate, dovrebbe passare allo scoperto per un punto elevato di metri 707. 66 sul mare, ed essere condotta tutta dentro i limiti di curve e pendenze da potersi percorrere con locomotive. In tal guisa essa avrebbe le seguenti lunghezze.

Da Livorno a Bologna chilometri 203.

Da Firenze a Bologna » 120.

VII.

Passi della Valle di Sieve in quella del Santerno, ed altri più orientali.

Gli studj preliminari per una strada ferrata nelle valli di Sieve e Santerno, si devono alle cure dell' egregio Ingegnere Scarabelli. La linea da lui progettata si parte da Imola, e segue il tortuoso andamento del Santerno, e con molte opere d' arte e gallerie secondarie giunge al varco dell' Appennino, sotto il Monte Vartignano alto sul mare metri 870. 25. Per passarlo ei proponea una galleria di circa metri 2200, il punto culminante della quale sarebbe metri 502. 37 al di sopra del mare. Varcato l' Appennino,

egli vorrebbe giungere a Scarperia, seguendo l' andamento del torrente Cornacchio influente della Sieve. Secondo il profilo da lui eseguito, Scarperia sarebbe metri 240 sopra il mare, mentre le operazioni trigonometriche del Professore Inghirami, i di cui risultati sono ritenuti per esattissimi, la porterebbero ad un' elevazione di metri 330. 77. Non allontanandosi da quest' ultima valutazione, il punto culminante della galleria, invece di metri 502. 37 come calcolava l' Ingegnere Scarabelli, riuscirebbe all' altezza di metri 593. 14 sul mare.

La galleria farebbe poi capo nel predetto torrente Cornacchio in un punto, dove egli ha una pendenza di circa 1/15. Per condurvi la strada ferrata, il prelodato Ingegnere pensa, che si potrebbe serpeggiare sui fianchi dei contrafforti dell' Appennino intorno a Scarperia; egli peraltro non ha fatto studj particolarizzati di questa parte importante dell' opera, ed io temo molto che le difficoltà già accennate, ed inerenti a simile sistema di svolgere una strada ferrata, sarebbero in questo caso per la natura della valle della Sieve, ugualmente gravi, se non più, di quel che le abbiamo notate altrove.

Solamente quando dalla valle stessa della Sieve volesse arditamente intraprendersi la escavazione di una galleria lunghissima sotto l' Appennino di Scarperia, evitando la tortuosità di un lungo sviluppo, potrebbe forse aversi qui il passo più depresso di tutto l' Appennino Toscano per una strada ferrata.

La sua posizione per altro, rispetto a Bologna e Livorno, porterebbe le distanze per una simile strada, come appresso.

Da Firenze a Bologna per Scarperia ed Imola Chil. 158

Da Livorno a Bologna per Firenze . . . » 258

In altri due punti, più orientali del precedente, nacque pure il pensiero di progettare la costruzione di una strada ferrata, e furono per Val d' Arno, e di Sieve, in Val di Lamone (strada di Faenza), e per San Godenzo e Val di Mon-

tone (strada di Forlì.) Il celebre ingegnere Stephenson chiamato ad esaminarli, giudicò tanto gravi le difficoltà, e la spesa di simili opere, da non stare in proporzione con lo scopo cui avrebber dovuto servire, e che poteva raggiungersi altrimenti. Inoltre allontanandosi tali linee sempre più da Bologna, renderebbero molto maggiore la distanza fra questa città, e Firenze e Livorno.

Sebbene esca alquanto fuori dello scopo che mi son prefisso, cioè di esaminare i passi degli Appennini Toscani, pure non mi sembra inutile di accennare, che in un punto più orientale della catena, cioè nello Stato Pontificio, esiste un varco che, secondo li studj fatti dall'Ingegnere Rutili, si presta al tracciamento di una strada ferrata meglio di ogni altro, dopo quello dei Giovi presso Genova. Esso trovasi nell'Appennino di Nocera, che divide l'Umbria dalle Marche, ad una elevazione non maggiore di metri 790 sul mare. I rilievi geodetici eseguiti dal prelodato Ingegnere, mostrano che dalla valle del Topino, influente del Tevere, si può con una galleria di 2500 a 3000 metri, passare nella valle della Potenza tributaria dell'Adriatico, e che ambedue queste valli godono di una particolarità che non esiste in alcuno dei passi fin qui descritti, cioè che vanno inclinandosi verso la pianura lentamente, e con pendenze adattate all'esercizio di locomotive.

Una tal linea, che apparisce buonissima per il lato tecnico, esce fuori del numero di quelle che devono esaminarsi, per giudicare del miglior modo di condurre una strada ferrata dalla Toscana nella Valle del Po, giacchè la comunicazione indiretta, che per essa si ottenesse con Bologna, Modena ec. sarebbe fuori d'ogni proporzione lunghissima.

VIII.

Spese pel trasporto delle merci sulle diverse linee.

Avendo brevemente esaminate le condizioni tecniche delle strade, che furono in diversi tempi progettate a traver-

so dell'Appennino, mi sembra utile di dare adesso un cenno dei prezzi, che verrebbe sopra ciascuna di esse a costare il trasporto delle merci, poichè questo è pure un elemento importantissimo, per giudicare del merito relativo delle diverse linee.

In generale, le spese di trasporto delle merci sopra una strada ferrata, aumentano in proporzione della sua lunghezza, del suo costo di costruzione, e del suo inalzamento sull'orizzontale. Tali spese in una strada ordinaria senza forti pendenze, nè opere costose di costruzioni, si sogliono valutare, per un terzo circa come dipendenti dal mantenimento del piano stradale, e frutti del capitale di costruzione, e gli altri due terzi, per la locomozione, spese di carichi, scarichi ec. Ora bisogna avvertire che il costo di una strada ferrata fra i monti, può essere triplo e quadruplo di una simile in pianura. Quindi le spese di manutenzione e i frutti del capitale impiegato a costruirla, possono equivalere essi soli all'intero costo di esercizio nelle pianure. Quanto alle spese di locomozione, è vero che l'inalzamento sopra l'orizzontale esige molta maggior quantità di combustibile, ma l'aumento di questa spesa e delle altre, non segue una proporzione così forte come le precedenti. Per quelle poi di carichi e scarichi, è chiaro che rimangono le stesse qualunque sia la natura della strada, e che diminuiscono solo coll'aumentare della sua lunghezza. Tra le une e le altre dunque, io calcolo che sulla pendenza di $1/30$, non possano considerarsi che di un sesto maggiori di quello che siano sull'orizzontale.

Considerati pertanto tutti insieme li elementi della spesa di esercizio di una strada ferrata sui monti, mi pare che essa debba valutarsi superiore almeno della metà, a quella di una strada simile in pianura. Ciò s'intende quando abbiano ambedue lo stesso movimento o traffico; perchè è facile ad intendersi, che quanto questo è minore, tanto più alcune spese rimangono gravi relativamente, e tanto più alta bisogna, per conseguenza, stabilire la tariffa del trasporto.

Sebbene si manchi di notizie ufficiali sui nostri commer-

ci, tutto conduce a credere che in una strada fra Livorno e Bologna, non potrà mancare un movimento di merci molto notevole, quando sia costruita in modo da non renderne il trasporto troppo costoso. Pur nonostante per tenersi nei limiti più larghi, avuto riguardo alle forti pendenze dell' Appennino, che esigono opere d' arte di gran costo, sarà prudente valutare la spesa di trasporto non solo superiore della metà, ma doppia che per la pianura.

Così prendendo per base la minima tariffa della strada ferrata Leopolda, che corrisponde a 12 centesimi di lira italiana per tonnellata a chilometro, calcolerò centesimi 24 per tutti i tratti dove occorrono pendenze non minori di 1/60, tanto per l' andata che per il ritorno. E si avranno allora, per le diverse strade progettate a traverso l' Appennino, i risultati indicati nel seguente prospetto, tanto per le distanze fra i punti principali, come per la spesa di trasporto delle merci.

Confronto delle Distanze, e Spese di trasporto per ogni tonnellata di Mercanzie da Livorno e Firenze, a Bologna ed a Modena, per le diverse linee di strade ferrate progettate a traverso gli Appennini Toscani.

	DISTANZE in Chilometri		SPESA		
	DA		A CHILOMETRO Centesimi	DA LIVORNO Lire Italiane	DA FIRENZE Lire Italiane
	LIVORNO	FIRENZE			
STRADA PER LE VALLI DI SERCHIO E PANARO.					
Da Livorno a Lucca.	40	»	12	4,80	
Da Lucca alla confluenza della Corsonna.	36	»	12	4,32	
Dalla confluenza della Cor- sonna al varco dell' Appen- nino pongasi m. 450 da inalzarsi, con la pendenza di 1/60, per cui occorre uno sviluppo di circa 27 Chilometri, e Chilometri 13 per scendere alla Pieve, formano.		151			22,92
Dalla Pieve a Pelago a Mo- dena.	40	»	24	9,60	
	75	»	12	9,00	
	191		It. L.	27,72	
Da Livorno { a Modena. . Ch. Da Modena a Bo- logna.	36	»	12	4,32	
	227		It. L.	32,04	
Da Firenze a Lucca.	»	77	12	»	9,24
		228		It. L.	32,16
Da Firenze { a Modena. Da Modena a Bo- logna.	36			4,32	
	264		It. L.	36,48	
STRADA PER LE VALLI D' OMBRONE E RENO.					
Da Livorno a San Felice. . .	92		12	11,04	
Da San Felice a Pracchia. . .	8	74	24	1,92	9,84
Da Pracchia a Bologna. . . .	66		12	7,92	
Segue. . Chil.	166	74	It. L.	20,88	9,84

	Distanze in Chilometri		Spesa			
	DA		A CHILOMETRO Centesimi	DA LIVORNO Lire Italiane	DA FIRENZE Lire Italiane	
	LIVORNO	FIRENZE				
Da Livorno	a Bologna . Ch.	166	74	It. L.	20,88	9,84
	Da Bologna a Modena	36	»	12	4,32	
Da Firenze	a Modena . Ch.	202	»	It. L.	25,20	
	Da Firenze a San Felice . . .	»	41	12		4,92
Da Firenze	a Bologna	Ch.	115	It. L.	14,76	
	Da Bologna a Modena		36		4,32	
	a Modena	Ch.	151	It. L.	19,08	
STRADA PER LE VALLI DI BISENZIO E SETTA.						
Da Livorno a Mercatale . . .	119		12	14,18		
Da Mercatale a Montepiano, dislivello metri $416 \times 1/60 = 25$ Chilom., più Chil. 15 per scendere fino ad un punto in cui il corso di Setta è in condizioni simili al Reno presso Pracchia, in tutto. Di là a Bologna	40 44	84	24 12	9,60 5,28	14,88	
Da Livorno	a Bologna . Ch.	203		It. L.	29,06	
	Da Bologna a Modena	36		12	4,32	
Da Firenze	a Modena . Ch.	239	36	It. L.	33,38	4,32
Da Firenze	a Bologna	Ch.	120	It. L.	19,20	
	Da Bologna a Modena		36	12	4,32	
	a Modena	Ch.	156	It. L.	23,52	
STRADA PER LE VALLI DI SIEVE E SANTERNO.						
Da Livorno a San Piero a Sieve	154	»	12	18,48		
Segue . Chil.	154		It. L.	18,48		

	Distanze in Chilometri		Spesa			
	DA		A CHILOMETRO Centesimi	DA LIVORNO Lire Italiane	DA FIRENZE Lire Italiane	
	LIVORNO	FIRENZE				
Riporto . Ch.	154	»	It. L.	18,48		
Da S. Piero a Sieve alla vetta dell' Appennino, dislivello Metri. $360 \times 1/60 =$ circa a Dall' Appennino fino a Bologna	22 82	104	24 12	5,28 9,84	15,12	
Da Livorno	a Bologna . Ch.	258		It. L.	33,60	
	Da Bologna a Modena	36		12	4,32	
Da Firenze	a Modena . Ch.	294		It. L.	37,92	
Da Firenze a San Piero a Sieve	»	54	12	It. L.	6,48	
Da Firenze	a Bologna	Ch.	158		21,60	
	Da Bologna a Modena		36	12	4,32	
	a Modena	Ch.	194	It. L.	25,92	

Riepilogando queste diverse cifre, si vede che l'economia dei trasporti per Bologna e per Modena sulle diverse linee, che ho prese ad esaminare, diminuirebbe nell' ordine seguente:

	DA FIRENZE				DA LIVORNO			
	A BOLOGNA		A MODENA		A BOLOGNA		A MODENA	
	Chilometri	Lire Italiane						
Viad'Ombrone e Reno, ossia di Pistoja . . .	115	14,76	151	19,08	166	20,88	202	25,20
Via di Bisenzio e Setta, ossia di Prato . . .	120	19,20	156	23,52	203	29,06	239	33,38
Via di Sieve e Santerno, ossia di Forli . . .	158	21,60	194	25,92	258	33,60	294	37,92
Via di Serchio e Panaro, ossia di Pieve a Pelago	264	36,48	228	32,16	227	32,04	191	27,72

I risultati dei precedenti calcoli sono esatti, supponendo che a qualunque delle quattro strade venisse costruita, potrebbe applicarsi la stessa tariffa; ma conviene riflettere, che in quelle che riuscirebbero più lunghe, il movimento delle merci sarebbe certamente minore, che in quelle le quali potessero stabilire una comunicazione più diretta fra Livorno e Bologna; quindi verrebbe nelle prime la necessità di aumentare le tariffe, per far fronte alle spese di esercizio, e crescerebbe perciò la differenza nel calcolo dei trasporti a loro disfavore, in confronto delle seconde. Dall'altro lato è grandissimo il bisogno di cercare la linea, per la quale si possano portare le merci al più basso prezzo, affinchè Livorno non resti del tutto vinto dalla concorrenza di Genova, donde sarebbe facile il mostrare, che si potranno portare fino al Po presso Pavia, a Franchi 12 o 13 la tonnellata (1).

IX.

Conclusione.

Dopo di avere esposto quanto mi è riuscito di raccogliere intorno ai modi, che vennero in varii tempi proposti per passare l'Appennino Toscano con una strada ferrata, dirò quali conseguenze mi pare che se ne possano trarre.

La comunicazione della Toscana col Ducato di Modena, sia per Val di Serchio direttamente, sia con lunghi giri verso l'Aulla, è senza alcuna proporzione la più costosa di tutte le altre, e la meno utile per il commercio Toscano;

(1) Non entrò nelle particolarità di questi calcoli, che mi condurrebbero fuori, dei limiti che mi sono imposto. D'altronde tutto quel che ho detto sui prezzi dei trasporti, è conforme a quanto hanno stabilito su questa materia gli scrittori i più riputati, e segnatamente Teisserenc, *Etudes sur les voies de communication*, Belpaire, *Traité des dépenses d'exploitation aux chemins de fer*, e Lardner nella sua *Railway Economy* pubblicata in Londra nel 1850.

esige opere d'arte imponenti, ed una galleria principale di più miglia; mette Firenze e Livorno ad una distanza grandissima da Bologna, ed aumenta per conseguenza la spesa dei trasporti fra questi punti, da un terzo ad un quarto più che per le altre vie (1).

La strada da Pistoja a Bologna per Val d'Ombrone e di Reno ha il vantaggio, che riunisce tutte le difficoltà tecniche gravi nello spazio di soli 8 chilometri, e che ivi possono costruirsi due piani inclinati con macchine fisse mosse dall'acqua. Ciò la costituisce in condizioni più favorevoli delle altre per l'economia dell'esercizio (2), non meno che per la brevità delle comunicazioni; infatti essa potrebbe portare le merci tra Modena e Bologna, e la Toscana, ad un prezzo da un quinto ad un terzo minore che le altre strade, e le distanze fra le suddette città, e Firenze e Livorno riuscirebbero più brevi che in ogni altra linea.

La strada da Prato a Bologna per Val di Bisenzio e Setta, avrebbe il vantaggio di passar l'Appennino in un punto più depresso delle altre, ma obbligherebbe a passarlo allo scoperto, ciò che non credo che sarebbe così utile come alcuni pensano. Inoltre essa non permetterebbe la costruzione di piani inclinati, e richiederebbe un lungo sviluppo per locomotive, ed in conseguenza una spesa d'esercizio fortissima. Perciò essa rimarrebbe tanto per la lunghezza delle distanze, che per il costo dei trasporti, al di sotto di quella della Porretta.

La strada per Val di Sieve e Santerno, partecipando delle difficoltà tecniche di tutte le altre, rimarrebbe poi in condizioni inferiori per distanze e spese di trasporti tra Fi-

(1) Forse vi sarebbe altra maniera meno difficile e lunga, di stabilire una simile comunicazione tra Toscana e Modena; ma sarebbe sempre più difficile delle altre strade, che farebbero capo a Bologna.

(2) Mi sembra una cosa importantissima il poter risparmiare del combustibile qui dove è scarso, e perciò ho dei gravi dubbj sulla convenienza di voler passare l'Appennino con locomotive ad ogni costo.

renze e Bologna, ma molto più vi rimarrebbe tra Livorno, e Bologna, e Modena; dimodochè non pare che dovesse cercarsi una simile comunicazione, se non quando quelle più dirette, fossero per una cagione o l'altra impossibili.



