

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

GEOLOGIA E MINERALOGIA APPLICATE

STUDI SULLE ROCCE ITALIANE

IMPIEGATE COME MATERIALI DA COSTRUZIONE

Arenaria di Casella
nel Comune di Riccò del Golfo (Spezia)

Il materiale proveniente dalla cava di Casella (1) appartiene alla formazione dell'arenaria eocenica (macigno) molto sviluppata nella catena occidentale del Golfo di Spezia.

Cenni geologici sul giacimento. — La geologia della regione appare chiaramente dalla carta geologica del professore G. Capellini (2).

Rimontando il vallone del torrente di Riccò del Golfo per la strada di Casella, uscendo dall'abitato del capoluogo, si cammina sul quaternario costituito dalle alluvioni del torrente stesso, si lambiscono i calcari cavernosi dell'estremità settentrionale della formazione triassica di Costa Fuganella, e quindi, bordeggiato il calcare nero dell'infralias, s'attraversa il torrente e s'arriva a Valdepino. Questo villaggio si trova costruito sull'orlo della formazione infraliasica, ivi profondamente erosa, la quale con una larghezza media di circa 1700 metri s'estende da N. NO. a S. SE., dal torrente di Pignone fino all'estremità della catena occidentale del Golfo di Spezia.

Poco oltre Valdepino, fra Caprile e S. Giovanni, si osservano strati verticali di piccolo spessore, incurvati in alto in modo da presentare immersione verso O. SO., di calcare nero, cui susseguono altri strati più potenti e pressochè verticali di calcare dolomitico con portoro: quelli e questi dell'infralias.

Seguono altri strati di vario spessore, pressochè verticali e con direzione N. NO.-S. SE. di altre tre specie litologiche corrispondenti a tre piani del lias e che sono: 1° il calcare grigio chiaro; 2° il calcare rosso e chiaro; le quali due specie, costituenti il monte S. Gottardo, potrebbero fornire pregevoli materiali d'ornamentazione; 3° i scisti varicolori con *posidonomya Bronni*.

Viene poscia, oltrepassato l'abitato di Casella, una sottile formazione di scisti varicolori e novaculite, concordante colle precedenti, ed appartenenti al *giurese*.

Quindi poco oltre s'incontra il *cretaceo* nel quale si osservano calcari grigio-chiari ed alternanze di scisti verdicci e rossastri che, più o meno argillosi, passano localmente a itaniti e diaspri. Gli strati sono ancora verticali e diretti da N. NO. a S. SE.

Succede infine la potentissima formazione *eocenica* costituita per la massima parte da arenaria (macigno), di forme litologiche diverse, con calcare nero e scisti arenaceo-argillosi.

« Questo macigno » dal Capellini chiamato *macigno argilloso*, « di tinta giallognola, ad elementi finissimi, è facilmente attaccabile dagli agenti atmosferici; racchiude masse amigdaloidi di macigno compatto, quella varietà che i Toscani distinguono col nome di *pietra serena* o *pietra della Gonfolina* dalla località ove esistono le migliori cave lungo la strada ferrata da Pisa a Firenze. Queste amigdale talvolta sono scarse e tal'altra frequenti e forniscono la maggior parte del macigno che serve specialmente ai selciati delle strade della città di Spezia e di Sarzana, e per lo stesso uso è spedito in grandissima quantità anche a Genova.

« Nella porzione della costa, che porta il nome di Tramonti, sono estese escavazioni di questa roccia, e può dirsi che ivi il macigno compatto costituisce quasi dei veri strati.

« Fra Riomaggiore e Vernazza lo schisto s'intercala al macigno, e l'inclinazione degli strati essendo fortissima verso sud-ovest, quando quella roccia venga a decomporsi (come frequentemente accade), hanno luogo delle lavine delle quali si trovano tracce in tutta quanta la Liguria » (1).

Questo il modo generale di giacere e di comportarsi del macigno; più particolarmente, rispetto alla località che si considera, deve aggiungersi che ivi il macigno si presenta in potenti strati di grande compattezza, a grana finissima e scervi d'argilla in basso, a grana più grossa in alto, dove inoltre a strati sottili di macigno molto micaceo s'intercalano anche scisti ardesiaci, e più in alto ancora si osservano qua e là strati di macigno grossolano includente ciottoli fiammatici.

Al basso della formazione, proprio nel letto del torrente, gli strati hanno direzione di nord-ovest a sud-est e s'immergono verso sud-ovest con inclinazione di poco oscillante intorno a 50°; più in alto gli strati si raddrizzano alquanto e presentano un'inclinazione di 70° con leggera deviazione nella direzione verso N. NO.-S. SE. Si manifesta così una notevole discordanza nell'inclinazione fra gli strati di questa formazione eocenica ed i sottostanti del cretaceo dai quali rimangono nettamente separati; la direzione invece si mantiene pressochè concordante.

Gli strati inferiori e per notevole estensione presentano una grande resistenza all'azione degradante degli agenti atmosferici; in essi la roccia si presenta perfettamente inalterata sotto la sottilissima patina grigio-giallognola che la ricopre (2).

È appunto da questi strati compatti ed a grana fina, sulla destra del torrente, che si estrae la roccia che forma l'oggetto di questo studio. Il piano inferiore della cava è costituito da uno strato di calcare nero compatto, perfetta-

(1) CAPELLINI G., l. c., pag. 74.

(2) Il macigno argilloso che si trova più in alto, offre facile ed abbondante preda alle piene del torrente che ebbi occasione di veder discendere dalle sue ramificazioni superiori, torbide e melmose, di colore rosso-giallastro.

Il torrente, salvo piccole sinuosità, mantiene il suo andamento pressochè sempre normale alla direzione delle formazioni succedentisi nel suo vallone: questo è pertanto un vallone di chiusa.

(1) Proprietà del signor Domenico Carrara.

(2) G. CAPELLINI, *Descrizione geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra*, Bologna, 1864, con Carta geologica nella scala di 1 : 50 000, 2ª edizione, 1881.

mente concordante coi soprastanti di macigno, e della potenza di ben quattro metri.

Gli strati d'arenaria si presentano per le loro testate: si immergono perciò entro la montagna, essendo la cava esposta a nord-est; ciò obbligherà col tempo a lavorare in caverna. Essi strati sono perfettamente piani ed hanno potenza variabile, ma sempre assai rilevante, generalmente di due a tre metri: fra l'uno e l'altro è interstratificato uno straterello, ordinariamente spesso pochi centimetri, di calcare o di scisti calcareo-argillosi ardesiaci.

Normalmente alla direzione degli strati cioè in direzione NE.-SO., sonvi dei piani di divisione verticali, i quali danno luogo a delle sottili fessure regolarissime, le pareti delle quali sono tappezzate da una leggera incrostazione di calcite finamente cristallizzata. Queste divisioni sono fra loro a distanza variabile da due a quattro metri ed anche più. A prima vista potrebbero anche scambiarsi per le vere superficie di stratificazione, ma queste sono ben caratterizzate dall'interposizione degli anzidetti straterelli scistososi.

Altri peli, pure assai regolari e molto più distanti fra loro, si mostrano secondo le testate.

Da queste condizioni di giacimento emerge come da esso si possono ricavare pezzi di qualsiasi dimensione fra quelle occorrenti nella pratica. L'escavazione dei piccoli pezzi si fa con gli scalpelli, approfittando delle direzioni di più facile divisione della roccia che sono quelle secondo il piano o verso e le testate; per staccare grossi massi s'impiegano le mine.

Analisi della roccia. — Quest'arenaria di colore bigiocenerognolo, compatta, a tessitura molto fine, è costituita in grande prevalenza da minuti granuli di quarzo con diffusione di esilissime laminette di mica bianca; in minor quantità vi si associano frammenti di feldispatici microscopicamente non determinabili stante la loro piccolezza. Il tutto è cementato da un cemento siliceo che appare mescolato con sostanze silicatiche e con piccola quantità di carbonato di calce, come dimostra l'effervescenza assai limitata che si produce con l'acido cloridrico diluito.

L'aspetto della roccia è assai omogeneo per uniformità di grandezza e di distribuzione dei vari suoi elementi costitutivi. Vi si notano però (specialmente se la superficie della roccia sia stata levigata) alcuni elementi di color bianco latteo, che raramente raggiungono 4 mm. in dimensione, ed altri neri, generalmente allungati, che possono presentare la maggior dimensione di 5 o 6 mm. Questi così grossi ed aventi forma di ciottolini, sono piuttosto rari e, nella massima parte dei casi, le dimensioni degli elementi neri sono uguali a quelle dei bianchi. Sia gli uni che gli altri sono molto duri, non danno effervescenza con l'acido cloridrico salvochè nella patina superficiale, sono infusibili e si rivelano quali elementi silicei.

Attaccando la polvere della roccia con acido cloridrico a 100° se ne scioglie circa il 13 % in peso: di questa quantità il 9 % fu determinata quale carbonato di calce; la rimanente parte è essenzialmente costituita da sesquiossido di ferro e d'alluminio con poca silice, prodotti della scomposizione di silicati attaccabili.

Nei pezzi non troppo piccoli di roccia si può riconoscere la direzione del verso, poichè su questo si osservano in maggior quantità le laminette splendide di mica collocate in piano; la cosa riesce più evidente se si fanno le osservazioni su facce spianate e lucidate.

Al microscopio: spicca in rilievo sul fondo dell'impasto della roccia un'abbondante disseminazione di minuti cristalli frantumati di quarzo a contorni angolosi, determinanti perciò l'aspetto brecciato. Alcuni di questi elementi sorpassano d'assai gli altri in grandezza: presentano allora più nume-

rose, sviluppate ed ampie fenditure. Senza l'analizzatore essi si riconoscono frammezzo alle altre sostanze per il contorno deciso che individua la loro superficie, la quale poi fra nicol incrociati, si suddivide in più aree minori in condizioni di chiarezza e d'estinzione differenti; così girando la lamina si vedono oscurarsi e chiarirsi le singole aree, ciascuna per una diversa posizione della lamina stessa. I diversi individui corrispondenti a ciascun'area si compenetrano l'un l'altro presentando linee di contatto irregolarissime. Ciò rivela l'intervento d'una forte pressione in seguito alla quale i cristalli originari di quarzo si sono frantumati e, pur restando a contatto, le diverse parti hanno subito delle rotazioni in modo da avere gli assi d'elasticità ottica in posizione differente l'una dall'altra.

I piccoli ciottolini silicei già osservati microscopicamente, fra nicol incrociati mostrano una superficie finamente punteggiata di punti chiari ed oscuri alternativamente oscurantisi e rischiarantisi col girar della lamina, e rilevanti così la struttura cripto-cristallina.

Assai frequenti appariscono al microscopio i cristalli di feldispatici plagioclasti a geminati polisintetici, in molti dei quali le liste parallele sono perfettamente nette; in alcuni invece un po' alterati, queste sono a confini alquanto indecisi. In prevalenza gli elementi feldispatici sono della stessa grandezza degli elementi quarzosi, ed anche in essi avviene che alcuni cristalli sorpassino d'assai gli altri nelle dimensioni; essi sono allora molto alterati, a contorni indecisi e sfumano gradatamente verso la periferia nei prodotti della loro alterazione: quarzo e mica. Vi si osservano pure in alcuni elementi i fenomeni di polarizzazione per aggregazione caratteristici nei plagioclasti alterati in saussurrite.

Vi si riscontra anche qualche cristallo di microclino.

Anche i feldispatici accusano delle potenti azioni di compressione, poichè se ne osservano parecchi in perfetto stato di conservazione, che sono rotti, perchè compressi fra cristalli di quarzo contigui, ed alcuni sensibilmente incurvati senza rotture. Il fatto che corpi rigidi, quali i cristalli feldispatici, abbiano potuto incurvarsi senza rompersi, induce ad ammettere che essi, oltrechè essere fortemente compressi per pressioni trasmesse dai cristalli di quarzo, fossero fortemente racchiusi dalle altre sostanze che li avvolgono in modo da non aver potuto cambiare di volume nei limiti della deformazione subita (1). Quest'incurvamento di feldispatici è assai frequente nei gneiss delle nostre Alpi (2).

La mica bianca (muscovite) è molto abbondante e per la massima parte in laminette caratteristiche; in minor quantità si trova invece la biotite sfumante sugli orli in prodotti d'alterazione. I cristalli laminari di mica s'addossano ai cristalli di quarzo e di feldispato e si plasmano sulla loro superficie, e, secondo la maggior o minor regolarità di questa, si vedono più o meno contorti, come lo dimostrano chiaramente le caratteristiche strie di sfaldatura, che sono curvilinee.

Nel cemento prevale il quarzo secondario, disposto a minuto mosaico: ed è pure abbondante una mica secondaria

(1) Il prof. G. Uzielli nel 1887 fece in questa Scuola un'esperienza assai concludente sull'incurvamento, senza rompersi, d'un corpo obbligato a deformarsi senza poter cambiare di volume. Un cilindro di marmo bianco, saccaroide, di Carrara, lungo 18 cm. e del diametro di 18 mm. nella sua sezione, venne rinchiuso in un robusto tubo d'acciaio. Per evitare ogni soluzione di continuità fra il marmo e l'acciaio, si colò negli interstizi un mastice speciale fuso, che, raffreddandosi, diviene tenacissimo. e si chiusero con tappi a vite le estremità del tubo. Esercitando quindi una compressione, opportunamente vennero incurvati tubo e cilindro, e si poté constatare che questo si ruppe dopo aver assunto una saetta d'incurvamento molto maggiore di quella che si otterrebbe, se il cilindro di marmo venisse incurvato essendo libero.

(2) PIOLTI G., *Gneiss tormalinifero di Villarfochiardo (Val di Susa)*. — Atti R. Acc. Sc. di Torino, vol. XXIV, 1888-89.

sericitica, proveniente dall'alterazione dei feldspati, attorno ai quali si trova più copiosa. La calcite, in piccola quantità, è sparsa in elementi minuti, nei quali si osservano le caratteristiche strie di sfaldatura; in alcuni elementi si vede nettamente la geminazione secondo 110.

Si osservano inoltre nella roccia prodotti mal definibili di decomposizione; alcune aureole verdognole-brunastre, di aspetto fibroso con deboli fenomeni di polarizzazione d'aggregato, che si manifestano presso la biotite, possono ascrivere a viridite. Notansi, infine, alcuni punti della lamina costantemente opachi anche in campo chiaro, dovuti a sostanze carboniose.

Una leggera differenza nella forma e disposizione degli elementi della roccia riscontrasi fra una preparazione fatta parallelamente al piano ed un'altra ad esso normale. Nella prima s'osservano, in maggior quantità che non nella seconda, le lamine di mica, che ai caratteri ottici si rivelano tagliate parallelamente, o quasi, a 001; nella seconda invece si osservano, più numerosi che non nella prima, gli elementi allungati parallelamente al piano della roccia.

La roccia esaminata è dunque un'arenaria essenzialmente quarzosa, costituita dagli stessi elementi fondamentali del granito: quarzo, miche e feldspati, con l'aggiunta di alquanta calcite. Quest'ultima, del resto, non manca nemmeno nel granito di Baveno, nel quale se ne incontrano dei bei cristalli.

La struttura sua è quella d'una minutissima brecciuola, la quale presenta una grande omogeneità di composizione mineralogica, di grandezza e disposizione di elementi, salvo le piccole differenze strutturali dianzi osservate in direzioni differenti relativamente al verso della roccia, le quali differenze debbono necessariamente stabilire una certa anisotropia nelle sue proprietà elastiche, a seconda delle varie direzioni.

Per quanto riguarda l'origine della roccia, si può ritenere che essa sia il prodotto del disfacimento di più antiche rocce granitiche, gneiss e apenninite. Le differenze di grossezza nella grana dei diversi strati sono dovute alle variazioni nel regime delle acque alluvionanti: a periodi di calma relativa corrispondono deposizioni d'elementi fini, quali quelli degli strati inferiori; a periodi di maggior irruenza corrispondono trasporti e deposizioni d'elementi più grossi, quali quelli di altri strati superiori; nei periodi intermedi, di maggior calma dei precedenti, le acque non poterono trasportare nè ghiaie, nè sabbie, ma soltanto più delle melme: se queste erano essenzialmente calcaree (provenienti da rocce analoghe), ne ebbero origine dei calcari; se erano calcareo-argillose e silicee, formaronsi i scisti ardesiaci, galestrini e ftanitici interstratificati con l'arenaria.

Le forti compressioni subite dalla roccia normalmente al piano, per l'enorme sovrapposizione di tutti i posteriori sedimenti eocenici, hanno contribuito, in un con la piccolezza degli elementi, a dare alla roccia una grande compattezza.

Esame delle proprietà della roccia. — La tenacità della roccia al martello ed allo scalpello si rivela assai grande, specialmente nella direzione normale alle due del piano e delle testate.

La roccia (tre saggi), tenuta per 10 ore consecutive ad una temperatura di 110°, subì una perdita in peso di 0,31 per cento, dovuta all'evaporazione dell'acqua d'assorbimento contenutavi.

Gli stessi saggi, dopo essere stati immersi nell'acqua per 30 giorni di seguito, accusarono un aumento medio in peso di 0,40%. Per scacciare l'aria interna, non potendo disporre di macchina pneumatica, si ebbe cura di far discendere gradatamente la roccia nell'acqua per 10 giorni consecutivi, dopo di che fu lasciata intieramente sommersa per altri venti giorni; le differenze fra i valori relativi ai tre saggi esperi-

mentati furono piccolissime, non essendo mai state maggiori di 3 unità nella terza cifra decimale.

Il *coefficiente d'imbibizione* in peso della roccia, cioè il peso d'acqua assorbito da un'unità di peso della roccia, ricavato in base a tre esperienze, risultò pertanto:

$$h = 0,004.$$

Esso è molto basso e minore dei limiti inferiori dati per le arenarie da Delesse, da Thurston, da Cutting e da Bauschinger, e che sono rispettivamente:

$$0,007 - 0,015 - 0,025 - 0,008.$$

Il *coefficiente d'imbibizione* riferito al volume, risulta alla sua volta:

$$k = 0,011;$$

ed anche questo è inferiore ai minimi riferiti per le arenarie da Coriolis, da Hauenschild, da Lang, da Daubrée e da Blümcke, che sono rispettivamente:

$$0,050 - 0,040 - 0,154 - 0,172 - 0,053;$$

ed è anche inferiore al valore determinato da Salmoiraghi per il macigno di Fiesole a grana fina, e che è 0,014 (1).

La piccolezza dei coefficienti h e k per la roccia in questione, stabilisce alcune ottime qualità della roccia stessa quale materiale da costruzione. E poichè il coefficiente k misura il grado di compattezza della roccia, resta confermata la grandissima compattezza di quest'arenaria. La piccolezza di k dice inoltre che la *gelività* sua è pressochè nulla, nello stesso tempo che la grande sua omogeneità di struttura dice ancora che la *frantumabilità* della roccia per le variazioni di temperatura è piccolissima. Queste deduzioni furono, del resto, confermate mediante esperienze dirette. Infatti, due cubetti della roccia di cm. 5 di lato, ciascuno con due facce levigate e lucidate, e altre semplicemente lavorate alla punta fine, vennero tenute alla temperatura di 50° C. per 8 ore consecutive, l'uno all'aseiutto e l'altro immerso in acqua; quindi furono collocati entro refrigeranti e quivi tenuti alla temperatura di - 15° C. per 16 ore di seguito, dopo di che furono riportati, nelle stesse condizioni di prima, nuovamente alla temperatura di 50°, e poscia di nuovo a - 15°. Quest'alternanza repentina di caldo e di freddo (che costituisce un metodo di sperimentare analogo a quello di Blümcke) fu fatta subire ai due campioni per 5 giorni consecutivi, dopo di che per altri 15 giorni vennero tenuti ambidue, durante il giorno, all'aria, nelle camere del Gabinetto, a circa 15°, e durante la notte, esposti all'aria sulla terrazza, ad ovest del gabinetto stesso, sulla quale la temperatura discendeva sempre sotto zero (dicembre 1895). Dopo simile trattamento, nessuno dei due cubetti presentò apprezzabili segni d'alterazione nè sulle facce spulite, nè sulle altre; così pure due preparazioni ricavate dai due cubetti, esaminate al microscopio, non manifestarono segni evidenti e sicuri di deterioramento (2).

Con quest'esperienza vennero simultaneamente provate le due proprietà fra loro distinte: la gelività e la frantumabilità per variazioni di temperatura, e, nei limiti dell'esperienza, la roccia ha dato ottimi risultati.

Il *peso specifico apparente o di volume* dell'arenaria di Casella è di 2,69, e quello *reale* è 2,79; questa cifra (media di tre valori vicinissimi ottenuti per tre campioni di roccia: 2,785 - 2,791 - 2,794), rappresenta quasi il valore del massimo peso specifico dell'arenaria, che si ritiene comunemente oscillare fra 1,80 e 2,80.

L'elevatezza del peso specifico di quest'arenaria dà ragione della sua grande *resistenza alla compressione* in confronto

(1) SALMOIRAGHI F., *Materiali natural da costruzione*. — Milano, Hoepli U, 1892, pag. 123.

(2) Parecchi altri materiali sperimentati in tal modo manifestarono sensibile deterioramento subito dopo i primi giorni di trattamento, come esporrò in altra nota.

di altre arenarie, poichè (secondo il Rondelet) le rocce della stessa specie sono tanto più resistenti quanto più sono pesanti; per cui questa, che sta fra le più pesanti arenarie, deve pure annoverarsi fra le più resistenti.

La resistenza alla compressione fu sperimentata colla macchina universale di questa Scuola d'Applicazione, macchina ideata e costrutta dal prof. G. Curioni e modificata dal prof. C. Guidi (1).

Si sperimentò dapprima su 5 cubetti di 5 cm. di lato, e si ottenne una resistenza per centimetro quadrato di kg. 1396, media dei seguenti valori: 1118 — 1224 — 1338 — 1442 — 1860, con una massima deviazione in meno dalla media del 19,77 per cento, e con una massima deviazione in più del 33,24 per cento. Data la composizione della roccia, la sua compattezza e la sua omogeneità di struttura in una determinata direzione, tali deviazioni dalla resistenza media sono troppo grandi per attribuirle unicamente alla materia; esse dipendono infatti dal non essere alcuni cubetti stati preparati in modo da essere compressi normalmente al piano.

Ripetute le esperienze su 3 cubi di 7 cm. di lato, compressi normalmente al verso, questi si ruppero istantaneamente, con fragore e con produzione delle caratteristiche doppie piramidi coi vertici verso il centro dei cubi e le basi sulle facce compresse (come s'era anche verificato per i 5 cubetti di 5 cm. di lato), e coi seguenti risultati:

Numero d'ordine	Indicazione dei saggi	Superficie compressa cm ²	Sforzo totale di rottura tonn.	Carico di rottura per cm ² kg.	Carico medio di rottura per cm ² kg.
1	cubo di cm. 7,0×7,0×6,9	49,00	77,20	1574	»
2	» » » »	»	92,30	1884	1696
3	» » » »	»	79,30	1630	»

Si ha così una resistenza media di 1696 kg. per cm², con una deviazione massima in più di 11,09% ed una deviazione massima in meno d'appena il 7,19%, le quali deviazioni stanno comodamente nei limiti di quelle inevitabili, anche nelle rocce più omogenee, le quali difficilmente presentano deviazioni inferiori al 10 o 15%.

Questo valore di kg. 1696 per cm² è molto elevato e superiore a quello di tutte le arenarie finora sperimentate non soltanto, ma superiore altresì a quello di molti materiali da costruzione italiani ritenuti fra i più resistenti, ciò che appare dal seguente quadro, nel quale sono riportati i valori della resistenza alla compressione di alcune note rocce italiane.

Il confronto è tanto più lecito e concludente, inquantochè tutti questi valori sono stati determinati con lo stesso metodo, mediante la stessa macchina del predetto prof. C. Guidi, accuratissimo sperimentatore, e da lui pubblicati (2).

(1) Tutte le esperienze sulla resistenza alla compressione e sul modulo d'elasticità riportate in questa nota, furono dirette dal chiarissimo prof. C. Guidi, che vivamente ringrazio.

(2) GUIDI C., *Notizie sul Laboratorio per esperienze sui materiali da costruzioni, ammesso alla R. Scuola d'applicazione per gli Ingegneri in Torino.* — Roma, Fratelli Centenari, 1895.

In quest'opuscolo, per resistenze superiori a quella dell'arenaria di Casella figurano: la pietra della cava Lanteri di Tenda (verde della Roja), kg. 1845; le pietre litografiche di Sellano (Umbria), kg. 1650, media di 6 esperienze fra un minimo di kg. 1130 ed un massimo di kg. 2060; il marmo persichino di Garesio (Cuneo), di proprietà dei Fratelli Merlo, kg. 1837; e forse l'alberese del torrente Morra (Pisa, cava Landucci, dei quali cubi di 8 cm. di lato non presentano indizi di rottura sotto una pressione di 100 tonn.

Arenaria della cava di Casella (proprietà D. Carrara)	kg. 1696
Arenaria di Serra Tramonti, Riomaggiore-Spezia (proprietà Fratelli Pieretti)	» 1473
Arenaria di Biassa-Spezia (proprietà De Scalzi, Bonati e Bertano)	» 1324
Arenaria dei dintorni di Spezia, cave di Biassa	» 1230
Arenaria serena di Val di Pino, Casella, Ricco del Golfo, Spezia (proprietà Luciardì e Crozza)	» 1179
Arenaria serena, id., id., qualità bianca	» 885
Arenaria dei dintorni di Spezia, cave di Bagnone	» 975
Gneiss di Luserna San Giovanni-Pinerolo	» 1225
Gneiss di Borgone-Susa	» 744
Granito bianco di Mont'Orfano-Novara	» 950
Granito rosso di Baveno-Novara	» 937
Sienite della Balma, Biella Novara	» 934
Marmo bianco statuario di Carrara	» 831
Brecciola calcarea (Rossetta) Viggiù-Como (proprietà Fratelli Catella)	» 816
Brecciola calcarea (Bigia), Viggiù-Como (proprietà Fratelli Catella)	» 620
Calcarea di Saltrio, Como	» 909
Calcarea, Botticino Mattina, Brescia	» 931
Calcarea, Mandorlato di Verona	» 872

Se si volessero mediare tutti i valori ottenuti con gli otto cubetti sperimentati si otterrebbe pur sempre una media resistenza allo schiacciamento superiore a kg. 1500 per cm². Se poi si tien conto dell'osservazione del Salmoiraghi, applicabile perfettamente al caso presente, che cioè « in una serie d'esperienze sopra saggi uguali per composizione e struttura della stessa roccia, il massimo valore ottenuto è il più esatto (1), si deve ammettere per quest'arenaria di Casella una resistenza per cm² prossima a kg. 1900.

La piccola differenza del 0,09% fra il suo stato igrometrico ordinario (0,31) e quello dopo immersione in acqua per trenta giorni (0,40), fa arguire che anche allo stato bagnato il valore della sua resistenza non deve diminuire sensibilmente.

La compattezza e l'omogeneità della roccia vengono anche confermate dal valore del suo modulo d'elasticità, e dall'esame dell'andamento delle esperienze istituite per la ricerca di questo. Due prismi della roccia, aventi le dimensioni cm. 7,00 × cm. 7,00 × cm. 20,00 vennero compressi con pressione gradatamente crescente esercitata parallelamente al verso della roccia stessa. Nel quadro seguente sono messi a confronto i dati e i risultati delle esperienze eseguite per determinare il modulo d'elasticità del marmo statuario bianco di Carrara e dell'arenaria di Casella; i dati relativi al primo sono riportati dal citato opuscolo del prof. Guidi, dove è anche descritto lo strumento di misura che è quello a specchi del Bauschinger.

La pressione si fece gradatamente crescere da 1 a 4 tonnellate, e come si scorge dal quadro, l'accorciamento totale è andato aumentando con proporzionalità perfetta a meno

di $\frac{1}{10\ 000}$ di mm. Diminuita la pressione fino a ripristinare le condizioni dell'inizio dell'esperienza anche l'accorciamento è quasi esattamente scomparso, risultando di appena $\frac{3}{10\ 000}$ mm. per il carico di una tonnellata. Aumentando nuovamente la pressione fino a 8 tonn. (termine dell'esperienza) l'accorciamento è andato nuovamente aumentando pur sempre mantenendosi molto ben proporzionale alla forza comprimente.

Il modulo d'elasticità per il prisma cui si riferisce il quadro, risultò:

$$E = \text{tonn. } 638 \text{ per cm}^2,$$

e per l'altro prisma risultò anche maggiore, cioè:

$$E = \text{tonn. } 693 \text{ per cm}^2.$$

(1) SALMOIRAGHI F., l. c., pag. 187.

ELASTICITÀ A PRESSIONE.

Prisma di marmo statuario bianco di Carrara, M. — Prisma d'arenaria di Casella-Riccò del Golfo-Spezia, A

Carico totale Tonn.	Specchio anteriore. Scala posteriore				Specchio posteriore. Scala anteriore				Accorciamento totale 1/1000 mm.		Differenze	Accorciamento totale 1/10000 mm.		Differenze	Osservazioni
	Lettura		Sposta- mento		Lettura		Sposta- mento		M	A		M	A		
	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.	1/500 cm.							
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A			
1	17,00	21,00	0,00	0,00	24,00	18,50	0,00	0,00	0	53	0	48		Dimensioni . . .	(M) cm. 7,12 × cm. 7,09 × cm. 19,80. (A) » 7,00 × » 7,00 × » 20,00.
2	16,79	20,83	0,21	0,17	24,32	18,81	0,32	0,31	53	58	48	48		Area delle basi	(M) = cm² 50,48.
3	16,57	20,65	0,43	0,35	24,68	19,11	0,68	0,61	111	59	96	49			(A) = » 49,00.
4	16,30	20,50	0,70	0,50	25,00	19,45	1,00	0,95	170	61	145	49		Distanza fra le tacche (M) (A) = cm. 15,00.	
5	16,02	—	0,98	—	25,33	—	1,33	—	231			47		Distanza delle scale dagli specchi: (M) (A) = cm. 160,00.	
1	17,00	21,00	0,00	0,00	24,00	18,53	0,00	0,03	0		3			Ingrandimento = 1000.	
5	16,02	20,33	0,98	0,67	25,35	19,75	1,35	1,25	233	62	192	50		Modulo d'elasticità normale	per M: $E = \frac{1\,500\,000}{50,48} \cdot \frac{4}{232} =$ $= \text{tonn. } 512 \text{ per cm}^2.$
6	15,75	20,18	1,25	0,82	25,70	20,10	1,70	1,60	295	68	242	57			
7	15,47	20,01	1,53	0,99	26,10	20,50	2,10	2,00	363	68	299	53			
8	15,18	19,79	1,82	1,21	26,49	20,81	2,49	2,31	431	68	352	53			
9	14,90	—	2,10	—	26,89	—	2,89	—	499	70					
10	14,60	—	2,40	—	27,29	—	3,29	—	569						
1	—	20,90	—	0,10	—	18,59	—	0,09	—						

Questo valore di E è elevatissimo, e notando come sia da credersi che se si fosse sperimentato comprimendo normalmente al verso, tale valore sarebbe anche maggiore, rimane vieppiù confermata la grandissima compattezza della roccia.

Si credette opportuno riportare le cifre relative al marmo bianco statuario di Carrara, perchè questo materiale è ritenuto uno dei più omogenei e dotato di elasticità perfetta: dal confronto delle cifre relative ai due materiali, si deve concludere che anche l'arenaria di Casella possiede un'elasticità praticamente perfetta.

Per una più completa conoscenza delle proprietà di questa roccia, si credette opportuno ricercare il suo coefficiente di corrosione per sfregamento, da cui la sua resistenza alla corrosione per sfregamento, la quale, unitamente ad altre proprietà, può fornire dei criteri sull'applicabilità o meno della roccia alla lastricatura delle vie. Tale ricerca venne eseguita dal prof. S. Canevazzi con la macchina Dorry (1); il diagramma relativo è riprodotto nella unita figura ed il risultato è inoltre registrato nel seguente quadro insieme con quelli relativi ad altre rocce italiane pure sperimentate dallo stesso professore (2).

(1) Per fare ricerche sulla logorabilità delle rocce per sfregamento potevo disporre in questo Gabinetto d'un disco girante metallico ad asse verticale, del quale mi servo per fare preparazioni microscopiche; feci con esso molti tentativi di esperienze, ma per l'improprietà dei mezzi non potei concretare nulla di concludente. Ricorsi perciò all'egregio prof. S. Canevazzi, della Scuola d'Applicazione di Bologna, il quale gentilmente sperimentò egli stesso il campione da me inviategli colla macchina Dorry del suo Laboratorio; mi è pertanto grato rendergli i miei più vivi ringraziamenti.

(2) CANEVAZZI S., *Sulla resistenza delle pietre naturali ed artifi-*

Dall'ispezione della fig. 53 emerge la grande regolarità del diagramma riferentesi alla roccia studiata, il quale poco si discosta da una linea retta media: tale regolarità conferma la grande omogeneità dell'arenaria di Casella, per la quale proprietà essa è assai superiore al granito d'Alzo, come si scorge dal confronto dei due diagrammi. L'irregolarità d'andamento del diagramma per il granito d'Alzo è dovuta specialmente ai cristalli di quarzo non sempre ugualmente ed uniformemente distribuiti.

Da altre esperienze fatte sull'arenaria secondo facce normali al verso si sono ottenuti i seguenti valori medi:

$$\gamma_m = 0,000828; \epsilon_m = 2,239; \eta_m = 0,447,$$

i quali sono poco differenti da quelli segnati nella tavola e nel quadro e che si riferiscono ad esperienza fatta secondo il verso; anche i diagrammi relativi a queste altre esperienze sono molto regolari.

Come risulta dal quadro, l'arenaria di Casella resiste all'erosione per sfregamento meno del granito d'Alzo scelto come tipo, ciò che era prevedibile, essendo su questa resistenza influisca molto la grossezza degli elementi, essendo, a parità di composizione mineralogica, più corrodibili le rocce ad elementi piccoli. Risulta inoltre dal quadro la maggiore resistenza allo sfregamento di quest'arenaria in confronto d'altre arenarie, fra le quali soltanto il macigno di Buriacianella le è alquanto superiore; questa roccia, detta

civili alla corrosione per attrito. Comunicazione letta al Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Bologna nella seduta del 18 maggio 1895. — Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1895.

Vedasi pure: *Ingegneria Civile*, fasc. di maggio 1897, a pag. 79-80.

Tipo.
Granito d'Alzo (1^a qualità).
 Area di frizione $5,00 \times 5,00 = \text{cm}^2 25$
 Peso totale kg. 5,000
 » per cm^2 » 0,200

Campione.
Arenaria di Casella (Spezia).
 Area di frizione $4,8 \times 4,7 = \text{cm}^2 22,56$
 Peso totale kg. 4,512
 » per cm^2 » 0,200

NB. Esperienza fatta secondo il verso.

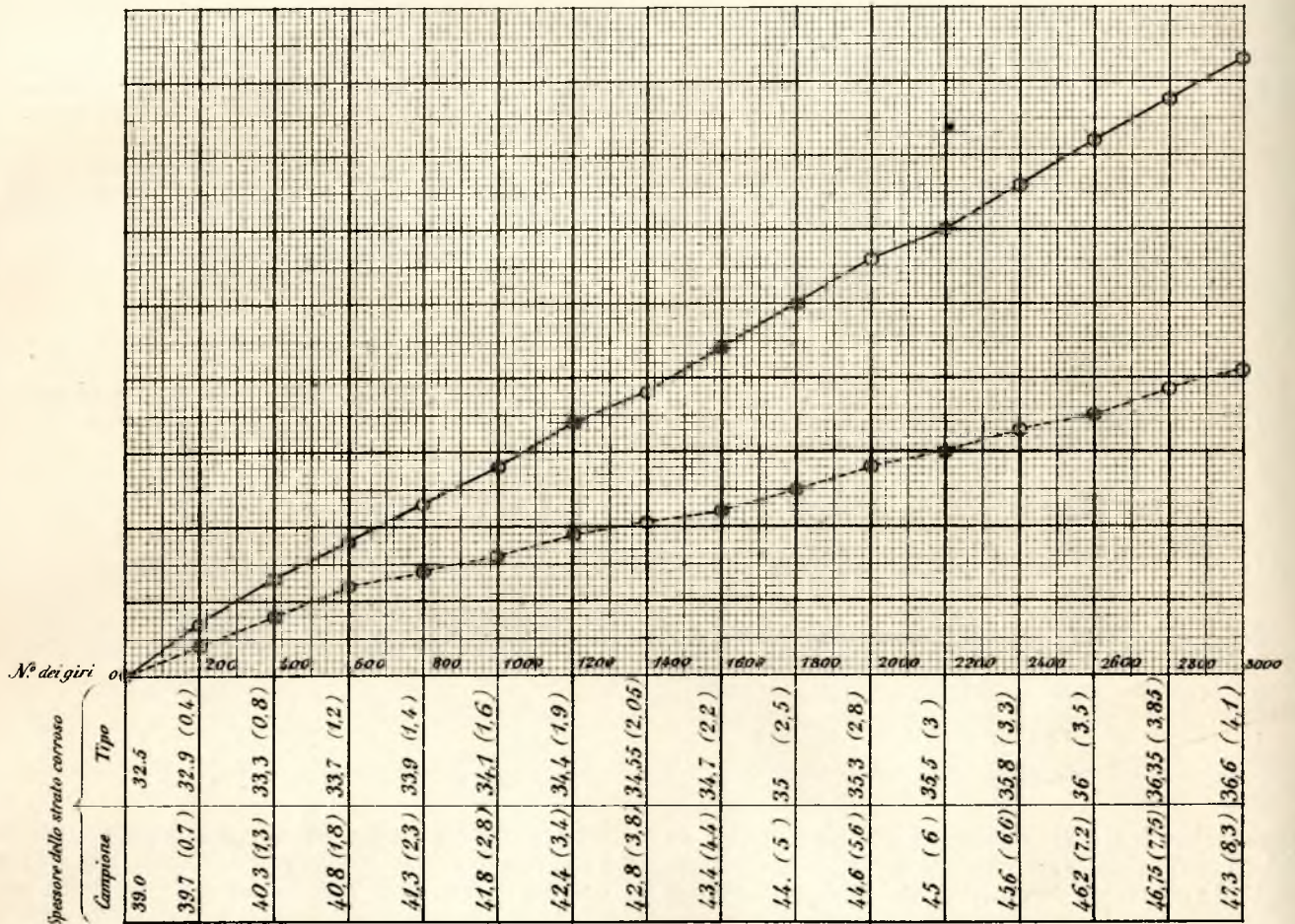


Fig. 53. -- Diagramma della corrosione per attrito.

OSSERVAZIONI. — Il tipo è diminuito in peso di kg. 0,020, ed il campione di kg. 0,045. — Le divergenze nella linea del tipo sono dovute alla non omogeneità del medesimo. — Per il campione sperimentato risulta:

$$\gamma = 0,000846$$

$$\epsilon = 2,28$$

$$\tau_1 = 0,437$$

NB. Le oscillazioni intorno alla linea media corrispondente al tipo si sono sempre verificate in tutte le esperienze, l'inclinazione però della linea media è costante.

anche *granitello*, è un conglomerato quarzoso ad elementi assai più grossi che non quelli dell'arenaria di Casella.

Il coefficiente di corrosione per sfregamento d'una roccia, mentre è un dato sempre utile a conoscersi, non è però nè sufficiente nè esclusivo per quanto riguarda l'impiego di essa nella lastricatura delle strade. Infatti, l'azione logorante delle ruote dei carri sulle rocce del lastrico non è così semplice come quella del disco girante, poichè allo sfregamento discontinuo della ruota contro la pietra, il quale mette in gioco più specialmente la durezza degli elementi di questa, vanno aggiunti gli urti della ruota stessa in causa delle asperità del lastrico, i quali urti provocano piuttosto la fragilità e la tenacità della roccia. Non è pertanto sufficiente un elevato coefficiente di resistenza alla corrosione per sfregamento perchè una roccia sia dichiarata atta alla lastricatura, ma bisogna che essa presenti anche una grande tenacità la quale ha grandissima influenza. Perciò, tenuto

anche conto dell'osservazione del Bauschinger che *la logorabilità per caroggio è in generale tanto minore quanto maggiore è la resistenza alla compressione*, si può asserire che l'arenaria di Casella sia un buon materiale per detta applicazione.

La pratica conferma questa deduzione per l'esperienza fatta specialmente nella città di Genova, dove il granito rosso di Baveno ha resistito al caroggio meno delle arenarie del golfo della Spezia (1).

(1) Da notizie avute dall'Ufficio Tecnico Municipale di Genova risulta che sotto l'azione d'un caroggio medio il granito rosso di Baveno ha durato anni 8 ed il granito di Sardegna anni 12; sotto l'azione d'un caroggio massimo con carri pesanti, la pietra porfirica di S. Raphael (oligofiro) dopo 14 anni trovata ancora in buono stato, ed altrettanto avviene per l'arenaria di Taggia dopo 12 anni d'impiego; nelle stesse condizioni di massimo caroggio un'arenaria della Spezia ha durato 9 anni ed un'altra 12; ed altre arenarie della Spezia sono ancora in buono stato dopo un impiego da 8 a 10 anni ed una

Nome e provenienza della roccia	$\gamma = \frac{50}{\pi r} \frac{h}{np}$ (*)	$\varepsilon = \frac{\gamma^1}{\gamma_1}$ (**)	$\eta = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{\gamma_1}{\gamma^1}$ (***)	Osservazioni
Granito bianco d'Alzo (1 ^a qualità) . . .	0,000 370	1	1	Esp. normalmente al verso.
» » » (2 ^a qualità) . . .	0,000 543	1,47	0,680	
Arenaria di Casella-Spezia	0,000 846	2,28	0,437	Esp. secondo il verso.
Macigno del Sasso	0,021 000	56,80	0,018	
» di Varignana	0,007 445	20,13	0,050	
» di Porretta	0,001 808	4,88	0,205	$\gamma_m = 0,001 577.$
» » »	0,001 346	3,64	0,275	$\varepsilon_m = 4,26 \quad \eta_m = 0,240.$
» di Firenzuola	0,002 280	6,16	0,162	
» di Battedizzo	0,015 600	42,07	0,024	
» di Brisighella	0,005 780	15,63	0,064	
» di Burcianella	0,000 904	2,44	0,410	$\gamma_m = 0,000 779.$
» » »	0,000 654	1,76	0,568	$\varepsilon_m = 2,10 \quad \eta_m = 0,489.$
» di Vergato	0,001 397	3,77	0,265	
» di Montovolo (grana fina)	0,001 300	3,51	0,285	$\gamma_m = 0,001 370.$
» » »	0,001 440	3,88	0,258	$\varepsilon_m = 3,70 \quad \eta_m = 0,272$ } Esp. su sezioni normali
» » » (grana grossa)	0,001 396	3,77	0,265	} alla stratificazione.
Sasso di Pesaro (arenaria)	0,002 000	5,40	0,185	Esp. su sezione parallela alla stratificazione.
Biancone di Verona (calcare)	0,001 663	4,59	0,218	» » » » »
Rossetto di Verona »	0,002 080	5,62	0,178	Esp. secondo il piano di posa.
» » »	0,002 410	6,52	0,153	Esp. normalmente al piano di posa.

(*) γ = indice di corrosione; r = raggio del circolo mediano della corona circolare costituente la mola della macchina Dorry; h = altezza dello strato corrosivo per attrito; n = numero dei giri (ogni giro per un punto scelto sul circolo mediano corrisponde ad una percorrenza di m. 1,637; p = pressione in kg. per cm²).

(**) ε = coefficiente specifico di corrosione rispetto al granito d'Alzo; γ_1 = indice del granito d'Alzo (campione) dedotto come media di 31 esperienze; γ^1 = indice d'un'altra pietra qualunque.

(***) η = coefficiente specifico di resistenza alla corrosione per sfregamento rispetto al granito d'Alzo.

L'arenaria di Casella presenta una mediocre *lucidabilità*; la sua *presa* con le malte ed i cementi è perfetta.

Circa la *durevolezza* di questa roccia per quanto riguarda la resistenza alla degradazione chimica per causa degli agenti atmosferici, devesi concludere favorevolmente, tenuto conto della sua composizione mineralogica a base di quarzo e miche bianche, con non grande quantità di feldspati. Il suo cemento siliceo-silicatico con poco carbonato di calce assicura il mantenimento della sua coerenza. Infatti, negli abitati di Casella e di Riccò sonvi parti decorative eseguite in quest'arenaria, alcune con lavorazione a membrature molto fine; esse presentano intatti e freschi i loro contorni, benchè siano esposte alle intemperie fin dal secolo scorso.

La composizione mineralogica della roccia, unitamente alle altre sue proprietà, e specialmente il suo piccolissimo coefficiente d'imbibizione, la rendono adatta alle costruzioni subacquee anche se marittime.

Per quest'ultima applicazione le arenarie della Spezia furono impiegate su vasta scala con ottimo risultato.

Gabinetto di Geologia della R. Scuola
d'Applicazione per gl'Ingegneri in
Torino, Primavera del 1897.

Ing. ALESSANDRO DRUETTI.

sola ha resistito soltanto 7 anni; infine, sotto l'azione d'un carreggio medio diverse arenarie della Spezia sono ancora in buono stato dopo 10 anni d'applicazione.

COSTRUZIONI IDRAULICHE

I LAVORI PUBBLICI NEL CANTONE DI VAUD

(Continuazione e fine)

XIII. — IL LAGO LEMANO.

La questione del lago Lemano pel cantone Vaud, non richieste da parte sua l'esecuzione di lavori speciali; è stata piuttosto una questione giuridica, la quale però, per la natura tecnica, dovette trattarsi dal Dipartimento dei lavori pubblici, e perciò si trova riferita nel *Mémorial* (1). Fece l'oggetto di un litigio davanti il Tribunale federale, tendente ad ottenere l'abbassamento del livello del lago, che per effetto dei lavori recentemente eseguiti dalla città di Ginevra erasi rialzato, sicchè i riveraschi si trovavano esposti a inondazioni prima ignote.

La descrizione dei lavori eseguiti e degli studi che li precedettero ed accompagnarono, offrirebbe pei tecnici un grandissimo interesse; ma non entrerebbe nel quadro della nostra Memoria, e, d'altra parte, richiederebbe uno spazio che un periodico non può concedere. Il lettore desideroso di conoscere a fondo la questione, potrà consultare il bellissimo libro del prof. dott. F. A. Forel (2).

Il Lemano bagna tre cantoni svizzeri e il Dipartimento francese dell'Alta Savoia; il suo principale affluente è il Rodano, che vi entra ad un'estremità e ne esce all'altra estremità, attraversando la città di Ginevra, dove costituisce una sorgente di forza considerevole.

Egli è appunto per l'utilizzazione di questa forza che ebbe origine la lite fra lo Stato di Vaud e la città di Ginevra. Questa aveva già costruito fino dal 1713 sul Rodano, all'uscita del lago, una prima macchina, che poi venne poco a poco accre-

(1) *Lac Léman*, par CH. GUGGER DE PRANGINS, pag. 115 e seg.
(2) *Le Léman*. — Lausanne, 1892-95.

scendo e migliorando con aggiunzioni diverse, per fornire alla città l'acqua necessaria alla sua alimentazione.

Il salto o caduta necessaria al movimento delle varie macchine si otteneva mediante chiuse, la più importante delle quali fu costruita nel 1840; importante dal punto di vista sotto il quale esaminiamo la questione, nel senso cioè che diede luogo alle lagnanze dei riveraschi del lago. Essa componevasi di una soglia fissa, assai completa, sul braccio destro del Rodano (diviso in due da un'isola) e meno sporgente sul braccio sinistro; questa soglia veniva chiusa da travi orizzontalmente disposte ed appoggiate sulla gettata esistente. Sopra questa soglia fissa si elevava una chiusa di tavole mobili nell'inverno, che nel 1856 fu sostituita da una chiusa di panconcelli collocati orizzontalmente fra una travata e l'altra del ponte.

Ora, come bene osserva il dott. Forel nella sua opera magistrale *Il Lemano*, è evidente che qualsiasi costruzione eseguita nell'alveo dell'emissario esercita un'azione, piccola o grande, sul regime del lago; una sporgenza qualsiasi nel letto del fiume produce un rigurgito delle acque a monte e perciò tende a rialzare il livello del lago; l'allontanamento di un ostacolo, invece, produce l'effetto contrario, facilita lo scolo dell'emissario, ne accresce la portata, il che ha per conseguenza un abbassamento del livello del lago. A parità di condizioni, quest'effetto sarà tanto maggiore, quanto più l'ostacolo introdotto o levato si troverà più vicino all'uscita dell'emissario dal lago (1).

Si comprende quindi l'interesse che i riveraschi avevano a tutte le modificazioni che si apportavano nel fiume; e ben ragione avevano di temere, visto che le condizioni naturali per sé stesse erano già poco favorevoli. Infatti, con un bacino idrografico di 7994,5 km. q. l'afflusso massimo diveniva, in certe epoche, considerevole; nel 1878, per esempio, fu di 1475 m³, e nel 1888, nel qual anno si verificò la massima piena conosciuta, l'afflusso medio fu di 2203 m³ (2); ora, il deflusso non arrivò mai a 700 m³; il minimo ostacolo nell'emissario doveva per conseguenza peggiorare considerevolmente le condizioni e produrre un incremento nel lago notevole. Già fino dal 1698 i riveraschi sollevarono delle lagnanze contro l'accrescimento del livello del lago, e l'attribuivano alle opere eseguite a Ginevra. Tali lagnanze si ripeterono a vari intervalli, fino a che nel 1817, avendo il lago raggiunto un'altezza fino allora sconosciuta, si scatenarono da ogni parte più forti che mai.

Negli anni successivi si impegnarono delle trattative fra lo Stato di Vaud e la città di Ginevra, e si fecero degli studi dall'ing. Pichard, delegato dal Consiglio di Stato; finché nel 1840, quando fu costruita la nuova macchina idraulica e la chiusa sopra menzionata, si intrapresero nuovi studi, affidati successivamente agli ing. Pichard, e La Nicca e Buchwalder (1844-1850).

Nuove inondazioni aggravavano sempre più la situazione, e rendevano lo stato delle cose insopportabile; sicché nel gennaio 1873 il Consiglio di Stato del cantone di Vaud, incaricò i periti ing. Pestalozzi, professore al Politecnico di Zurigo, e Legler, ingegnere-capo, della correzione delle acque della Linth, di:

1° Stabilire, mediante ispezione sui luoghi e paragone di tutte le osservazioni fatte fino allora, il fatto che dal principio del XIX secolo i livelli medi delle acque, di estate e d'inverno, del lago, avevano subito un rialzamento;

2° Fornire la prova che questo sovralzamento è nocivo per le rive dal punto di vista agricolo e igienico, e, se possibile, valutarne i danni;

3° Proporre le opere occorrenti per prevenire la distruzione graduale delle rive per effetto degli incrementi avvenuti, e ottenere un abbassamento dei livelli d'acqua medi, come sopra, allo scopo di:

a) Ottenere il prosciugamento dei terreni agricoli delle città riverasche;

b) Mantenere la navigazione regolare;

c) Assicurare l'alimentazione d'acqua della città di Ginevra e di permetterne l'ingrandimento nell'avvenire;

d) Regolare l'ineile del Rodano con opere, il cui effetto e la cui sorveglianza possa venire sottoposta al controllo mediante convenzione intercantonale;

4° Valutare approssimativamente la spesa complessiva che la soluzione a proporsi avrebbe richiesto.

I periti, dopo accurato studio e molteplici esperienze, conchiusero proponendo il trasporto della macchina idraulica a valle del ponte della Coulouvrenière, sulla riva sinistra; assicurando che si sarebbe avuto un abbassamento di 63 centimetri del livello estivo del lago. Non essendosi però potuto ottenere cosa alcuna dalla città di Ginevra, lo Stato di Vaud iniziò la lite davanti il Tribunale federale nel 1877. Il processo fu lungo e diede luogo a perizie interessantissime e di grande utilità scientifica, per opera di eminenti idraulici; ma non si è ultimato, poichè nel gennaio 1884 lo Stato di Ginevra pregò il Consiglio federale di volere prendere l'iniziativa di una conferenza intercantonale per risolvere la questione in via amichevole e in modo pacifico.

Le trattative ebbero effettivamente luogo fra i tre cantoni di Vaud, Vallese e Ginevra, e condussero ad una convenzione intercantonale per la correzione e regolarizzazione del deflusso del lago Lemano.

I lavori previsti dal progetto adottato dallo Stato e città di Ginevra ascendevano a 2 320 500 lire. La Confederazione concesse, con decreto del 16 giugno 1885, un sussidio di L. 773 500

il rimanente fu ripartito come appresso:

Ginevra per	» 4 215 500
Il cantone di Vaud	» 316 500
Il cantone Vallese	» 15 000
Totale	L. 2 320 500

I lavori dovevano mantenere il livello del lago fra le quote m.-1,30 e m.-1,90 del caposaldo Pietra di Niton nel porto di Ginevra; l'ampiezza di oscillazione era quindi limitata a m. 0,60.

Eseguiti i lavori, si stabilì un regolamento per la manovra delle chiuse che funzionano a Ginevra, allo scopo di mantenere sempre le acque del lago fra le quote suddette. Eccezionalmente, nel caso di una piena dell'Arve, fiume che immette nel Rodano a valle di Ginevra, per effetto della quale il Rodano venisse tenuto in collo e quindi non vi fosse disponibile la caduta necessaria (non meno di m. 1,80) alle turbine, la città di Ginevra viene autorizzata a manovrare le chiuse in modo da mantenere tale caduta, a condizione però che, appena terminata la piena, tutte le luci del Rodano nelle chiuse vengano aperte per condurre il livello del lago alla quota stabilita di m.-1,30.

Dall'epoca della costruzione, le chiuse hanno sempre funzionato a perfezione non solo, ma mentre il deflusso prima non era mai stato superiore a 700 m³, fu portato a 900 m³, con grandissimo vantaggio dei riveraschi, che vengono così ad acquistare un'estensione di terreno maggiore di quella sperata, e della città di Ginevra, la cui macchina dispone in ogni tempo della forza necessaria per tutti gli usi cui è destinata e con sicurezza. Così fu risolta e ultimata una questione che aveva per tanto tempo e con vivissimo interesse occupato lo Stato di Vaud.

Questi, oltre alle L. 316 500
di suo contributo, spese altre » 105 929

per perizie, studii, ecc., ossia in totale L. 422 429

per la questione del lago Lemano.

XIV. — NAVIGAZIONE INTERNA.

Su questo argomento abbiamo pochissimo da dire; eppure, prima della costruzione delle strade ferrate, si poteva d'Entreroches, situato quasi nel centro del cantone di Vaud, imbarcarsi ed andare direttamente a Londra sempre per acqua. Però, quando oggi si guarda il misero fossato, che fu già un tempo il canale di Entreroches, si dura fatica a credere che

(1) F. A. FOREL, *Le Léman*, vol. I, pag. 401.

(2) Idem, pag. 534.

tale viaggio sia stato possibile. Non dobbiamo dimenticare che prima della costruzione di buone strade rotabili, i canali e i fiumi rendevano servizi grandissimi al commercio ed all'industria, per essi si faceva la massima parte dei trasporti e certamente era questo il modo più economico.

Il cantone di Vaud ebbe il suo canale, e noi ne abbiamo già fatto menzione parlando dell'impresa del prosciugamento delle paludi di Orbe. La sua destinazione era quella di riunire i due laghi di Neuchâtel e di Ginevra, andando direttamente da Yverdon a Morges. La concessione di questo canale di navigazione fu accordata al cittadino ginevrino Jehan Turretini il 10 febbraio 1637 e i lavori si iniziarono nel 1640.

Il canale dividevasi in due sezioni che si riunivano a Entreroches al nord del Mauremont; l'una andava verso Yverdon utilizzando nella sua parte inferiore il corso dell'Orbe o Thiele, che era già stato reso pensile per avere una caduta sufficiente in servizio dei molini d'Yverdon. L'altra sezione attraversava il Mauremont in una stretta gola ed andava a raggiungere il fiume Venoge fra Daillens e Lussery, da dove poi seguendo il corso di questo fiume si sarebbe andati fino alla sua foce nel Lemano sopra corrente alla città di Morges.

Le due sezioni si trovavano così riunite dal canale spartiacque nella gola di Entreroches e venivano alimentate mediante una derivazione della Venoge, nelle vicinanze di Eclépens.

Di questo canale però sembra che il solo ramo d'Entreroches a Yverdon sia stato utilizzato in servizio della navigazione. Aveva la lunghezza di 16,541 km., la larghezza di m. 2,93 al fondo, di m. 5,27 allo specchio d'acqua e la profondità di m. 2,34. Il dislivello totale fra Entreroches e il lago d'Yverdon, nelle epoche di magra, era di m. 8,906. Il canale era diviso in 12 sostegni mediante opportune chiuse, colle quali si tratteneva l'acqua momentaneamente, per poi avere una corrente alla loro apertura bastante per trascinare un convoglio di quattro battelli in fila. I battelli erano piatti, a tirante debole e della portata di 10 a 15 tonnellate; la discesa si faceva bene, ma la salita era più penosa e richiedeva 4 ore da Yverdon a Entreroches.

Più tardi, colla costruzione di buone strade e la rottura del ponte sotto il Talent, mediante il quale si attraversava il torrente, venne abbandonata la navigazione sul canale di Entreroches, che cessò completamente nel 1829.

Il cantone di Vaud possiede ancora i due porti di Morges e di Ouchy sul lago Lemano, il primo dei quali fu costruito per difendersi contro un'invasione del Duca di Savoia nel paese di Vaud (1691).

XV. — CONCESSIONI PER DERIVAZIONI D'ACQUE PUBBLICHE IN SERVIZIO DELL'INDUSTRIA PRIVATA.

Sotto la dominazione di Berna, le concessioni per utilizzazione di acque pubbliche in servizio dell'industria privata venivano accordate a perpetuità dal Governo, senza formalità.

Nel 1800, ossia poco dopo l'emancipazione del cantone, si fecero due leggi sulla materia: l'una per le macchine idrauliche, l'altra pei molini ad acqua; queste leggi non prescrivevano alcun documento in appoggio delle domande di concessione, bastava l'istanza diretta al Consiglio di Stato; però la concessione non veniva più accordata come un diritto, ma come semplice autorizzazione, revocabile in qualunque tempo. Esse erano assai vaghe e tali, che dopo qualche anno riusciva impossibile di rendersi conto dello stato delle concessioni e modificazioni abusivamente introdotte.

Ad onta di queste imperfezioni tali leggi rimasero in vigore fino al 1869, nel quale anno venne emessa una nuova legge che regolava l'utilizzazione delle acque in modo più completo e meglio in armonia coi bisogni dell'industria. Essa stabiliva in via generica le formalità da adempiere, gli obblighi dei concessionari verso lo Stato, la tassa annuale da pagarsi, le penalità in caso di infrazione alle prescrizioni della legge, finalmente un regolamento per l'applicazione della legge, la quale vige ancora oggi.

Il regolamento fu elaborato; ma dopo alcuni anni si sentì il bisogno di riformarlo, e lo fu infatti a cura del Diparti-

mento dei lavori pubblici. Il nuovo regolamento venne approvato il 31 dicembre 1889, ed è quello attualmente in vigore.

Il regolamento, nelle sue linee generali, è presso a poco conforme a quello che regola la materia anche da noi, determina i documenti da presentarsi a corredo della domanda, la procedura da seguirsi dall'Autorità che fa la concessione, e le condizioni generali, applicabili a tutte le concessioni. In un atto particolare, che si redige dopo ultimata la procedura, vengono stabilite le condizioni speciali a ciascuna concessione.

Le concessioni attualmente in vigore nel canton Vaud sono in numero di 858 per derivazioni da 12 corsi d'acqua; 41 di esse sono utilizzate per fontane o per l'alimentazione di caldaie a vapore; 23 per l'irrigazione, la piscicoltura, i bagni, ecc.; 44 non sono ancora utilizzate. Si hanno quindi 750 concessioni in servizio di motori nelle diverse officine del cantone; esse forniscono una forza media approssimativa di 13500 cavalli-vapore; della quale la quantità utilizzata si ripartisce fra i diversi corsi d'acqua come segue:

	Cavalli		Cavalli
L'Orbe	3800	La Sarine	230
La Grande-Eau	1800	Il Nozon	200
La Baye di Montreux	1000	L'Asse	160
L'Avançon	900	La Broye	150
La Venoge	600	La Menthue	100
L'Aubonne	400	La Veveysse	100

Le concessioni già accordate e per le quali sono in via di esecuzione i lavori destinati ad usufruirne danno un numero di cavalli assai considerevole.

XVI. — LE STRADE FERRATE.

Nella Svizzera la questione delle strade ferrate viene distinta in due periodi, pel fatto che fino al 1° aprile 1873 i singoli cantoni avevano il diritto di fare essi stessi le concessioni per le linee da costruirsi, e spettava ad essi la sorveglianza della costruzione e dell'esercizio delle medesime. A partire dall'epoca suddetta, invece, la Confederazione, in forza della legge 23 dicembre 1872, ha avvocato a sé completamente tutto ciò che si riferisce alle ferrovie, e i cantoni non vi hanno altra ingerenza al di fuori di quella di dare il loro parere nelle questioni che li riguardano.

Tuttavia la storia delle strade ferrate nel canton Vaud non si può dividere in due periodi corrispondenti a quelli sopracennati, come osserva benissimo l'ing. Eugenio Deladoey (1), poichè, se anteriormente al 1873 la competenza delle Autorità cantonali era grandissima, la parte presa dai servizi tecnici fu invece minima, inquantochè le questioni venivano essenzialmente discusse nel campo politico. Ma dopo costruite le grandi linee, venne il turno di quelle secondarie, alle quali si attaccavano maggiormente gli interessi locali, quindi la partecipazione dello Stato e dei comuni diventava questione vitale, donde la necessità di occuparsene anche dal punto di vista tecnico.

Ora che tutti conoscono l'importanza delle strade ferrate, sembra impossibile che nella Svizzera, paese così industrioso, si sia tardato tanto a propugnarne la costruzione; infatti, nel 1850, quando vari Stati vicini già possedevano una rete ferroviaria quasi completa, nella Svizzera, ad eccezione del piccolo tronco Zurigo-Baden, non esisteva alcuna strada ferrata. Appena però la convinzione dei vantaggi, che da questo mezzo di trasporto derivano, entrò nell'animo del pubblico, il Consiglio federale si mise all'opera con febbrile attività, ma nello stesso tempo con saggia ponderatezza. Non si decretarono le linee così a casaccio, secondo le maggiori influenze e dando la preferenza a quelle che venivano reclamate con maggior forza; no, si studiò un programma d'insieme, della cui elaborazione furono incaricate due speciali Commissioni, l'una finanziaria, economica e politica, l'altra esclusivamente tecnica, ed a questa fu lasciata la maggior latitudine possibile, e da due articoli del questionario, che riportiamo qui appresso, si scorge con quali sani criteri le Autorità intende-

(1) *Mémorial*, pag. 220 e segg.

vano accingersi a dotare il proprio paese di strade ferrate. I due articoli 4 e 5 sono i seguenti:

4) I periti determinino in modo particolare le direzioni principali da assegnarsi alle strade ferrate a maggior vantaggio della Svizzera, avuto speciale riguardo alle linee più produttive, più favorevoli alla circolazione interna e al transito, non che alla difesa del paese.

5) Nel loro rapporto indicheranno a quali linee nella costruzione spetta la preferenza e quali dovranno costruirsi simultaneamente; indi designeranno le linee, la cui costruzione potrà venire ritardata.

È evidente che in base a tali criteri gli studi della Commissione dovevano riuscire vantaggiosi alla Svizzera; noi non possiamo esporre qui il risultato dei medesimi, nè seguire le vicende della questione, solo diremo che tanto dal rapporto della Commissione amministrativa, quanto da quello della Commissione tecnica, risultava la necessità che la costruzione delle ferrovie fosse nelle attribuzioni del Governo federale, per ottenere una rete nazionale corrispondente ai bisogni generali. Inspirandosi a questo concetto fu preparato un progetto di legge dal Consiglio federale nella seduta del 24 marzo 1851. Ma le Camere federali non vollero saperne e modificarono la legge nel modo seguente:

« Il diritto di costruire e di esercitare delle strade ferrate sul territorio della Confederazione è di competenza esclusiva dei cantoni e può da essi venire concesso all'industria privata, salvo l'approvazione della Confederazione ».

Questa legge fu in vigore fino al 1873; essa lasciava liberi i cantoni di fare a modo loro, salvo ad intendersi reciprocamente fra essi per rilegare varie linee dei proprii territori; la Confederazione non interveniva che in caso di disaccordo, e nel resto limitavasi a fissare le disposizioni tendenti ad ottenere un'armonia ed una unità unica nella parte tecnica delle ferrovie, al quale scopo elaborò un ordinativo il 9 agosto 1854.

Siccome i periti federali nel loro rapporto avevano stabilito fra le linee principali e di prima costruzione nell'interno della Svizzera:

1. La linea da Ginevra a Yverdon per Morges con diramazione per Ouchy (Losanna);

2. La linea d'Yverdon a Soletta con diramazione per Berna;

Così la via da seguirsi pel canton di Vaud era tracciata, e una volta rilegato il lago Lemano a quello di Neuchâtel sembrava che per un lungo periodo d'anni si fossero soddisfatti i bisogni del paese. Perciò non si sentì la necessità di una legislazione speciale in materia di ferrovie, il che spiega perchè il cantone non ne abbia mai avuto.

Le linee costruite nel cantone lo furono tutte dall'industria privata, e da privati sono pure esercitate; esse possono dividersi in linee principali, secondarie e speciali.

a) Rete principale.

Le strade ferrate costituenti la rete principale sono le seguenti:

1. D'Yverdon a Morges e a Losanna;

2. Da Morges a Versoix (confine verso Ginevra);

3. Da Losanna a Massongex (confine verso il Vallese, linea del Sempione);

4. D'Yverdon a Vaumarcus (confine con Neuchâtel, linea di Soletta);

5. Da Losanna a Oron (linea verso Friburgo e Berna);

6. Da Jougne a Eclépens (per Vallorbe al confine francese);

7. Linee della Broye.

Linea d'Yverdon a Morges. — La prima delle menzionate ferrovie aveva lo scopo di rilegare i due laghi di Neuchâtel e Lemano, e l'idea era già stata emessa fin dal 1837; la concessione però non fu accordata che nel 1852, ma passò per diverse mani, prima di arrivare alla Compagnia dell'Ovest, che la costruì e l'aprì, in tre sezioni, all'esercizio il 7 maggio 1855, il 1° luglio dello stesso anno e il 5 maggio del 1856. La sede e le opere d'arte si fecero pel doppio binario, ma non se ne applicò che uno; ha una lunghezza di 40 chilometri,

la pendenza massima del 10 0/00 e raggi tutti superiori a metri 500.

Linea da Morges a Versoix. — Nel concetto dei periti federali le comunicazioni per acqua dovevano bastare per lungo tempo ai bisogni del commercio e dell'industria; e perciò essi avevano limitato la loro linea a Morges da una parte e a Yverdon dall'altra, rimandando ad un'epoca posteriore le linee locali (1). Ma appena iniziata la prima linea, si sentì subito il bisogno di continuarla, e il 2 dicembre 1852 i cantoni di Berna, Friburgo, Ginevra e Vaud sottoscrissero una convenzione che fissava la direzione generale della linea Ginevra a Berna per Morges, Yverdon, Estavayer, Payerne e Morat. Ma pel momento di questa linea non si costruì che il tronco Morges-Versoix, che venne aperto all'esercizio il 14 aprile 1858. La sua lunghezza è di 40 chilometri, e le condizioni di costruzione sono le medesime della precedente.

Linea Losanna-Massongex. — Questa linea, nella sua idea primitiva, doveva essere il tratto d'unione tra la Francia e l'Italia attraverso la Svizzera e il Sempione; infatti la Società Ouest-Suisse aveva assunto l'impegno nel 1853 di costruire la linea da Jougne a San Maurizio, impegno però che fu solo approvato dal Gran Consiglio il 2 aprile 1856, e nel quale per la prima volta si stabilisce di sussidiare una ferrovia. Il sussidio fu di 2 125 000 lire, più una certa quantità di traversine di quercia.

La linea fu aperta all'esercizio in tre tronchi ad epoche diverse: il 10 giugno 1857 quello da Villeneuve a Bex; il 1° novembre 1860 da Bex a San Maurizio, e il 10 aprile 1861 da Losanna a Villeneuve, il più difficile e il più costoso.

Il resto della linea non poté costruirsi subito; da Losanna a Eclépens esisteva già (linea Morges-Eclépens-Yverdon e diramazione per Losanna); pel tratto da Eclépens a Jougne invece la Società dell'Ouest-Suisse non riuscì mai ad avere il capitale necessario, sicchè dovette rinunciare alla concessione; allora il Dipartimento dei lavori pubblici fece eseguire studi particolareggiati, ma le peripezie per le quali passò l'attuazione di questa linea furono numerose e deplorabili; allora il Dipartimento dei lavori pubblici, per mezzo dei suoi ingegneri, fu obbligato di esercitare un controllo straordinario ed intervenire sovente nella costruzione. La linea fu finalmente ultimata e poté aprirsi all'esercizio da Eclépens a Vallorbe il 2 luglio 1870. Le pendenze massime sono del 20 0/00; il raggio minimo delle curve 400 m. La sede è ad un binario, le sole gallerie per due binari; la sua lunghezza fino al confine è di 30 chilometri.

Linea d'Yverdon a Vaumarcus. — Fu concessa all'Ouest-Suisse il 13 ottobre 1856 e aperta all'esercizio il 7 novembre 1859. È costruita nelle stesse condizioni di quelle già descritte.

Linea da Losanna a Oron. — Benchè fosse stata decisa la linea per Berna in direzione di Yverdon-Payerne e Morat, pure non si costruì, come già vedemmo, che il tronco fino a Yverdon. Friburgo reclamava una ferrovia, Losanna da parte sua desiderava pure di essere unita alla capitale (Berna) per la linea più breve, che era appunto quella per Friburgo; ma ciò era in contraddizione coi criteri dei periti federali sopra menzionati. La lotta fu difficile e lunga, e dovette risolversi dalla Confederazione, la quale decise in favore della linea per Friburgo il 4 agosto 1857. La ferrovia fu costruita e aperta al pubblico esercizio il 4 settembre 1862. La pendenza massima adottata fu del 18 0/00, assai considerevole per l'epoca. Il tronco sul territorio vodese ha una lunghezza di 26 chilometri.

Linee della Broye. — Sono due linee, l'una detta *longitudinale*, da Palésieux (sulla linea Losanna-Friburgo-Berna) a Moudon-Payerne-Morat; l'altra *trasversale*, da Yverdon a Payerne e Friburgo.

(1) Nel loro rapporto fra l'altre ragioni dicevano: « On ne saurait vraiment insister trop fortement sur l'inutilité et la disconvenance qu'il y aurait à dilapider la fortune publique par la construction de chemins de fer le long des rives de ces lacs (il Lemano e quello di Neuchâtel), magnifiques routes ouvertes par la nature avec une grande prodigalité. »

« Le bateau à vapeur donne aux habitants des rives des facilités plus générales qu'aucun chemin de fer ne pourrait le faire ».

La prima fu concessa a una Società inglese nel 1871, alla quale però nel 1873 subentrò una Società nazionale con sussidio dello Stato sotto forma di sottoscrizione d'azioni per la somma di lire 1 900 000. Fu inaugurata il 25 agosto 1876.

La trasversale fu costruita dalla Società Suisse Occidentale e il Governo la sussidiò sottoscrivendo azioni per 300 000 lire. Fu iniziata il 31 settembre 1874 e aperta al pubblico il 1° gennaio 1876. Le due linee sono a un sol binario e colla pendenza massima del 18 0/100.

b) Rete secondaria.

Mano mano che si andava completando la rete principale, si reclamavano da ogni parte allacciamenti alla medesima; questi, sebbene di minor costo, perchè da costruirsi con tipo più economico, richiedevano ciò nullameno delle spese, alle quali le compagnie ferroviarie non volevano facilmente sobbarcarsi, prevedendo un traffico ben diverso da quello che si verificava sulle linee principali. Questa circostanza aumentava le difficoltà e richiedeva sussidi da parte dello Stato e dei comuni interessati.

Le domande di concessione cominciarono a fioccare dal 1871 al 1873, sicchè il Consiglio di Stato si trovò obbligato di preparare una legge che regolasse la partecipazione finanziaria del Governo; ma questa legge, votata il 21 febbraio 1873 dal Gran Consiglio, fu dall'assemblea dei comuni rigettata con debole maggioranza nel marzo successivo. Ciò nullameno i sussidi accordati posteriormente s'informarono più o meno ai principii stabiliti nella legge stessa, e cioè 20 000 lire per chilometro quando la linea interessasse una parte importante del cantone. Lo scartamento del binario veniva fissato a un metro e la rete abbracciava 236 chilometri di ferrovia; per conseguenza occorreva un sussidio complessivo di lire 4 720 000, che si supposeva doversi ripartire sopra 25 anni.

Le previsioni erano belle, ma la realtà fu ben diversa, e dopo 20 anni di tempo, appena una parte minuscola della rete progettata era stata eseguita. L'esaminare le ragioni di questi risultati ci condurrebbe troppo lontano e non avrebbe un interesse pei nostri lettori, poichè d'ordinario trattasi di cause affatto locali. Certo che il rigetto della legge 1873 vi ha pure in parte contribuito; ma le ragioni più importanti devono ricercarsi, come dicemmo, nelle condizioni locali.

Le linee costruite sono le seguenti:

Lausanne-Echallens . . .	lunghezza km.	15
Bière-Apples-Morges . . .	»	18
Apples-L'Isle	»	9
Echalens-Bercher	»	9
Vallorbe-Le Pont	»	8,5
Yverdon-Saint-Croix	»	25

La prima di esse è l'unica ferrovia che nel canton Vaud sia stata costruita sopra una strada ordinaria; fu aperta al pubblico nel novembre 1873 e nel giugno 1874; in una breve tratta offre la pendenza del 4 0/10; nel rimanente ha pendenze tutte inferiori; la spesa totale è stata di lire 1 318 655, ossia lire 87 910 al chilometro. Lo Stato sussidiò la costruzione prendendo azioni per 200 000 lire.

La seconda linea Bière-Apples-Morges ha una lunga storia; in origine si trattava di dotare il versante sud-est del Giura di ferrovie; ma dopo una serie di studi che costarono 43 239 lire allo Stato e 44 880 ai comuni, si stabilì una rete alquanto limitata, e il Governo accordò un sussidio. Ma anche dentro limiti così ristretti la costruzione non poté effettuarsi e si finì per ridurre la questione a due linee sussidiate dal Governo in ragione di 20 000 lire per chilometro, delle quali però la sola linea Brière-Apples-Morges fu costruita e aperta all'esercizio il 29 giugno 1895. Scartamento un metro; raggio minimo delle curve 150 metri; pendenza massima 35 0/100.

Apples-L'Isle fa pure parte della rete del versante sud-est del Giura; fu concessa a un Comitato locale il 21 dicembre 1894; incominciata nel 1896, si spera di finirla in breve. Il sussidio governativo è di 20 000 lire per chilometro e la spesa preventivata 800 000 lire, ossia lire 88 888 al chilometro; il raggio minimo delle curve 150 metri; la pendenza massima 25 0/100.

Il prolungamento della linea Losanna-Echallens, che era stato decretato fino dal 1875, doveva farsi nella vallata della Menthue ed offriva difficoltà di tracciato serie, perciò gli studi furono lunghi e solo nel 1886 si arrivò a stabilire un andamento soddisfacente, Echallens-Bercher. Fu concessa a una società locale il cui principale azionista era la società di fabbricazione del latte condensato, che aveva il maggior interesse nella costruzione della linea. Il Gran Consiglio accordò un sussidio di 20 000 lire per chilometro. Fu incominciata nel 1888 e inaugurata il 24 novembre 1889; non offre opere d'arte speciali; la sua pendenza massima è del 25 0/100; il raggio minimo delle curve 250 m.; la spesa 470 000 lire, ossia L. 52 222 per chilometro.

La linea Vallorbe-Le Pont ha lo scopo di allacciare la vallata di Joux, ricca d'industrie, alla rete principale. I primi studi risalgono al 1872, ma la concessione non data che dal 1882 con un sussidio governativo di L. 360 000, sussidio relativamente elevato pel fatto che lo Stato si esonerava dall'obbligo di costruire una strada ordinaria costosa fra Vallorbe e Le-Pont. La concessione fu nel 1885 trasferita alla compagnia della ferrovia del Pont a Vallorbe che iniziò subito la costruzione e così la linea poté inaugurarsi il 30 ottobre 1886. Oltre a una galleria di 450 metri, presenta delle opere d'arte importanti per una ferrovia regionale; è a scartamento ordinario; la pendenza massima del 38 0/100 sopra 6 chilometri; il raggio minimo delle curve è di 200 m. nelle tratte in pendenza del 38 0/100 e di 180 metri nel rimanente. La spesa fu di 1 500 000 lire, ossia lire 176 470 per chilometro. Il prolungamento sulle due rive del lago di Joux fino a Brassus è stato già concesso e cioè il 16 gennaio 1891 per la linea orientale, e il 23 marzo 1896 per quella occidentale; ma a tutt'oggi nulla ancora è stato fatto.

L'ultima linea di cui ci resta a parlare è quella da Yverdon a Sainte-Croix, la quale per la posizione elevata in montagna di Sainte-Croix offriva non poche difficoltà. Gli interessati e lo Stato stesso fecero parecchi studi allo scopo di trovare un tracciato soddisfacente; si era proposto il sistema ad asta dentata, ma lo Stato lo vedeva di mal'occhio. Finalmente dopo lunghi studi il Dipartimento dei lavori pubblici si decise per un tracciato sulla riva destra dell'Arnon, studiato dai propri ingegneri, con pendenze del 4 0/10. Il Gran Consiglio nella seduta del 14 agosto 1890 accordò un sussidio di 20 000 lire per chilometro; i comuni interessati votarono una partecipazione di un milione circa; e già si stava per attuare il progetto quando un generoso cittadino, il signor William Barbey, offrì di costruire egli stesso la strada a proprie spese e senza alcun sussidio, nè da parte dello Stato, nè dei comuni, alla sola condizione che l'esercizio fosse sospeso le domeniche. I lavori cominciarono nel 1892 e la linea venne aperta all'esercizio il 27 novembre 1893. E' una delle ferrovie più pittoresche e più ardite; presenta molte gallerie e viadotti e la sua costruzione ha offerto moltissime difficoltà. Le pendenze raggiungono il 4 0/10, come già dicemmo, e il raggio minimo delle curve è in qualche punto di 100 metri. Il suo costo fu di 2 600 000 lire, ossia L. 104 000 al chilometro.

c) Linee speciali.

Per queste linee l'ingerenza del Governo cantonale si dovette limitare all'esame di alcune questioni presentate dal Governo federale, e ciò in forza di leggi generali; perciò non abbiamo nulla a dire in proposito; ci limiteremo ad accennare che sono tre: quella di Territet-Glion che è un piano inclinato a contrappeso d'acqua, con ascesa del 57 0/10; non serve che per viaggiatori di piacere; fu inaugurata il 18 agosto 1883.

La linea da Glion a Naye lunga 7640 metri ad asta dentata, sistema Abt; aperta al pubblico il 28 luglio 1892.

Le due funicolari Lausanne-Ouchy e Cossonay-stazione.

A queste linee speciali si devono aggiungere le tramvie elettriche Vevey-Montreux-Chillon; Orbe-Chavornay; Aubonne alla stazione di Allaman e quelle nell'interno di Losanna.

XVII. — MINIERE.

Le miniere prima del 1890 appartenevano, come da noi, al Dipartimento di agricoltura e commercio; ora costituiscono un ramo pure dipendente dall'Amministrazione dei la-

vorì pubblici; però hanno un'importanza così piccola che quasi non varrebbe la pena di farne menzione; ma per esaurire interamente l'argomento che stiamo trattando diremo brevemente tutto ciò che vi è da dire.

L'unica industria esistente è quella del carbon fossile, una varietà di lignite; per verità nel 1852 si è tentata la produzione dell'asfalto nella vallata di Joux, ma si dovette subito abbandonare poichè le cave di Val de Travers nel canton Neuchâtel, in pieno sviluppo, rendevano impossibile qualsiasi concorrenza.

Si crede esista anche il petrolio nella plaga compresa fra Yvonand, Yverdon, Orbe, Chavornay, Vuillens e Morges, e nel 1894 si è costituita una società per le opportune ricerche; essa ottenne anche l'autorizzazione dal Governo di intraprendere i necessari scandagli; ma fin'ora nulla si è fatto.

Unica industria di miniera esistente è quella della cavatura della lignite, che risale alla metà del XVIII secolo, ma che solamente in questi ultimi decenni si trova in piena prosperità; non è però gran cosa poichè occupa appena da 70 a 80 operai e la quantità di lignite che si estrae è piccola, ad onta che le concessioni siano in numero di 5: nel 1895 fu di 988 tonnellate circa. La grande industria del paese non può quindi far calcolo di questa produzione, non troverebbe alimento sufficiente; perciò il carbone estratto viene impiegato nelle cucine degli alberghi, nei caffè e nelle piccole industrie della località.

La lignite si riscontra in vari siti del cantone, ma specialmente nei distretti di Losanna, Lavaux, Oron, Vevey, Aigle, Yverdon e Pays d'Enhaut; attualmente però non si cava che nei tre primi distretti.

Gli strati hanno una grossezza molto piccola; essi consistono in due filoni quasi paralleli; l'uno con un'altezza da 8 a 9 cent., ed è il più profondo; l'altro con altezza di 20 centimetri circa; sono separati da un miscuglio di marna grigia e di calcare bituminoso.

L'estrazione si fa in un modo alquanto primitivo, e assai poco favorevole per gli operai. Si comincia dall'aprire un cunicolo di direzione secondo lo strato di lignite con una leggera pendenza, tanto per dare scolo alle acque di infiltrazione. Il cunicolo ha la sezione di un rettangolo alto da m. 1,50 a 1,80 e largo da m. 1,20 a m. 1,50.

Aperto così il cunicolo di direzione si praticano lateralmente al medesimo nello strato di lignite, e seguendo l'inclinazione di questo trasversalmente al cunicolo principale delle gallerie aventi da 2 a 3 metri di larghezza ma bassissime e cioè alte solo da m. 0,40 a 0,60. Esse hanno direzioni svariate, le une salgono, le altre discendono, e una lunghezza di 40 a 60 metri, per cui danno un campo di estrazione di circa 80 a 120 metri di estensione. Gli operai vi si trovano molto a disagio, poichè per lavorare devono coricarsi pel lungo sul dorso o sopra un lato, e in questa posizione scavano nella roccia servendosi di un piccone a corto manico, il cui ferro è leggermente curvato e tagliente da un lato solo, dall'altro serve da piccone.

La lignite viene staccata a piccoli colpi e cade in appositi recipienti piatti che un altro operaio all'entrata della galleria estrae per mezzo di una corda e di un arganello assai primitivo; i recipienti vengono vuotati dentro vagonetti che scorrono sopra rotaie nel cunicolo di direzione e vengono spinti al sito di deposito. L'operaio sostiene il tetto della galleria con pezzi di legno, ma mano mano che estrae la lignite vi sostituisce la roccia inutile, ricostituendo così la parte dove avvenne l'escavazione. Con tal metodo le materie in deposito sono ridotte a un minimo, poichè sono costituite quasi esclusivamente dal materiale del cunicolo di direzione.

Il signor Briod nel *Mémorial* ci descrive con grande vivacità la triste sorte di questi poveri minatori (1): « Per arrivare al fronte o posto del lavoro, l'operaio deve percorrere nelle gallerie laterali da 40 a 60 metri, striscia sul ventre aiutandosi colle mani e coi ginocchi e spingendo innanzi a sè il proprio piccone e la lampada fuliginosa. Vedendolo così nell'oscurità, che non arriva a dissipare la fiamma della sua

lampada, lo si potrebbe prendere per un sauro bizzarro che si avvia nella sua tana facendo le più strane contorsioni.

« L'abitudine dà a questi uomini un'abilità grandissima che loro permette di strisciare in quel budello tortuoso con una facilità rimarchevole.

« Così trascorrono nella miniera delle ore monotone e tristi, talvolta rallegrate da un ritornello che sembra provenire d'oltre tomba. Ma questa gaiezza non è che eccezionale, poichè il lavoro continuo nell'oscurità e l'idea del pericolo che loro sovrasta, dà al loro carattere una freddezza ed una calma, che non si trovano nell'operaio che lavora alla luce del sole ».

Talvolta si fa uso anche di mine, e sempre colla polvere poichè la dinamite, che fu pure sperimentata per qualche tempo, lascia dietro di sè dei gas deleteri e assai difficili ad allontanare dall'interno della miniera.

La ventilazione si fa mediante pozzi che arrivano alla superficie del suolo o immettono in altri cunicoli di escavazioni antiche.

Le acque d'infiltrazione sono pure frequenti e impediscono talvolta il lavoro o per lo meno obbligano ad estrarle con macchine speciali.

L'escavazione si fa per mezzo di cottimisti, che sono specie di capi-cantieri o capi-minatori i quali assumono gli operai e pagano loro una giornata di L. 3,30 a 3,80 per 10 ore di lavoro. Essi forniscono il carbone al deposito e ricevono L. 2,80 per quintale. Il concessionario poi ricava da L. 3,60 a 4,20 per quintale reso sul posto dove si consuma.

La legge che regola la materia sulle miniere è del 6 febbraio 1891 e contiene i principii fondamentali che vi si riferiscono. Un regolamento del 21 marzo 1891 comprende tutte le disposizioni accessorie, da applicarsi alle domande di ricerche di miniere o di concessioni e alla sorveglianza della cavatura.

Le durate delle concessioni non sono stabilite; si fanno però ordinariamente per 10 anni, e possono rinnovarsi. I concessionari di miniere di carbon fossile pagano annualmente allo Stato una tassa fissa secondo l'estensione del territorio occupato dalla loro concessione; e una tassa proporzionale al rendimento del loro esercizio.

Con ciò siamo arrivati al termine del nostro lavoro. Nel *Mémorial* vi è pure un capitolo sulle saline di Bex, ma queste sono estranee al Dipartimento dei lavori pubblici, per cui non ne facciamo parola.

Teramo, maggio 1897.

Ing. G. CRUGNOLA.

IGIENE ALIMENTARE

PROGRESSI OTTENIBILI NELLA MACINAZIONE DEL MAIS E NEL MODO DI ACCRESCERNE LA NUTRIZIONE.

Conferenza (1) tenuta in Milano il 20 giugno 1897

dal prof. ANGELO CELLI

Direttore dell'Istituto d'Igiene nella R. Università di Roma.

Quid aliis sumus, nisi id ipsum unde alimur?
GIOVANNI BARTOLOMEO BECCARI, 1728.

Da parecchi anni le statistiche ufficiali incontrano lungamente e tristamente abituale per vaste regioni italiane l'inedia del proletario agricolo rurale. Ebbene, questo grido d'allarme quanti l'hanno udito, quanti ne furono scossi? In questi ultimi tempi, nelle nostre scuole d'igiene e di fisiologia, fu minutamente sottoposto all'osservazione e all'esperienza il bilancio nutritivo del contadino veneto, emiliano e abruzzese che mangiano granturco, e del contadino dei monti che mangia castagne, o talvolta, mi vergogno a dirlo, anche la ghianda. E dolorosamente fu confermato che il cibo di tutti questi infelici è difettoso sempre per qualità, spessissimo per quantità, anche quando sovrerchio in volume; come è assai sconsigliato il difetto di albumina, i

(1) *Mémorial*, pag. 242.

(1) Pubblicata nel *Giornale della R. Società Italiana d'Igiene*.

eu inesorabili e durevoli danni fisici e morali si manifestano poi nell'aspetto sarno e macilento, nella mancanza di forza e d'energia, nella predisposizione alle malattie infettive, con tutte le conseguenze che agli individui, alle famiglie, alla società ne possono derivare, specialmente da noi ove la mortalità è così alta e così breve è la vita media, e quindi il tempo utile alla produzione.

Non sappiamo ancora, e sarebbe necessario di saperlo fra breve, quanto male si nutra il contadino che vive, come nell'Alta Italia, di riso, o. come nel Mezzogiorno, di fichi d'India o di frutta.

Ma in principal modo d'interessa di scrutare e conoscere intimamente il valore nutritivo dell'alimentazione *maidica*, dappoichè due terzi almeno dei contadini d'Italia, cioè dei più preziosi lavoratori nostri, si cibano e vivono di granturco!

*

Date, vi prego, uno sguardo, a questa carta d'Italia, dove, per le singole provincie, al tono del color giallo corrisponde l'intensità di coltura del granturco, e vi persuaderete subito che, tranne cinque provincie estreme di Sicilia (Palermo, Trapani, Girgenti, Caltanissetta, Siracusa), più o meno se ne coltiva, e quindi se ne mangia dappertutto, raccogliendosene ogni anno, senza contare quello che se ne importa, dai 20 ai 30 milioni di ettolitri, con un massimo di 4-6 milioni e mezzo proprio qui nella fertile campagna di Lombardia. Sicchè questa pianta, sebbene fra le ultime entrate nella grande coltura, si è, in meno di due secoli, enormemente diffusa, perchè, oltre ad alcuni suoi pregi agricoli, ha per l'alimentazione i suoi vantaggi, ai quali però, mi affretto a dirlo, fanno contrasto assai penosi inconvenienti.

I precipui vantaggi sono: la facilità massima di prepararne del cibo; il sapore gustoso e grato, sia pure con scarso o nessun condimento, sia pure per lungo tempo; e il pochissimo prezzo.

I più noti inconvenienti sono: una certa relativa scarsezza media di sostanze nutritive azotate, che sono le più preziose; la difficile digeribilità, secondo il modo come il granturco viene da secoli, invariabilmente, preparato: e, peggio di tutti i veleni maidici, l'intossicazione maidica, che il genio divinatorio di Cesare Lombroso dimostrò la causa sostanziale della malattia, della miseria rurale, la pellagra! E per maggior disgrazia, di tali veleni se ne producono facilmente così nel seme umido come nella farina e nel pane, che sono l'uno e gli altri tanto facili a guastarsi o ad ammuffirsi; e non è detto ancora che non se ne producano eziandio dal granturco buono, colle anomale fermentazioni dell'intestino!

Quindi l'ideale sarebbe lo spostare la base dell'alimentazione del granturco verso altri cereali e verso altre sostanze più nutrienti.

In verità, o signori, io non mi so rassegnare a credere che tanti nostri fratelli, perchè vivono lavorando per gli altri molto più che per sè, debbano essere eternamente condannati a spartire cogli animali un vitto scarso o cattivo! E lo sconforto delle miserie presenti godo alleviare con la speranza che la scienza della salute debba un giorno, che sarà il più fausto, svincolarsi dalle catene economiche, e tornare a reggere i popoli col suo imperio dolce e salutare per tutti, e non come ora, per alcuni soltanto.

Ma con gli occhi della mente e del cuore fissi all'alba del domani, sento oggi il dovere di studiare se e come si possano evitare o impedire quegli inconvenienti che l'attuale struttura economica della società ci permette rimuovere.

E allora il pauroso problema dell'alimentazione maidica, che è tanta parte della misera vita del nostro contadino, lo possiamo formulare così:

Può essere migliorata per qualità e digeribilità l'alimentazione di granturco senza elevarne notevolmente il prezzo?

*

Se oggi, in brevi parole, avrò l'onore di darvi una prima risposta all'eterno quesito, debbo ringraziare i miei collaboratori Alberto Scala, Giuseppe Panegrossi e Attilio Bonanni, nonchè due Case industriali di Toscana che si sono messe a nostra disposizione per aiutarci.

Il primo passo è quello di perfezionare la macinazione del granturco.

E' noto che da molti anni, e con mirabile energia, l'industria mi-

gliora sempre più l'arte di macinare il grano e di trasformarlo in pane e pasta, giungendo nell'istesso tempo a un miracolo di tecnica e ad un raro esempio di giustizia sociale, poichè le più bianche e costose farine del ricco sono le più povere di sostanze azotate, e le farine scure e a più buon prezzo del povero sono le più ricche delle stesse preziose sostanze azotate. Libri e giornali appositi, in varie lingue, narrano i meravigliosi progressi d'ogni giorno in questo campo; ma di perfezionare la macinazione del granturco e del modo di trasformarne la farina in un cibo più nutriente, chi se ne occupava? Il paria della gleba mangia da secoli sempre la stessa polenta, la stessa focaccia, lo stesso pane di granturco, grossolanamente macinato, mal preparato e peggio digeribile.

Soltanto in questi ultimissimi anni, nel 1893, venne in luce un primo e più razionale metodo di macinazione del granturco, per merito d'una Casa inglese, la *Sheppard's Corn Ralting Company* di Londra. Secondo questo metodo, coll'azione sterilizzatrice del vapore d'acqua i semi si rigonfiano e si liberano della buccia e dell'embrione; si spezzettano poi in questi ricciolini, si prosciugano, si conservano e poi si macinano a volontà; se ne ricava questa farina finissima e che benissimo si mantiene a lungo.

Dimostrazione dei campioni. — In confronto della vecchia e solita farina di granturco macinata nel modo ancora primitivo, si hanno, dopo la già detta sterilizzazione del seme, la quale, rispetto alla patogenesi nella pellagra, potrebbe essere tutt'altro che indifferente, questi altri vantaggi: ossia aumento di sostanze azotate, diminuzione di grassi che agevolmente rancidiscono, e di celluloso che si digerisce male; parziale metamorfosi dell'amido in prodotti solubili (dextrina e zucchero) e quindi più digeribili.

Peccato però che questa farina *Sheppard* nè si presti per far pane, nè si possa, a causa della consistenza collosa, inghiottire bene, se calda, sotto la forma della polenta.

Ma per fortuna, mentrèchè da questi primi nostri tentativi veniva un risultato pratico tanto poco favorevole e incoraggiante, l'industria italiana aveva portato notevoli, per quanto clandestini progressi, nell'arte della macinazione del granturco, per lo scopo di mescolarne le farine alle paste alimentari di grano. Questo miscuglio di farine di granturco e di frumento per farne delle paste che si mettono in vendita col nome e col prezzo di quelle di grano, è, senza dubbio, una frode commerciale che deve essere perseguitata e punita. Ma che porti chi sa mai quali danni alla salute, come gridavano certi declamatori che col santo velo dell'igiene volevano colpire l'industrialismo ingordo, è assolutamente, indiscutibilmente contrario alla verità.

E intanto da quella frode ch'era, ed è un male, il fisco fu sollecito a derivarne subito un male maggiore, regalando al povero consumatore un altro balzello sulla fame, cioè un forte dazio sul granturco bianco, e nientemeno anche sull'orzo e simili cereali inferiori.

Dal male piuttosto ricavare un bene fu invece l'intento nostro.

Ed oggi possiamo essere lieti che il nuovo sistema che possiamo dire *italiano di razionale macinazione del granturco*, si esercita alla luce del sole, ed è descritto in un pubblico brevetto cui, son certo, ne seguiranno altri e quindi nuovi perfezionamenti. Oggi, dunque, sappiamo che i semi di granturco si inumidiscono prima con una soluzione di bisolfito di soda allo scopo di far gonfiare le cortecce ed anche di sterilizzarle parzialmente, poi si sottopongono all'azione del calore (di circa 80°) per brevissimo tempo, e subito dopo si fanno passare attraverso alle coppie dei cilindri della macinazione. L'epidermide del seme si distacca benissimo e trascina seco l'embrione; la farina che si ottiene è finissima; contiene in confronto delle farine solite di granturco, meno cellulosa e meno grasso, onde è più conservabile. Per questo, e perchè con tale sistema non può macinarsi granturco che non sia sano, il pericolo dei veleni maidici che vedemmo generarsi dalla scomposizione del granturco e delle farine che facilmente si guastano, viene già allontanato. E la nuova farina non solo è buona per far polenta, pizza e pane, ma inoltre (e questo è il principale vantaggio) per far paste da minestra.

*

Voi, qui, di questa meravigliosa città del lavoro, conoscete e apprezzate poco quella grande industria, puramente e schiettamente italiana,

dell'ottimo prodotto alimentare che in tutto il mondo va col nome di *pasta d'Italia* o di *maccheroni*. La Liguria e il Mezzogiorno se ne contendono il primato, e per mantenerlo aggiungono sempre nuovi perfezionamenti che si concretano in tanti pregi commerciali, rispetto alla preparazione, all'eleganza della forma ed alla durata della conservabilità, e nei consecutivi pregi fisiologici che si possono riassumere così: un piatto di pasta si digerisce quasi così bene come un piatto di carne, meglio certo del latte, del pane puro e, in genere, molto meglio d'ogni altro alimento vegetale! Sventuratamente, difficoltà finora insormontabili avevano impedito pastificare il granturco; ma da poco in qua, per merito dell'industria italiana, lo scarsissimo commercio alimentare del povero si è arricchito delle nuove paste di solo granturco, o miste di frumento e granturco.

Dimostrazione dei campioni. — Per valutare esattamente il valore reale di questi nuovi prodotti alimentari occorre un *triplice giudizio*, cioè: *chimico, fisiologico, commerciale*.

Il chimico igienista innanzi tutto ne studia la *composizione*. E, come insegna la seguente tabella *A*, trova che per rispetto alle sostanze albuminoidi e a quelle azotate solubili fra una pasta di solo granturco giallo e una pasta bianca di prima qualità di solo frumento, non v'ha quasi differenza. Ecco dunque un risultato a prima vista insperabile, cioè che *dallo stesso granturco si può, trasformandolo in pasta alimentare anziché in polenta, ricavare un alimento così albuminoidi come dal grano*.

TABELLA A.
Composizione centesimale delle paste alimentari.

	In 100 parti di sostanza secca					Prezzo al chilogr. Lire
	albumi- noidi	grassi	amila- cei	sostanze solubili		
				azotate	non az.	
Pasta di solo granturco giallo	11,50	3,05	84,04	1,75	19,53	0,20
Pasta con 75 % di granturco giallo . .	13,06	2,11	83,07	3,50	12,42	0,22
Idem 66 % idem	12,88	2,65	82,82	3,50	16,08	0,23
» 50 % »	16,94	1,62	78,81	2,63	14,09	0,25
» 33 % »	14,75	1,04	83,13	2,63	11,91	0,27
Pasta scurissima di grano (3 ^a qualità)	18,06	1,26	78,45	2,62	14,42	0,35
Idem scura di grano (2 ^a qualità)	15,50	1,37	81,73	2,62	11,82	0,60
Idem bianca di grano (1 ^a qualità)	11,81	0,41	87,06	1,75	10,95	0,75

Secondo la stessa tabella, le paste più azotate sono quelle più scure, ma che poi con la cottura s'imbiancano, e sono a minor prezzo, perchè provengono da quelle farine più scure che si possono e si devono usare per l'alimentazione sostanziosa a buon mercato. Le paste miste, cioè fatte di mescolanza di queste farine scure con 75, 66, 50, 33 % di granturco giallo sono anche proporzionatamente molto ricche di sostanze azotate, anzi più ricche di quelle di solo granturco giallo e della stessa pasta bianca di prima qualità.

La sola differenza essenziale tra la pasta di prima qualità, la pasta scura, la pasta mista, la pasta di solo granturco sta nella quantità progressiva ascendente dei grassi che arrivano appunto al massimo in queste ultime, però non irrancidiscono, tant'è vero che anche la pasta di solo granturco si può conservare così bene come quella di grano.

Il chimico igienista inoltre ha studiato le interessantissime *trasformazioni delle sostanze nutritive* che partendo dalla farina avvengono nella preparazione delle paste e comparativamente del pane; ed ha trovato che nell'uno e nelle altre si ha una scomparsa di metà dei grassi; le sostanze amidacee diventano nelle paste, in maggior quantità che nel pane, solubili e quindi più digeribili; nelle paste si ha un aumento percentuale di sostanze azotate e, viceversa, una diminuzione di circa l'1 % nel pane; e infine nella pasta vi ha molto meno umidità che nel pane, e perciò mentre questo, in specie se di granturco, è più facile a guastarsi e ad ammuffire, le paste invece, anche se di solo granturco, si conservano a lungo e assai bene.

La chimica dunque ha dato un responso molto favorevole sulla composizione e sulle utili trasformazioni delle nuove paste alimentari. Ma la chimica sola non bastava a darci il giudizio che a noi interessava. Dovemmo interpellare anche la fisiologia. Questa sola può darci l'esatta misura del *reale valore nutritivo* d'un cibo, e cioè determinando:

la quantità di sostanze nutritive azotate, grasse e amidacee che vi si contengono;

la digeribilità o (ciò che equivale) la perdita con le feci sia di tutta la razione come delle singole sostanze nutritive;

il bilancio delle preziose sostanze azotate;

e, finalmente, il bilancio delle calorie sviluppate da tali alimenti, che sono come il carbone della nostra macchina.

E così, alimentando successivamente uno stesso individuo abituato alla polenta, prima con questa e poi via via, quattro per quattro giorni alla volta, con pasta di solo granturco, con paste miste, con paste di grano scure e bianche, di prima qualità, s'è potuto con le analisi dell'introito e dell'esito mettere insieme il bilancio della nutrizione, i cui numeri sono ordinati in questa tabella *B*.

TABELLA B.
Alimentazione con polenta e con paste alimentari.
Medie giornaliere e confronti.

		Polenta	Pasta di solo granturco giallo	Pasta 3/4 granturco giallo 1/4 grano	Pasta scura di grano	Pasta bianca 1 ^a qualità
Razione in grammi di	sostanze azotate	69,01	83,48	90,94	89,97	83,76
	sostanze grasse	40,42	36,29	34,12	26,35	28,28
	sostanze idrocarbonate	589,73	679,22	597,44	543,61	636,17
Perdita delle feci 0/0	della razione totale (sostanza secca)	8,50	5,23	5,09	5,21	3,91
	azotate	24,40	10,19	9,46	9,22	8,78
	grasse	15,01	14,02	13,21	13,81	12,44
delle sost. idrocarbonate		5,33	3,69	3,51	3,69	2,54
	Bilancio delle sostanze azotate	3,31	9,25	10,37	8,68	10,12
Calorie del cibo assorbito		2815,02	3269,01	2964,95	2631,00	3074,44
Calorie per chg. di peso		48,03	55,45	49,70	46,22	51,26
Calorie per mq. di superficie		1521,63	1757,53	1577,09	1457,06	1635,54

Per orientarci in mezzo a questo labirinto di cifre, confrontiamo dapprima il bilancio nutritivo della polenta con quello della pasta di solo granturco, e poi confronteremo le paste miste con quelle di solo frumento.

Orbene: la razione di paste di granturco è più che quella di polenta provvista di sostanze azotate, complessivamente anche più ricca di sostanze ternarie (grasse e amidacee), e dà minor perdita sia della quantità totale del cibo, sia delle singole sostanze e più specialmente delle sostanze azotate. Di queste dunque se ne introducono e se ne assimilano di più che con la polenta, onde il bilancio dell'azoto è per due terzi più abbondante, nello stesso tempo che è più abbondante la rifornimento delle calorie, sia in totalità, sia per ogni chg. di peso del corpo, sia per ogni chg. della nostra superficie.

A lor volta le paste miste di granturco e di grano possono benissimo per tutti gli attributi alimentari vittoriosamente competere con le paste di solo grano, anche con quelle di prima qualità.

Tutte queste nuove paste hanno pure il pregio di essere gustose.

E quindi in conclusione: *per merito de'industria italiana ci siamo assai avvicinati alla risoluzione de'arduo problema di migliorare per qualità e digeribilità l'alimentazione di granturco, offrendo al povero contadino un buon piatto di minestra invece della polenta.*

*
Senonchè la chimica e la fisiologia possono dare di un'alimentazione; più lusinghieri e autorevoli giudizi. Ma c'è la *questione del prezzo*, che essenzialmente regola il cibo degli individui, delle famiglie e delle classi sociali. Il prezzo è pur troppo per lo stomaco una valvola più stretta e più sensibile di quella anatomica che stringe l'imboccatura di quest'organo! Orbene, già la tabella *B* ci dice, nella sua ultima colonna, il costo approssimativo e relativo delle singole varietà di paste, da quella di granturco, che si può dare a 20 centesimi il chg., alle paste miste che si potranno vendere da 22 a 27 centesimi il chg., a quella scurissima di grano che, sebbene la più nutritiva, non si mette per un pregiudizio in commercio, e si potrebbe dare a 35 centesimi il chg., fino alle ordinarie paste commerciali che costano d'ordinario da 60 a 75 centesimi il chg. Sicchè le nuove paste vittoriosamente stanno pel prezzo in confronto con le paste finora in uso.

Ma v'ha di più; il costo effettivo di un cibo deve essere messo in rapporto col suo reale valore nutritivo, e più in specie con l'albumina in esso contenuta. A siffatta stregua vediamo quale è il prezzo proporzionale della polenta, delle paste di granturco, delle paste miste, delle paste scurissime di grano e del pane.

Per essere più chiaro ho trascritto i valori che ne risultano nella seguente tabella *C*, nella quale si vede che tenendo calcolo dell'umidità, cioè dell'acqua che vale, commercialmente, poco o nulla, della proporzione percentuale di sostanze azotate e del prezzo, al chilogrammo, della farina di granturco e delle dette paste, si ha che 100 grammi di sostanza albuminoide costano il meno, cioè 18 centesimi, nelle paste miste a 2/3 granturco e 1/3 grano, e il massimo, cioè 36 centesimi nel pane; e nella pasta di granturco costano 1 centesimo di meno che nella farina di granturco. Se poi sottraendo la sostanza azotata che si perde con le feci si tien conto di quella che si assimila, e questa si riporta al prezzo del cibo, si vede come per assimilare o utilizzare 100 grammi di sostanza azotata si spendono con la polenta 33 centesimi, e soli 27 centesimi con la pasta di granturco.

TABELLA C.

Prezzo proporzionale della polenta, della pasta, del pane.

Indicazioni	Farina di granturco	Pasta di granturco	Pasta di 1/3 grano 2/3 granturco	Pasta di 1/2 grano 1/2 granturco	Pasta di grano di 3ª qual.	Pane di grano di 3ª qual.
Umidità media %	12	9	8	8	8	30
Sostanze azot. in 100 parti di pasta secca	10	11	13	16	14	12
Prezzo per kgr. . . .	L. 0,18	L. 0,20	L. 0,23	L. 0,27	L. 0,35	L. 0,30
Costo di 100 gr. di sostanza azotata. . .	» 0,21	» 0,20	» 0,18	» 0,22	» 0,27	» 0,36
Id. assimilata	» 0,33 (polenta)	» 0,27	—	—	—	—

Si può dunque migliorare per qualità e digeribilità l'alimentazione maidica senza elevarne il prezzo di costo.

E quin il criterio chimico, fisiologico e commerciale vanno d'accordo nell'affermare la bontà delle nuove paste di granturco e miste.

*
Ora però che ho cantato le lodi è giusto che con tutta imparzialità enumeri brevemente i difetti, o meglio, le *obbiezioni* che mi furono mosse, ed io scrupolosamente raccolti dall'abbondante corrispondenza che da quando, pochi mesi or sono, annunciai i miei studi in un articolo della *Riforma sociale*, ho con vari colleghi e parecchi industriali che si sono interessati della novità.

Si è detto: il nostro contadino, così tenace conservatore, non lascerà la sua polenta secolare per le nuove paste; ed io ne convengo, ma faccio appello agli interessi che hanno i padroni intelligenti di migliorare il vitto di chi fatica per loro; ho fede nell'opera dei medici condotti, delle Società cooperative di consumo, delle Società filantropiche, delle Leghe di resistenza contro la pellagra. E poi, se la cosa è buona e utile, il tempo saprà fare il resto.

Si è detto ancora che, mentre è così facile preparare la polenta, non

è facile la preparazione casalinga delle paste; ed io anzi aggiungo che è impossibile per ora, e sarà sempre assai difficile.

Ma come ora il bracciante compra al minuto la farina di granturco, in avvenire potrà per lo stesso prezzo comperare la pasta, e il contadino che ha la sua provvista di granturco lo potrà vendere e convertire in altrettanti sacchi di pasta che gli si conserverà benissimo.

Si è detto inoltre che la polenta si può mangiare senza condimento e magari (doloroso a dirlo) anche senza sale. La pasta invece ha bisogno di condimento. Rispondo che le nuove paste hanno da se stesse buon sapore; e poi i proletari del Mezzogiorno che mangiano pasta, sono forse più ricchi dei loro fratelli che mangiano polenta? Il regno vegetale offre una quantità di condimenti a scarsissimo o nessun prezzo, e si avrà così la spinta a migliorare e variare con diversi condimenti e con mescolanze di erbe e legumi la così monotona e perciò anche più insufficiente alimentazione maidica senza neppure elevarne il costo.

Si è detto e, peggio, si è scritto in una circolare ministeriale che le paste di granturco e miste erano dannose alla salute, ma una seconda circolare cassava questo *lapsus calami*. E quindi non parliamone più.

E infine si è detto: voi, con le vostre paste, verrete a riaccreditarvi il granturco che noi, per i suoi rapporti con la pellagra, volevamo bandire; ed io rispondo che dopo lunga e sì nobile lotta la povera gente è ancora, e chi sa per quanto tempo, nell'attuale condizione economica della società, sarà costretta di vivere di granturco. E allora intanto val meglio tirarne fuori un cibo che non abbia i tremendi veleni maidici. Difatti le nuove paste non ne hanno e non ne potranno produrre: 1° perchè il granturco per essere macinato col nuovo sistema deve essere sano; 2° perchè le nuove farine, e meglio le nuove paste, si conservano benissimo e a lungo; 3° perchè si digeriscono assai bene, come le paste di grano, e quindi non avremo quelle fermentazioni anomale intestinali che possono essere una delle cause od uno degli effetti della pellagra.

Del resto siamo al primo passo; possiamo essere lieti che in un anno si sia fatto più via di progresso che in due secoli dacchè, presso a poco, si mangia diffusamente il granturco. Molto però c'è ancora da fare, molto da perfezionare. E dobbiamo far voti che continui a meritare il vanto l'industria italiana, aprendosi un largo campo d'attività in mezzo alle popolazioni proletarie nostrane e straniere. Ora anche il Ministero d'Agricoltura, che sempre incoraggiò con amore queste prime ricerche, si propone di elargire premi a chi fabbricherà col granturco e coi cereali inferiori le paste più igieniche e a miglior mercato.

E riuscendo a rendere meno cattiva l'alimentazione vegetale, dobbiamo sempre avere di mira che l'ideale è quello di aggiungere il più possibile di sostanze nutritive animali che sono le più nutrienti. Molte, anzi troppe di queste, vanno perdute; molte se ne rifiutano per vieti pregiudizi. E invece altri popoli c'insegnano già come raccoglierte, perfezionarle, farne tesoro.

La scienza ha ormai trovato gli intimi rapporti che corrono fra alimentazione e sviluppo del corpo, fra alimentazione e lavoro, fra alimentazione e malattie. È pur troppo vero, quanto è poco umano, che chi abitualmente si nutre poco e male non cresce bene, è poco forte e poco resistente alla fatica e più disposto alle malattie. I tristi effetti della denutrizione cronica li troviamo poi nelle officine, nei campi, negli ospizi e negli ospedali. La vita media dei poveri è di 28 anni, quella dei ricchi sale a 55! Dunque l'inedia dei lavoratori è dannosa all'individuo, alla famiglia, alla società, ed è umanamente indispensabile, economicamente utile di correggerla.

Dappoichè, ricordiamoci bene, se nei tempi militaristici un grande capitano potè dire che il coraggio del soldato, e quindi la vittoria, partivano dallo stomaco, con più ragione oggi, nella nostra epoca industriale, in mezzo alla più vera e più nobile civiltà del lavoro, dobbiamo ricordare che la forza e quindi la grandezza del popolo sta nello stomaco.

Guai al popolo denutrito!

NOTIZIE

Ponte di calcestruzzo. — Fra i diversi esempi di ponti costruiti in calcestruzzo in questi ultimi anni vuole essere pure citato quello costruito ad Inzigkofen sul Danubio.

È un ponte per strada rotabile della luce di m. 43, ribassato al decimo, e della larghezza fra i parapetti di m. 3,80. Le fondazioni, in calcestruzzo, sono fatte da un lato sulla roccia, dall'altro sopra un banco di ghiaia. La larghezza della volta è di m. 3,60 in chiave e di m. 4,60 alle imposte; la volta è di calcestruzzo, ed ha due cerniere metalliche alle imposte ed una in chiave; i timpani sono alleggeriti, e le murature dei rinfianchi e dei muri di fronte sono sostituite da pilastri, le cui basi sono sull'estradosso della volta, e le cui sommità, collegate da voltine, portano il piano stradale, formato da ferri zorè che sostengono la massicciata. Gli spessori dell'arco sono di cm. 70 alla chiave e cm. 76 alle imposte; crescono fino a m. 1,10 nei giunti di rottura, che trovansi circa a metà fra l'imposta e la chiave; in tali giunti le massime sollecitazioni sono di 36,5 Chg. per cm² per la pressione, e di 1 Chg. per cm² per la tensione.

I lavori per la costruzione di questo ponte sono cominciati nel luglio 1895, e le fondazioni furono eseguite in poco più di un mese; la volta fu costruita in pochi giorni, e verso la metà d'ottobre, cioè cinque settimane dopo completate le murature, fu disarmata; il totale abbassamento in chiave si riscontrò di 47 mm., che si riducono a 32 mm., se si tiene conto della diminuzione di temperatura (si era entrati nell'inverno).

Dopo il disarmo si completò il piano stradale e si fecero i lavori di rifinitura; e nel novembre si fecero le prime prove di resistenza, che si ripeterono poi con carichi maggiori dopo che il calcestruzzo ebbe completata la presa.

La costruzione completa di quest'opera richiese quindi quattro mesi, dei quali due mesi e mezzo furono occupati nel getto del calcestruzzo.

Le proporzioni del calcestruzzo impiegato, naturalmente diverse nelle varie parti della costruzione, sono le seguenti:

	Cemento	Sabbia	Breccia
Volta presso la chiave	1	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂
» » le reni	1	2 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂
» » l'imposta	1	2 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂
Spalle, sotto l'imposta	1	3	6
» muri di sopraelevazioni. . .	1	4	8

Nella costruzione furono impiegati m³ 634 di calcestruzzo, ed il costo totale raggiunse circa lire 33.000.

(*Bollettino Società Ingegneri in Roma*).

I punti distinti delle rocce magnetiche (1). — Il prof. Keller (2) chiama *punti distinti* delle piccole aree dotate di intensa azione magnetica, che riscontrò qua e là nelle lave basaltine della provincia di Roma.

La distribuzione del magnetismo nei punti distinti non ha relazione alcuna colla direzione del campo terrestre.

Arroventando un frammento di roccia con punto distinto, dopo il raffreddamento, l'intensità del magnetismo indotto dalla terra è di gran lunga minore di quello che possedeva prima.

Si ammette quindi che i punti distinti sieno dovuti a fulminazioni. Pare che il primo a proporre questa origine fosse il Freiesleben (1797). Militerebbe contro però il fatto che si trovano dei punti distinti nell'interno delle colate di lava.

Il Folgheraiter si proponeva di porgere argomenti in favore dell'ipotesi delle fulminazioni. Ma, quando il lavoro era di già all'ordine, usciva uno studio del dott. T. Pockels (3), nel quale si dimostra, dietro esperienze, che le pietre fulminate acquistano magnetismo permanente.

Il Folgheraiter ha trovato molti punti distinti sopra muri costruiti di lave o tufo, cementati con malta di pozzolana. Che questi punti distinti non preesistessero nei materiali è evidente; perchè sarebbe impossibile che tutti i frammenti e tutte le particelle della pozzolana si fossero uniti coi loro poli verso un punto unico per formare un forte polo magnetico. L'autore classifica le rocce fulminate in tre gruppi, cioè: 1° Rocce con *punti distinti*; 2° Rocce con *zone distinte*, quando la superficie magnetica è abbastanza estesa; 3° Rocce con *punti e zone che si succedono con polarità alternata*, a guisa di nastro.

Le costruzioni osservate sono quelle della campagna romana, come vasche e sepolcri, che sono abbondanti lungo la Via Appia antica. L'autore indica con precisione 16 località ove ha trovato zone e punti distinti.

(1) Dott. G. FOLGHERAITER, *Frammenti concernenti la geofisica dei pressi di Roma*. — Roma, 1897 (Sunto di C. Marangoni).

(2) Rendic. Acc. Lincei. Anni 1886-88-89-90.

(3) *Neues Jahrbuch für Min. Pal.*, 1897, p. 66.

La ricerca di questi punti distinti si fa con una bussola tascabile, il cui ago devia molto per la loro presenza. Il materiale più fortemente magnetizzato è la malta di pozzolana; un frammento di essa, staccato e avvicinato alla bussola, la fece deviare di 180°. Notò pure che il magnetismo è più intenso ove il cemento è molto duro e compatto; non esiste o è debole ove il cemento si sgretola facilmente.

Dalle osservazioni fatte risulta che anche sui muri dei sepolcri ed altre opere antiche di due mila anni fa si trovano delle forti magnetizzazioni, e precisamente notò 5 punti distinti, 6 zone distinte e 3 successioni di zone con polarità alternate.

Le forti polarità magnetiche esistono non solo nella lava basaltina, ma anche nella pietra gabina (1), nella malta di pozzolana e nel peperino. Nel tufo la polarità magnetica è più debole, e non riesce a rovesciare la posizione dell'ago.

Concludendo, la forma serpolata delle zone a nastro e tutte le altre circostanze sono favorevoli all'ipotesi che i punti e le zone distinte siano state prodotte dal fulmine che ha colpito quei punti, o strisciato lungo quelle zone a nastro, e che l'orientazione magnetica sia stata prodotta dal campo magnetico della scarica fulminea. L'autore ha potuto constatare, su di un muro fessurato per la caduta d'un fulmine, avvenuta il 13 giugno 1895 in Roma, due punti distinti.

Quanto ai punti distinti nell'interno delle colate di lava basaltina, la questione è problematica: potrebbero essere stati prodotti da fulmini attraverso fessure delle lave. Abbiamo infatti delle folgoriti magnetiche fino ad 8 metri di profondità.

(*Rivista scientifica e industriale*).

BIBLIOGRAFIA

Accademia Reale delle Scienze di Torino. — **Galileo Ferraris**. Commemorazione letta il 13 giugno 1897 dal Socio prof. ANDREA NACCARI. — Op. in-8° di pag. 12.

Associazione Elettrotecnica Italiana: Sezione Siciliana di Palermo. — **Commemorazione di Galileo Ferraris**, letta dal prof. STEFANO PAGLIANI il giorno 13 giugno 1897 nell'aula magna della R. Università — Op. in-8° di pag. 28.

Di queste due commemorazioni, pronunziate il medesimo giorno, l'una a Torino, l'altra a Palermo, dobbiamo limitarci a dare il titolo, perchè dobbiamo necessariamente trovarvi ripetute, sia pure con nuovo splendore di forma e pregevole originalità di metodo, le cose stesse dianzi ricordate. Ma come non abbiamo potuto trattenerci dal leggere e rileggere le due commemorazioni, così non possiamo tralasciare di porre sotto gli occhi dei lettori le seguenti auree parole, colle quali il chiarissimo prof. Naccari, della R. Università di Torino, addita il Ferraris come esempio a tutti i giovani che studiano Ingegneria; auree parole, che vorremmo ripetute ogni anno ed agli allievi tutti, e così in tutte le scuole:

« Dal rapido esame che abbiamo fatto della vita scientifica del Ferraris, può trarsi una conclusione, che suona come un alto insegnamento.

« Ciò che al suo forte ingegno spianò la via, ciò che lo trasse a sì gran fama, furono gli studi teorici, che egli aveva coltivato fin dai primi anni, e non più abbandonati. Questa verità conviene mettere in rilievo parlando di lui, che più volte nelle sue conferenze, e specialmente nel bel discorso tenuto il 3 giugno 1894 nell'adunanza solenne dell'Accademia dei Lincei, celebrò la ricerca scientifica scevra da ogni intento di pratica utilità.

« Il darsi tosto a ciò che ha pratico interesse, sdegnando la scienza pura, è carattere di ingegni mediocri; ma poichè anche ingegni eletti potrebbero venir travati, è più che mai opportuno additare l'esempio del Ferraris. Valga esso ad innamorarli della ricerca pura del vero, a condurli sulla via che egli percorse vittorioso, sempre inneggiando alla scienza, sempre mirando alla conquista dell'ignoto. Negli studi di ottica geometrica, nelle indagini sul telefono, nel minuto esame dei fenomeni complicatissimi che avvengono nei trasformatori, il Ferraris applicò sempre quelle cognizioni di fisica matematica e di calcolo, nelle quali si era fatto profondo. Anche la sua invenzione del campo magnetico rotante viene dall'analogia fra i fenomeni acustici ed ottici e gli elettromagnetici.

« Questo fortunato connubio di cognizioni scientifiche profonde e di attitudini pratiche, faceva sì che il Ferraris rappresentasse l'Ingegnere quale dovrebbe essere e quale molto raramente è. Ciò lo rendeva atto a risolvere avviluppate questioni che non potevano venir indagate nella loro intima essenza da chi non era, come lui, armato di forti studi. Le difficoltà stesse della pratica gli davano incitamento a nuove indagini e suggerivano alla sua mente dei problemi accessori, che sfuggivano ai più ».

G. S.

(1) Lava molto grossolana, eruttata da un cratere posto vicino all'antica Gabii, sul Monte Albano.