L'INGEGNERIA CIVILE

ARTI INDUSTRIALI I.E

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI STRADALI

PONTE SUL FIUME LAMONE PRESSO BRISIGHELLA PER LA TRAVERSATA DELLA STRADA DI MODIGLIANA. Memoria dell'Ing. F. CAMERANI

Veggasi la tav. III

I. — Cenni generali sulla ubicazione.

La strada comunale obbligatoria della Bicocca che da Brisighella conduce a Modigliana, e con la diramazione detta Canaletta a Faenza, attraversa il fiume Lamone al passo Busina, a breve distanza da Brisighella ed a valle della strada ferrata in costruzione Faenza-Firenze.

Un ponte in legno di sette campate, della luce libera di m. 50.26. serviva al valico; e la sua costruzione rimontava all'anno dopo la memoranda piena del 1842, che travolse i

ponti tutti esistenti sul Lamone.

Malgrado che l'Amministrazione comunale per riparazioni ai danni cagionati da piene, per grosse riparazioni e ripri-stinazione dei legnami deperiti sostenesse spese rilevanti, pure nel 1884 lo stato generale di deperimento del ponte non consigliava alcuna economica riparazione, e rendeva, per la sicurezza del passaggio, urgente la sua ricostruzione.

Poichè il nuovo ponte esponeva l'Amministrazione comunale a non lievi sacrifici, la sua struttura, come la sua ubicazione, furono studiate sia dal lato statico, sia dal lato economico, tenuto sempre conto dell'importanza del valico che unisce il capoluogo del Comune (Brisighella) con una frazione importante di esso e con le città di Faenza e Modigliana.

Il fiume Lamone, d'indole torrentizia, scorre su ampio letto ghiaioso, serpeggiante ed instabile nella anzidetta località. E, come vedesi nel piano generale (fig. 12), su un'insenatura e con direzione obliqua alla corrente trovavasi il vecchio ponte, che con le tratte di strada che vi facevano capo, univasi con brusche inflessioni.

Per evitare la spesa necessaria allo spostamento degli accessi si era dapprima studiato il loro raccordamento, con leggiere varianti, con l'asse del ponte preesistente, ma non riesci possibile di trovare una lodevole soluzione per l'impianto del nuovo manufatto senza alterare il regime del fiume, e senza compromettere in avvenire la stabilità dell'edificio, nel caso, non remoto, di ampliamento della corrosione a

monte, detta di Malatrotta.

Non trovata una soddisfacente soluzione sull'andamento preesistente, venne studiata la proposta di fare rispondere l'asse del nuovo ponte in preciso prolungamento del tratto a sinistra di strada. Ma il vantaggio non discutibile del rettifilo veniva, per la sinuosità del fiume, a portare la conseguenza di un ponte obliquo alla direzione del filone per un angolo di circa 45°, che oltre aumentare notevolmente la lunghezza (rispetto alla traversata ordinariamente usata, ad angolo retto) rendeva l'opera più dispendiosa e complicata per l'esecuzione (1), meno stabile e sfavorevole al buon regime del fiume.

Per le anzidette considerazioni e per poter continuare il transito sul ponte esistente, durante l'esecuzione del nuovo, rimase palese la convenienza tecnica ed economica di effettuare la traversata del Lamone fuori della zona occupata dal ponte in legname, ed in modo che non ne restasse pregiudicata la sua stabilità durante la esecuzione dei lavori.

(1) La costruzione di un ponte obliquo di qualsiasi struttura, importa una spesa tanto maggiore quanto maggiore è l'ampiezza dell'angolo che la direzione del filone della corrente forma colla normale all'asse stradale; e in generale, il valore di un ponte retto sta al prezzo di un ponte obliquo della stessa struttura, come la lunghezza della sezione normale alla corrente sta alla lunghezza della sezione obliqua. Essendo nel caso attuale l'angolo di obliquità di 45°, le due lunghezze starebbero fra loro come 1 ad 1.41 e quindi il ponte obliquo costerebbe una volta e mezzo il ponte retto.

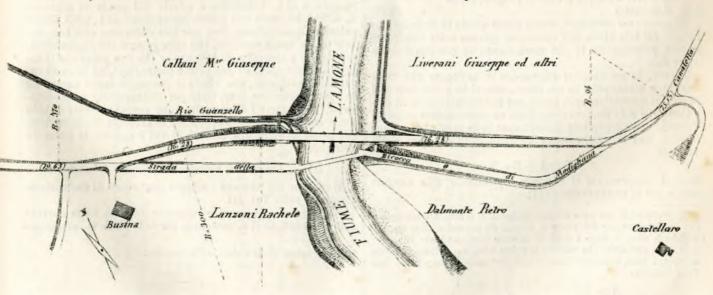


Fig. 12. — Ponte sul fiume Lamone. — Planimetria generale della località. — Scala di 1 a 3000.

Parimenti si escluse la convenienza d'impiantare il nuovo ponte nella zona a monte dell'attuale, per la sinuosità del corso d'acqua, per la poca altezza della sponda destra e la estesa depressione esistente nella campagna laterale sino al piede del monte, che portava alla conseguenza di robuste opere di difesa, onde assicurare la stabilità della strada a destra, e per conservare l'andamento del corso sotto il nuovo ponte.

Si presentavano, invece, assai favorevoli le condizioni della traversata nella tratta di fiume posta a valle del vecchio ponte. Quivi, infatti, maggiore altezza delle sponde, meglio l'impianto del nuovo ponte, sia rispetto al regime attuale, che probabile in futuro, del corso d'acqua, migliore il raccordo degli accessi, sia in altimetria, che in planimetria; infine, minore dispendio, vuoi per l'impianto, vuoi per occupazioni di terreni

Pertanto, la proposta di costruzione del nuovo ponte nella zona a valle, e coll'effettuare la traversata ad angolo retto, si giudicò la migliore sotto il triplice scopo dell'economia, solidità e raccordo coi tratti di strada preesistenti.

Scelto l'andamento del nuovo manufatto, si studiò quale luce ad esso abbisognava, affinchè la corrente in qualunque stato, e principalmente nelle sue massime piene, potesse trovare uno sfogo regolare, senza compromettere la stabilità dell'edificio, e senza danno al buon regime del fiume nella tratta superiore.

Per la ricerca della portata massima non si fece uso delle formole, perchè si giudicò lavoro incerto e da non inspirare nessuna confidenza, non avendosi dati positivi da cui partire; ma si credè migliore partito dedurla da quello in legno, nel quale, per le informazioni dei vecchi del luogo, le massime piene giunsero perfino al livello del piano carreggiabile, cioè a dire con una sezione libera di metri quadrati 220; or questa sezione corrisponde alla luce libera di m. 60 sull'andamento scelto.

II. - Scelta della struttura.

Stabilito l'asse del ponte e la sua luce libera, restava a studiare sulla preminenza economica della struttura.

Tre furono le strutture studiate; e dai calcoli di massima istituiti (vedasi il quadro della pagina seguente), tenendo per carreggiata la larghezza di m. 5 — larghezza minima per lo scambio dei veicoli — la spesa di costruzione, escluse le occupazioni ed i movimenti di terreno pei tratti di strada d'accesso, risultava come infra:

1. Ponte a tre travate rettilinee di ferro, dell'apertura caduna di m. 20 L. 80000

Di queste tre strutture, venne scelta quella in muramento, perche dal lato tanto dell'economia, quanto della stabilità e durata, presentavasi la più conveniente in confronto delle altre due.

Invero, la preminenza economica di un'opera che deve durare e mantenersi in perpetuo, non si ha solamente dal prezzo di costruzione più basso, ma anche dalle spese di manutenzione e di rinnovazione dopo un determinato numero di anni, onde il capitale dimostrante la convenienza economica di una struttura sopra un'altra deve risultare dalla formola

$$C = A + B + S$$

dove A rappresenta il capitale equivalente alla annuità media per la restaurazione (1);

$$\Lambda = \frac{\alpha q^{n-m} + \beta q^{n-p} + \gamma q^{n-t}}{q^n - 1},$$

dove q = r + 1, essendo r il merito del denaro.

B, rappresenta il capitale equivalente alla annuità per la ricostruzione periodica dopo un turno di n anni (1);

S, rappresenta il capitale da sborsarsi immediatamente

per la costruzione.

Siccome però dal semplice confronto fra le tre menzionate strutture risultava evidente la maggiore spesa per la costruzione del ponte a travate di ferro (senza tener conto dell'incertezza della sua durata e delle rilevanti spese di manutenzione) si escluse a priori questo progetto, limitando il confronto fra le altre due strutture con l'applicazione della formola sopra istituita.

Ponte in legno. — Dalle debite considerazioni sul ponte preesistente, tanto sulle sue dimensioni quanto sulla sua durata non meno che sulla spesa occorsa per la sua conservazione, risulterebbe nel ponte progettato:

vazione, risulterebbe pel ponte progettato:

1º Che per conservarsi 37 anni occorrerebbero in sei determinate epoche — cioè nel 5º, 9º, 14º, 17º, 26º, e 32º anno della sua costruzione — i seguenti e rispettivi dispendi:

L.
$$400 - 2500 - 700 - 4200 - 3600 - 600$$
;

2º Che al 37º anno non si troverebbe il legname in nessun modo utilizzabile, onde a quell'epoca converrebbe sostenere una spesa eguale a quella di costruzione per la sua ricostruzione:

3º Che, in conseguenza dei citati elementi numerici, la formola generale diventa, assumendo pel merito del denaro

il 5 %:

$$C = \frac{\begin{vmatrix} 400 q^{37-5} + 2500 q^{37-9} + 700 q^{37-14} \\ + 4200 q^{37-17} + 3600 q^{37-27} \\ + 600 q^{37-32} + 31000 \\ \hline q^{37} - 1 \\ = L. \ 43519,42. \end{vmatrix}}{= L. 43519,42.}$$

Ponte in muratura. — Il ponte in muratura si può supporre possa durare in perpetuo qualora venga periodicamente restaurato di 20 in 20 anni, calcolando l'importo dei restauri a tali epoche di L. 1000. Onde la formola generale si semplifica nella:

$$C = A + S$$
,

che numericamente traducesi, essendo:

$$A = \frac{1000}{q^n - 1}$$
, e $S = 45000$,

nella:

$$C = 604.85 + 45000 = 45604.85$$
 lire.

Dunque, il capitale necessario per la costruzione del ponte in cotto è di L. 45604.85, e quella del ponte in legno di L. 43519.42, onde una differenza in meno di L. 2085.43 nel valore di quest'ultimo. Ora, per una differenza così insensibile fra un'opera secolare, che offre in ogni tempo comodità, continuità e sicurezza di transito, e che non porta che il sacrificio della spesa di sua prima costruzione, ed altra di carattere provvisorio, che rende il passaggio meno sicuro ed in epoche prossime interrotto per ristaurazioni e ricostruzioni, non poteva l'Amministrazione comunale aver dubbio nella scelta, e fu quindi approvata la proposta di costruzione del ponte di struttura murale di cui è oggetto la presente memoria.

III. — Descrizione e dimensioni principali del ponte.

Il disegno del ponte ed i relativi particolari di costruzione risultano nella Tav. III.

Per economia di spesa e maggiore celerità nella costruzione fu adottato il calcestruzzo per le fondazioni, non meno

(1) Il valore di B è dato dalla formola:

$$\frac{R}{q^n-1}$$

che rappresenta il capitale corrispondente alla somma periodica ${\bf R}$ necessaria per la ricostruzione del ponte che si ripete ogni n anni.

⁽¹⁾ Occorrendo nel caso attuale nel torno di n anni diverse somme per la restaurazione del ponte α , β , γ da pagarsi α dopo m anni, β dopo p anni, γ dopo t anni, il capitale corrispondente alle spese α , β , γ periodiche che scadono la prima volta rispettivamente dopo m, p, t.... anni, e successivamente ogni n^{mo} anno in perpetuo, è dato dalla formola:

	A) Preventivo della spesa per un ponte della luce caduna		e rettilinee	in ferro		B) Preventivo della spesa per un ponte a martine di m. 7 cad		di legname d	li quercia
N.	INDICAZIONI DEI MATERIALI E DELLE OPERE	Quantità	Prezzo	Importo	N.	INDICAZIONI DEI MATERIALI E DELLE SPESE	Quantità	Prezzo	Importo
1 2 3 4 5	I. Opere per la costruzione delle pile, spalle e della briglia sul rio Guanzello. Sterro di fondazione	M ³ 960 » » 437 » » 367.50 M ² 340 »	L. 1.50 » 8.78 » 19 » » 0.40 » 150 »	1 1440 » » 3816.84 » 6982.50 » 136 » » 1200 »	1 2 3 4 5	I. Opere per la costruzione delle spalle e briglia sul rio Guanzello. Sterro di fondazione	M ⁵ 606 » » 280 » » 125.58 M ² 160 » M ⁵ 2 «	L. 1.50 » 8.78 » 19 » » 40 » 150 »	I 909 » » 2458.40 » 2386.02 » 64 » » 300 »
8 9	Opere e materiali occorrenti per le travate. Travi longitudinali a traliccio alti 2 m. del peso di Cg. 560 per m. l. e per m. 66 Impalcato inferiore formato di travi trasversali a z composti alti 0.40, distanti 1.25 da asse in asse ad eccezione di quelli sulle pile distanti 1 m. e di travi o ferri sovrapposti atti a contenere la massicciata detti Wautherin a alti 0.066: a) Travi trasversali n. 56 della lunghezza di m. 5 e del peso di Cg. 75 il m. l b) Ferri Wautherin del peso di Cg. 60 il mq. Lamiere per l'incastro dei travi trasversali, controventi orizzontali e piastre d'unione Piastre discorrimento in ghisa sulle spalle e sulle pile con sottoposte lastre di piombo, parapetti a maglia con intelaiatura di ferri ad angolo, inverniciatura, inghiaiamento, ecc.	" 21000 " " 19200 " " 2000 " " Cg. 79160 "	» 0.70	» 55412 » » 2000 »	7 8 9 10 11 12 13	o della lunghezza di m. 7.30 n. 54 Traversoni o travetti trasversali di 0.15[0.10, lunghi m. 5.30 chiodati sulle travi di stanti 1 m	M ³ 65.66 » 10.82 » 4.24 » 20.01 » 39.02 » 7.69 » 23.87 » 4.62	. 110	» 109KQ 20
	Danni per piene, ecc			» 2000 » L. 72986.34 » 7298.63 L. 80284.97	14 15 16	corrimano arrotondato, spalliere o correnti intermedii di 0.1510.15, ecc	M ³ 175.93 M.l. 128.70 Cg. 1000 »	» 110 » » 8 » » 0.70	» 19352.30 » 1029.60 » 700 » » 900 » L. 28699.32 » 2869.93 L. 31569.25

che per il nucleo delle pile e spalle e dei muri d'ala; la muratura di ciottoli fu adoperata nell'interno dei muri frontali, e nei timpani; e la muratura di mattoni riservata ai rivestimenti, cuscinetti, arcate e parapetti.

I molti numeri segnati sui disegni mettono in evidenza le dimensioni delle disferenti parti dell'edificio, nonchè le dimensioni dei rivestimenti, e le sezioni, i dettagli ed il modo

di costruttura.

Primieramente colle formole empiriche furono determinati gli spessori delle spalle, pile, arcate e muri d'ala, poi - siccome si trattava di una costruttura speciale, calcestruzzo con semplice rivestimento di mattoni - si credè opportuno istituire i calcoli relativi alla verificazione — con metodi spediti e pratici — della stabilità delle spalle, pile, arcate e muri d'ala.

Cosi, per es., volendosi avere una prima indicazione delle

dimensioni, si ricorse:

Alla formola empirica di Leveillé per lo spessore delle spalle data da:

$$y = (0.33 + 0.424 d + 0.20 x) \sqrt{\frac{a}{A} + \frac{2 d}{m + x}}$$

d = semicorda = 6; m = monta dell'arcata = 2; x = grossezza alla chiave = 0,79; a = altezza della linea d'imposta sul piano di fondazione = 5.14; A = altezza del piano stradale = 8.34: se ne ricava:

$$y = 4.87$$

A quella di Hurst, per lo spessore in chiave di una serie di

$$x = 0.25 \, Vr$$

dove r, raggio d'intradosso, è = 10, onde:

$$x = 0^{m} 79$$

Ed infine, volendosi dare alle pile la scarpa di -1 dalla

sommità al piano della risega di fondazione, si ricorse alla formola di Roffiaen:

$$z = 3.50 \times x$$

per lo spessore delle pile al livello delle imposte, onde per z = 2.76. x=0.79 si ebbe:

Questi i risultati delle formole empiriche. Però dopo alcuni tentativi fatti col calcolo, tenuto per base che i muramenti a struttura mista — mattoni e calcestruzzo — presentassero dopo sei mesi d'indurimento una resistenza alla rottura per pressione riferita al millimetro quadrato di chilogrammi 0.40 e che si impiegassero i mattoni d'indiscutibile bontà prescritti dal Capitolato, le dimensioni suindicate si modificarono come segue:

a) Agli spalloni fu assegnata la grossezza di m. 4.80 al livello delle imposte e la scarpa $-\frac{1}{20}$ da detto piano alla ri-

sega di fondazione;

b) Per le arcate, poichè l'altezza del piano stradale sulla generatrice più alta dell'estradosso è minore di 0m.60, e l'arcata è molto depressa, attalchè i giunti d'imposta fanno colla verticale un angolo minore di 60°, lo spessore alla chiave fu tenuto di 0m.60 e di 0m.90 alle imposte, grossezza questa risultante dalla curva estradossale che si dovrebbe tracciare col raggio:

$$1,158 (r+x) = 12^{m}.28$$

essendo r=10 m. il raggio d'intradosso, e x=0.60 lo spessore alla chiave. Ma siccome all'atto di esecuzione il passaggio dalla chiave all'imposta con una curva continua porta la necessità d'impiegare mattoni di diverse dimensioni, cosi ad evitare quest'inconveniente si progettò il passaggio dallo spessore alla chiave a quello d'imposta, scomponendo la vôlta in tre porzioni, assegnando a ciascuna porzione una grossezza costante, cioè rispettivamente 0^m.90, 0^m.75 e 0m.60;

c) Alle pile poi, per accoppiare la solidità all'estetica, fu data la scarpa di $\frac{1}{20}$ dalla imposta al piano delle riseghe di fondazione, assegnando al livello delle imposte la grossezza di m. 2,25;

d) Pei muri d'ala retti, terminati superiormente da un piano orizzontale allo stesso livello del piano stradale, si adottò la grossezza risultante dalle tavole pratiche dell'ingegnere J. Foy; e pel muro a valle dello spallone di sinistra che sorregge un terrapieno a scarpa, la formola:

$$x = 0.176 + 0.10 \ h' \ v$$

ma coll'aggiunta di un contrafforte di consolidamento, dappoichè la formola pratica stessa non garantiva la stabilità del

muro nella sezione più pericolosa $(x-\gamma)$.

E che queste dimensioni fossero tali da assicurare la stabilità del manufatto lo provarono le successive pratiche verifiche, le quali si sono fatte partendo dalle seguenti cifre:

Corda dell'arcata d'intradosso	m. 12.—
Saetta corrispondente	» 2.—
Grossezza della volta alla chiave	» 0.60
Id. all'imposta	» 0.90
Altezza del suolo stradale sulla generatrice più	
alta dell'estradosso	» 0.60
Larghezza del ponte fra le due faccie esterne	» 5.90
Id. id. interne	» 5.—
Spessore degli spalloni al piano dell'imposta degli	
archi	» 4.80
Spessore delle pile al piano dell'imposta degli	
areni	» 2.25
Altezza della linea d'imposta sulla risega di fon-	
dazione	» 5.14
Altezza del piano stradale sulla risega di fonda-	
zione	» 8.34
Pesi specifici.	
	V- 1500
a) Muratura di mattoni per ogni mc.	
b) Id. di calcestruzzo »	» 2300

2000 di calcestruzzo e mattone d) Ghiaia e sabbia pel riempimento sopra i timpani, e per la massicciata stradale... 1800 Carico accidentale per metro quadrato. 400

Resistenze alla rottura per pressione :

Muratura di mattoni per le arcate sul cent. quad. Kg. 100 » di calcestruzzo e mattoni id. id. » 40

A. Verisicazione della stabilità delle arcate (1). - La curva delle pressioni partente dai $rac{2}{3}$ della chiave (2) risulta

tutta contenuta nel terzo medio della volta, epperò si può

dire che sotto questo punto vi ha stabilità.

In quanto poi allo scorrimento, conviene che gli angoli che essa fa coi singoli giunti sieno superiori a 60°, cioè che i suoi angoli complementari, che diremo α, sieno compresi fra 0° e 30°, Ora, se si fa centro successivamente in ognuno dei punti della curva delle pressioni determinati graficamente sui diversi giunti considerati, e con apertura di compasso eguale ad un'unità arbitraria, si tagli da una parte la direzione della risultante e dall'altra la direzione del giunto prolungato verso il centro dell'intradosso, e si chiami l la lunghezza misurata nell'unità adottata che unisce due punti d'intersecazione, si avrà per l'eguaglianza:

$$\operatorname{sen}\left(45^{\circ} + \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{l}{2} \qquad .$$

⁽⁴⁾ Le figure riferentisi alla verifica della stabilità, e che qui si ommettono per la loro semplicità, bastando solo accennare ai risul-

tati, si sono tenute nella scala di $\frac{1}{50}$ per evitare errori di graficismo. (5) Veggasi Viappiani, Manuale del costruttore. - Torino, Camilla e Bertolero, editori.

e per le varie misure di l i seguenti valori di a:

che è quanto dire: la risultante poco si discosta dalla normale ai giunti, e trovasi disopra nei giunti 1, 2, 3, 4 e 6, ed al disotto solo nel 5°. Dunque il volto rispetto al scivola-

Infine, riguardo alla compressione, è d'uopo per la stabilità che la massima pressione sopra un giunto data dalla formola:

$$N = \frac{2R}{b}$$

dove b è la lunghezza del giunto, ossia la spessezza del vòlto, ed R la risultante dei pesi P, e della spinta orizzontale Q, sia inferiore al limite dei carichi che può sopportare la muratura di mattoni di cui è costituita la vôlta. È nel caso attuale essendo la massima pressione alla chiave di

per metro quadrato, e la massima all'imposta di

per metro quadrato; e la resistenza alla rottura per pressione della muratura essendo di 1000000 di chilogrammi per metro quadrato, il coefficiente di stabilità risulta alla chiave:

$$0.09 = \frac{90000}{1000000},$$

ed all'imposta:

$$0.085 = \frac{85320}{1000000},$$

cioè inferiore ad $\frac{1}{10}$ del coefficiente di rottura.

Pertanto si può conchiudere che la vòlta collo spessore di 0,60 alla chiave e di 0,90 all'imposta si trova in buone condizioni di stabilità.

B. Verificazione grafica della stabilità delle spalle. - Per metterci nelle condizioni più sfavorevoli non si tenne che in parte conto dell'influenza dei muri d'ala e della controspinta dovuta alle terre, accontentandoci di un coefficiente di sta-

bilità di
$$\frac{1}{8}$$
 a vece di $\frac{1}{10}$.

Le condizioni che si richiedono per le volte debbono anche verificarsi per le spalle, cioè la risultante delle pressioni deve essere compresa nel terzo medio della base, e lo stesso lato deve fare colla base stessa un angolo superiore a 60°, ed infine la massima pressione N deve essere inferiore ai limiti dei carichi che può sopportare la muratura.

Qui non si verifica la prima delle indicate condizioni, ma atteso la controspinta della terra e quella dei muri d'ala, si può con sicurezza stabilire che vi ha stabilità quando prendendo per valore di b nella formola relativa alla pressione:

$$N = \frac{2 R}{b}$$

il triplo del segmento più piccolo determinato sulla base dalla risultante, ne risulti un coefficiente di stabilità non maggiore di 118 ossia di 0,125. Equesta condizione è appunto abbastanza verificata per lo spallone in parola, avendosi:

$$N = 51286 \text{ Kg}.$$

per metro quadrato, e conseguentemente:

$$\frac{51286}{400000} = 0.128,$$

cioè di pochissimo superiore ad 1₁8.

La risultante poi, facendo colla base stessa un angolo superiore a 60°, la stabilità del piedritto è assicurata dal lato dello scorrimento.

C. Verifica della stabilità delle pile. - Le forze da considerarsi sono soltanto quelle verticali, poichè le due spinte degli archi laterali si elidono; le pile dovranno quindi opporre soltanto una resistenza allo schiacciamento.

La pressione totale per un metro di larghezza di ponte essendo risultata di Chg. 81374, e la grossezza della pila especiale di m. 2.72 il conficiento di etabilità risulta della companya di m. 2.72 il conficiento di etabilità risulta della companya di estabilità risulta di estabilità risulta della companya de

sendo di m. 2,72, il coefficiente di stabilità risulta dalla cqua-

zione:

$$400000 \times n^r \times 2.72 = 81374$$

e quindi:

$$n' = \frac{81374}{1088000} = 0.08$$

che garantisce la resistenza allo schiacciamento.

D. Verifica della stabilità dei muri d'ala. - I muri d'ala retti si trovano indubbiamente in condizioni favorevoli di stabilità, inquantochè vengono consolidati dalla controspinta dovuta alle terre formanti i quarti di cono.

Non così può dirsi del muro d'ala a sinistra ed a valle, perciò si addiviene alla ricerca della sua stabilità nella parté in cui il terrapieno è più elevato. Coi dati seguenti:

si calcolò il prisma di massima spinta, il peso del muro resistente; e colle regole della statica grafica si fissarono i centri di gravità del prisma di massima spinta, e del muro resistente, nonchè l'intensità ed il punto di applicazione della spinta del terrapieno ed il triangolo delle forze. La risultante interseca al livello del terreno la sezione orizzontale del muro fuori del terzo medio, e siccome in pratica si giudica esservi stabilità quando la risultante anzidetta cade sul terzo medio, così per la sicurezza del muro al ribaltamento si progettò il contrafforte di cui al disegno. Le altre due condizioni relative cioè allo scorrimento ed alla pressione risultano soddisfatte, inquantochè la direzione della risultante anzidetta fa un angolo colla sezione orizzontale a livello del terreno superiore a 60°, e perchè la pressione alla base rappresentata dalla formola:

$$N = \frac{2 R}{b}$$

che nel caso attuale si traduce in:

$$\frac{2 \times 21000}{1.80}$$
 = 2330 Kg.,

agisce sotto un coefficiente:

$$n = \frac{2330}{40000} < \frac{1}{10}$$
.

IV. - Appalto dei lavori.

L'Amministrazione comunale, persuasa che il sistema d'aggiudicazione a ribasso per asta pubblica, in buon numero di casi riesce dannoso per chi fa l'asta, pei lavori e per gli operai, deliberava di affidare per trattativa privata l'esecuzione del ponte al signor Mergari Francesco di Faenza. Il ribasso da esso offerto difficilmente potevasi ottenere con la libera con-correnza, sia pei prezzi unitari limitati, sia pel tornaconto sul quale l'imprenditore medesimo e non altri poteva contare atteso la sua duplice qualità di esecutore dei lavori e di somministratore dei materiali, essendo proprietario dell'unica fornace ad azione continua presso Brisighella. La costruzione quindi del ponte, in seguito alla voluta autorizzazione della R. Prefettura di Ravenna, fu aggiudicata il di 22 marzo 1885 per trattativa privata al suddetto imprenditore che offri il ribasso dell'8 per 010 sui seguenti prezzi unitari: Prezzi

1.50

19 -

17 --

6.53

11.27

1.10

0.50

1.50

0.40

5 -

2.51

1.44

40 -

1. Scavo di fondazione misurato sul prisma retto della massima area di fondazione nell'argilla e con scarpa di 1 di base per 1 di altezza nel terreno vegetale, ghiaioso o sabbioso, al metro cubo 2. Muramento di calcestruzzo in fondazione sopra fondazione composto di un volume di malta di calce di sasso alberese del fiume Santerno presso Imola e di due volumi di ghiaia minuta del Lamone, al metro cubo » 3. Muratura di mattoni retta e curva in fondazione e sopra fondazione con arena e calce di sasso alberese, al metro cubo 4. Simile di mattoni con arena e calce grassa di Rontana, al metro cubo 5. Muratura di sassi con malta di calce grassa di Rontana, al metro cubo 6. Lastroni di alberesone (arenaria con cemento a base calcare) sulle riseghe di fondazione; larghi 0.60, alti 0.20, al metro lineare. 7. Smalto per cappa, al metro cubo. 8. Ghiaia esabbia pel riempimento dei rinfianchi, al metro cubo 9. Compenso per la costruzione delle centinature, per metro quadrato di superficie dell'intra-10. Ghisa pei tubi di scolo, al chilogramma 11. Cappucci sopra i rostri . caduno » 12. Pietra lavorata a pelle piana di S. Marino per le cimase all'estremità dei parapetti, al metro 150 -13. Doccioni di pietra come sopra . . . caduno » 10 -14. Fascie di mattoni espressamente sagomati, alle imposte ed al piano stradale, al metro li-15. Compenso per la stuccatura e scalfittura dei giunti nelle faccie viste della muratura di mattoni, al metro quadrato 16. Compenso per copertina abbaulata di laterizi uniti con cemento di Portland, al m. l. » 17. Paracarri e scansaruote di pietra arenaria delle cave di S Eufemia e S. Carpano 18. Pietrisco per l'incassatura stradale, al m. c. » 19. Compenso per aggottatura negli scavi di fondazione e per mantenere asciutti gli scavi durante il getto del calcestruzzo e durante l'esecuzione della porzione di muratura da farsi sotto il livello delle acque, qualunque sia la profondità dello scavo e la quantità d'acqua che possa affluirvi e qualunque siano i lavori necessari per estrarla, compresa la costruzione di argini coronelle nella fondazione, compresi i riescavi per danni di piena, ecc., compreso infine ogni e qualunque altro danno che in conseguenza di piene potessero derivare all'appaltatore come all'articolo 16 del Capitolato d'appalto in base al quale il presente contratto deve ritenersi concluso come suol dirsi, a fuoco e fiamma, somma a corpo » 7000 — V. — Esecuzione delle opere.

La consegna dei lavori venne data il giorno 20 del successivo mese di aprile, e da quell'epoca all'ottobre dello stesso anno, l'appaltatore elevò il manufatto fino al piano superiore dei cuscinetti.

Le fondazioni, come si osserva nei disegni, sono basate sulla marna argillosa che costituisce un banco altissimo lungo la terrazza quaternaria del Lamone.

La profondità di esse varia da 5^m.40 a 3^m.23 sotto il letto ordinario del fiume, e con incastro nelle argille fra metri 3.23 e metri 2.

Equeste profondità furono giudicate più che sufficienti per guarentire la stabilità del manufatto; avvegnachè per la pendenza uniforme del corso d'acqua non possono avvenire corrosioni notevoli e tali da oltrepassare anche coi gorghi probabili all'ingiro delle pile, i limiti anzidetti.

Le escavazioni e le successive fondazioni furono intraprese da destra a sinistra, senza d'uopo di paratie, previa diversione del filone delle acque di magra mediante arginelli, ed estrazione delle acque filtranti con coclee e pompe a mano.

I cavi a pozzo nella argilla furono tenuti costantemente asciutti durante il getto del calcestruzzo (1).

Compiuto il getto di calcestruzzo, si costrui su esso uno strato di mattoni alto 0.20, sul quale si incominciarono le elevazioni a rivestimento di mattoni col nucleo di calcestruzzo intrammezzato da strati di mattoni, come ai dettagli di co-struzione (Tav. III). Si vede quindiche l'unico timore di danni nell'esecuzione delle fondazioni consisteva nei riescavi ed aggottamenti per le piene del Lamone, che ordinariamente avvengono altissime, ma di breve durata in primavera ed estate. Per tenere conto di queste eventualità, e per porre a carico dell'appaltatore i danni per forza maggiore allo scopo di non lasciare alcun elemento indeterminato nella valutazione preventiva del manufatto, ed anco per evitare litigi coll'Impresa, che per opere nei corsi d'acqua sono si frequenti e sempre onerose per le amministrazioni appaltanti, fu proposto una somma à forfait di L. 7000.

La fortuna sorrise all'Impresa nell'esecuzione del manufatto. Solo alcune torbide l'impegnarono a riescavi e ad esaurimenti d'acqua; le piene avvennero a muratura innalzata, cagionando solo pochi danni ai ponti ed armature di sostegno.

Le murature sopra fondazione furono, senza interruzione, elevate fino sopra il piano dei cuscinetti alle imposte con costruzione contemporanea ai cuscinetti stessi dei cappucci sopra le pile in nucleo di calcestruzzo e ridotti alla figura dei disegni con smalto di cemento Portland, e con intonaco esterno dello stesso cemento lisciato al ferro: lo smalto fu tenuto grosso cinque centimetri, l'intonaco un centimetro.

Interrottosi il lavoro il di 23 ottobre, per riprenderlo nella primavera successiva, fu cura, durante l'inverno, della Impresa di studiare il sistema di armatura per la esecuzione delle arcate e di sottoporre il relativo progetto a termini del

Capitolato (2) all'Ufficio tecnico comunale.

Il sistema adottato, che non è se non il primo disegno di capriata presentato dall'Impresa, modificato in seguito alle osservazioni dell'Ufficio di Direzione dei lavori in ordine al disarmo ed al consolidamento dei puntoni con razze, figura nella Tav. III. Siccome però all'atto dell'esecuzione le dimensioni delle membrature non corrispondevano a quelle del volendo l'Impresa, per economia, impiegare legname di abete, detto da carra, della riquadratura di 16 a 21 e di 18 a 22 in luogo di bordonali quadrati di uniforme sezione di 18 a 24 - cosi, prima di permetterne la montatura, si stimò prudenza, con processo elementare e pratico, verificarne la stabilità.

VI.

La montatura dei cavalletti coi pezzi di consolidamento suggeriti dai calcoli appositamente istituiti, venne intrapresa il 19 aprile e condotta a termine per le tre prime arcate da

(1) L'impasto si componeva di un metro cubo di malta di calce di sasso alberese del fiume Santerno presso Imola e di due metri cubi di ghiaia vagliata.

La calce impiegata è mediamente idraulica, dappoichè estinta per aspersione e versata in un bicchiere d'acqua pura dopo 25 giorni d'im-mersione sopporta la pressione dell'ago di Vicat caricato di un peso di chg. 0.300. Questa calce ha dato ottimi risultati sia per l'interna cementazione, sia per l'esterna stuccatura dei giunti delle faccie viste della muratura di mattoni.

La stuccatura, o meglio compressione della calce delle commessure, venne eseguita contemporaneamente alla costruzione della cortina con spatole d'acciaio.

(2 Nel Capitolato leggesi:

« L'appaltatore dovrà sottoporre il progetto dell'armatura all'approvazione dell'ingegnere direttore, non ostante la quale sarà sempre l'appaltatore responsabile del buon esito della costruzione, e dovrà a tutte sue spese riparare agli effetti provenienti da cedimenti o rovina delle armature, ed ove occorra dovrà ricostruire le vôlte e tutte le murature danneggiate senza reclamare alcun compenso ».

destra a sinistra nel giorno 19 maggio successivo. Per le armature delle due altre arcate si permise che l'appaltatore impiegasse ilegnami adoperati per la costruzione della 1ª e 2ª arcata. E quest'ordine economico di costruttura delle arcate fu tollerato, sebbene non conforme al Capitolato, che prescriveva la costruzione contemporanea di tutte e cinque le arcate, sia perchè si giudicò potersi con sicurezza addivenire al disarmo di un'arcata, quando le due successive fossero armate e con vôlto completo l'attigua, e con 213 di sviluppo d'arcata l'altra, poi perchè l'appaltatore aveva assunto formale responsabilità sul buon esito della costruzione. È bene notare che i cavalletti furono costruiti in modo da aversi nell'armatura una freccia di m. 2.10 in luogo di m. 2 appunto per compensare l'abbassamento inevitabile del vertice delle volte tanto pel comprimersi delle armature sotto il peso delle murature, che per l'abbassamento delle vôlte nel momento in cui si procede al disarmo.

Il tempo impiegato per la costruzione delle arcate, il modo di costruttura delle stesse, il calo di queste e delle armature

risultano dal seguente

PROSPETTO.

estra		A R	CATE			
ordine to da destra nistra			CALO		ANNOTAZIONI	
N. d'o delle arcad a sin	del cominciamento	della chiusura	del disarmo	dell'arma- tura dopo il carico provvisorio	del vôlto dopo il disarmo	ANNOTARIONI
1 2 3 4 5	1886 20 Maggio 23 ** 28 ** 21 Giugno 5 Luglio	1886 28 Maggio 5 Giugno 10 » 28 » 9 Luglio	1886 7 Giugno 23 3 10 Luglio 14 3 16 3	m. 0.03 0.03 0.02 0.025 0.025	m. 0.025 0.026 0.015 0.025 0.030	Allo scopo di consolidare l'armatura, e perchè il giunto di rottura cadeva all'imposta, prima di procedere alla costruzione delle arcate le tre prime armature vennero caricate di una quantità di mattoni eguale a quella necessaria per condurre a compimento le arcate giunte ai 213 del loro sviluppo.

Malgrado queste precauzioni la tendenza alla rottura dei vòlti con aprimento all' estradosso presso il piano d'imposta fu notata, sebbene insensibilmente, da leggiere crinature nei giunti, crinature che raggiunsero la massima apertura di m. 0,006 quando la costruzione era giunta ai 213 circa di sviluppo delle arcate. Colla continuazione della costruzione delle arcate per l'altro 1₁3 di sviluppo, e col disarmo delle stesse non si osservarono ulteriori movimenti.

Le crinature presso le imposte si giudicarono dipendenti dalla poca monta delle arcate, e dal cedimento delle armature.

Il disarmo venne effettuato, come si osserva nel su riferito prospetto, in epoche ed intervalli di tempo diversi dall'incominciamento delle arcate e della loro chiusura, col rallentamento uniforme dei cunei e con leve morte, senza che si avesse a notare nei vôlti il minimo segno di movimento. Il calo risultò eguale nella 1ª, 2ª e 4ª, inferiore nella 3ª, maggiore nella 5ª arcata con differenze non notevoli, tanto che può dirsi pressochè uniforme il calo nel disarmo delle arcate malgrado che non in tutte la malta fosse già completamente rappresa.

Dopo il disarmo dei vòlti si pose mano alla muratura dei rinfianchi, timpani, muri frontali, ecc., infine dei parapetti con coperta abbaulata di laterizii conforme ai dettagli di costruzione. Poscia si distese la cappa e subito dopo previo stivamento di grossi sassi in corrispondenza degli sfogatoi si effettuò il riempimento fra i timpani con ghiaia e sabbia, allo scopo di raggiungere con materie leggiere, permeabili all'acqua ed incompressibili il suolo stradale formato con successive ricolmature di ghiaia vagliata e minutissima.

Il manufatto fu così ultimato ed aperto al transito il di 27 novembre ultimo scorso. La qualità, quantità e l'importo dei lavori vengono riassunti nel seguente quadro:

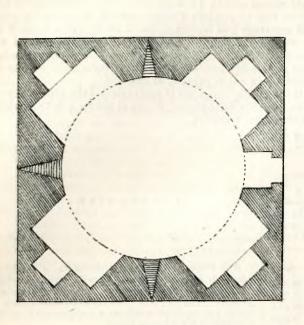
N. d'ordine	Indicazione dei lavori	Unità di misura	Quantità	Importo	Annotazioni
1 2 3 4 5 6 7 8 9	•	o totale	2041.34 731.46 1088.61 1131.76 52.07 267.47 19.96 369.67	L. 3062.01 » 1097.19 » 9554.04 » 21503.45 » 885.19 » 1746.57 » 224.95 » 1598.68 » 4241.41 » 7000.00 L. 50933.49 » 4074.67	Nella costruzione del ponte furono impiegate giornate di lavoro numero 6267 da Assistenti N. 660 Muratori » 1035 Manuali o garzoni in servizio muratori » 1842 Braccianti per escavazioni e pel getto del calcestruzzo » 2154 Braccianti per l'aggottamento » 428 Falegnami carpentieri per la montatura e smontatura dell'armatura » 148 Tornano N. 6267
	Import	o totale	L. 46858.82		

Laonde il manufatto misurando una luce libera di m. 60, una superficie di prospetto di m. 635.92 ed un cubo di muratura di m 3,565.55, il valore rispettivo risulta di

- L. 780.97 per metro lineare di luce libera » 73.69 » » quadrato di elevazion
- quadrato di elevazione)) 13.14 » cubo di muramento.

E così pongo termine a questa disadorna memoria col dichiarare che la buona riuscita dell'opera devesi anche attribuire alla eccellente qualità dei materiali impiegati, alla coscienziosa lavorazione, e specialmente alla intelligente e continua sorveglianza dell'assistente signor Angelo Roversi.

Brisighella, dicembre 1886.



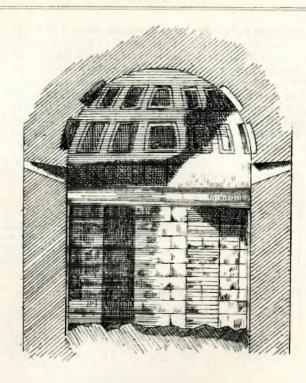


Fig. 13-14. — Pianta e sezione del mausoleo sotto la torre del Barco. — Scala di 1 a 100.

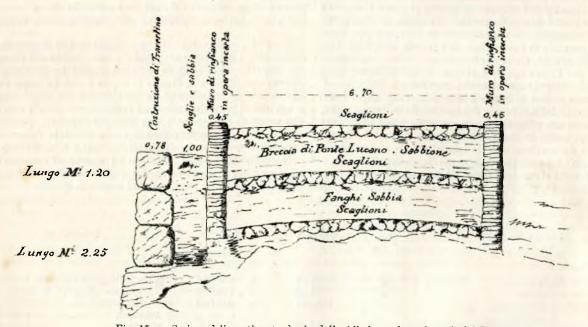


Fig. 15. — Sezione della antica strada che dalle Albule conduce al casale del Barco.

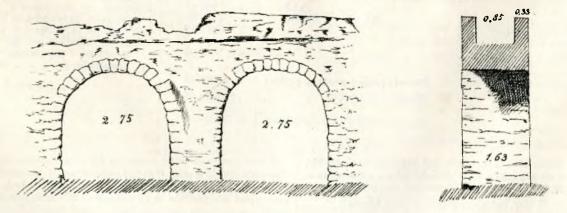


Fig. 16-17. — Antico acquedotto parallelamente alla strada.

MATERIALI DA COSTRUZIONE

INTORNO AI TRAVERTINI DELLE CAVE DEL BARCO NEL TERRITORIO DI TIVOLI

ADOPERATI

NELLA COSTRUZIONE DEL PONTE GARIBALDI IN ROMA

T

Relazione del prof. comm. Rodolfo Lanciani sulla importanza e sulla antichità di quelle cave.

Per cortese invito dei signori Ingegneri Giuseppe Basilici e Luigi Rolland mi sono recato ad esaminare le antiche cave di travertino, aperte dai Romani sulla sponda destra dell'Aniene fra il ponte Lucano ed il confluente delle Albule, ed ora riattivate dai prelodati Ingegneri, poichè la loro impresa ha dato luogo a notevoli scoperte di antichità.

Debbo parlare in primo luogo della grande strada, o diverticolo, che staccandosi dalla Tiburtina all'altezza dell'odierno stabilimento delle Albule, conduceva in linea retta a quelle meravigliose cave. La strada è in uso tuttora, e conduce al casale del Barco: è fiancheggiata da un muro di cinta, fabbricato due o tre secoli or sono, con i poligoni basaltini dell'antico selciato. Benchè questo indizio abbia grande valore, poichè la silice non si trova in queste contrade, ma è materiale trasportato da grande distanza, non mancano altri documenti per confermare e l'antichità e l'importanza di questa strada. Innanzi tutto essa è fiancheggiata da sepolcri e mausolei nobilissimi, dei quali descriverò un solo, quello cioè sul quale sono piantate le fondamenta della Torre del Barco (ora semidiruta) perchè lo credo del tutto sconosciuto.

Il mausoleo è intatto fino all'altezza del primo piano ed è costruito con blocchi di travertino assai grande ed egregiamente connessi.

Nelle fig. 13 e 14 si ha un bozzetto della pianta e della sezione.

Nulla posso dire dell'architettura esterna del mausoleo perchè è nascosto entro un cono di ruderi, prodotto dalla rovina del piano superiore e della torre medioevale. Sarebbe utile tentare uno scavo, tanto alla base del cono quanto nell'interno della cripta.

Nei muri del casale vicino si veggono frammenti di lastroni marmorei, messi come materiale da costruzione, a rinforzo degli spigoli. Credo che appartengano alla grande iscrizione monumentale. Lo stile delle modanature della porta d'ingresso e della cornice d'imposta alla calotta del sotterraneo, la sobria decorazione dei lacunari, la perfezione dei piani di posamento e delle « ognature » dei travertini sono tutti indizi di un'opera del primo secolo dell'impero.

Altri sepolcri di minor importanza si veggono sui margini del diverticolo, nel tratto che discende verso il ponte Lucano. La testimonianza più evidente intorno alla antichità ed alla importanza di questa strada si ha dalla sezione visibile nel taglio della ferrovia che conduce alle cave e che riproduco nella fig. 15.

La costruzione di travertino è stata scoperta per la lunghezza di circa 80 metri: corre quasi sull'orlo del precipizio ossia della parete a perpendicolo della cava. Straordinaria è la larghezza della partita stradale, m. 6,70 senza le crepidini; quasi il doppio dell'antica Appia. Questo particolare dimostra quanto intenso doveva essere il traffico dei travertini tra la Cava e la Tiburtina, e come si fosse liberalmente provveduto al transito in senso inverso di una doppia fila di quei pesantissimi plaustri.

Parallelamente alla strada, e distante m. 12 dal suo margine meridionale corre un acquedotto, del quale riproduco (fig. 16-17) l'alzato e la sezione.

Benchè la costruzione di questo acquedotto non presenti una caratteristica decisa e spiccata di antichità, poichè tanto il materiale impiegato (testina, cappellaccio di travertino) quanto la maniera del fabbricare possono appartenere ad ogni tempo, pure io non esito ad attribuirlo al periodo romano quando le cave erano in piena attività. Anzi, credo che l'acquedotto sia stato costruito per uso esclusivo delle cave, per il giuoco delle macchine e dei ruotoni e per beneficio del numeroso personale impiegato o condannato a quell'improbo lavoro. Le ragioni che mi invitano a sostenere l'antichità dell'acquedotto sono:

1º Il fatto che esso ha termine sull'orlo delle cave abbandonate dalla caduta dell'impero in poi; 2º l'essere fiancheggiato da piscine o castelli di distribuzione assolutamente romani. Uno, da me misurato, è lungo m. 21, largo m. 3,38, coperto con vôlta a botte, e conserva ancora la caratteristica dei cordoni di signino negli spigoli rientranti; 3º la mole, la lunghezza, l'importanza dell'acquedotto, e sopratutto la sua portata, pari alla portata dell'antica Marcia, come può certificarsi paragonando le due sezioni rispettive; 4º l'impossibilità che l'opera sia stata eretta nel medio evo; 5º la certezza che non è opera moderna.

Rimarrebbe a determinare la fonte dalla quale l'acquedotto traeva alimento. Ciò richiede ricerche che non ho avuto agio di compiere. La direzione dell'alveo e la pendenza sua accennano al vicino canale delle acque Albule: ma se l'acquedotto era alimentato dalle Albule dovrebbe portare traccie di concrezioni sulfureo-calcari, mentre le pareti dell'alveo sono nettissime come le pareti della vergine.

-¥--

Ma il monumento più rimarchevole dell'intero gruppo è la cava istessa romana, dalla quale sono stati estratti oltre a cinque milioni e mezzo di metri cubi di travertino, conforme può dedursi dalla misura del vuoto fra le due opposte pareti verticali. Che questa sia la vera cava antica, e se non l'unica, certo la principalissima, in uso presso i Romani è dimostrato dai seguenti argomenti.

In primo luogo dalla sua enorme ampiezza. Le pareti tagliate a picco sviluppano una lunghezza di oltre a due chilometri e mezzo: la superficie raggiunge i cinquecento mila metri quadrati.

In secondo luogo dal tipo caratteristico della cava in generale e dal sistema di scoperta, di scavo e di taglio dei massi in particolare. Le pareti sono perfettamente perpendicolari, e presentano la specialità dei denti o dadi sporgenti, con gli angoli sempre a 90° gradi. Alcuni fra questi dadi isolati per tre lati conservano ancora la scanalatura per mezzo della quale dovevano venire isolati dal banco o strato massiccio; queste scanalature sono condotte a profondità varie dai 0,50 a 2,00, ed hanno le pareti e gli spigoli freschi e taglienti come se la cava fosse stata abbandonata da poco. La cava in altri termini rassomiglia nei minimi particolari alle nostre antichissime di vigna Querini, della Rustica, di Marino, per parlare soltanto di esempî a tutti noti.

Il terzo argomento fornito dalle traccie indirette di un lavoro di scavo enorme, è dicci volte secolare. Onde tenere spurgato il fondo della miniera per il libero scambio dei carri, pel giuoco degli argani e per le manovre del personale, lo scaglione o rifiuto prodotto dalla squadratura dei massi era trasportato a grande distanza sulla sponda stessa dell'Aniene, ed accumulato a grande altezza. Tale è la origine di quella catena di colline che corre parallela al fiume, e della quale niuno, per quanto io conosca, aveva sospettato la formazione artificiale. Una di queste colline, visibile da ogni punto del territorio vicino, di forma elissoidica, è alta m. 22, lunga m. 90, larga 65, e può con ragione paragonarsi al nostro Testaccio. È facile immaginare quanto sterminato debba essere stato il numero dei massi tagliati nella Cava del Barco, durante il percorso di formazione di questa sola collina.

Un'ultima prova evidente della antichità della cava e del suo abbandono completo dalla caduta dell'impero fino ai giorni nostri, si ha dal fatto seguente.

Le acque Albule, inalveate dai Romani e sottoposte ad un determinato regime idraulico, hanno vagato disordinatamente per la campagna, a partire dalle prime devastazioni barbariche fino al secolo xvi, quando il cardinale Ippolito d'Este le raccolse nuovamente nel canale che da lui prende il nome, e che è tuttavia in uso. In questo lungo periodo di abbandono sembra che il ramo principale delle acque vaganti si dirigesse verso la Cava del Barco, precipitando dall'alto della parete verticale nord nel fondo della cava stessa. Questa caduta di acque sature di carbonati calcari, prolungata per molti secoli, ha dato luogo ai seguenti fenomeni. L'anzidetta parete verticale nord, il cui spigolo superiore formava l'incile della caduta, è nascosta da incrostazioni calcari tenaci, con abbondanti concrezioni vegetate, questo strato di formazione recente è largo in media otto metri alla base e solo pochi centimetri alla sommità. Gli intraprenditori odierni della cava sono costretti a rimuovere questo involucro prima di giungere all'antica pa-

rete del travertino, la quale serba ancora le traccie dei colpi di piccone romano.

Nelfondoistesso della cava è avvenuto un altro fenomeno; lo strato di scaglie e di scheggie che lo ricuopriva, è stato cementato ed impastato dai sedimenti calcari, risultandone massi e banchi di una breccia dura a somiglianza del travertino. La parete meridionale della cava è per contrario libera da qualsiasi incrostazione, siccome quella che non ha mai avuto contatto con le acque vaganti.

La lode migliore che possa attribuirsi a questa stupenda cava è quella contenuta nel seguente paragrafo del litologo Faustino Corsi (pag. 76).

« Fra la tenuta di Martellone ed i monti di Tivoli, e precisamente » nella contrada chiamata il Barco, si vedono ancora le vestigia di » un'altra cava usata dagli antichi Romani, la quale non è in attività » perchè produce travertino troppo compatto e che non può lavorarsi » se non con molta fatica e molta spesa ».

È soddisfacente cosa il notare con quanto plauso sia stata accolta dai nostri architetti la restituzione di questa pietra, bandita per tanti secoli dalle fabbriche urbane.

TT

Parere arbitrale sulla vertenza promossa dal Municipio di Roma contro l'Impresa assuntrice dei lavori.

La Giunta Municipale di Roma, nella seduta del 15 maggio del corrente anno, prendeva conoscenza delle lettere scambiate fra il signor Ing. Viviani, Direttore dell'Ufficio tecnico municipale, ed il signor Zsckokke, Direttore dell'Impresa Zschokke e Terrier, per definire la vertenza dei travertini del ponte Garibaldi mediante il parere dei periti, volontariamente interpellati dai due Ingegneri-Direttori, e trovando plausibile questo temperamento senza menomamente abdicare al diritto che il contratto dà al Comune della scelta o scarto dei materiali, ne prendeva atto e lo approvava.

Con lettere del 20 e 21 maggio l'Assessore, signor Ing. P. Giobbe, dava comunicazione ai sottoscritti della deliberazione della Giunta e delle lettere scambiate fra l'Ufficio tecnico e l'Impresa, nella quale i sottoscritti sono designati come periti volontariamente scelti dalle parti. Avendo essi dichiarato di accettare l'onorevole incarico, vennero loro trasmessi dall'Ufficio Tecnico Municipale e dall'Impresa varii documenti, intenti a stabilire il vero stato delle questioni relative ai travertini.

I sottoscritti si fecero quindi ad esaminare, prima di ogni altra cosa, i documenti ricevuti affine di conoscere lo stato della questione, in quanto risultava dai documenti stessi.

Essi presero nota, anzitutto, del contenuto del capitolato e della serie dei prezzi, ambidue allegati al contratto di costruzione stipulato il 2 agosto 1884, formanti parte integrante del medesimo.

Fra le varie disposizioni contenute in questi allegati, quelle che si riferiscono o possono riferirsi alla questione dei travertini ed alle quali pure ricorrono costantemente le parti nella corrispondenza che ne nacque, sono le seguenti:

a) Capitolato, parte prima, art. 10.

« Tutte le murature dovranno essere eseguite ad uso e stile d'arte con l'impiego dei migliori materiali e conformemente alla speciale descrizione che ne viene fatta nella serie dei prezzi corrispondenti sul prezzo che loro viene attribuito;

« L'Ingegnere municipale delegato alla direzione del lavoro avrà sempre facoltà di scartare tutti quei materiali che non gli sembrassero essere di buona qualità e di far demolire quelle parti di lavoro che per qualsiasi ragione gli sembrassero difettose ».

b) Capitolato, parte terza, art. 8.

« Per tutte le controversie che potessero insorgere le parti contraenti, prima di ricorrere ai tribunali cercheranno ogni mezzo di farle risolvere di comune accordo fra l'Ingegnere Capo dell'Impresa e l'Ingegnere Direttore dell'Ufficio tecnico municipale, e questi, se lo credono utile, potranno, col consenso delle rispettive Amministrazioni, aggregarsi altre persone anche estranee; soltanto quando ciò, malgrado la controversia,

non potesse amichevolmente comporsi, si avrà ricorso alle vie giuridiche ».

c) Serie dei prezzi lavori, N. 4.

« Pietra da taglio travertino delle cave di Tivoli di ottima qualità, senza tarlature, ossiano buchi, pel coronamento della risega, rivestimenti delle murature sopra magra, bugnati, cigli di marciapiedi, ecc., delle dimensioni approssimativamente indicate nei disegni che saranno in seguito determinate dall'Ingegnere direttore del lavoro; per ogni m. c. lire 150,00 ».

I sottoscritti passarono poscia ad esaminare la corrispondenza che ebbe luogo fra l'Ufficio tecnico municipale e l'Impresa relativamente ai travertini in questione, come pure la relazione presentata dai signori Consiglieri Giobbe e Vespignani intorno alle visite da essi fatte al cantiere nei giorni 25 aprile e 9 maggio 1885, ed i processi verbali delle sedute della Commissione municipale incaricata di risolvere la questione dei travertini per il ponte Garibaldi. Da questi documenti risulta che i travertini, intorno ai quali sorse questione, sono quelli relativi alla banchina, allo zoccolo ed al rivestimento in bugne al disotto dell'imposta degli archi, tanto per le due spalle, che per la pila del ponte.

Questi travertini sono nella minor parte già messi in opera, una parte è approvvigionata in cantiere, altri devono essere provvisti. Di quelli approvvigionati una parte è lavorata, il resto è in blocchi ancora greggi.

La questione se questi travertini corrispondessero o meno alle condizioni contrattuali, cominciò a sollevarsi ben presto fra l'Ufficio tecnico municipale e l'Impresa.

Infatti la Giunta municipale, in seguito a comunicazioni del Direttore dei lavori, fin dal 22 aprile 1885 deliberava d'incaricare i signori Consiglieri Giobbe e Vespignani di fare un'ispezione dei travertini che l'Impresa stava approvvigionando. La vertenza si mantenne poi ed anzi si accrebbe, dopochè una parte dei travertini erano stati messi in opera.

Fra i documenti comunicati ai sottoscritti, quelli che meglio servono a precisare la differenza di opinioni fra l'Ufficio tecnico e l'Impresas ono i seguenti:

a) La relazione dei signori Consiglieri Giobbe e Vespignani, in seguito alle visite da loro fatte sul cantiere nei giorni 25 aprile e 9 maggio 1885 ed il voto della Commissione municipale incaricata di decidere sulla questione dei travertini, emesso nella seduta del 9 dicembre 1885;

b) I.a lettera in data 15 dicembre 1885 del Vice-Direttore signor Ing. Vescovali, diretta all'Impresa e confermata pure con altra lettera del 30 gennaio 1886, come pure la lettera in data 22 dicembre 1885 dell'Impresa al signor Direttore Viviani;

c) La lettera del 28 febbraio 1886 del Direttore dell'Ufficio tecnico municipale, signor Ing. Viviani, all'Impresa e la risposta di questa allo stesso, del giorno 27 dello stesso mese.

Documento 4). Secondo la relazione dei signori Giobbe e Vespignani, il 25 aprile 1885 si trovavano approvvigionati sul cantiere 239 blocchi di travertino, che furono esaminati da quei signori insieme all'Ingegnere signor Vescovali e che vennero così giudicati:

				Secondo i suddetti signori	Secondo l'Impresa	Differenza
Accettabili				143	162	19
Da rifiutarsi				83	77	6
Accettabili co	n ris	erva (eioè			
salvo il rist	iltate	della	ı la-			
vorazione)				13))	13

I criterii seguiti dalla Direzione dei lavori nello scarto dei blocchi, criterii trovati giusti dai signori Giobbe e Vespignani, sono stati i seguenti:

- 1º Grana alquanto vetrosa e poco compatta;
- 2º Natura gessosa in alcune falde;
- 3º Buchi, fenditure e rilevanti tarli.

Il voto suaccennato della Commissione municipale, emesso in seguito alla relazione Giobbe e Vespignani, è il seguente:

« La Commissiono riconosce che il travertino portato sul cantiere, e quello costituente i due filari di bugne messe in opera, non corrisponde in gran parte alle prescrizioni date dal capitolato ed al campione presentato; ed approva lo scarto fatto dalla Direzione comunale dei lavori.

«Insiste poi perchè la Società costruttrice debba portare sul cantiere altro travertino che soddisfaccia pienamente a tutte le condizioni volute come sopra, e corrisponda all'importanza dell'opera pubblica, a cui è destinato.

«In caso di inadempimento è di parere che l'Amministrazione usi risolutamente di tutti i mezzi che la legge le accorda ».

Documento B). L'Ing. signor Vescovali trasmette ufficialmente all'Impresa il superiore voto della Commissione colla sua lettera 15 dicembre 1885, confermata il 30 gennaio 1886, e dichiara:

- 1º Che nessuna delle pietre approvvigionate può essere accettata;
- 2º Che non sono parimenti accettate le pietre che compongono i due filari di bugne, posti in opera alla spalla destra;
- 3º Che si domanda la rimozione immediata di questi due filari e di tutte le altre pietre travertine, lavorate o no, che trovansi approvvigionate nel cantiere o nelle vicinanze;
- 4º Che si domanda parimenti la rimozione del plinto o zoccolo della spalla destra, compensandone all'Impresa la spesa di rimozione, poichè la pietra di detto zoccolo fu da noi accettata.

E fissa poi le seguenti norme:

- « Non saranno accettate le pietre di travertino:
 - 1º Che offrono rigature nere;
 - 2º Che hanno zone di diversa tinta;
- 3º Che hanno buchi, detti tarlature, e spaccature oltre il limite che si ammette nei buoni travertini scelti;
 - 4º Che hanno parti cosidette gessine;
 - 5º Che hanno strati concrezionati ».

Ed esprime pure l'opinione che la cava del Barco non può dare travertino delle volute qualità.

L'Impresa, per contro, nella sua lettera al signor Direttore Viviani, riferendosi alla suddetta lettera, 15 dicembre 1885, del signor Ingegnere Vescovali, oppone:

- 1º Che non esiste in generale, e specialmente a Tivoli, alcuna cava che fornisca grossi pezzi come i prescritti, privi di tarlature;
- 2° Che nei monumenti si è ovviato a questo inconveniente, impiegando piccoli blocchi;
 - 3º Che la cava del Barco può dare blocchi accettabili;
- 4º Che le striscie nere e le varietà di tinta non diminuiscono la solidità e spariscono col tempo, inoltre il capitolato non le esclude;
- 5° Che l'Amministrazione, avendo accettato già nell'ottobre lo zoccolo della spalla destra, aveva mostrato criterii ben più giusti di accettazione di quelli che ora mette innanzi.

Documento C). Il signor Ing. Direttore Viviani, dopo avere riportati nella sua lettera all'Impresa, in data 22 febbraio 1886, l'art. 8 del capitolato ed il N. 4 della serie dei prezzi (vedi sopra), formula le seguenti norme e condizioni pel compimento della vertenza.

- « Non saranno accettate le pietre travertine:
 - 1° Che hanno parti cosidette gessive;
- 2° Che hanno buche dette tarlature e spaccature oltre il limite che si tollera nei migliori travertini;
 - 3º Che hanno strati concrezionati;
 - 4° Che presentano striature nere.
- « In via però di conciliazione e di tolleranza si accettano le pietre poste in opera per lo zoccolo e per i due filari di bugne nella spalla destra del ponte, escluse sette bugne giudicate peggiori, quattro delle quali l'Impresa già stava rimovendo il giorno della visita fatta dal sottoscritto, e le altre indicate all'Impresa sul posto e pure da rimuoversi.
- α Parimenti in via di tolleranza si ammettono per lo zoccolo della pila e della spalla sinistra le pietre che presentano delle rigature nere, qualora siano esenti dagli altri difetti, indicati nei primi tre numeri delle norme predette.
- « Per facilitare all'Impresa la provvista di pietra di ottima qualità, essa sarà libera di ricorrere anche ad altre cave, che non siano quelle di Tivoli, prescritte nel contratto ».

Finalmente si designano come modulo di buona qualità intrinseca ed estrinseca del travertino i migliori pezzi fra quelli già lavorati sul cantiere dell'Impresa per il fascione e la cornice dei piedritti del ponte.

- Il Direttore deil'Impresa, signor Zsckokke, nella sua risposta del 27 febbraio 1886, fatta una protesta contro la forma adottata dal signor Viviani nel condurre l'esperimento di conciliazione, e premesse, in quanto alla sostanza, alcune osservazioni sulla natura dei travertini, così si esprime:
- « Io trovo adunque, che se è giustificato di escludere l'impiego delle pietre che contengono in vista delle parti gessine e delle stratificazioni concrezionali, egli è pur d'uopo di procedere con molta riserva e mitezza, quando si tratti di escludere delle grandi pietre che offrono qualche tarlatura e spaccatura, e penso, infine, che non si possa ammettere l'esclusione dei blocchi, che sarebbero per ogni rapporto accettabili, unicamente perchè vi si riscontrano righe nere.
- « Io mi permetto, a questo proposito, di rammentare alla S. V. che solo eccezionalmente noi abbiamo trovato insieme qualche blocco, nel quale non vi fossero righe nere, mentre in generale nei blocchi di tutte le provenienze si riscontrano queste righe nere.
- « Io sostengo, adunque. che delle quattro norme proibitive del travertino, enumerate nella conclusione della S. V., non ve ne sono che tre, le quali possono avere una considerazione seria nella fornitura del travertino come quella di cui si tratta, e che anche queste tre norme vogliono essere applicate in modo ragionato e non possono considerarsi giammai come norme assolute. Quindi io non posso affatto accettare l'espressione, spesso ripetuta nella lettera della S. V., che è unicamente per una tolleranza eccezionale che la S. V. accetta i blocchi già messi in opera (dei quali molti erano già stati regolarmente accettati), e parte dei blocchi già preparati: poichè, a mio avviso, quando una stazione appaltante voglia impiegare, segnatamente per grandi blocchi, il travertino in luogo di altra specie di pietra di formazione più compatta, si troverà sempre di fronte alla indeclinabile indispensabilità di rinunziare ad esigenze ingiuste ed in contraddizione colla natura delle cose; bisogna sempre fare delle concessioni, dal momento che si vuole impiegare pietra travertina in luogo di una qualità più compatta, segnatamente per grandi blocchi ».

Dall'esame dei documenti A, B, C. risulta in primo luogo, che la questione non verte veramente intorno alle proprietà di resistenza e stabilità del materiale, cioè intorno alla sua attitudine a sopportare le pressioni a cui è soggetto, ed a mantenersi inalterato sotto l'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici.

L'Impresa stessa si esprime più volte nelle sue lettere, ammettendo l'esclusione delle pietre aventi difetti tali da togliere le buone qualità di resistenza e stabilità che in generale possiede il travertino. Del resto, tali qualità furono, come è noto, riconosciute fino dagli antichi, i quali non vi ravvisarono altro difetto che quello di non resistere al fuoco. Vitruvio dice: « Tyburtina vero et quæ eodem genere sunt, sufferunt omnia et ab oneribus et a tempestatibus injurias, sed ab igni non possunt esse tuta ». E Plinio: « Tyburtini ad reliqua fortes, vapore d'essiliunt ».

La questione verte, adunque, specialmente intorno all'apparenza dei blocchi dopo lavorati, quali cioè essi devono apparire in opera; e due sono i punti principali, intorno ai quali essa si raggira, cioè i buchi, o tarlature, e le righe nere.

E poi occorre anzitutto rilevare che, confrontando fra loro i documenti sopra designati con A, B, C, si trova che la divergenza di opinione fra l'Ufficio tecnico e l'Impresa variò, col tempo, entro limiti abbastanza estesi.

Infatti, dalla relazione dei signori Giobbe e Vespignani risulta che ai primi di maggio 1885 su 239 blocchi la Commissione ne riconosceva accettabili, fra definitivi e con riserva, 156; l'Impresa, invece, 162. Fra i criterii di scarto che allora si eseguirono, trovasi la grana alquanto vetrosa e poco compatta, criterio che più non comparisce nei documenti B e C. Per contro, in questi ultimi trovasi il criterio delle righe nere che non è accennato nel documento A; ed è indubitato che le righe nere trovansi anche fra i 156 blocchi accettati dai signori Giobbe e Vespignani. Nella lettera 15 dicembre 1885, del signor Ing. Vescovali all'Impresa, trovansi anche indicate come criterio di scarto le zone di diversa tinta.

Questa lettera poi mentre comunica il voto della Commissione Mu-

nicipale, voto riferentesi alla relazione Giobbe-Vespignani ed accettante lo scarto di quella relazione, forma sul travertino giudizi ben più severi, e dichiara inaccettabile tutto assolutamente il travertino in opera ed approvvigionato, e ne ordina la rimozione, (dunque anche quello già riconosciuto accettabile dai signori Giobbe e Vespignani e dallo stesso Vescovali). Il Consigliere signor Giobbe nella seduta della Commissione del 22 dicembre 1885 riconobbe non giusta questa conclusione dell'Ingegnere Vescovali, il quale rispondendo al Consigliere Giobbe conviene di aver un poco forzato la conclusione e di essersi tenuto al massimo rigore.

Invece la lettera del signor Ingegnere Viviani del 22 fabbraio 1886 accetta una gran parte del travertino però in via di conciliazione, di tolleranza; e designa poi i migliori pezzi fra quelli già lavorati sul cantiere come modulo di buona qualità intrinseca ed estrinseca del travertino.

Riconosciute queste circostanze, quali esse risultano dai documenti comunicati ai sottoscritti, essi credono che avuto il debito riguardo allo sviluppo successivo della controversia, le ultime lettere scambiate fra l'Ufficio tecnico e l'Impresa, cioè la lettera 22 febbraio 1886 del signor Direttore Viviani e la risposta 27 febbraio 1886 del signor Zsckokke, siano quelle che stabiliscono lo stato attuale della questione, quello perciò intorno al quale essi devono pronunziarsi.

Secondo queste lettere le parti sono d'accordo in massima che le pietre travertino, a) aventi parti gessine, b) aventi strati concrezionati, e c) aventi buchi e tarlature oltre il limite che si tollera nei migliori travertini, non siano accettabili, ma l'Impresa dice che nell'applicazione le dette tre norme vengono intese dalla Direzione dei lavori in modo troppo assoluto.

Riguardo poi alle righe nere vi è divergenza anche nella massima: l'Ufficio tecnico, le considera come un criterio di esclusione, l'Impresa no.

Ora, siccome la vertenza deve essere giudicata dal punto di vista del contratto, così la prima ricerca che si presentava ai sottoscritti era la seguente:

Il contratto prescrive esso in modo assoluto, per così dire matematico, l'assenza di parti gessine, di strati concrezionati, e di buchi o tarlature e spaccature, oppure le permette fino a un certo limite, e qual è questo limite? Il contratto ammette od esclude le righe nere?

In tutto il contratto le sole parole indicanti le qualità del travertino sono le seguenti: Pietra da taglio travertino delle cave di Tivoli di ottima qualità senza tarlature ossiano buchi, contenute nella serie dei prezzi lavori, 4.

Il contratto non parla quindi esplicitamente di parti gessine, di strati concrezionati, ma è chiaro che ne parla implicitamente quando dice di ottima qualità. Parla invece esplicitamente delle tarlature ossiano buchi, e dice che deve esserne senza.

Ora è certo che questo senza non è da intendersi in modo assoluto, matematico. Tanto varrebbe il pretendere che il travertino sia privo di una appunto delle particolarità essenziali che caratterizzano questa pietra, specialmente quando provenga dalle Cave di Tivoli, che sono le prescritte dal contratto.

Del resto lo stesso Ufficio tecnico conviene che il senza del contratto non è da prendersi in senso assoluto e formula nella lettera più volte citata del 22 febbraio 1886, il relativo criterio colle parole: « buchi detti tarlature e spaccature, oltre il limite che si tollera nei migliori travertini ».

Quanto alle righe nere esse non sono nominate nel contratto. La questione è dunque questa: la condizione di ottima qualità esclude le righe nere?

Da questa prima ricerca ne veniva riassumendosi che il compito dei sottoscritti si riduceva a stabilire: Quale fosse per i difetti suaccennati, e specialmente per i buchi o tarlature, il limite che si tollera nei migliori travertini, ed a decidere, se l'ottima qualità escludesse le righe nere.

Posta così la questione, è chiaro che essa presenta il pericoloso carattere dell'apprezzamento individuale. Un pezzo di travertino anche giudicato da persone dell'arte può essere ritenuto buono da una persona, mediocre da un'altra; e da una persona stessa un determinato pezzo può essere giudicato buono per un lavoro, non accettabile per un altro.

I sottoscritti credettero adunque per sottrarre il più possibile il giudizio al proprio apprezzamento individuale e farlo dipendere invece da elementi di fatto, che possono anche da altre persone essere riconosciuti e verificati, fosse necessario un accurato e dettagliato confronto fra il travertino messo in opera ed approvvigionato dall'Impresa per il Ponte alla Regola e quello adoperato nei principali monumenti di Roma antichi e moderni, monumenti che comprendessero ciò che vi ha di meglio fra le grandiose costruzioni in travertino della Capitale. Nessuno infatti vorrà sostenere che quando in un contratto stipulato per un'opera pubblica in Roma si parla di travertino delle cave di Tivoli di ottima qualità, si debba avere per termine di confronto altra cosa che i più rinomati monumenti di Roma eseguiti in travertino.

Ed affinchè un tale confronto potesse condurre ad un equo giudizio era pur necessario di tenere conto della qualità speciale del lavoro che si doveva apprezzare, consistente in una banchina, uno zoccolo ed un rivestimento a bugne, lavoro costituente il rivestimento delle due spalle e della pila di un ponte sul Tevere, al disotto della impostazione degli archi. Opera quindi soggetta in parte ad essere spesso coperta dalle acque del Tevere e ad essere veduta in generale da una certa distanza.

Un'altra circostanza che dovevasi aver presente nell'istituire il confronto si è la grandezza dei pezzi e le prescritte dimensioni, per le quali era inevitabile di esporre allo sguardo la faccia vista normale al piano di stratificazione; ed è ben noto come sia notevole la differenza che presenta l'aspetto di un blocco di travertino secondo che sia segato nel piano di stratificazione o tagliato con piano normale.

Con tali intendimenti e guidati da tali norme i sottoscritti si recarono ripetutamente ai cantieri del Ponte alla Regola, visitarono molti monumenti in Roma e ritornarono nuovamente ai cantieri facendo le debite annotazioni ed i dovuti confronti; ed invero:

Oltre una visita fatta l'11 giugno 1886 alle sei pomeridiane dall'architetto Carimini, ambidue i sottoscritti si recarono insieme sui cantieri il giorno seguente 12 giugno alle sei pomeridiane e poscia il giorno 15 successivo alle sei antimeridiane ed esaminarono attentamente il lavoro tanto riguardo al travertino in opera che a quello approvvigionato, essendo presenti da parte dell'Ufficio tecnico l'Ingegnere Rossi, da parte dell'Impresa i signori Zsckokke e Marzolla.

Si vide che alla spalla destra la banchina e lo zoccolo erano completi ed erano pure collocati quattro filari di bugne, il superiore dei quali incompleto. Sulla spalla sinistra la banchina incompleta, lo zoccolo appena incominciate. Alla pila poche pietre della banchina. Sul cantiere della riva destra trovavansi in provvista molti blocchi di travertino, alcuni dei quali lavorati a bugna. Essi erano destinati a completare il rivestimento della spalla destra ed a fare quello della pila. Sulla riva di sinistra trovavansi pure in provvista vari blocchi di travertino, qualcuno lavorato, destinato al rivestimento della spalla sinistra.

Riguardo alle quantità del travertino isottoscritti ebbero dai signori Ingegneri Rossi e Marzolla i seguenti dati approssimativi:

			J				L.L.	 	
Travertino	in	opera .						mc.	200
))))	provvist	ta la	VOI	rato))	56
))>))))	n	on	lavo	ora	to))	164
))	da	provved	lere					>>	273
									-
				Т	'ota'	le		me	693

Essi ci dichiararono inoltre che tutto il travertino in opera od in provvista proveniva dalla Cava del Barco.

I sottoscritti discesero al piede della spalla destra e della sinistra ed esaminarono pezzo per pezzo il travertino in opera, sentendo sopra ogni pezzo tanto l'avviso del signor Ingegnere Rossi, quanto quello degli Ingegneri dell'Impresa.

Alla spalla destra l'Ingegnere signor Rossi indicò N. 10 pezzi bugnati che secondo lui non sono accettabili perchè otto di essi hanno troppi buchi o tarlature, e due di essi (pezzi d'angolo) hanno le righe nere. Egli soggiunse poi che secondo l'Ingegnere signor Vescovali nessuno dei pezzi in opera è accettabile.

I sottoscritti esaminarono pure pezzo per pezzo il travertino in provvista, tanto sulla riva destra che sulla sinistra; di questi pezzi il signor

Ingegnere Rossi eccepì alla presenza dei sottoscritti alcuni deficienti di dimensioni e difettosi. Anche gl'Ingegneri dell'Impresa riconobbero che tali pezzi erano da rifiutarsi. Questi pezzi il giorno 15 giugno furono marcati con un O in rosso alla presenza dei sottoscritti.

Per tre o quattro altri pezzi in parte sulla riva destra, in parte sulla riva sinistra, il signor Zsckokke riteneva che con un'ulteriore lavoratura potranno rendersi accettabili. Il signor Ingegnere Rossi si riservava di pronunciarsi quando tale lavoratura sarà stata fatta.

Per alcuni pezzi collocati sulla riva destra e destinati al rivestimento della pila, come per due o tre altri collocati sulla sinistra e destinati alla spalla sinistra l'Ingegnere signor Rossi fece osservare che presentavano le righe nere e che non dovrebbero quindi accettarsi.

Gl'Ingegneri dell'Impresa si espressero ritenendo che le righe nere non debbono essere motivo di rifiuto.

I sottoscritti fissarono nell'esame dei singoli pezzi la loro attenzione sui buchi e tarlature, esaminarono se apparivano parti gessine, e concrezionate, e se vi fossero righe nere, e nel caso affermativo quale fosse la larghezza e l'intensità di colore.

Avuta così un'impressione particolareggiata dei blocchi di travertino del Ponte alla Regola, sentite le varie opinioni dei rappresentanti le parti, essi nei giorni 16 e 18 giugno ed in altri successivi girarono insieme per Roma visitando molte costruzioni in travertino e cercando in ciascuna di esse, specialmente quei blocchi che per grandezza e per destinazione si avvicinassero possibilmente alle condizioni dei blocchi del Ponte alla Regola, e prendendo sempre nota sul luogo stesso per ogni singola costruzione di ciò che loro pareva osservabile.

Furono visitate varie chiese, fra cui S. Pietro in Vaticano nella sua parte esterna anteriore, di fianco, e posteriore, quella del Gesù, di Sant'Andrea della Valle, di S. Giovanni dei Fiorentini, di S. Maria di Traspontina, di S. Luigi dei Francesi, di S. Ignazio, di S. Carlo ai Catenari, di S. Giovanni in Laterano, di S. Maria del Popolo, di Santa Maria Maggiore ed altre; varii palazzi fra cui Massimi, Braschi, Cancelleria, Farnese, degli Uffizi in via Giulia cominciato e non ultimato, Giraud, Torlonia, Barberini, del Ministero della Guerra in via Venti Settembre, vari Palazzi al Corso, quello del Campidoglio.

Poi altri lavori, fra cui il colonnato del Bernini, in piazza S. Pietro, l'Arco del S. Gallo, le porte S. Pancrazio, Salara, del Popolo, la gradinata in piazza di Spagna, il Colosseo, le fontane Paolina e di Trevi, ecc.

L'impressione che in generale si riceve da una simile visita si è che i blocchi di grandezza simile a quella che si ha al Ponte alla Regola sono piuttosto rari.

Si trovano spesso pezzi con due grandi dimensioni ma colla terza piccola, ed i quali presentano la faccia vista parallela al piano di stratificazione.

I blocchi maggiori trovansi naturalmente in basamenti o zoccoli esterni, nei portoni d'ingresso, nei cortili, ecc. ecc.

Solo al Colosseo, nelle parti inferiori dei pilastroni delle due cinte esterne, trovansi frequenti parallelepipedi di grandi dimensioni.

Avendone i sottoscritti misurati molti, trovarono che quelli fra i due e tre metri cubi non sono tanto frequenti relativamente al totale, quelli sopra i tre piuttosto rari, e nella loro visita non s'imbatterono in alcuno che arrivasse ai quattro metri cubi.

I blocchi del Ponte alla Regola variano da 0,7 a 3,15 metri cubi.

Un'altra impressione generale è la conservazione del travertino, rispetto alle intemperie. La superficie si oscura coi secoli, ma non si altera; i buchi e le tarlature si mantengono inalterati senza smussamenti ai bordi; così pure le traccie della lavorazione vi si mantengono visibili. Notevoli a questo riguardo sono i blocchi del Colosseo, nel quale spesso si mostrano i caratteri del travertino del Barco.

Nessun pezzo è assolutamente privo di buchi e tarlature, neppure i pezzi piccoli.

E qui bisogna notare che specialmente nelle costruzioni più recenti i buchi sono turati accuratamente con gesso od altro, il che con un po' di pratica facilmente si riconosce.

I pezzi paragonabili per dimensioni con quelli del Ponte alla Regola, hanno quasi sempre buchi e tarlature in maggior quantità e grandezza di quelli alla Regola, anche quando le superficie architettonicamente non sono greggie, ma lisce o regolarmente modanate. Meritano a questo

riguardo di essere indicati i grossi pezzi dei pilastroni del Colosseo, quelli al portone e nei cortili del palazzo Farnese, quelli dell'Arco del Sangallo, e i grossi pezzi (pilastri e colonne) del colonnato del Bernini, i piedestalli delle Statue di Ponte Sant'Angelo, molti grossi pezzi della Chiesa di S. Pietro in Vaticano, e più ancora i basamenti delle colonne di S. Giovanni in Laterano, quelle di S. Carlo al Corso e di S. Giacomo in Augusta. di quelle di Porta del Popolo; le due colonne del portone del Palazzo Barberini, i travertini della facciata di S. Nicola da Tolentino, e nella gradinata monumentale di Santa Trinità dei Monti, sono notevoli i parapetti ed i grossi blocchi che, nella parte inferiore della gradinata separano la rampa centrale dalle laterali, i basamenti delle statue di Castore e Polluce in Campidoglio, quelle deglo obelischi in piazza del Popolo, di Montecitorio, ecc. ecc.

Fra i pezzi lavorati a superficie greggia sono da osservarsi i travertini greggi della Fontana di Trevi, le bugne greggie e gli angoli di Montecitorio, le bugne nella parte esterna della Porta S. Pancrazio lavoro accuratissimo del Vespignani), le bugne della parte esterna di Porta Salara, e specialmente quelle del Palazzo degli Uffici in via Giulia ed il quale, come l'Ingegnere Rossi assicurò ai sottoscritti, servi di tipo alle bugne del Ponte alla Regola. Or queste bugne sono per ogni riguardo molto inferiori a quelle del Ponte alla Regola. Si notino anche, sebbene le dimensioni siano molti minori, i due filari di bugne del Palazzo del Ministero della Guerra, quelle del Palazzo Marignoli, ai portoni ed agli angoli quelle dei Palazzi Ruspoli, Chigi, ecc. Tutti questi travertini per aspetto esterno in generale sono inferiori a quelli del Ponte alla Regola.

Ma anche quando l'esame volesse limitarsi ai pezzi piccoli, alle cornici, ecc., frequentissimi si riscontrano i buchi o le tarlature : per esempio ai Palazzi Massimo (cortili), Farnese, ecc., nelle chiese nominate, nella gradinata di Santa Trinità dei Monti, nella facciata di Santa Maria del Popolo, nei travertini formanti la nicchia della Statua di Roma nella piazza del Campidoglio (dove i buchi sono in generale turati artificialmente). I travertini dei porticati dei due palazzi del Museo Capitolino e dei Conservatori sono generalmente di piccole dimensioni e turati accuratamente.

L'impressione riportata dai sottoscritti in questa loro dettagliata e minuta visita, impressione che ritengono sarebbe riportata da chiunque la ripetesse con animo non prevenuto, si è che prendendo i travertini dei monumenti di Roma nel loro complesso per misura dell'ottima qualità e per i buchi o tarlature del limite che si tollera nei migliori travertini, quelli posti in opera al Ponte alla Regola e, salvi alcuni pezzi, anche quelli in provvista, sono da ritenersi fra i migliori.

Contemporancamente all'esame relativo ai buchi o tarlature, i sottoscritti nel visitare i travertini dei monumenti fermarono la loro attenzione anche alle righe nere, e riscontrarono che tali righe in quanto la tinta data al monumento dal tempo e dalla plaga celeste a cui la superficie è rivolta, permette di riconoscerle, si trovano assai di frequente, e ciò anche quando i pezzi di travertino costituissero importanti parti architettoniche vedute assai da vicino. Si citano ad esempio S. Giovanni dei Fiorentini, Porta S. Pancrazio, il recentissimo portico a S. Giovanni in Laterano con righe visibilissime negli zoccoli e pilastri, gli stipiti dei portoni del Palazzo Marignoli, la facciata della Fontana di Trevi (pilastri addossati a colonne), le colonne superiori della facciata di S. M. Maggiore, i travertini del recente lavoro di ampliamento della Porta del Popolo (specialmente verso la piazza), ecc.

I sottoscritti attinsero quindi la convinzione che nei monumenti di Roma l'ottima qualità del travertino non esclude le righe nere.

Affine poi di assicurarsi che l'impressione da loro riportata dai travertini di varie costruzioni e monumenti, non avesse resa più debole e incerta quella riportata dai travertini del Ponte alla Regola, i sottoscritti ritornarono insieme sui cantieri del Ponte il 23 giugno p. p. fra le 7 e 9 ant. per esaminare nuovamente i blocchi in opera ed in provvista, ed ebbero a riconfermarsi nei giudizi sopra esposti riguardo ai buchi ed alle righe.

In questa occasione essi visitarono pure il Ponte Cestio, discendendo al piede delle pile, per esaminare i pezzi travertino usati nella sua costruzione e vari pezzi provenienti dalla sua parziale demolizione. Si riconobbero molti pezzi come provenienti dalla Cava del Barco, portanti anch'essi le righe nere; e si ebbe ad esaminare la inalterabilità delle superficie esposte alternatamente all'azione dell'acqua torbida del fiume e all'intemperie.

Fra le questioni che trovansi discusse nei documenti comunicati ai sottoscritti vi è pur quello se la Cava del Barco da cui provengono i travertini in opera ed in provvista, sia atta a somministrare, dal punto di vista della qualità e della quantità, il travertino occorrente per il rivestimento delle spalle e della pila del Ponte, fino all'imposta degli archi. Le prescrizioni del contratto relativamente alla provenienza del travertino sono che esso debba essere delle Care di Tivoli (serie dei prezzi, lavori, Art. 4). Dalla corrispondenza fra l'Ufficio tecnico e la Impresa risulta che il signor Vice-Direttore Ingegnere Vescovali, non soddisfatto del travertino del Barco, suggerì le Cave delle Caprine come preferibili (lettera 15 dicembre 1885). Maggior libertà viene offerta all'Impresa nella lettera del signor Direttore Ingegnere Viviani nella quale è detto: « Per facilitare all'Impresa la provvista della pietra di ottima qualità, essa sarà libera di ricorrere anche ad altre cave che non siano quelle di Tivoli prescritte nel contratto ».

La Cava del Barco fu visitata dal signor Ingegnere Moretti il giorno 6 maggio 1885, per incarico del signor Vescovali.

Secondo la relazione sopracitata dei signori Giobbe e Vespignani l'Ingegnere Moretti riferì che la Cava del Barco può dare in grandi quantità blocchi accettabili.

Essa fu visitata poi dal signor Ingegnere Rossi l'11 dicembre 1855, il quale visito pure lo stesso giorno quella delle Caprine, allora da poco aperta.

Nella lettera 15 dicembre 1885 del signor Ingegnere Vescovali all'Impresa trovasi indicata come ragione di questa visita dell'Ingegnere Rossi alle Caprine la seguente: « Essendo oramai fuori di dubbio che dalla Cava del Barco donde sinora furono tratti i blocchi di pietra, non è possibile averne con i requisiti necessari di qualità e di aspetto ». Più innanzi e nella stessa lettera però è pur detto: « Restando poi libera l'Impresa di approvvigionarsi di nuova pietra di travertino da quelle cave che essa crederà, non esclusa quella del Barco ».

Tale essendo la questione relativamente alla provenienza del travertino, i sottoscritti credettero necessario di visitare quella Cava delle Caprine, già visitata dall'Ingegnere signor Rossi e quella del Barco, ciò che fecero infatti nelle ore antimeridiane del giorno 30 giugno p. p.

In questa visita essi riconobbero che la Cava del Barco presenta una estesa e alta fronte di attacco atta a dare numerosi e grandi blocchi di buona qualità, in modo da escludere qualunque dubbio che dalla Cava possa aversi il travertino sufficiente non solo al lavoro per il Ponte alla Regola, ma per ben altri lavori ancora. La Cava delle Caprine invece presenta qua e là vari ammassi di travertino, dei quali non è facile giudicare l'estensione e la potenza, e non lascia il visitatore pienamente tranquillo sulla sua attitudine a fornire in gran numero grandi blocchi di travertino.

In quanto alle qualità le Caprine hanno un travertino più biancheggiante, più atto a lavori sagomati, cornici, ecc. Questo travertino però presenta assai spesso delle cavità ripiene di materie terrose, cavità che si trovano talvolta nell'interno di masse di bella apparenza esterna.

Il Barco invece è un travertino meno bianco, ma d'apparenza più robusto, e come risulta da esperienze fatte, è più resistente alle pressioni. Giovi ricordare riguardo a questa Cava, le seguenti parole di Faustino Corsi, riportate dal Lanciani: « Fra la tenuta di Martellone ed i monti di Tivoli e precisamente nella contrada chiamata il Barco, si vedono ancora le vestigia di un'altra Cava usata dagli Antichi Romani la quale non è in attività perchè produce travertino troppo compatto e che non può lavorarsi se non con molta spesa ».

Sia qui pure ricordata la Cava delle Fosse, il cui travertino tanto fu adoperato e tuttora si adopera per costruzioni in Roma. Anche esso presenta le righe nere, e non infrequenti buchi, tarlature e falde aperte.

Completato in tal modo l'esame relativo alle varie questioni deferite ai sottoscritti colle lettere 20 e 21 maggio p. p., citate in principio di questa relazione, essi pronunciarono in proposito il seguente: Parere intorno ai travertini del Ponte Garibaldi.

« Tutti i blocchi di travertino in opera corrispondono pienamente alle condizioni contrattuali;

« Tutti i blocchi in provvista che dopo la lavorazione presentano buchi detti tarlature e spaccature od altri difetti, entro il limite di quelli in opera, corrispondono pure pienamente alle condizioni contrattuali;

« Le righe nere non devono, a tenore di contratto, essere considerate come motivo di scarto dei blocchi;

« La Cava del Barco è atta a fornire in qualità e quantità il travertino occorrente ad ultimare il lavoro del Ponte Garibaldi ».

I sottoscritti nel chiudere la loro relazione credono osservare come dalla corrispondenza fra l'Ufficio tecnico municipale e l'Impresa risulti: che il Vice-Direttore signor Ingegnere Vescovali coltivò fin da principio l'idea di sostituire al travertino contrattuale altra pietra di struttura più continua e cempatta quale, per esempio, la pietra d'Istria. Ed è certo che è il desiderio di ottenere nelle superficie viste dei singoli pezzi un aspetto irreprensibile per uniformità di tinta e scevro affatto da discontinuità che lo spinse a dare alle condizioni contrattuali quell'interpretazione di massimo rigore (come egli stesso si esprime) che appare dalle sue lettere all'Impresa. L'effetto che ne consegui si fu un'accurata scelta dei pezzi ed una bontà di esecuzione, le quali, se saranno mantenuti sino alla fine, faranno del Ponte Garibaldi uno dei migliori iavori di travertino fra quelli recentemente eseguiti sia dal Municipio sia dal Governo.

Qualunque sia del resto l'apprezzamento che individualmente può farsi per altre qualità di pietra, come granito, pietra d'Istria, ecc., gli è certo che in Roma, dove tanti monumenti d'importanza e celebrità mondiale furono eretti in travertino, anche il Ponte Garibaldi, colle spalle e la pila rivestiti in grossi blocchi di questa pietra, si presenterà degnamente come opera moderna, di fianco alle celebri antiche e servirà ad accrescere il lustro della città.

Roma, 10 luglio 1886.

Firmati: Luca CARIMINI.

G. B. FAVERO.

NOTIZIE

Analogie fra i due fenomeni della scarica elettrica, e della propagazione della luce. — Nota I. — Nel ripetere l'esperimento del foravetro colla scarica elettrica, volli provare a traforare delle lastre di minerali cristallizzati. Feci la prima prova su d'una lastra di spato d'Islanda, ottenuta dalla sfaldatura parallela a una faccia del romboedro. Il risultato mi è parso nuovo e importantissimo per le seguenti circostanze:

1º Il foro prodotto dalla scarica elettrica nello spato d'Islanda è

una linea retta, mentre nel vetro è una linea serpolata;

2º La scarica, in luogo di seguire la direzione dei piani di sfaldatura, cioè una retta parallela agli spigoli, come si sarebbe creduto a priori, segue la direzione dell'asse principale del romboedro, cioè dell'asse ottico;

3º Lungo questo foro rettilineo si osservano due incrinature situate in due piani perpendicolari fra loro e che hanno per comune sezione il foro sottile, cioè l'asse ottico del cristallo; una di queste incrinature giace nella sezione principale.

Per sperimentare adottai dapprima il metodo del tubo del Kundt; ma, sia per la poliedria delle faccie dei cristalli che non combaciavano mai esattamente coll'estremità del tubo, sia per le altre circostanze, la scintilla attraversava quasi sempre il mastice invece del cristallo.

Immaginai perciò d'immergere totalmente il cristallo in un liquido coibente; l'olio corrispose bene, e meglio ancora il petrolio da lumi

(lucilina).

Il mio foravetro è così fatto: Un imbuto di vetro chiuso da un tappo attraversato da un filo di rame. Nell'imbuto si mette tanto mercurio da fare una superficie di circa 4 centimetri di diametro. Sopra questa si mette uno strato di petrolio alto circa 2 c. S'immerge nel petrolio la lastra del minerale, la quale galleggia sul mercurio.

Sopra il minerale si colloca un filo di rame terminante in punta.

Sopra il minerale si colloca un filo di rame terminante in punta. Questo filo di rame comunica col polo positivo del filo indotto di un grosso rocchetto di Ruhmkorff, mentre il polo negativo comunica col filo in contatto col mercurio. Così è formata una valvola elettrica in seno al petrolio; la massima distanza esplosiva in questo liquido è circa 1₁17 di quella nell'aria, la quale era di circa 15 cent.

Importa di notare che con questa valvola il disco liquido è in contatto con tutti i punti della faccia del cristallo, e la scarica che parte dalla punta è libera di seguire la via di minore resistenza attraverso il cristallo; mentre fra due punte, o fra una punta e un disco metal-

lico, la via tenuta dalla scarica potrebbbe essere modificata dai punti

di contatto dei due poli fortuitamente disposti. In generale basta la prima scintilla per traforare la lastra. Tolta dal petrolio, lavata nell'etere e asciugata è pulitissima e pronta per le os-

servazioni.

Con questo nuovo foravetro provai altri minerali, come lo spato fluore, la selenite, la muscovite, il topazio, ma siccome gli esemplari da me posseduti avevano dei pori o delle incrinature, la scintilla percorreva quelle divisioni di già esistenti e non potei scorgere nulla di

Invece un bel campione di salgemma trasparentissimo mi diede ot-

timi risultati.

Sfaldai tre lastre di salgemma parallelamente alle tre faccie che formavano un angolo solido del cubo, le quali avevano la grossezza da 5

a 10 millimetri.

La scarica traforava queste lastre di salgemma in linea retta perpendicolarmente alle faccie, produceva due incrinature perpendicolari fra loro parallele alle faccie del cubo e delle altre incrinature piccolissime, pure perpendicolari ffa loro, dividenti per metà gli angoli formati dalle prime e più grandi; le più piccole incrinature giaciono adunque in piani paralleli alle faccie del rombo dodecaedro. Queste quattro incrinature passano tutte pel foro rettilineo fatto dalla scarica il quale coincide quindi con uno degli assi del cubo.

Posando le lastre di salgemma traforate sullo specchio dell'apparato polarizzatore di Norenberg, in modo che il piano di polarizzazione del Nicol sia perpendicolare a quello dello specchio, o più brevemente, osservando il salgemma nel campo oscuro, si vede apparire una bella croce bianca disposta come un X, la quale ha il massimo splendore quando il piano delle incrinature maggiori (quelle parallele alle faccie del cubo) bisecano gli angoli fatti dai piani di polarizzazione.

Un altro massimo meno vivace si ha quando, girando il cristallo di 45°, le incrinature minori prendono il posto delle prime; se poi si gira il salgemma di 114 di retto si vede una debole stella bianca con otto raggi, formata dalle due croci in corrispondenza delle quattro incrinature.

Girando il Nicol di 90º in modo da produrre il campo chiaro, apparisce una croce, o una stella scura ove prima appariva luminosa, cioè

in corrispondenza delle incrinature.

Queste apparenze devono dipendere da una variazione di densità in vicinanza delle incrinature; e per decidere se la densità veniva aumentata o scemata presi il torchietto di Brewster e vi strinsi una lastra quadrata di salgemma, osservando quel che avveniva nel Norenberg col campo oscuro. Vidi formarsi la croce bianca disposta come una X, di più due linee bianche disposte a V, in ciascuno dei due punti compressi, col vertice del V a contatto del punto premente. Queste linee luminose sono parallele alle diagonali delle faccie del cubo. Stringendo più forte si sente qualche scricchiolio e nello stesso tempo sparisce qualcuna delle linee bianche.

Comprimendo nel torchietto il vetro ed osservando nel campo oscuro si producevano le lemniscate cromatiche coi centri vicini ai due punti di compressione e una croce scura con un ramo passante pei due punti

comprimenti e l'altro ramo perpendicolare.

Questi fatti provano che dove vi è aumento di densità si ha oscura-

mento e dove vi è diminuzione di densità vi è rarefazione.

Il vetro traforato dalla scarica osservato nel Norenberg col campo oscuro mostra in corrispondenza del foro una croce bianca, e nel campo chiaro una croce nera, sempre disposta a X, cioè coi bracci che bisecano gli angoli fatti dai due piani di polarizzazione, comunque si faccia ruotare il vetro forato.

Di qui parmi poter argomentare che il vetro e il salgemma hanno le molecole in uno stato di rarefazione forzata mantenuta dal legame comune di tutte le molecole circostanti; che se viene a mancare la coesione in certe parti, coll'incrinarsi delle medesime, si hanno luoghi ove la densità diminuisce (i piani d'incrinatura), e luoghi dove la densità cresce (le bisettrici degli angoli fatti dalle incrinature); ed essendo 4 i piani d'incrinatura nel salgemma, le stelle luminose si vedono solo su questi piani e girano col cristallo: mentre nel vetro, trovandosi incrinature in tutti gli azimut, la croce non gira col girare il vetro, ma è fissa colla direzione dei piani di polarizzazione.

Collo spato d'Islanda forato non ho osservato nessuna delle dette

apparenze.

Riepigolando, credo di poter concludere dai suesposti fatti le seguenti analogie fra la propagazione della scarica elettrica e della luce:

1º La luce e l'elettricità in un cristallo, cioè in un mezzo a strut-

tura molecolare regolare, si propagano in linea retta;

2º La luce e l'elettricità percorrono in un tempo minimo ovvero con minore resistenza certe direzioni, le quali o sono gli assi di elasticità, o direzioni che hanno rapporti determinati coi medesimi ;

3º La luce è un moto vibratorio trasversale, e nei corpi non isotropi essa si scompone in due raggi in modo, che le vibrazioni dell'un raggio sono in un piano perpendicolare alle vibrazioni dell'altro. Così la scarica elettrica produce delle spaccature trasversalmente al proprio cammino (le quali non sono sempre le superficie di più facile sfaldatura); queste spaccature sono in piani perpendicolari ed accennano ad un'energia trasversale che agisce in due direzioni principali. Ciò farebbe supporre che anche l'elettricità nel propagarsi vibri trasversalmente come la luce e si possa polarizzare in due piani perpendicolari;

4º Finalmente che la luce naturale nel propagarsi in un mezzo amorfo, come il vetro, cambia la direzione del piano di vibrazione ad ogni più piccola accidentalità, non che la direzione del raggio; per lo che la traiettoria del piano delle vibrazioni luminose è tutto ciò che si può dire di più complicato.

Analogamente l'incrinatura fatta in un vetro non solo è tortucsa ma è fatta a nastro siffattamente contorto e increspato a gala e gira ora a destra ora a sinistra in modo così complicato, da non poterne

seguire la via.

Osservando al microscopio l'incrinatura e girando la vite dei piccoli movimenti, si può penetrare lo sguardo a diversa profondità e vedere solo un brevissimo tratto di quella traiettoria.

Si può così seguire meglio la tortuosa via tenuta dalla scarica, ed ogni tanto in luogo d'una fessura se ne vedono due perpendicolari, le quali farebbero supporre la divisione dell'energia elettrica trasversale in due direzioni principali, per essere il vetro in quel punto non omogeneo.

I fatti della scarica elettrica da me osservati nei cristalli sono in perfetta armonia colla teoria di Fresnel, che le vibrazioni dell'etere si facciano più facilmente in direzione parallela agli strati delle molecole, che non in direzione obliqua; che per conseguenza ogni vibrazione elettrica obliqua rispetto ad un asse di elasticità d'un cristallo, si decompone in due vibrazioni l'una parallela e l'altra perpendicolare all'asse stesso.

L'analogia tra i fenomeni osservati nella scarica e quelli della luce è così intima che non solo conferma l'ipotesi che l'etere luminoso e l'etere elettrico sieno una medesima cosa, ma farebbe anche credere quasi all'identità dei due fenomeni della scarica elettrica e della pro-

pagazione della luce.

Mi propongo, non appena mi sarò procurate delle buone sezioni, di continuare queste ricerche su di un maggior numero di cristalli, specie di quelli a due assi, per vedere se si verificano pure per la scarica elettrica le curiose proprietà ottiche in essi rinvenute.

Nota II. — Intanto che stavo aspettando le lamine di diversi minerali che ho ordinate, ho voluto ripetere su di un maggior numero di esemplari le osservazioni sul traforo delle lamine di spato d'Islanda e di salgemma, operato colla scarica elettrica, ed ho trovato dei fatti nuovi da aggiungere e alcune rettifiche da fare alla Nota precedente.

Aspetto e direzioni del foro. — Spaccando un cristallo di spato di Islanda nel piano passante per l'incrinatura, si vede che il foro è cilindrico ed ha il diametro di 1₁5 di mm. La superficie del foro non è lucente, ma appannata. Ai due lati del foro stanno delle striature disposte come le barbe d'una penna.

Nello spato d'Islanda sono possibili varie direzioni della scarica. Nelle lamine parallele a una faccia del romboedro ne ho viste tre, cioè:

1º Un foro in una sezione principale prossimamente parallelo alla diagonale minore della corrispondente faccia del romboedro, ovvero allo spigolo del romboedro inverso, avente per simbolo — 2 R; 2° Un foro parallelo all'asse principale;

3º Un foro parallelo alla direzione d'uno spigolo del romboedro. In alcuni cristalli il foro è una spezzata composta di due o tre tratti, i quali si riferiscono sempre alle tre direzioni citate. In qualche caso una medesima scarica produce due fori distinti, pressochè in direzioni opposte. In tre casi si è verificato che i due fori, che partivano da punti vicini alla punta positiva, erano diretti parallelamente alle diagonali minori di due faccie adiacenti del romboedro.

Nella lamina di salgemma parallela alle faccie del cubo, se la scarica avviene nel centro, il foro è perpendicolare alla faccia, cioè è parallelo a un asse del cubo; ma se la scarica si fa vicina al contorno, il foro attraversa lo spigolo facendo coll'asse un angolo di 45°; esso è quindi parallelo allo spigolo dell'ottaedro, avente per simbolo (111,111).

Tagliando le lamine dai cristalli in altre direzioni, si può favorire una direzione della scarica piuttosto che un'altra, o dare luogo a dei fori differenti da quelli sopra citati.

Le lamine di spato d'Islanda perpendicolari all'asse principale, favoriscono il traforo secondo l'asse medesimo. Ecco uno specchio riassantivo del numero e direzione dei fori ottenuti:

Lamina di spato d'Islanda parallela perpendicolare a una faccia R all'asse principale Foro parallelo prossimamente a uno spigolo di — 2 R. 31

3 Foro parallelo all'asse principale .
Id. a uno spigolo del romb a uno spigolo del romboedro R

Tagliando il salgemma parallelamente a una faccia del rombododecaedro, ovvero a una faccia dell'ottaedro, la scarica è in direzione parallela agli spigoli del tetraedro (111, 111) nel primo caso, e in direzione della diagonale del cubo (101, 011) o dello spigolo del rombododecaedro nel secondo caso, come risulta dal seguente specchietto:

Lamina di salgemma parallela alla faccia del rombododecaedro ottaedro

Foro parallele a	un asse	9	_	_
Id. a	uno spigolo del tetraedro	_	1	1
Id. a	uno spigolo dell'ottaedro	2		_
Id. a	una diagonale del cubo	_		2

Direzione e numero dei piani delle incrinature. - Il foro è sempre accompagnato da incrinature, ciascuna delle quali è in un piano passante pel foro. Le incrinature possono variare di numero da una a quattro in corrispondenza colla direzione del foro. Nello spato d'Islanda vi è una incrinatura, quando il foro è parallelo prossimamente allo spigolo del romboedro inverso — 2 R. Per lo più l'incrinatura corrisponde alla sezione principale del romboedro; ma spesso per un tratto l'incrinatura trovasi in un altro piano prossimamente parallelo alla corrispondente faccia del romboedro, e si possono avere tre o quattro alternanze successive di detti due piani.

Nel salgemma vi sono due incrinature, perpendicolari fra loro, quando il foro è parallelo a un asse, o allo spigolo del tetracdro, ovvero allo

spigolo dell'ottaedro.

Qualche volta nel salgemma le incrinature son quattro, quando il foro è parallelo a un asse. Finalmente le incrinature sono tre, tanto nel salgemma, quanto nello spato d'Islanda, quando il foro è parallelo alla diagonale del cubo, o all'asse principale del romboedro. Queste incrinature formano fra loro angoli uguali di 120° c sono nel romboedro

parallele ai tre assi secondari (1).

Per osservare meglio i fenomeni di polarizzazione ottica nei cristalli traforati, mi sono recato all'Istituto superiore del prof. Grattarola, il quale ha messo a mia disposizione i suoi ottimi istrumenti e mi ha dato degli utili schiarimenti. Coll'apparato di polarizzazione di Noremberg, modificato da Groth, si veggono assai meglio le stelle luminose e oscure colla luce parallela intorno al foro fatto dalla scarica, e ciò conferma la mia ipotesi, essere questi fenomeni dovuti a disturbi locali nella densità, come in quelli della tempera.

Se il foro fatto in un vetro è stato prodotto da una sola scintilla, esso risulta di una sottilissima incrinatura che gira in tutti gli azimut, e le croci bianca e scura sono bellissime nell'apparato polarizzatore. Ma se si fanno passare per lo stesso foro più scintille, le incrinature si moltiplicano e le croci a poco a poco svaniscono. Dopo aver fatto passare moltissime scariche, il foro diventa grande, cilindrico e pieno di vetro in polvere: in pari tempo spariscono i fenomeni ottici, perchè non

vi sono più incrinature.

Risultamenti negativi. — La luce attraversa i cristalli in tutte le direzioni; la scarica elettrica li attraversa solo secondo poche direzioni. La luce nei cristalli anisotropi si birifrange; la scarica produce, invece, un solo foro; salvo il caso citato di due fori in direzioni troppo

diverse fra loro per essere considerate come un caso di birifrazione. Per rintracciare, se sussistano, altre analogie fra l'elettricità e la luce ho tentato le seguenti prove. La luce polarizzata cammina nei quarzi plagiedri (nella direzione dell'asse principale), in modo che la vibrazione percorre un elicoide gobbo. Feci perciò attraversare dalla scarica un quarzo levogiro, per vedere se l'incrinatura prendeva la forma d'una scala a chiocciola; ma la lamina era troppo sottile e non si produssero che delle fratture concoidi. Delle lamine di quarzo più grosse non si sono bucate, perchè troppo strette, e la scarica avveniva lateralmente.

Quando la luce ha attraversato lo spato d'Islanda, il raggio prosegue polarizzato attraverso qualunque altro corpo isotropo. Così mi aspettavo che, sovrapponendo a una lastra di vetro una lamina di spato, traforandole insieme dovesse anche nel vetro prodursi una incrinatura piana. Provai a far passare la scarica una volta dallo spato al vetro, e un'altra in senso inverso; ma il vetro si era sempre traforato come prima; vi erano, cioè, incrinature in tutti gli azimut.

Questi risultamenti sarebbero sfavorevoli all'unificazione dei due fenomeni della scarica elettrica e della propagazione della luce; ma temo di non essermi posto in condizioni favorevoli, per la mancanza di buone sezioni di minerali, e devo chiudere anche questa Nota col desiderio di poter presto ripetere le osservazioni su varie specie, appartenenti a tipi cristallini differenti. Del resto, anche i fenomeni dell'elettricità e del magnetismo presentano differenze marcatissime; eppure è accertato che si tratta di un solo fenomeno elettro-magnetico, e che in certi casi predomina l'effetto elettrico e in altri quello magnetico.

Noto pertanto che, qualunque possa essere il risultato della rela zione trovata — se cioè l'analogia sia empirica o razionale — il fatto è tuttavia importante, perchè aggiunge un nuovo carattere specifico per conoscere la direzione degli assi anche in un frammento di cristallo; perchè potrà gettare nuova luce sulla struttura e sui movimenti molecolari nei solidi cristallizzati. Prof. CARLO MARANGONI.

(Atti della R. Accademia dei Lincei).

Mezzi sperimentati a Londra per togliere la neve. - Anche a Londra si incontrano gravi difficoltà nell'operazione di togliere la neve in modo egualmente rapido ed economico; ed è precisamente a Londra che la menoma interruzione del traffico è valutata siccome un danno di parecchi milioni

Il metodo di fusione della neve per mezzo del sale, adottato ormai in via normale a Parigi, siccome i nostri lettori sanno, non pare abbia an.. cora incontrato eguale fortuna a Londra, dove si è tuttora esitanti nella

scelta dei mezzi per raggiungere lo scopo.

Nuove esperienze sono state fatte in quest'inverno, colla speranza di poter arrivare ad una conclusione. Si cominciò dallo sperimentare il sistema consistente nel disporre lungo le rotaie una condotta di tubi metallici scaldati a vapore, e sulla quale si getterebbe la neve per procurarne rapidamente la fusione. Ma questo sistema non fece buona prova.

Si ricorse di poi ad un soffio di vapore sulla strada per mezzo di una caldaia locomobile munita di apparecchio eiettore di inaffiamento a vapore; ma nemmeno così si sarebbe ottenuto un risultato accettabile.

Il sistema che pare abbia dato risultati migliori è quello del signor Lyons, costruttore meccanico di Harleyford-road. Il suo apparecchio è stato sperimentato nel Cavendish-square, e consiste in una caldaia, riscaldata a coke, nella quale si getta a fondere la neve, condottavi conappositi carri a mano. Il costo di una tale operazione, tenuto conto soltanto del valore del combustibile e della spesa del macchinista e fuo-chista, è risultato di 14 scellini pari a lire 17,50 per 80 carri di neve fusa in 24 ore. (Semaine des Constructeurs).

Galvanizzazione col platino. — Una scoperta di una importanza

eccezionale è stata fatta dall'inglese signor Bright.

Si sa che il platino è, tra tutti i metalli. il più inalterabile e che si può sottoporlo all'azione degli acidi, senza che si perda nulla della sua lucentezza. Infatti, i metallurgisti cercavano da lungo tempo un processo per giungere a depositare galvanicamente questo prezioso metallo sopra le superficie metalliche.

Si avevano grandi difficoltà da vincere ed erano stati fatti molti esperimenti senza risultati pratici finora. Ora l'Electrical Review di Londra c'informa che il signor Bright ha risolto praticamente il problema, e che una Società inglese lavora regolarmente secondo il suo

sistema.

Il giornale riferisce che si sono fatti bollire, per diverse ore delle posate in metallo bianco, rivestite di uno strato di platino, nell'acido nitrico, senza che sieno state intaccate minimamente. Una tale prova dispensa da qualsiasi altra, ed è probabile che presto faranno la loro apparizione molti oggetti platinati. Disgraziatamente, il prezzo elevato del platino impedirà il loro impiego su vasta scala.

(Rivista scientifico-industriale).

BIBLIOGRAFIA

Ing. Michele Bongiovanni. — Manuale dei periti nelle materie civili, conforme al Codice di procedura civile del Regno d'Italia. - Seconda edizione, Palermo, Pedone-Lauriel, 1886.

L'opera che annunziamo è compilata da un ingegnere; ma essa avrebbe potuto egualmente farsi da un giurista, perchè il suo scopo è quello di studiare la condizione dei periti in materia civile di fronte alla legge. La gravità dell'ufficio che è affidato ad un perito, quello cioè di accertare fatti ed emettere apprezzamenti per illuminare coloro che devono giudicare, richiede certamente nel perito stesso intelligenza, studio ed onestà. Ma questi dati possono tutti trovarsi nella persona che sia nominata a perito, senza che questi abbia tutto il contingente di cognizioni per esaurire bene il suo compito. Bisogna ancora che il perito conosca la legge, che regola il suo ufficio, affine di potervi adempiere regolarmente in ispecie quando sorgono difficoltà di esecuzione.

Chi abbia assistito a perizie fatte da persone, non aventi cognizione precisa delle loro funzioni e dei loro doveri, non può a meno di augurarsi che quanti possono essere chiamati all'ufficio di periti studino,

con la massima attenzione, il lavoro dell'ingegnere Bongiovanni. In questo lavoro l'autore, dopo alcuni cenni razionali e storici sull'ordinamento delle perizie, intraprese lo studio ed il commento delle di-sposizioni del nostro Codice di procedura civile dal momento in cui il perito è nominato fino a quello in cui ha compiuto il suo ufficio, occupandosi anche degli avvenimenti straordinari che talvolta si verificano, siccome avviene quando il perito è ricusato, quando esso decade dal-

l'ufficio e quando bisogna ripetere la perizia. Lo studio della legge è fatto colla scorta dei principali scrittori di diritto francesi ed italiani; per guisa che l'opera ha tutto l'aspetto di un lavoro giuridico. Onde bisogna ammettere che l'autore ha dovuto accingersi a studi speciali estranei all'ingegneria. Tuttavia la chiarezza e la semplicità dello stile fanno si che l'opera può essere facilmente stu-diata anche da coloro che non siansi dedicati alle discipline forensi.

Conchiudiamo che l'opera dell'ingegnere Bongiovanni è un vero manuale di cui non dovrebbero mancare coloro che sono scelti al nobile e delicato ufficio di periti. M. A.

⁽¹⁾ Sebbene il salgemma appartenga al sistema monometrico, pure molti fatti, specie quelli scoperti da Exner sulla durezza, mostrano che il salgemma non è isometrico. Il simile tenderebbe a provare il fenomeno della scarica elettrica.