ANNO XVII. Torino, Novembre 1891 NUM. 11.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

L'INGEGNERIA CIVILE
E
LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

IDRAULICA MARITTIMA

LA STORIA DELLE RICERCHE SULLA GENESI DEL MOTO ONDOSO

ED I LAVORI DELL'ING. P. CORNAGLIA.

Annotazioni dell'ing. prof. G. BRUNO.

I. — Cenni storici.

1. — Nella Memoria che ha per titolo: *Moto ondoso e trasporto di alluvioni sul litorale di Chiaia (Napoli)*, pubblicata nel num. 8 dell'*Ingegneria Civile* (agosto corrente anno), abbiamo accennato alle varie teorie sulla genesi del *moto ondoso*, ammettendo quella dell'Emy, che ha per fondamento il *moto molecolare orbitario*. Con questa ipotesi sono spiegati nella maggior parte i varî fenomeni che si osservano tanto in alto mare che presso ai lidi; e principalmente è dimostrata, può dirsi, la trasformazione del moto oscillante in moto corrente, ossia dei flutti correnti e dei flutti di fondo, ai quali il Cialdi, con molta profusione di esempi, di proprie ed altrui osservazioni, attribuisce la rimozione ed il trasporto delle alluvioni.

Non è più messa in dubbio, dopo le luminose esposizioni di quel dotto italiano, la prevalenza dell'energia dei flutti su quella delle correnti negli effetti che si osservano lungo i litorali.

Il Cornaglia ha completata l'opera del Cialdi, non solo sottoponendo ad analisi matematica il moto ondoso nell'ipotesi dell'Emy, ma tenendo conto della reazione del fondo, il quale, impedendo lo svolgersi libero delle ondulazioni, produce forme diverse di onde e moti derivati.

Il pregio grandissimo dei lavori del Cornaglia è quello dei risultati concreti ai quali giunge, spiegando molti fenomeni e molti fatti, che dapprima si potevano soltanto intuire, e desumendo utili precetti per la pratica delle costruzioni marittime.

Tali ricerche avevano fermato la nostra attenzione e ne facemmo tesoro nella citata trattazione, apportando così il nostro modesto contributo di riprova alle applicazioni delle ricordate dottrine.

Intanto, e per essere quelle cognizioni non abbastanza diffuse, e perchè ci torna a dovere estendere le citazioni delle parti che ci sono occorse, tanto alle premesse che alle conclusioni, vogliamo adempire alla promessa, riproducendole sotto forma riassuntiva e sintetica, insieme a talune considerazioni nostre.

Per le stesse ragioni ricorderemo prima brevemente il progresso fatto in tali studi e le diverse ipotesi corrispondenti, e ciò facciamo anche per giusto orgoglio di affermare sempre più la gloria italiana nelle discipline idrauliche, poichè anche in questo ramo dell'idraulica marittima è folta la schiera degl'illustri scienziati ed ingegneri che vi apportarono luminoso progresso.

2. — La ricerca sulla genesi del moto ondoso ha una storia. Questa comincia dal XV secolo col *genio* di Leonardo da Vinci, che nel trattare dell'argomento: moto e misura delle acque correnti, stabilì per primo come *l'onda cammini senza che l'acqua muova dal sito*, e spiegando diversi fenomeni, distinse l'onda titubante (stazionaria o fluttuante) dall'onda corrente.

Due secoli dopo il Newton espresse analiticamente l'ipotesi del moto di altalena per sifone, ma intravvide anche il moto molecolare per *circulum*.

Davide Bernoulli e Laplace stabilirono l'equazione della curva sinusoide, direttrice delle ondulazioni superficiali, partendo dal moto molecolare verticale (di altalena) sul quale più tardi, cioè al principio del nostro secolo, hanno fatto importanti osservazioni e studi De la Coudraye e Bremontier. Tale ipotesi dovrebbe ammettere la compressibilità del liquido.

Lagrange distinse la *celerità* di propagazione dalla velocità sempre minore delle molecole che si muovono oscillatoriamente. Il grande matematico però svolse le sue analisi in modo più diretto sul fenomeno speciale del flutto corrente nei canali: ricerca della quale sotto diversi aspetti si sono anche occupati parecchi matematici di questo secolo.

Poisson, Couchy, Weber ed altri dettero maggiore sviluppo alle equazioni del Laplace.

Gerstner, ammettendo che ciascuna molecola sia soggetta ad oscillazioni pendulari, e quindi descriventi archi di circolo, assunse la *trocoide* per la forma tipica del moto ondoso marino.

Scott, Roussell, Airy, Stokes, Rankine, De Tessan, Virla ed altri ammisero il principio del moto molecolare ellittico, che in caso particolare rientra in quello circolare della ipotesi di Gerstner, e ne trattarono distesamente.

Emy espose la sua teorica del moto molecolare orbitario nel 1831, sviluppandola soltanto geometricamente, ma, come abbiam detto innanzi, con applicazione a tutti i fenomeni dei moti ondosi del mare, come pure agli effetti sul fondo, sui lidi e sulle coste.

Lasciando da parte studi ed osservazioni particolari sulle onde e sulle maree nei fiumi, fatti da alcuni dei succitati scienziati, come pure dai signori Morin, Caligny, Kleitz, Graeff, Bertin, Bazin; e prescindendo dalle ricerche di matematici ed ingegneri italiani quali Montanari, Tadini, Zendrini, Paoli, Paleocapa, Turazza, V. A. Rossi, Cialdi ed altri, giungiamo al Saint-Venant, al Boussinesq ed al Cornaglia, che han trattato propriamente il tema del modo ondoso con l'analisi matematica (1).

Il Boussinesq stabilisce le equazioni di prima approssimazione, sull'ipotesi del movimento molecolare oscillante

(1) Da una delle ultime pubblicazioni del Cialdi (1882) togliamo la seguente nota: « V. A. Rossi (di Napoli) fu il primo nel Corpo degli Ingegneri di acque e strade che ha trattato con l'analisi matematica l'essenza del moto delle onde (V. *Annali delle opere pubbliche*, Napoli, 1857). Ed il Cornaglia è stato il primo nel Corpo del Genio Civile, a dare un particolareggiato studio analitico dei moti dei flutti e dei loro effetti ».

ellittico, nel caso della *houle* (flutto corrente), e dinota come quel moto divenga rettilineo nel caso del *clapotis* (flutto stazionario oscillante, *titubante*, come lo definì il Vinci). Con una seconda analisi tien conto dell'attrito nella massa liquida e sul fondo, e quindi valuta l'energia o il lavoro nel generarsi uno o più sistemi di onde.

Il Flamant in una recente Memoria svolge la teoria di Saint-Venant sulle tracce dei metodi del Boussinesq.

La via che segue è quella comune a molti analisti, di immaginare arbitrariamente una legge di movimento molecolare, e poi verificare se quello è possibile e compatibile con le proprietà dei liquidi, facendo astrazione della compressibilità e dell'attrito, e con le condizioni speciali di pressione costante alla superficie e di movimento nullo presso il fondo. Tratta specialmente del moto di *clapotis* (1) come quello che per la simmetria delle oscillazioni più si presta alle espressioni algebriche.

Da quanto abbiamo preannunziato e dalle annotazioni che seguono, risulta sempre più dimostrato come le ricerche del Cornaglia, mentre si confrontano pei metodi analitici con quelli di altri trattatisti, ed anche si rassomigliano per le ipotesi delle prime equazioni fondamentali, però sono di merito particolare per la introduzione della influenza del fondo, donde risulta la trasformazione del moto di oscillazione orbitario in moto corrente, e per le conseguenze che se ne traggono.

II. — Annotazioni sui lavori del Cornaglia (2).

A) — La prima memoria pubblicata a Parigi, 1881, inserita nel Risal, *Journal des matématiques pures et appliquées*, intitolata: *De la propagation verticale des ondes dans les liquides*, stabilisce le equazioni del movimento delle molecole, avendo a guida le ipotesi seguenti:

1ª che il fondo del mare sia orizzontale e che la sua profondità sia maggiore di quella alla quale si propaga verticalmente l'agitazione delle onde, e che questa termini naturalmente ad un piano orizzontale parallelo alla superficie delle acque in riposo;

2ª che le quantità

A) altezza dell'onda alla superficie,

L) semilunghezza,

W) velocità di propagazione del moto ondoso,

sieno tutte costanti, cioè a dire che, ove cause eccezionali non intervengano, l'onda conservi in un certo spazio la stessa forma e la stessa velocità, propagandosi senza diminuire d'intensità e senza cambiare di forma;

3ª che nel passaggio di un'onda, in ciascuna verticale si verifichino successivamente sempre le stesse fasi;

4ª che il moto di traslazione sia apparente e non reale;

5ª che il liquido sia continuo ed incompressibile;

6ª che le molecole del liquido oscillino fra certi limiti nel senso verticale ed in quello orizzontale, e che le oscillazioni vadino diminuendo rapidamente a misura che le molecole si trovano a maggiore distanza dalla superficie.

Ammette dunque il Cornaglia il moto molecolare orbitario, quale lo ha descritto e sviluppato geometricamente l'Emy, che sia cioè l'oscillazione contemporaneamente verticale ed orizzontale, ma decrescente rispetto alla verticale che s'abbassa dal punto in riposo alla superficie delle acque; sicchè ciascuna molecola trovasi soggetta simultaneamente:

1° all'azione prodotta dallo spostamento della protuberanza che produce l'onda visibile;

2° alla reazione delle molecole circondanti, nella quale sarebbero compresi gli effetti dovuti agli attriti ed alle viscosità del liquido.

Su questi principii, l'energia da cui ciascuna molecola e sollecitata e le reazioni verticali ed orizzontali, riferite a due assi ($x\,y$) passanti per il centro dell'orbita che appartiene al flutto superficiale, ed il cui asse verticale è mediano rispetto all'onda intera, sono espresse algebricamente da cinque equazioni; alle quali aggiunte quelle che esprimono la condizione di continuità e la forma dell'onda, si ha un corredo di sette equazioni del moto di ciascuna molecola.

Dalle premesse si trae, ciò che l'Emy anche deduce geometricamente, che:

1° le onde visibili d'una massa liquida determinano onde interne simiglianti, di altezza decrescente dalla superficie verso il fondo, ma tutte della stessa ampiezza;

2° le molecole hanno un movimento periodico e descrivono delle orbite, di cui l'asse maggiore è il verticale;

3° le orbite delle molecole situate sulla stessa verticale, quando il liquido è in riposo, generano onde visibili ed interne tutte *sincrone* ed *isocrone*.

Ammesso che le curve delle onde sieno delle sinusoidi semplici, l'equazione è:

$$y = \frac{a}{2}\left(1 + \cos \pi \frac{X}{L}\right);$$

l'altezza delle onde interne è:

$$a = A\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{\frac{2W}{L}}\right];$$

la velocità delle molecole, in un istante determinato:

$$t = \frac{L - X}{W}, \text{ è } \begin{cases} \text{in senso orizzontale } u = W\dfrac{a^2}{4}\dfrac{\pi^2}{L^2}\cos\pi\dfrac{X}{L} \\ \text{in senso verticale } v = W\dfrac{a}{2}\dfrac{\pi}{L}\operatorname{sen}\pi\dfrac{X}{L}. \end{cases}$$

Le orbite sono ellissi rappresentate dalla equazione riferita al loro centro:

$$\frac{4}{a^2}y^2 + \frac{16\,L^2}{\pi^2 a^4}x^2 = 1;$$

e le curve delle onde, dopo una prima correzione, hanno per equazione:

$$\varepsilon = \frac{a}{2}\left(1 + \cos\pi\frac{X}{L}\right) \pm \frac{A^2}{4}\frac{\pi^3}{L^3}\operatorname{sen}\pi\frac{X}{L} \times$$

$$\times\left\{(P - p) - \frac{2L}{2W + L}\frac{P^{\frac{2W}{L}+1} - p^{\frac{2W}{L}+1}}{P^{\frac{2W}{L}}} + \right.$$

$$\left. + \frac{L}{4W + L}\frac{P^{\frac{4W}{L}+1} - p^{\frac{4W}{L}+1}}{P^{\frac{4W}{L}}}\right\}$$

$$\pm \frac{a^3}{24}\frac{\pi^3}{L^3}\operatorname{sen}\pi\frac{X}{L} \pm \frac{a^3}{12}\frac{\pi^3}{L^3}\operatorname{sen}\pi\frac{X}{L}\cos\pi\frac{X}{L}$$

$$\pm \frac{a}{2}\frac{\pi}{L}\operatorname{sen}\frac{X}{L},$$

(1) Dalla maggior parte dei trattatisti, e specialmente dall'Emy, per *clapotis* (che il Cialdi chiama *maretta*) si deve intendere una conflutazione di onde di moto contrario, e se di egual forza, nasce l'onda stazionaria o solo oscillante. Ma in tesi un poco più generale, il *clapotis* può intendersi anche per *resacca*, cioè pel movimento naturale delle acque ondulate in un bacino limitato, in cui le onde si raccorciano e si elevano, massime se le sponde sono verticali; mentre la *houle* sarebbe il movimento ondoso delle acque in uno spazio indefinito.

(2) Veggasi la nota bibliografica nel fascicolo di agosto (pag. 126).

in cui si dovrà tenere il segno $\pm$ secondochè X è negativo o positivo.

I simboli nelle sovrascritte formole indicano:

P profondità limite dell'oscillazione rispetto al punto più basso dell'onda,

p profondità variabili, come sopra,

q profondità variabili rispetto al livello medio, $q = p + \frac{A}{2}$,

A altezza dell'onda visibile,

L semilunghezza della stessa,

a altezza delle onde interne alle diverse profondità p,

W velocità di traslazione orizzontale di un'intera onda,

π rapporto della circonferenza al diametro,

x, y, u, v le ascisse ed ordinate, la velocità orizzontale e la verticale di una molecola alla profondità p,

X l'ascissa alla superficie, per $p = 0$,

ε l'ordinata variabile corrispondente ad X.

B) — Nella seconda memoria intitolata, *Du flot de fond dans les liquides en état d'ondulation*, pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées* (1881), l'Autore investiga gli effetti che la inclinazione del fondo produce nella propagazione delle onde — effetti che sono utili a far valutare l'azione dei flutti sulle costruzioni marittime ed a spiegare i fenomeni relativi al moto delle alluvioni sulle coste e sulle spiagge. Ricorda l'espressione della velocità di propagazione del moto ondoso in direzione orizzontale ridotta da Airy, seguendo la soluzione data dal Laplace:

$$W = \sqrt{\frac{gL}{\pi} \times \frac{e^{\frac{2\pi P}{L}} - 1}{e^{\frac{2\pi P}{L}} + 1}}.$$

Per le grandi profondità, ritenendo nulla l'influenza del fondo, può ritenersi:

$$W = \sqrt{\frac{gL}{\pi}} = 1.25\sqrt{2L}$$

e per le piccole profondità, come dettò Lagrange:

$$W = \sqrt{gP};$$

nelle quali formole, oltre ai noti simboli, P è la profondità riferita al livello medio delle acque, ed il rapporto $\frac{W}{L}$ puo ritenersi costante (1).

Sul fondo incontrato dalle ondulazioni, per effetto dello spostamento dell'onda visibile e della reazione che si produce, ciascun elemento liquido acquista una velocità v parallela al fondo, che l'autore definisce *velocità intrinseca* dell'elemento: dalla sua espressione deduce la velocità dell'unità di massa nel senso parallelo al fondo, e la esprime in funzione delle dimensioni dell'onda alla superficie, della velocità di propagazione, della profondità e della inclinazione del fondo. Per via di molte integrazioni e passaggi algebrici giunge alle equazioni seguenti:

velocità elementare

$$(1) \qquad v = \frac{W^2}{2}\frac{\pi}{L}\frac{A \operatorname{sen}\beta}{W+P} \cdot \operatorname{sen}\pi\frac{X}{L},$$

(1) Dall'esperienza si ha che il rapporto $\frac{2W}{L}$ raramente è al disotto di $\frac{1}{5}$, ed il rapporto $\frac{L}{A}$ nelle onde regolari è raramente maggiore di 0,13; ossia la lunghezza totale dell'onda non è maggiore di 16 volte l'altezza.

velocità del flutto di fondo:

$$(2) \quad V = \frac{W}{2}\left\{R\left(\cos\pi\frac{X}{L} - \operatorname{sen}\pi\frac{X'}{L}\right) - S\left(\operatorname{sen}\frac{X}{L} + \cos\pi\frac{X'}{L}\right)\right\},$$

in cui R ed S (trascurando alcuni termini di poco valore relativo) sono le seguenti:

$$(3) \qquad R = H\left(\left\{\log\frac{W+Q}{W+P} - \frac{Q-P}{W+Q}\right\}\cos\beta + \right.$$
$$+ \frac{\operatorname{sen}\beta}{W+Q}\cdot\frac{L}{\pi}\operatorname{sen}\pi\frac{P}{L} +$$
$$+ \Sigma\cos(\beta-\beta_1)\,.\,\cos(\beta_1-\beta_2)\ldots\cos(\beta_{n-1}-\beta_n)\times$$
$$\times\left[\left\{\log\frac{W+Q_n}{W+Q_n-1} - \frac{Q_n-Q_n-1}{W+Q_n}\right\}\cos\beta_n + \right.$$
$$\left.\left. + \frac{\operatorname{sen}\beta_n}{W+Q_n}\cdot\frac{L}{\pi}\cdot\operatorname{sen}\frac{T_n}{L}\right]\right);$$

$$(4) \qquad S = -H\left(\frac{\operatorname{sen}\beta}{W+Q}\cdot\frac{L}{\pi}\left(1-\cos\pi\frac{D}{L}\right) + \right.$$
$$+ \Sigma\cos(\beta-\beta_1)\,.\,\cos(\beta_1-\beta_2)\ldots\cos(\beta_{n-1}-\beta_n)\times$$
$$\left.\times\left[\frac{\operatorname{sen}\beta_n}{W+Q_n}\cdot\frac{L}{\pi}\left(1-\cos\pi\frac{T_n}{L}\right)\right]\right).$$

In queste espressioni i simboli rappresentano le seguenti quantità:

X ed Y sono le coordinate dell'elemento nella profondità P' aventi per origine il punto più basso dell'onda,

X' X'' sono la metà e l'intera lunghezza dell'onda,

W la velocità di propagazione dell'onda,

A l'altezza dell'onda alla superficie dove la profondità del mare è P,

L la corrispondente semilunghezza,

H è l'altezza dell'onda in corrispondenza di una grande profondità che non può alterare le ondulazioni,

P P' profondità del mare riferita al livello medio o al punto più basso dell'onda, sicchè può ritenersi $P = P' + \frac{A}{2}$,

Q la simile profondità all'estremo inferiore di una rampa o piano inclinato del fondo, sicchè la differenza di livello fra gli estremi di una rampa è Q — P,

D la distanza compresa fra la profondità Q e P, o lunghezza della rampa,

β l'angolo del fondo con l'orizzontale nel dato tratto P,

$\beta_1\ \beta_2\ \beta_3 \ldots \beta_n$ gli angoli successivi della rampa costituenti il fondo inclinato,

$T\ T_1 \ldots T_n$ la lunghezza orizzontale delle stesse rampe successive,

g la gravità,

π il rapporto della circonferenza al diametro,

e la base dei logaritmi neperiani.

Quando poi il fondo avesse inclinazione costante, per la semplificazione dei valori di R ed S, si ha:

$$(5) \quad V = W\frac{H}{2}\left[\left(\left\{\log.\frac{W+Q}{W+P} - \frac{Q-P}{W+Q}\right\}\cos\beta + \right.\right.$$
$$\left. + \frac{\operatorname{sen}\beta}{W+Q}\frac{L}{\pi}\operatorname{sen}\pi\frac{D}{L}\right)\left(\cos\pi\frac{X}{L} - \operatorname{sen}\pi\frac{X'}{L}\right) +$$
$$\left. + \frac{\operatorname{sen}\beta}{W+Q}\frac{L}{\pi}\left(1-\cos\pi\frac{D}{L}\right)\left(\operatorname{sen}\pi\frac{X}{L} + \cos\pi\frac{X}{L}\right)\right].$$

Allorchè il fondo è orizzontale, V è nullo, perchè tutti i termini della sua espressione sono nulli; il che vuol dire

che non vi è flutto « di fondo » alla origine dell'agitazione.

Se il fondo è verticale $\cos\beta = 0$ ed il flutto si manterrà costante dal fondo alla cima della parete verticale.

Facendo tanto nella (2) che nella (5) $X = X'$, o $X = X''$ si otterranno i valori massimo e minimo del flutto di fondo.

Fornisce anche il chiaro Autore il metodo pratico per rilevare i dati necessari all'applicazione delle citate formole, quali sono l'*altezza*, l'*ampiezza* o *lunghezza* delle onde e la *velocità* di propagazione, non che il profilo del fondo. — Sono ingegnosi mezzi di rilevamento che non hanno però importanza generale da essere riportati in questo scritto.

Ottenuto come innanzi il valore di V, trascurando la reazione e la resistenza dovuta alla viscosità del liquido ed alla scabrosità della riva, come pure la resistenza dell'aria, si può ritenere l'altezza del getto alla riva contro un ostacolo investito:

$$S = \frac{(V \operatorname{sen} \beta)^2}{2g},$$

in cui V è la velocità della molecola all'incontro con l'ostacolo verticale; β l'angolo d'inclinazione della riva che precede l'ostacolo.

C) — Dalle molte considerazioni che il Cornaglia svolge nell'or citata memoria, si possono trarre le regole seguenti, relative agli effetti del fondo sul moto e sulla forma delle onde:

1ª sempre che l'onda trovi sufficiente profondità per svilupparsi non si altera, e specialmente l'altezza non diminuisce sensibilmente;

2ª l'interposizione dei bassi fondi (maggiore profondità) ha per effetto di diminuire l'altezza dell'onda, e date altre favorevoli circostanze, l'agitazione diminuisce alquanto;

3ª dopo una rampa, sopravvenendo un fondo orizzontale ($\beta = 0$), l'altezza dell'onda non diminuisce;

4ª l'altezza è massima su di un fondo con risalto verticale ($\beta = 90^0$) (1);

5ª sul fondo non si stabilisce una corrente continua, sì bene un movimento alternato, cioè un vero flutto con moto alternato come l'onda superficiale; il che giustifica la denominazione di flutto: il moto alternato è *diretto* o positivo, *inverso* o negativo;

6ª quando il fondo ha inclinazione costante (scenda o salga) la velocità è sempre positiva, ossia è diretta nel senso del movimento dell'onda; se invece si eleva, a misura che la profondità diminuisce, il flutto diretto tende sempre più a prevalere sull'inverso: se al contrario aumenta la profondità, il flutto inverso acquista preponderanza sul diretto;

7ª il fondo orizzontale non origina flutto di fondo, e mantiene quello generato sul piano inclinato che precede;

8ª l'energia del flutto di fondo sarà tanto più grande per quanto l'agitazione proviene da più lontano, fra i limiti di profondità e distanza che si considerano in pratica.

D) — Nella stessa opera a proposito dell'urto delle onde sugli ostacoli isolati, il Cornaglia fa una importantissima disamina, traendone utili conclusioni rispetto alla stabilità dei moli e dei muri di sponda, ed alla efficacia della loro difesa.

Nella formola che dà il valore della resistenza dei corpi all'investimento:

$$R = K \pi S \frac{u^2}{2g}$$

esprime S in funzione dei lati, supponendoli eguali, quindi $S = B l^2$; e similmente il peso assoluto e quello dentro acqua li esprime così: $C l^2 p$, $C l^3 (p - 1)$. In tal modo è facilitata la ricerca sulle migliori condizioni di stabilità.

Supponendo che il solido poggiato sul fondo possa rotare o strisciare, spinto dai flutti salienti e discendenti, l'analisi conferma, ciò che d'altra parte è evidente, che tutte le condizioni di stabilità saranno meglio soddisfatte per *quanto più grande* è il peso specifico del corpo; ma le dimensioni hanno maggiore importanza ed efficacia, perchè quando la grandezza del corpo aumenta, una parte sua può uscire dal campo della massima azione dei flutti. Dippiù conviene sempre che il rapporto B : C sia il più piccolo possibile, essendo utile che, a parità di volume, il corpo presenti la più piccola superficie all'urto, cioè a dire che si presenti per la punta o coi lati corti.

A parità di altre condizioni, riesce di poca stabilità ai corpi isolati la posizione loro immediatamente al disotto della linea di batteggio del liquido, perchè l'energia del flutto ivi è massima ed il corpo perde di peso a causa della immersione. In tale sfavorevole circostanza trovansi i massi di coronamento alle scogliere.

In quanto alla influenza della inclinazione del fondo, la massima stabilità è assicurata dal fondo orizzontale; e siccome i massi di pietra poggiano sulle scarpate, sarà maggiore la loro stabilità per quanto la pendenza di queste è più dolce, ossia è più protratta: è ben vero che rispetto al flutto saliente la componente del peso sulla scarpa concorre a favore della stabilità, ma al contrario è a disfavore rispetto al flutto discendente.

Meditando sul rapporto tra la velocità media della massa delle onde e la velocità del flutto di fondo, risulta: che la resistenza è minore per quanto è maggiore la estensione del corpo immerso ed urtato; però l'*effetto dell'urto è minore*, sicchè il solido ha maggiore stabilità. Invece il corpo di limitata superficie raccoglie in pieno il flutto di fondo, quindi è meno stabile, il che sembra una contraddizione con l'altra conseguenza *che è utile che il solido offra la minima superficie all'attacco*, ma quivi è detto a *parità di volume*.

Conseguentemente tragghiamo i seguenti corollari utili a seguirsi nel progettare la difesa delle opere foranee. Devesi aver presente:

a) Che, mentre le grandi dimensioni accrescono la stabilità dei solidi investiti dal mare, è importante al buon effetto che siano disposti in modo da essere attaccati di punta o nel lato corto, e che poggino orizzontalmente:

b) Che, indipendentemente dal rapporto fra le dimensioni investite e quelle non investite, la grandezza delle prime favorisce la stabilità, perchè il solido tende così ad uscire dal campo d'azione del flutto di fondo;

c) Che è poco conveniente di costruire massi artificiali distaccati, perchè, mentre sono esposti a flutti distinti di massima velocità, sviluppano la non-pressione nella faccia opposta all'urto, e le facce parallele la facilitano. Invece è da preferirsi la massa muraria continuata, perchè è investita dalla velocità media dei flutti, e non genera le altre perdite di resistenza;

d) Che gli sporgenti possono essere utili a frazionare

(1) Emy si dà conto di questo effetto, addebitando l'alterazione superficiale allo sviluppo del flutto di fondo: quando un alto fondo succede ad un risalto, vi si produce flutto-corrente, e da questo caso particolare passa a quello generale del flutto radente che sale alla spiaggia.

i flutti, ma dovrebbero essere puntuti, presentare facce inclinate ed essere collegati fra loro nel lato postico;

e) Che non potendo ottenere che le diverse file di massi a difesa sieno o tutti immersi, o tutti emergenti, conviene che questi più prossimi alla linea del batteggio sieno sovraccaricati;

f) Che le scogliere di massi informi, per la irregolarità delle figure, presentano in parte i requisiti suddetti, frazionando e decomponendo il flutto con le punte e con le facce oblique; dippiù prendono scarpa uniforme e protratta, quindi si prestano meglio alle condizioni di stabilità.

Possiamo pertanto esprimere l'opinione contraria al sistema troppo generalizzato dei massi parallelepipedi formanti gettate esterne a coronamento delle scogliere, specialmente se collocati in file regolari. L'esperienza ha dimostrato che a mantenere tali massi è occorso sovraccaricarli ed incastonarli in una grossa bancata di muratura.

Se si valutasse il volume dei materiali impiegati nella difesa dei moli con diversi ordini regolari di masselli artificiali, si riconoscerebbe di leggieri quanto è superato quello occorrente a costruire una massa continuata di muramento, per raggiungere lo stesso grado di stabilità.

Si potrebbe in conclusione proporre che i fronti dei muri e dei moli esposti a potenti marosi debbano a preferenza essere costruiti a massa unica continuata, presentando però al mare una *dentellatura* angolosa ed a scarpa.

Questo sistema sarebbe un miglioramento a quello tadottato dagl'Inglesi nel fare i moli continui con struttura compatta come muri, e coi fronti a scarpa ripida di 1[20 od 1[25 (tipo dei moli al porto di Dover); imperocchè al vantaggio della massa muraria compatta si aggiungerebbe l'altro della scarpa esterna scaglionata con dentelli acuti, che frangendo i flutti toglierebbero l'inconveniente risultante dalle pareti quasi verticali, che è quello di produrre *resacca* di onde riflesse, dannosa alle navi nell'accostarsi alla bocca del porto.

Napoli, gennaio 1890.

GAETANO BRUNO.

COSTRUZIONI CIVILI

NUOVO SISTEMA PRIVILEGIATO DI PERSIANE SCORREVOLI

proposto dal sig. GIUSEPPE ACQUADRO
fabbro-meccanico in Torino.

Dacchè l'applicazione delle persiane scorrevoli si rese d'uso comune, i nostri operai tentarono ogni via per riuscire ad un sistema che eliminasse, se non tutti, quanto meno i principali inconvenienti che derivano dal non potere con frequenza constatare lo stato delle rotelle e delle guide, in genere delle parti metalliche, continuamente insidiate dalla polvere e dall'umidità atmosferica.

Così avvenne che, nel giro di pochi anni, si videro succedersi, con varia fortuna, parecchi sistemi di persiane scorrevoli, i quali, o per uno o per l'altro verso, non corrisposero interamente all'aspettazione dei costruttori.

Il primo sistema, che se la memoria non ci tradisce, fu proposto ed applicato nella nostra Torino, or saranno venticinque anni e che ora è quasi abbandonato, consisteva nel sostenere ognuno degli sportelli della persiana, inferiormente, con una coppia di ruote, scorrevoli sopra regoli metallici allineati sul piano superiore del davanzale o della soglia della apertura, guidandone poi il movimento per mezzo di due coppie di rulli collocate ai due capi della traversa superiore d'ogni sportello, girevoli intorno ad assi verticali e poggianti colle loro superficie laterali contro una lama di ferro, posta superiormente al ciglio dell'apertura, e destinata ad impedire che gli sportelli, nel loro movimento di va e vieni, si allontanassero sensibilmente dalla posizione verticale.

Ora, nel detto sistema, le guide delle rotelle inferiori, esposte all'azione degli agenti atmosferici, di corto s'irrugginivano e rendevano difficile il movimento delle rotelle, le quali costrette a sobbalzare, spesso uscivano dalle guide. Aggiungasi che il punto, cui si applicava la mano allo sportello per produrne lo scorrimento, era così eccentrico, rispetto al punto in cui esercitavasi la resistenza, da determinare quasi sempre, o nell'andata o nel ritorno, una parziale rotazione dello sportello stesso intorno al punto d'applicazione della resistenza; d'onde altra causa d'uscita delle rotelle dalle guide.

Ad evitare gli accennati inconvenienti venne proposto di sostenere gli sportelli con un sistema di verghe metalliche, disposte a croce di S. Andrea e congiunte a cerniera sul punto d'intersecazione delle spranghe. Se non che codesto sistema, in parziale opposizione coi canoni della cinematica, fondavasi sulla elasticità delle verghe e presentava quindi notevoli difficoltà di movimenti, tuttavolta che la luce della apertura eccedeva il limite delle luci ordinarie, per le quali veramente il sistema era stato studiato. Di più tale sistema richiedeva cure speciali per il muramento dei perni e delle guide e presentava non lievi difficoltà alla rimozione degli sportelli, ed alla sostituzione delle impannate alle persiane e di queste a quelle.

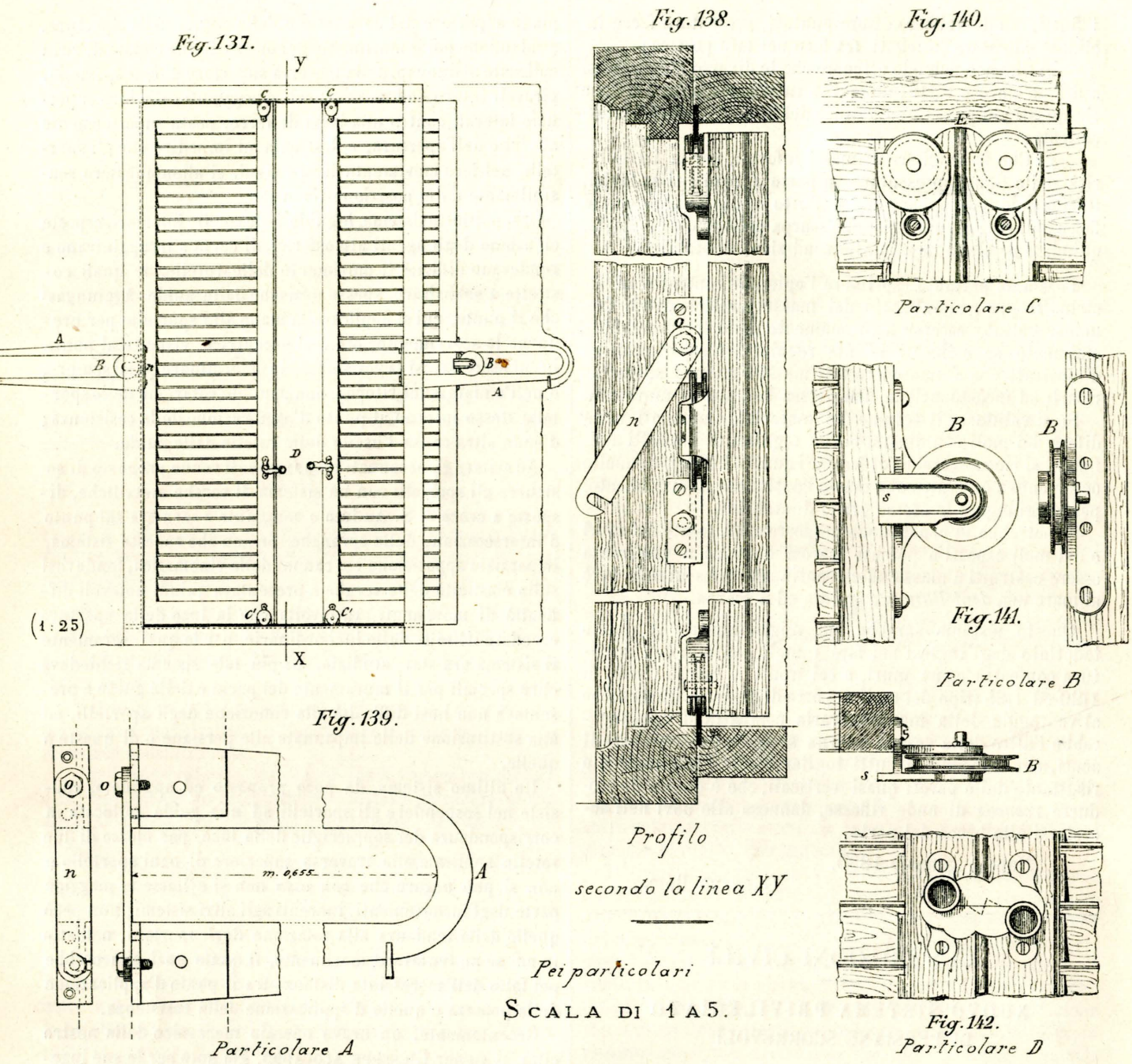
Un ultimo sistema, da poco proposto ed applicato, consiste nel sospendere gli sportelli ad una guida collocata in corrispondenza del sopracciglio della luce, per mezzo di due rotelle applicate alla traversa superiore di ogni sportello e non si può negare che con esso non si evitasse la maggior parte degl'inconvenienti, inerenti agli altri sistemi; non però quello della tendenza alla rotazione degli sportelli, nell'atto in cui se ne tentava il movimento, il quale anzi si accrebbe pel fatto dell'accresciuta distanza tra il punto d'applicazione della potenza e quello d'applicazione della resistenza.

Recentemente, un bravo operaio meccanico della nostra città, il signor GIUSEPPE ACQUADRO, già noto per le sue ingegnose serrature di sicurezza e per un congegno per la manovra degli sportelli *a ribalta*, ha proposto un nuovo sistema di persiane scorrevoli, che ci sembra meritevole della più seria considerazione da parte dei nostri costruttori.

Come si vede dalla fig. 137, ognuno degli sportelli, per mezzo d'una grossa rotella B, raccomandata al montante esterno dello sportello ed applicata a metà altezza del medesimo, si appoggia ad una robusta guida A, la quale è fissata al montante esterno del telaio fisso. Due rotelle minori C e C', applicate ai due angoli interni, superiore ed inferiore di ogni sportello e le cui gole scorrono sopra due guide corrispondenti alle due traverse del telaio fisso, servono a guidare gli sportelli nel loro movimento di va e vieni.

La posizione della rotella B e l'essere la medesima assolutamente imprigionata nella guida A, rende impossibile qualunque movimento rotatorio degli sportelli ed agevola e rende dolce ed uniforme lo scorrimento dei medesimi.

Il modo poi col quale le guide A sono applicate al telaio



fisso, rendono possibile la costruzione dei muricci destinati a nascondere l'incastro murale, che deve accogliere gli sportelli scorrevoli e l'incivilimento della facciata, prima del collocamento in opera delle guide A e degli sportelli scorrevoli, evitando l'irrugginirsi delle prime e lo scontorcersi dei secondi per il prolungato contatto coi muri stillanti umido da tutte le parti. Oltremodo comoda, poi, riesce la manovra di ritirare gli sportelli, sia per rinnovarne la spalmatura di biacca, sia per sostituire le impannate alle persiane o viceversa.

Basta a questo scopo alzare il nottolino *n* (fig. 138 e 139) applicato nello spessore del montante del telaio fisso; nottolino il quale è girevole intorno al punto *o* e che, quando è abbassato nella posizione corrispondente alla fig. 139, serve d'arresto allo sportello, il quale vi batte contro coll'appendice *s* del portarotella B (fig. 141), ed è così impedito di oltrepassare la linea mediana della luce.

Alzando il nottolino *n*, come nella fig. 138, si rende libera la rotella B di uscire dalla guida A, e lo sportello può essere trascinato oltre la mezzaria della luce, sino a che la rotella C venga a cadere in corrispondenza del taglio curvilineo E (figura 140), praticato sulla metà della lunghezza della guida superiore. Allora lo sportello, completamente libero, rotando intorno alla sua traversa inferiore, può essere inclinato, rispetto al piano del muro, di quanto occorre per essere sollevato dalla guida inferiore e quindi esportato.

Il nottolino *n* vuol essere ben stretto col dado della vite nella quale abbocca, perchè altrimenti al primo bambino cui salti l'estro di smuoverlo può accadere di veder volare la persiana in strada, come se nulla fosse.

Le fig. 141 e 142 danno i particolari di forma e di applicazione delle rotelle B e dei nottolini che servono a trattenere gli sportelli quando sono chiusi.

Ing. G. A. Reycend.

PRIMA ESPOSIZIONE ITALIANA D'ARCHITETTURA IN TORINO.

Le mie impressioni scritte sul posto

GIORNATA QUARTA.

Industrie artistiche attinenti all'Architettura.

La *Divisione II* abbracciava ben nove sezioni, cioè:

1° Lavori in marmi ed in pietre;

2° Terre cotte, ceramiche, ed altre applicazioni della plastica ornamentale;

3° Vetrerie, vetri dipinti, musaici, smalti e simili;

4° Pittura decorativa e parati;

5° Lavori di metallo fucinato, sbalzato, ecc.

6° Lavori di metallo fuso;

7° Lavori di legno: intagli, tarsie e simili;

8° Pietre artificiali e lavori in cemento;

9° Macchine ed apparecchi relativi al servizio speciale delle fabbriche.

In questa Divisione furono ammessi solo i prodotti aventi vera importanza artistica e stretta attinenza coll'architettura; i materiali da costruzione vi potevano egualmente essere rappresentati da collezioni di piccoli campioni e da monografie e statistiche relative alla loro produzione.

*

Uno sguardo generale. — Abbenchè gli espositori in questa Divisione superino i cento, pure gli oggetti esposti per numero e per valore sono ben lungi dal rappresentare nella sua generalità tutto lo sviluppo di produzione industriale ed artistica. E quand'anche fosse corso maggior tempo fra l'epoca in cui venne bandita e quella in cui si è aperta l'Esposizione, la conclusione che se ne sarebbe ricavata non sarebbe stata gran che diversa.

L'industria artistica va progredendo da noi, ed ha raggiunto un certo grado di perfezione; ma essa è ancora un'arte di lusso, essa è il privilegio di coloro che possono spendere e spender molto. L'arte industriale non è divenuta punto popolare, e come ottimamente disse il Broggi di Milano nella sua conferenza sull'architettura all'Esposizione di Torino, le eleganti cancellate, le mensole e le grandi lampade di ferro battuto, i bronzi e gli ottonami pei finimenti delle nostre sale, non rappresentano una produzione industriale, ma altrettanti fatti isolati, altrettanti casi particolari, nei quali si incontrò il committente che il buon gusto fortunatamente associava alla possibilità ed alla buona voglia di spendere. Ma se noi ci facciamo ad esaminare la produzione corrente e normale dell'industria propriamente detta, se noi esaminiamo il cancello e la lampada della casa comune, se guardiamo in quasi tutte le case comuni ai fermagli delle finestre, alle maniglie ed alle serrature degli usci, ai mille particolari che ci circondano, e che costituiscono i prodotti delle vere industrie, noi troviamo dappertutto la più grande e la più desolante assenza d'ogni gusto e di ogni senso artistico. E l'ingegnere Broggi ha perfettamente ragione, quando soggiunge che fra due maniglie egualmente semplici, una goffa e l'altra elegante, non ci può essere, industrialmente parlando, differenza alcuna di prezzo, mentre è solamente questione di gusto o di ignoranza da parte di chi fabbrica. Ecco il perchè non si insisterà mai a sufficienza sulla necessità di istituire scuole di arte industriale, di fondare musei industriali, di promuovere esposizioni di arte applicata alle industrie, non che di generalizzare, ampliare, popolarizzare l'insegnamento del disegno con ottimi maestri, con buoni metodi, con molta e scelta suppellettile di modelli.

Ed ora veniamo all'esame delle opere esposte.

*

Pietre e marmi. — Non è possibile non encomiare i 300 campioni di marmi antichi raccolti e presentati da *Bellucci Ulisse* da Roma, sebbene il pregio stesso della loro rarità tolga ogni carattere di praticità a tanta bellezza di esemplari.

Più utili, perchè di possibile applicazione in lavori di architettura, sono i marmi esposti dal *Venturi* (Davide e figlio) di Bologna, di cui si ammirano stipiti sagomati, campionari e fotografie di lavori in tutti gli stili, eseguiti segnatamente nell'Emilia.

Altra non ispregevole mostra di marmi ha fatto la *Società Anonima per materiali di fabbrica* di Milano; tra questi la *brecciola* a grandi macchie delle cave di *Urago* nel Comune di Tavernerio (Como). Le cave di Urago danno blocchi atti a ricavarne pezzi monolitici delle maggiori dimensioni. La brecciola può essere lavorata a sagome, ed è suscettibile di bel pulimento e di venir lucidata.

Notiamo pure tra gli espositori di campioni di marmo il *Triscornia Paolo* (marmi rossi di Carrara) ed il *Ceruti Lorenzo* da Varallo per i bellissimi campioni di marmo verde.

Ma la mostra più interessante e completa per questa sezione l'hanno fatta i fratelli *Catella* di Torino, con molteplici saggi di pietra di Viggiù (rossiccia), di marmi e di graniti, piallati e sagomati a macchina nel loro stabilimento.

I fratelli *Peverelli* di Torino chiamarono del pari l'attenzione degli intelligenti per il grado di finimento a cui portarono i lunghi e sottili stipiti di un portale in granito d'Alzo.

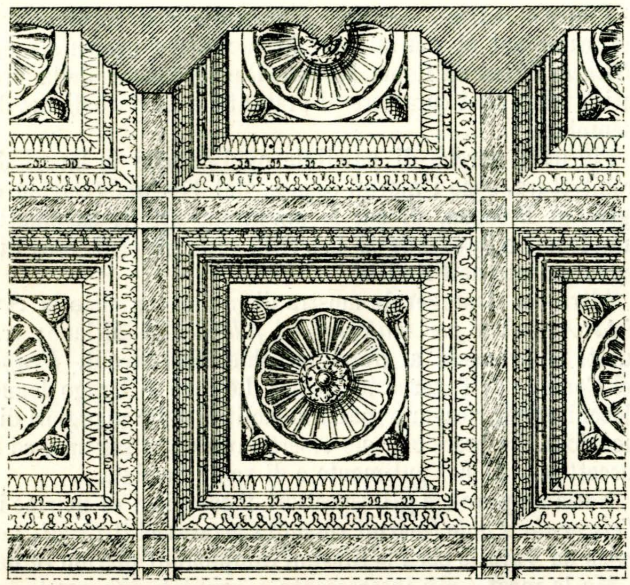
Il *Della Casa* di Baveno, che all'Esposizione del 1884 s'era coperto di gloria colle sottilissime e grandi lastre di granito tagliate e piallate a macchina, con stipiti e colonne lucidate e di perfetta lavorazione, qui si limitò ad un piccolo campionario di vari modi di lavorazione colle sue ingegnosissime macchine del granito di Baveno, di cui possiede cave grandiose attivate da mine e lavori colossali.

Bello ed ammirato il tronco di colonnato con basamento, di *gneiss* di Malanaggio dei Fratelli *Guglielminotti* di Pinerolo; ed è sempre interessante il campionario di lastre *bargioline* del *Filippa* di Barge, che per la loro resistenza ed estrema sottigliezza costituiscono il materiale di copertura per eccellenza.

*

Terre cotte e ceramiche. — Di molto effetto artistico sono le maioliche decorative dai vivaci colori dei Figli di *G. Cantagalli* di Firenze, e ve ne sono di tutti i prezzi, da 25 lire al metro quadrato fino a 5 lire il pezzo di un sedicesimo di metro quadrato. Sono per lo più cassettoni, o rosoni, con cui si formano soffitti e vôlte di ceramica policroma di gran lusso. Nella fig. 143 abbiamo il disegno di una porzione di soffitto in piano a cassettoni quadrati con rosone in forma di margherita, ed uno schizzo in piccola scala di una porzione di vôlta a calotta sferica, divisa a settori da cordoni attorcigliati, e composta di tanti cassettoni in sfondo man mano decrescenti, uno dei quali vedesi disegnato a fianco in grande scala. Questa porzione di soffitto, smaltato, bianco e giallo era collocata in modo da brillare assai sotto i riflessi della luce, e da far vedere quale utile partito decorativo si possa trarre da siffatte ceramiche, all'uopo combinandole con ossature metalliche, siccome ammiravansene luminosi esempi nei principali edifizi della Esposizione Universale di Parigi del 1889.

Anche la Società ceramica *Richard* di Milano, colle sue quadrelle smaltate a vivaci colori e formanti quadri di paesaggio e di figura, ha fatto una riuscitissima mostra, cui fanno degno riscontro le ceramiche e terre cotte del *Bu-*



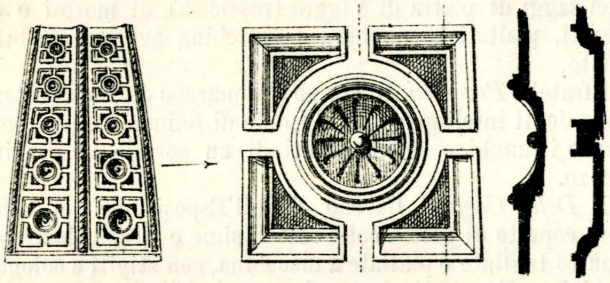


Fig. 143.

scaglione di Torino, le terre cotte artistiche, riprodotte dall'antico, della fornace *Villanova* di Strambino, la grande finestra a decorazioni laterizie (di brutto disegno) del *Bottacchi* di Novara.

E venendo al materiale laterizio d'uso comune, diamo subito il primo posto ai Fratelli *Ferrari* di Cremona, per lo svariato e preziosissimo campionario di materiali da costruzione in cotto, con cui occuparono buona metà della sala XVII. Essi riportarono un vero successo di pubblicità coi loro graziosi modellini ad un quinto del vero, lasciati a profusione a disposizione del pubblico, di tutti i loro tipi di mattoni bucati, fatti a cuneo, tanto nitidamente e finamente riprodotti da costituire de' veri ninnoli. I Fratelli Ferrari hanno uno stabilimento di laterizi in Campobonino presso Cremona, ove attualmente lavorano oltre 360 operai con una forza motrice di 110 cavalli-vapore, raggiungendosi la produzione annua di 9 milioni e mezzo di laterizi. E sì che lo stabilimento non incominciò che nel 1886 con 10 cavalli-vapore e 50 operai.

De' molti prodotti presentati, interessano particolarmente il costruttore, la serie (in 9 pezzi) di mattoni a cuneo e forati per la costruzione di soffitti in piano (piattabande) su travi di ferro. Nella fig. 144 si vede la sezione di tali mattoni con un numero di richiamo da zero all'8, e si vede pure combinato il soffitto colla distanza fra le travi di un metro. Coi dati dei vari pezzi, è facile compilare la seguente tabella, da cui risulta a prima vista la scelta e la disposizione dei pezzi per i 10 interassi che è possibile ottenere ed il peso per metro lineare. In quanto al costo, la spesa di questi mattoni viene ad essere ragguagliata a L. 2,05 il metro quadrato di soffitto. In quanto a resistenza, gli esperimenti dell'Istituto Tecnico Superiore di Milano, eseguiti il 7 maggio 1889, certificano una resistenza di ben chilogr. 7488,77 per metro quadrato.

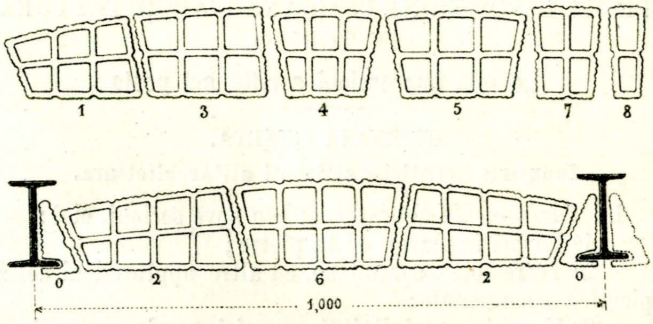


Fig. 144.

Tipo	Interasse	Numeri e disposizione dei mattoni	Peso per m. lin.
I	m. 0,750	0 1 4 1 0	Kg. 65
II	» 0,800	0 1 5 1 0	» 70
III	» 0,850	0 1 6 1 0	» 72
IV	» 0,900	0 2 4 2 0	» 75
V	» 0,950	0 2 5 2 0	» 80
VI	» 1,000	0 2 6 2 0	» 82
VII	» 1,120	0 1 3 8 3 1 0	» 92
VIII	» 1,200	0 1 3 7 3 1 0	» 97
IX	» 1,260	0 2 3 8 3 2 0	» 102
X	» 1,330	0 2 3 7 3 2 0	» 107

Il N. 0 serve a coprire il ferro a doppio T per modo da evitare qualunque macchia o scrostatura del soffitto.

Fra gli altri prodotti assai magnificati dai Fratelli Ferrari notiamo pure una grande varietà di quadrelle per pavimenti di *terra cotta greificata*, che vennero adottate nel nuovo manicomio di Cremona, nelle caserme di Milano, Reggio Emilia e Modena, e che sembrano accoppiare molte buone qualità: durata, resistenza, inalterabilità non disgiunte da eleganza.

I prodotti laterizi dei fratelli Ferrari debbono gran parte dei loro pregi alla bontà veramente eccezionale dell'argilla e lo stesso deve dirsi dei mattoni forati e delle bellissime tegole di *Giovanni Luchini* anch'egli di Cremona.

Invece lo stabilimento *Durando Giuseppe e C.* di Stupinigi (Torino) sebbene con terra ingrata nell'impasto ha saputo meritarsi la medaglia d'argento preparando un ricco campionario di mattoni sagomati e presentandoli con un sistema assai pratico. Nell'area concessagli in giardino elevò in proporzioni al vero due frammenti di costruzioni ossia un pilastro bugnato con peducci di archi sovrastanti ed una colonna con base, capitello ed archivolti nascenti, applicandovi pezzi stampati speciali. Nella figura 145 è rappresentato il primo pilastro di base rettangolare, rivestito di mattoni a testa bugnata, di cui vedesi pure più in basso, a destra, un esemplare al decimo. La stessa figura riproduce alcuni altri tipi o pezzi speciali del Durando, ossia un grosso laterizio per coronamento di muro di cinta, un altro con gola e listello, un terzo a cuneo per collarino di colonne cilindriche; ed un quarto con testa a cuneo ed anche bugnata per costruire piattabande decorate a bugne. Notisi che tutti questi mattoni presentano nelle loro faccie interne maggiori un leggiero bassofondo perchè vi penetri

bene la malta ed abbiasi una buona presa, pur tenendo finissimo il giunto in vista.

Infine come espositori di materiali laterizî comuni e speciali non vogliamo dimenticare la Ditta *Bosq* di Troffarello, il *Bottacchi* di Novara, sempre in vena di novità, e che ora ci presenta le sue coperture smaltate, il *Mossino* di Chiusano d'Asti, lo *Scardovi* di Faenza. Per piastrelle da pavimenti, uso Marsiglia, ha sempre il primo posto la fabbrica *Astengo* in Vado presso Savona che è a tutti favorevolmente nota.

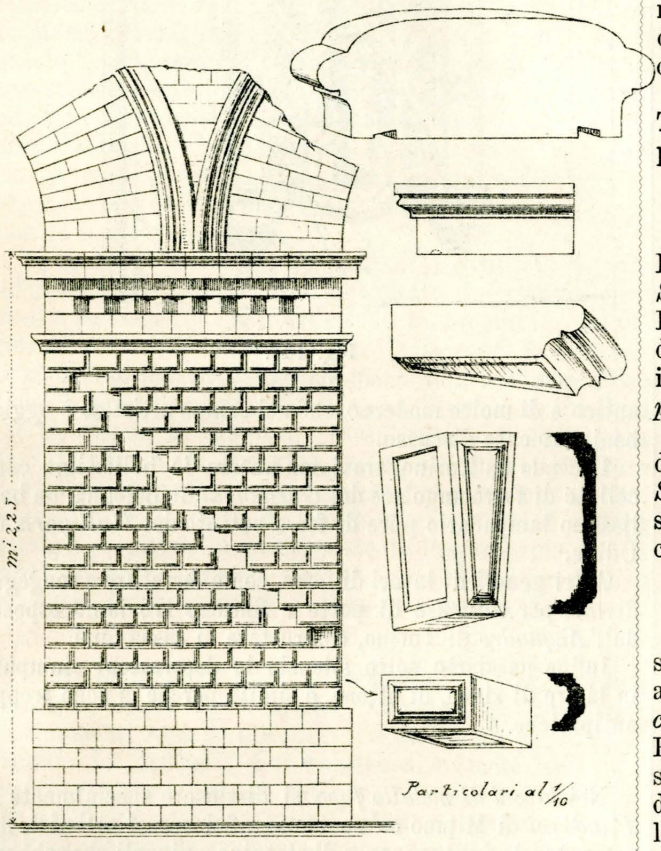


Fig. 145.

E per tubi di *grès*, o terre cotte verniciate citiamo a titolo d'onore i fratelli *Stella* di Castellamonte, e *Pagliero Michele* della stessa regione; la Ditta *Paravicini*, *Murnigotti e Curletti* di Milano; ed il *Cesqui* di Norcia.

*

Nei *lavori di plastica ornamentale* riportarono i primi onori il *Calori* di Milano, e la ditta *Musso e Papotti* di Torino, ammirato il primo per un fine sentimento d'arte nei pochi saggi di decorazione presentati, ammiratissima la seconda per la grande copia e varietà di lavori presentati e di fotografie di decorazioni lodevolmente eseguite. Hanno preso pure onorevolmente parte a questa Esposizione la Ditta *Piattini*, *Quadri e Luisoni*, il *Margaritora* ed il *Guarneri Cesare*, tutti quanti di Torino.

*

Vetri dipinti, musaici e smalti. — Poco numeroso, ma assai importante è il gruppo degli espositori di vetrerie e musaici. Bellissime le vetrate a colori (fuori concorso perchè non nazionali) dello *Zettler* di Monaco di Baviera, l'autore del celebrato finestrone dell'abside della Chiesa di San Francesco da Siena. I risultati ottenuti dallo Zettler coll'attenersi ai metodi in uso presso antichi maestri, dovrebbero valere a ricondurre a miglior indirizzo gli espositori nazionali, i quali hanno capacità più che sufficiente per raggiungere simili obbiettivi.

La *Società Musiva Veneziana*, autrice delle famose lunette della facciata del Duomo di Firenze, state giudicate una delle più pregevoli opere musive de' giorni nostri, espose come saggio di mosaico minuto una testa di Cristo, di pregevolissima esecuzione imitante a meraviglia il dipinto ad olio.

Pregevolissima pure, ed assai copiosa la mostra della *Società Anonima di fac-simili di mosaico*, anch'essa di Venezia; le sue riproduzioni di mosaici antichi sono oltre ogni dire bene riuscite; lo stesso dicasi delle riproduzioni in ceramica.

Citiamo ancora i vetri dipinti di *Guglielmi Pietro* da Torino, e le grandi lastre smerigliate con effetti artistici pregevolissimi del *Mosca* e del *Perotti*, entrambi di Torino.

*

Pittura decorativa e parati. — Il *Bellandi Ernesto* di Firenze, lo *Smeriglio Domenico Ernesto* di Torino, e la *Società cooperativa dei pittori, decoratori ed arti affini* di Roma vediamo distinti per le loro pitture decorative con medaglia d'argento; e vediamo distinti con menzione onorevole il *Boasso* e lo *Spagnoli* entrambi di Torino, ed il *Filipponi* di Udine.

Una medaglia d'oro conseguirono i bellissimi campioni di stoffe con disegni a rapporto, e ad ago, stati esposti da *Salvadori Salvadore e Figlio* di Firenze, per il lodevole scopo di voler ricondurre ad onore un genere di decorazione che in addietro fu specialità e vanto del nostro paese.

*

Lavori di metallo fucinato e sbalzato. — Bene rappresentata l'industria artistica del ferro, e segnatamente da artisti di Torino. Primi tra dessi *Castello Prospero* e *Picchetto Giuseppe*, premiati entrambi con medaglia d'oro. Elegantissima la mostra del Castello nelle cui opere è associata sempre la buona esecuzione al sentimento artistico della invenzione. Del Picchetto piaceva a tutti l'originalissimo grifone sostenente nelle zampe tre candele per becchi a gas (fig. 146) ma destava ben più l'ammirazione degli intelligenti per le straordinarie difficoltà superate nel fucinare e creare tutto d'un pezzo quel mostro artistico. A proposito di questo lavoro non ci è possibile entrare nelle molte particolarità del fucinare artisticamente il ferro a forti masse; limitiamoci ad accennare alla buona idea di alcune parti ossidate ed altre brunite dello stemma araldico scolpito nel ventre del grifone, con cui si aggiunse vaghezza alla capricciosa figura.

Dimostrarono pure abilità e buon gusto in lampadari e ringhiere di ferro battuto il *Ropolo*, il *Rey Pasquale*, il *Picchetto Albino*, il *Croce* tutti quanti di Torino; nè vogliam dimenticare *Guaita Giuseppe e Figli* installati fin dal 1884 nel Villaggio Medioevale sulle rive del Po e che tuttora vi stanno. Essi si diedero alla specialità della riproduzione di lavori artistici antichi in ferro battuto. Fra i lavori presentati riproduciamo un cancello di balaustrata interna di chiesa (fig. 147) ed un battitore di stile gotico, che spiccava assai per essere stato esposto sopra un fondo di panno rosso (fig. 148). Ricorderemo ancora che i Guaita hanno somministrato i lavori di ferro per il nuovo casamento Giaccone (in Torino, angolo di Corso Vinzaglio e Corso Oporto) opera architettonica dell'ingegnere Brayda, una originale costruzione di pietre semplicemente sbozzate con mattoni a paramento, e mensole di ferro battuto, e decorazione a piatti di maioliche colorate; un commisto di troppo

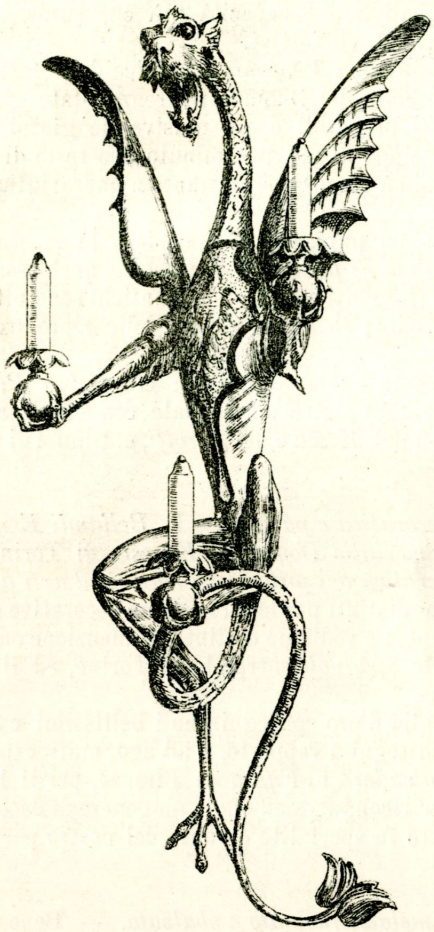


Fig. 146.

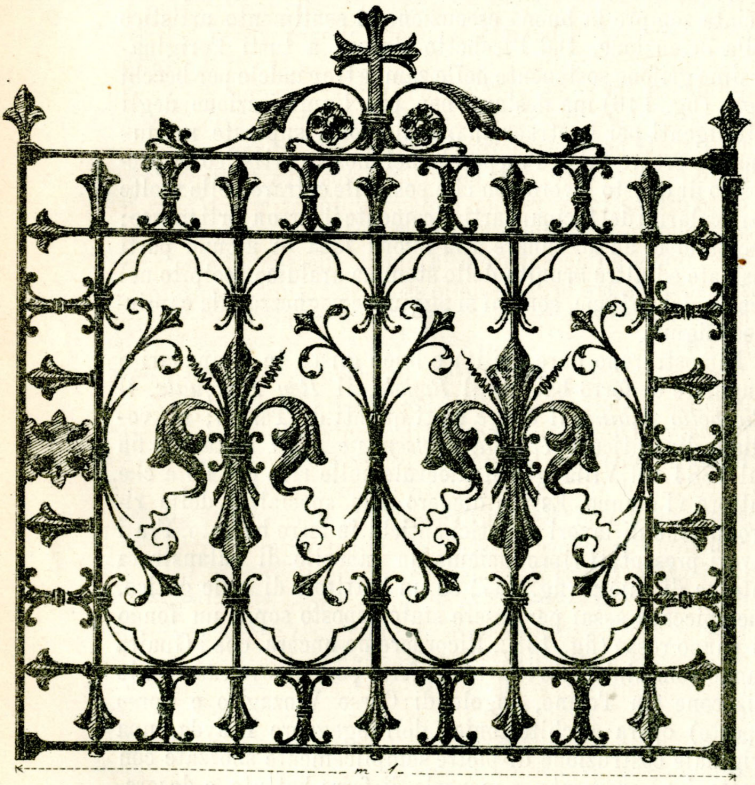


Fig. 147.

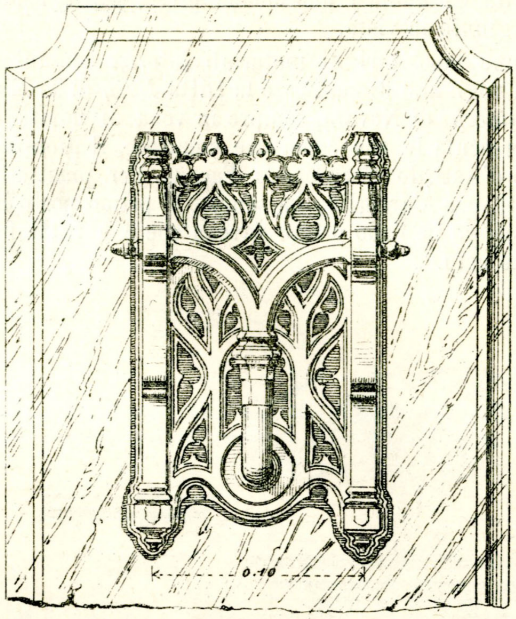


Fig. 148.

antico e di molto moderno, che nel campo artistico è oggidì benignamente discusso.

Uscendo da Torino, troviamo ancora le bellissime cancellate di ferro angolare del *Gardenghi* di Bologna, un bellissimo lampadario pure di ferro battuto del *Calligaris* di Udine.

Altri generi di lavori di ferro, come serrature e congegni diversi per chiusure di porte e finestre troviamo esposti dall'*Acquadro* di Torino, costruttore di casse forti.

Infine passiamo sotto silenzio le decorazioni stampate in lastre di zinco, di ottone, e simili, perchè ci sono troppo antipatiche.

*

Nei *lavori di metallo fuso* si distinsero specialmente il *Pandiani* di Milano co' suoi magnifici bronzi artistici, ma con notevole predominanza di statuine e ninnoli che sebbene graziosissimi, troppo indirettamente hanno a che fare coll'architettura; il *Fumagalli* di Torino, la cui fontana di bronzo, bella come fondita, ci parve lasciasse alquanto a desiderare dal lato del disegno; il *De Poli* di Vittorio Veneto che espose vasi e getti di bronzo premiati con medaglia d'argento.

*

Lavori di legno, intagli e tarsie. — L'intaglio e l'intarsio, quest'artistica applicazione del legno, ora ritornata in tanto onore presso noi, prese pochissima parte all'Esposizione.

I principali cultori di quest'arte, o non concorsero, od esposero solo fotografie insufficienti a fornire criteri certi sul merito delle opere da loro eseguite.

Bellissimi ad ogni modo i mobili, il camino ed i soffitti del *Frullini* di Firenze di cui ci è dato vedere sole fotografie. Giustamente premiati con medaglia d'argento i camini con specchiera del *Quartara* di Torino; e la porta di legno scolpito ed i campioni di soffitti del *Cattaneo* di Milano; con medaglia di bronzo, gli intagli di *Cassina Giovanni* di Milano, e le cornici ovali tornite e diversi intarsi del *Virano* di Torino.

L'industria della fabbricazione dei palchetti ebbe maggior numero di espositori ed è in visibile progresso. Gli estesi campionari della *Società anonima di Udine per la lavora-*

zione del legname, e quelli del *Ferrato* di Torino meritaronsi la medaglia d'oro, così per la eleganza dei disegni, come per varietà di legnami, e per esecuzione solida e duratura.

Sotto l'atrio della facciata il signor *Tremant* ha presentato in opera un saggio di pavimentazione di legno per strade carrozzabili, sistema che i lettori dell'*Ingegneria Civile* conoscono essendosene dati tutti i particolari nel 1885. Ritornando ora sull'argomento vuolsi confessare che gli esperimenti di questi ultimi anni fattisi a Torino non hanno soddisfatto pienamente. Il legno si consuma inegualmente, formandosi qua e colà pozze e rialzi, che obbligano ad una manutenzione vigilante continua e costosa. Coll'aiuto di questa, il consumo del legno dovuto al carreggio non riescendo molto sensibile, la durata del pavimento può arrivare ad otto e fors'anche a dieci anni. Ma senza di una manutenzione continua difficilmente si può arrivare a cinque anni prima di dover procedere al rifacimento totale; ed è da osservare che questo rifacimento viene a costare in Torino lire 13 il metro quadrato.

La spesa di manutenzione annuale è risultata di poco inferiore a lire 1.50 per metro quadrato. Le rapidi corrosioni o solcature che si manifestano in prossimità dei regoli delle tramvie rendono inoltre indispensabile l'apposizione di una striscia di cunei di pietra contro il ferro. Oltre a ciò il legno si mantiene umido anche alcuni giorni dopo che ha cessato di piovere; e colla polvere si forma una pastetta viscida che le zampe dei cavalli fanno spruzzare fino all'altezza delle insegne dei negozî e sulla quale essi scivolano; ond'è che occorrono lavature artificiali, e dopo queste è necessario lo spandimento in leggerissimo velo di sabbietta appositamente stacciata i cui grani penetrando nel legno danno maggiore durezza alla superficie.

*

Pietre artificiali e lavori di cemento. — Non potevasi desiderare di più nè di meglio; numerosi gli espositori; svariatissimi e per lo più pregevoli molto, gli oggetti presentati. La medaglia d'oro spettava evidentemente alla *Società Anonima per la fabbrica di calce e cemento* in Casale Monferrato, per l'ottima qualità di cemento che produce su vastissima scala, non che per una grandiosa esposizione fatta nel recinto esterno di lavori di cemento, campioni di grandi fognoni ovoidali, e dei metodi di eseguirli sul posto, saggi di tubi per condotte forzate, e di lavori architettonici eseguiti con abilità e precisione superiori ad ogni elogio.

Nè meno buoni e lodevoli sono i fognoni e tubi di vario diametro di *Rossetti Pietro* di Torino, il quale espose pure vasche per bagni e sedili di marmo artificiale, un campionario di pavimenti e lavori architettonici diversi di cemento o di pietra artificiale.

La Ditta torinese *Demaria, Giachino e C.* è riuscita ne' suoi prodotti di marmi artificiali ad imitare così bene i colori e gli impasti, che l'occhio il più esperto può restare ingannato, tanto più che i blocchi artificiali, oltre ad una perfetta lucidatura, presentano al tatto la sensazione di freddo, caratteristica del marmo vero. Di fronte a questa bellissima mostra di un'industria, che sebbene assai fiorente in Inghilterra, può dirsi ancor nuova in Italia (1),

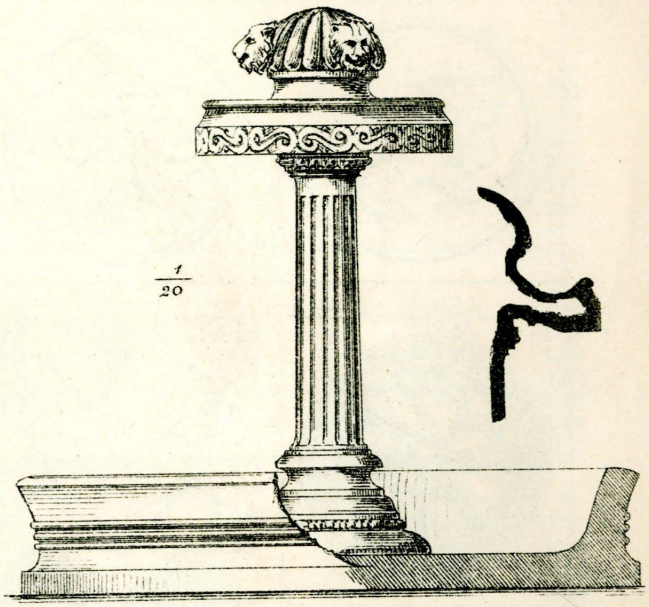


Fig. 149.

noi troviamo anche poco la medaglia d'argento accordata dalla Giuria, e solo ci permettiamo la domanda, se il prezzo di questi marmi artificiali ne possa rendere conveniente e generalizzare il loro impiego. Ora il prezzo varia moltissimo colle dimensioni dei pezzi lavorati, cosicchè, mentre pei pezzi voluminosi il marmo artificiale costa L. 200 al metro cubo, per quelli piccoli il valore cresce fino a L. 1700 al metro cubo. Ma v'ha questo di confortevole, che i prezzi sono poco mutabili colla specie del marmo imitato e colla natura della decorazione architettonica.

Molti altri espositori di lavori usuali di cemento e di pietre artificiali dovrebbero esser pur qui menzionati; tra dessi il *Peverada*, il *Caglieri*, il *Rizzardi*, il *Guarneri*, il *Ronchino* tutti quanti di Torino; il *Lossa Nicola e Figlio* di Milano.

Ricordiamo pure il *D'Aronco Girolamo* di Udine, e la sua fontana di finto porfido di forma assai originale (fig. 149) con un grande bacino circolare alla base che fa da vasca; la quale fontanella presentasi per altro più bella veduta in prospettiva che non in proiezione.

Ricordiamo ancora il *Ravesi Rosario* di Catania, il quale espose quadrelle di cemento con ornati a rilievi, allo scopo di comporre fascie e partiti decorativi economici, ma non mancanti di qualche effetto se disegnati con gusto. I cementi divenuti oramai un po' comuni e volgarucci, coll'aiuto di stampi a rilievo e dei colori possono venire richiamati a nuovi onori. Nella fig. 150 veggonsi tre campioni delle quadrelle stampate con rilievi ed incavi; due di essi fanno comprendere come si possa ottenere un ornato continuo; il terzo non ha che un bel rosone nel mezzo. Tra i campioni presentati, le quadrelle con incavo a zig-zag, nel quale campeggiano boccioli in rilievo, riescono di buon effetto appunto perchè di tre colori a tinte pallide e bene armonizzanti.

Prima di lasciare l'argomento delle pietre artificiali, ne incombe dire come il signor *Ernesto Mont-Louis* di Milano avesse esposto alcuni esemplari di pietre tenere state in-

(1) Questa industria non è da confondersi colla ben nota *marmoridea* dovuta al Ciccaglia di Roma, e che essendo una pasta fatta semplicemente con gesso ed allume, non può avere le qualità dei marmi artificiali del Demaria. Il quale invece prepara una polvere bianca, ottenendo, per via umida, la trasformazione dei sali comuni di calce in una miscela di alluminato e solfoalluminato di calce. Questa polvere è atta a formare i blocchi coll'aggiunta dell'acqua. E coll'aggiunta di vari colori, che ben si comprende, debbono essere minerali e resistenti all'azione alcalina, il Demaria ottiene, impastando coll'acqua una massa bizzarramente screziata a seconda del marmo che vuole imitare. La pasta, gittata poscia nello stampo, si estrae 24 ore dopo, perfettamente indurita e foggiata, e capace di subire le ulteriori operazioni di finimento e levigatura dei marmi veri.

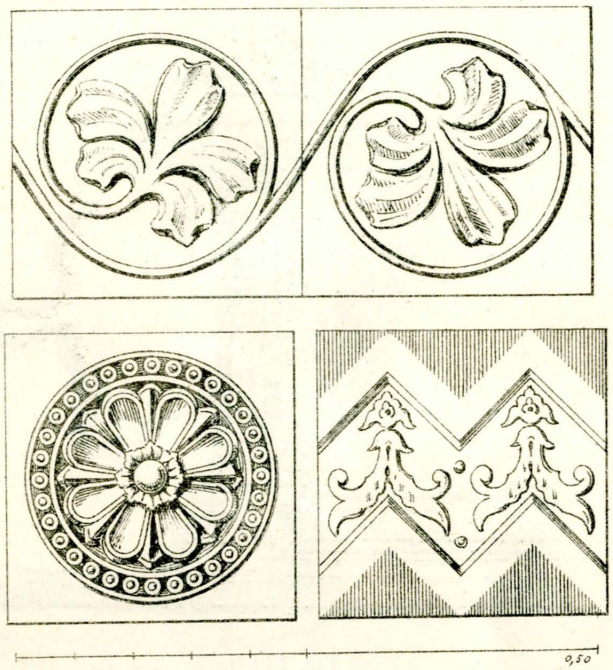


Fig. 150.

durite per mezzo del sistema di *fluatazione*, dovuto ai chimici Kesler e Faure, e che i nostri lettori conoscono (V. *Ingegneria Civile*, anno 1887, pag. 159 e 176). La bellezza degli esemplari presentati permette di giudicare dell'eccellenza del risultato di un tal metodo, che diversi architetti, particolarmente a Milano, hanno applicato in costruzioni recenti, ed in virtù del quale è permesso l'impiego di materiali teneri, epperò meno costosi e di più facile lavoratura, per fare poi acquistare loro la maggiore durezza e resistenza agli agenti atmosferici, dei materiali più compatti.

*

Macchine od apparecchi di servizio delle fabbriche. — Benchè fossero numerosi gli espositori, non si può dire che questa sezione fosse completamente riuscita. Come apparecchi per le costruzioni abbiamo appena da citare la scala di servizio su carro dell'ingegnere *Gaudenzio Valle* di Armeno (Novara) ed il carro meccanico a due ruote con argano e piattaforme su rulli di *Giorgio Bersanino* di Torino. La Giuria li distinse entrambi con medaglia d'argento.

Scarsissimo il numero di espositori di apparecchi per ventilazione e riscaldamento; non mancarono per altro all'appello i due più celebri costruttori di caloriferi, *G. Buscaglione* e la Ditta *G. B. Porta*, entrambi di Torino, e favorevolmente noti per importanti opere di riscaldamento in tutta Italia. La Giuria premiolli entrambi con medaglia d'oro. Vengono di seguito l'*Ernst* ed il *Lenner*, tutti e due di Torino, coi loro ventilatori d'aria umida e fresca premiati entrambi con medaglia di bronzo. Nè vuolsi dimenticata la Ditta *Ravelli Pietro e Comp.*, pur essa di Torino, per il suo esteso ed elegante campionario di bocche da calore di ottone e di nichelio.

Dopo di che non ci rimane che da citare: i tubi di ghisa e raccordi di tutte foggie, per condotti d'acqua o di latrine dell'ingegnere *Cerutti Attilio* di Prato (Toscana); ed i tubi di piombo con lamina interna di stagno che la Ditta *G. Podestà* di Torino, immaginò e costruisce per le condotte delle acque potabili che disciolgono il piombo stando molto tempo a contatto di esso.

E per ultimo dovremmo pur esaminare gli apparecchi da cessi coi loro accessori di valvole e sifoni, ma ben poco abbiamo da dire in proposito; essendochè la pratica consiglia oramai di ripudiare tutti i complicati meccanismi a valvole con manubrii, contrappesi e simili che sono sempre suscettibili di guastarsi, per attenersi esclusivamente alle vasche a sifone di maiolica o di ghisa, funzionanti con cacciate d'acqua quando si tiri la catenella per cui si vuota la vaschetta superiore. Nel qual senso presero a lavorare ed esporre con successo il maggiore del Genio ingegnere *Pescetto* con diversi tipi di vasche a deflusso funzionanti a catenella, od automaticamente e ad intermittenza; la *Società ceramica Richard* di Milano ed il *Girò Celestino* di Torino con cessi a sifone in maiolica, comodi ed eleganti, ed accessori relativi e l'ingegnere *Schalk Enrico* di Milano colle sue latrine viennesi di ghisa smaltata.

(Continua) G. Sacheri.

FISICA TECNICA

SULLA TRASMISSIONE DEL CALORE NELL'ARIA.

Nota di S. Pagliani *ed* E. Morisani.

In una nota precedente pubblicata in questo periodico uno di noi (1) ebbe già occasione di esporre come le esperienze del prof. Guido Grassi e di L. Ser abbiano dimostrato che le formole del Péclet relative ai coefficienti di trasmissione per contatto sono solo applicabili nel caso in cui l'aria sia in riposo, ma non nel caso in cui l'aria sia in movimento. Le esperienze esposte in quella nota estendevano quelle del Ser, che erano state fatte con velocità superiori a metri 0,25, dimostrando che quanto si è detto sopra vale anche per velocità piccolissime, come le minime di quelle esperienze, m. 0,03. Anche da esse risultava che il coefficiente di convezione aumenta colla velocità del movimento; esse infine avevano per scopo di investigare la influenza che ha la quantità di vapore contenuta nell'aria sul detto coefficiente.

Tutte le accennate misure sono però state fatte adoperando tubi di metallo disposti orizzontalmente.

In pratica però accade di sovente che si faccia uso di tubi disposti verticalmente, e per i cilindri verticali il Péclet diede delle formole per calcolare il coefficiente di convezione secondo le quali esso per il caso dell'aria in riposo, o solo agitata dai moti convettivi dovuti al riscaldamento, dipenderebbe dall'altezza e dal diametro.

Abbiamo creduto interessante il fare uno studio sperimentale sulla trasmissione del calore nell'aria anche adoperando tubi metallici disposti verticalmente e nei due casi in cui il movimento dell'aria avvenga dall'alto al basso o dal basso all'alto.

Il metodo e l'apparecchio adoperato sono analoghi a quelli che hanno servito nelle esperienze più sopra accennate. Si fa passare una corrente d'aria con velocità costante per un certo tempo in un tubo metallico a pareti sottili e riscaldato da una corrente continua ed abbondante di vapore acqueo a circa 100°. Si misura le temperatura dell'aria all'entrata nel tubo riscaldato, poi all'uscita; così pure si misurano le temperature del fluido scaldante nelle posizioni corrispondenti. Si determina pure il volume dell'aria effluito nella unità di tempo e si calcola il coefficiente di convezione mediante la formola:

$$a = \frac{p\,c \log \text{nep.} \dfrac{T_2 - t_1}{T_1 - t_2}}{F},$$

in cui p è il peso dell'aria effluita nell'unità di tempo, c il calore specifico, T_1 e T_2 la temperatura iniziale e finale del vapore, t_1 e t_2 quelle corrispondenti dell'aria, trattandosi di riscaldamento con circolazione a correnti opposte, F la superficie di riscaldamento.

(1) S. Pagliani, *Sulla trasmissione del calore nell'aria* — *L'Ingegneria civile e le Arti industriali*, vol. XVI, 1890.

L'apparecchio riscaldante è costituito da un tubo di ottone interno percorso dall'aria da scaldarsi, circondato da un altro tubo metallico coassiale esterno, in cui circola il vapore. Il tubo interno porta a ciascuna delle due estremità un tubo di vetro a T dello stesso diametro interno. Entro a questo tubo è fissato il termometro che serve a misurare la temperatura dell'aria.

Il manicotto esterno porta inferiormente due tubetti a croce alle due estremità, i quali servono per la entrata e per lo scarico del vapore riscaldante; nel ramo orizzontale di ciascuno di questi tubetti è disposto il bulbo di un termometro che serve a misurare la temperatura di entrata e quella di uscita del vapore. Il manicotto esterno e questi diversi tubi sono avvolti in una spessa ovatta per impedire i disperdimenti di calore.

La corrente d'aria è prodotta mediante un grande gasometro a campana della capacità di 300 litri. È un gasometro di precisione della casa Brunt, appartenente all'Ufficio fotometrico del Municipio di Palermo.

Non permettendoci i mezzi del laboratorio di fisica tecnologica della Scuola di Applicazione di eseguire queste esperienze, ebbimo per favore dell'illustre Senatore prof. E. Paternò, Sindaco di Palermo, a nostra disposizione il locale e gli apparecchi di quell'Ufficio, del che gli rendiamo qui i più vivi ringraziamenti.

Per mezzo del gasometro stesso si misura il volume di aria effluente.

I termometri adoperati per misurare le quattro temperature furono tutti verificati per stabilire il valore in gradi della loro divisione, e le temperature corrette per la colonna sporgente.

All'apparecchio era annesso un manometro Péclet a tubo inclinato per osservare l'eccesso di pressione esistente nell'interno dell'apparecchio.

I tubi adoperati sono di ottone, l'uno del diametro di millimetri 11, l'altro di mm. 23, ambidue della lunghezza di 50 centimetri.

I dati sperimentali introdotti nella detta formola per calcolare ciascun valore di a sono i valori medii delle diverse quantità misurate in almeno cinque determinazioni nelle quali le condizioni si mantennero pressochè costanti. Per amore di brevità riportiamo qui soltanto questi valori medii.

Nelle tabelle seguenti T_1 è la temperatura del vapore all'estremità del manicotto corrispondente alla entrata dell'aria, T_2 l'altra, che si conservavano sempre costanti durante una serie di determinazioni, w la velocità dell'aria, t_1 la temperatura dell'aria all'entrata, t_2 all'uscita dal tubo, a il coefficiente cercato.

Tubo del diametro di m. 0.011.

Direzione della corrente dell'aria: orizzontale.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
99.95	99.8	12.7	97.3	0.315	1.73
99.95	99.8	12.3	92.1	0.81	3.07
99.95	99.8	12.3	87.7	1.21	3.74
99.95	99.8	12.2	78.3	2.06	4.57
99.95	99.8	12.2	70.1	3 01	5.13

Direzione della corrente: verticale dal basso all'alto.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
100.0	99.4	14.2	98.2	0.30	1.80
99.9	99.5	13.4	92.8	0.58	2.29
99.9	99.5	13.0	87.25	0.89	2.71
99.9	99.5	12.9	71.3	2.02	3.54
99.85	99.45	12.75	58.7	3.69	4.35

Direzione della corrente: verticale dall'alto al basso.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
100.1	99.7	14.1	88.3	0.37	1.17
100.1	99.8	13.7	83.5	0.67	1.74
100.35	99.95	11.9	79.7	0.90	2.10
100.35	99.95	11.7	76.1	1.38	2.88
100.3	99.95	12.1	70.3	2.10	3.64
100.3	99.95	11.6	63.1	2.90	4.04

Tubo del diametro di m. 0.023.

Direzione della corrente d'aria: orizzontale.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
100.2	99.75	13.5	98.45	0.10	1.27
100.2	99.8	13.2	97,0	0.18	1.97
100.2	99.8	13.2	95.95	0.215	2.13
100.2	99.8	13.25	93.0	0.30	2.47
100.2	99.8	13.0	90.25	0.40	2.87
99.9	99.5	13.5	76.95	1.04	4 58

Direzione della corrente: verticale dal basso all'alto.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
100.2	99.9	14.2	96.15	0.09	0.94
100.3	99.6	13.6	88.3	0.20	1.33
100.25	99.7	14.0	82.4	0.325	1.68
99.9	99.2	13·1	77.2	0 43	1.90
100.25	99.7	13.7	74.2	0.55	2.16
100.25	99.8	13.6	68.6	0.74	2.44

Direzione della corrente: verticale dall'alto al basso.

T_1	T_2	t_1	t_2	w	a
100.2	99.85	16.15	95.05	0.08	0.73
100.0	99.7	14.0	85.4	0.185	1.08
100.1	99.75	14.35	81.55	0.28	1.44
100.1	99.75	14.1	79.3	0.38	1.76
100.1	99.7	13.8	76.15	0.59	2.48
100.0	99.7	13.2	74.65	0.75	3.06

I valori così ottenuti furono costruiti graficamente prendendo in un sistema di assi coordinati come ascisse le velocità, come ordinate i coefficienti di trasmissione. In generale le curve ottenute si potrebbero rappresentare con espressioni della forma $a = \alpha + \beta w - \gamma w^2$. Siccome però lo stabilire il valore di queste costanti avrebbe solo presentato interesse per il caso speciale di queste esperienze, così per poter confrontare i coefficienti di convezione nei differenti casi della direzione della corrente, abbiamo letto sulle curve accuratamente tracciate i valori corrispondenti ad alcune velocità e nella tabella seguente li riportiamo.

Tubo del diametro di m. 0.011.

Direzione della corrente d'aria

Velocità	Orizzontale	Verticale ascendente	Verticale discendente
0.30	1.68	1.76	0.98
0.40	1.99	2.02	1.20
0.50	2.26	2 20	1.42
0.80	3.04	2.58	1.96
1.00	3.44	2.80	2.30
2.00	4.51	3.52	3.54
3.00	5.11	4.03	4.32

Tubo del diametro di m. 0.023.

Direzione della corrente d'aria

Velocità	Orizzontale	Verticale ascendente	Verticale discendente
0.20	2.08	1.36	1.07
0.30	2.52	1.62	1.52
0.40	2.86	1.86	1.86
0.50	3.18	2.04	2.20
0.80	4.00	2.54	3.22
1.00	4.48	2.84	3.92

Dal confronto di questi valori si possono dedurre alcune conseguenze.

Anzitutto i coefficienti di convezione che si ottengono per la trasmissione del calore nell'aria sono diversi, a parità di forma e dimensioni della superficie di riscaldamento, secondo che la corrente d'aria è diretta orizzontalmente oppure è ascendente o discendente.

Per il tubo di 11 mm. di diametro i coefficienti di convezione per la corrente ascendente differiscono assai poco da quelli per la corrente orizzontale, quando la velocità è piccola ed inferiore a m. 0,50; per velocità maggiori sono minori. I coefficienti per la corrente discendente sono sempre minori di quelli per la corrente orizzontale. Sono anche minori di quelli per la corrente ascendente per velocità inferiori a m. 2, al di là sono maggiori.

Per il tubo del diametro di 23 mm. i coefficienti di convezione per la corrente verticale discendente sono sempre minori di quelli per la corrente orizzontale, e la differenza cresce col crescere della velocità. I coefficienti per la corrente ascendente sono pure minori di quelli per la orizzontale, ma la differenza diminuisce col crescere della velocità. E diffatti mentre i coefficienti per la corrente discendente si mantengono inferiori a quelli per la ascendente sino ad una velocità di m. 0,40, per velocità maggiori diventano maggiori, ciò che succede anche pel tubo più piccolo, ma in quel caso solo per velocità maggiori di 2 m.

Si osserva poi che in tutti i casi il coefficiente di convezione va crescendo colla velocità, come già era stato osservato per tubi orizzontali. Ma mentre per questi ultimi il coefficiente per una stessa velocità va sempre crescendo col diametro del tubo, nel caso delle correnti verticali, abbiamo da queste esperienze che per correnti discendenti va pure sempre crescendo col diametro, mentre per correnti ascendenti e per velocità inferiori a m. 0,80 diminuisce col crescere del diametro del tubo.

La ragione di tutti questi fatti si ritrova in ciò che nel caso di tubi verticali si determina un moto ascensionale nelle particelle riscaldate e quindi allontanamento dalla parete del condotto, movimento che nel caso di corrente ascendente deve esercitare poca o nessuna influenza sul riscaldamento quando il tubo è a piccola sezione e la quantità d'aria in moto è piccola, ma che si fa sentire quando la quantità d'aria in movimento è grande e tanto più quanto maggiore la sezione del condotto e quindi minori le resistenze. Nel caso di corrente discendente questo movimento che avviene in senso opposto alla corrente stessa costituisce un ostacolo allo avvicinarsi delle particelle più interne alla parete del tubo, e quindi è necessario che la velocità e perciò la pressione che determina la corrente d'aria raggiunga un certo valore per equilibrare l'azione di tale movimento ascensionale. Quindi vediamo diminuire il rapporto fra il coefficiente di convezione per la corrente orizzontale e quello per la corrente discendente per la stessa velocità col crescere di questa.

Questi risultati, quantunque ottenuti in condizioni particolari, in esperienze di laboratorio, possono tuttavia avere il loro interesse pratico inquantochè dimostrano che sopra la trasmissione del calore hanno influenza non solo la forma della superficie di riscaldamento, lo stato di quiete o di movimento dell'aria, la quantità di vapore in essa contenuta, ma ancora la disposizione della superficie di riscaldamento, cioè la direzione orizzontale oppure verticale ascendente o discendente della corrente d'aria. Perciò tutte le volte in cui si tratterà di calcolare delle superficie di riscaldamento o risolvere qualche altro problema relativo negli apparecchi pratici, converrà sempre servirsi di dati ottenuti con esperienze dirette fatte in condizioni identiche o molto affini a quelle della pratica.

(*R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Palermo.* — Marzo, 1891).

NOTIZIE

La ventilazione artificiale delle gallerie ferroviarie col sistema Saccardo. — La questione della ventilazione dei sotterranei fu lungamente studiata, e ad essa si interessarono più di altri le Amministrazioni delle strade ferrate per la speciale importanza del caso nell'esercizio dei tunnels ferroviari.

Generalmente nelle lunghe gallerie, specie se di forte pendenza, la ventilazione naturale è insufficiente, od anche dannosa, ed occorre spesso dover generare una corrente artificiale d'aria pura di ben determinata direzione ed intensità.

Quanto maggiore è la lunghezza della galleria, quanto più il treno è pesante, quanto maggiori sono la pendenza e l'altitudine sul livello del mare, quanto maggiore è il numero dei treni che devono attraversare la galleria, è anche più rilevante il consumo di combustibile e quindi tanto maggiore il volume dei prodotti della combustione. Soprattutto quando la pendenza è forte, la insufficienza della ventilazione può costituire un grave pericolo che si rende ancor maggiore quanto è più ristretta la sezione della galleria.

Al 3° Congresso ferroviario internazionale di Parigi (1889) fu chiaramente posto il quesito, ed ebbe per relatore un distinto ingegnere capo-servizio delle ferrovie del Mediterraneo, l'ing. Candellero (1), il quale conosceva certo i gravi casi d'asfissia avveratisi al Cenisio nel personale di servizio. Il Congresso ammise appunto come si verifichi di frequente il caso che la ventilazione naturale sia insufficiente, e come sia necessario ricorrere alla ventilazione artificiale delle lunghe gallerie, e facendo sua la proposta dell'ing. Candellero — decise doversi incoraggiare la ricerca ed il perfezionamento di apparati che permettano efficacemente al personale di percorrere senza inconvenienti le gallerie e di soggiornarvi per servizio, e che per le linee di forte traffico e pei grandi movimenti militari, permettano di formare molti e lunghi treni giornalieri quanto le speciali condizioni esigerebbero spesso.

Ad ottenere una buona ventilazione bisogna confessare che i provvedimenti finora proposti ed adottati non corrisposero, o corrisposero parzialmente. E si dovrebbe aggiungere che i sistemi finora usati domandano manovre speciali e grave dispendio, tanto di impianto che di continuo giornaliero esercizio. I metodi fissi attualmente in uso richieggono infatti speciali condotte ausiliarie in relazione con potenti ventilatori meccanici aspiranti, o prementi che assorbono una enorme quantità di forza motrice.

Vediamo ora in che consista il nuovo sistema Saccardo, provato nei giorni 27 e 28 agosto e 20 settembre cessati, per iniziativa della Società degli ingegneri Saccardo e Conti, concessionaria del brevetto Saccardo, davanti a numerosa rappresentanza di tecnici ed interessati alla questione, fra i quali devonsi notare i delegati del Governo e delle Amministrazioni ferroviarie italiane e del Gottardo.

Col mezzo di un motore e di un ventilatore, di sistema qualunque, l'apparecchio Saccardo fornisce un getto continuo convergente d'aria di forma anulare, che parte dal perimetro della galleria e che colla sua forza viva, entro la naturale galleria, imprime il movimento necessario alla voluta ventilazione. Per ottenere questo getto continuo, havvi una camera di sezione anulare, nella quale viene ad essere immessa mediante opportuno mezzo meccanico una determinata quantità d'aria a determinata pressione; ed alla camera stessa, quasi a suo prolungamento, è applicato un tubo addizionale convergente a sezione anulare di forma tronco-piramidale o qualunque.

L'aria uscendo con velocità, in forza della pressione che possiede entro la camera, da tale tubo addizionale, può essere convenientemente raccordata col contorno interno della galleria, la quale nei punti di raccordo potrà pure assumere una forma qualunque. Anzi la forma e le dimensioni — tanto della camera che del tubo addizionale — per la natura stessa del problema dovrebbero essere determinate in ogni singolo caso, in relazione della sezione e della lunghezza della galleria e della quantità d'aria necessaria alla ventilazione.

L'apparecchio — così essenzialmente costituito — può essere applicato indifferentemente ad uno od altro imbocco della galleria od anche in punto intermedio qualunque, attingendo l'aria tanto dall'esterno, quanto dall'interno della galleria, ma evidentemente sarà sempre preferibile scegliere uno dei due imbocchi, e precisamente quello ad altitudine maggiore. Potranno pure essere messi in opera più apparecchi disposti in serie, o comunque, e, ove fosse conveniente o necessario, il getto anulare potrà essere soppresso in qualche parte del contorno della galleria.

Tale è, presso a poco, il senso del brevetto Saccardo, nel quale la novità sta tutta, secondo il nostro modo di vedere, nell'aver trovato modo di sopprimere le costose condotte, utilizzando allo scopo la sezione naturale delle gallerie stesse. Ed è precisamente per la minima resistenza così offerta al movimento dell'aria che il sistema viene a risolvere brillantemente oltre il lato tecnico anche il lato economico dell'importante questione, essendochè il sistema Saccardo ha infine il pregio di richiedere una spesa assai modesta pei lavori di adattamento e un impiego ancor più modesto di forza motrice per l'esercizio: spesa che non ha confronto, ben si capisce, cogli attuali costosissimi sistemi fissi in uso.

La nuova applicazione Saccardo assicura in ogni caso una corrente continua e sufficiente d'aria in galleria (regolando le proporzioni degli apparecchi di ventilazione secondo l'effetto da ottenere) per una ventilazione artificiale diretta sempre in un senso, e nel senso più opportuno. E questa direzione unica della corrente è cosa della massima importanza, perchè se un difetto capitale deve essere segnalato negli altri detti sistemi egli è precisamente quello che la corrente artificiale può prendere direzioni opposte, locchè, in alcuni casi, può riescire di gravissimo danno.

Giova ancora osservare pel caso Saccardo che, funzionando inizialmente il ventilatore, prima del passaggio di un treno, con tale direzione costante progressiva della colonna d'aria in movimento, l'aria della galleria è sicuramente e completamente rinnovata di continuo, e che, al passaggio del treno, i prodotti della combustione si troveranno in ogni caso mescolati all'aria pura e diluiti così che, pur calcolando il caso peggiore del massimo concentramento di fumo ed il caso più

(1) La relazione dell'ing. Candellero fu pubblicata nell'*Ingegneria civile*, a pag. 154, anno 1889.

Vedasi pure sullo stesso argomento e dello stesso autore a pag. 17, dell'anno 1891.

sfortunato della fermata forzata di un treno, il miscuglio sarà sempre respirabile e la temperatura in galleria non potrà mai elevarsi di troppo.

Quando poi si ricordi che tale nuovo sistema di ventilazione non comporta il bisogno di lavori speciali ed accessorî nello interno delle gallerie — le quali avranno sempre la loro luce completamente libera ed in istato di servizio, nè comporta alcuna manovra speciale, che esso sistema sopprime qualunque speciale condotta e che domanda una spesa relativamente piccola sia di impianto che di esercizio, riesce evidente che il sistema Saccardo, così semplice ed economico, sarà l'unico mezzo serio per una ventilazione perfetta delle gallerie.

Chi scrive ha avuto il piacere di assistere alle esperienze di Firenze ed ha constatato, insieme a tutti gli intervenuti, come, nelle peggiori condizioni di fatto, siasi ottenuta una buona ventilazione nel tunnel del Pratolino di 4 chilometri di lunghezza. — Con una vecchia locomobile, che è incerto se avesse potuto sviluppare la forza di 8 cavalli, annunciata dal programma stampato per la circostanza dalla Società Saccardo Conti — non avendo potuto sostenere una pressione maggiore media di 3 atmosfere in causa di vive fughe di vapore — e con un ventilatore rudimentale di m. 1, 60 di diametro con camicia e tubo addizionale in legname, che non ha potuto spingersi nel numero dei giri pel suo stato di provvisorietà (ventilatore applicato al punto più basso del tunnel, in causa delle condizioni locali, e coll'intermezzo di un cunicolo preesistente di direzione, il cui effetto era certo di aumentare assai le resistenze passive) si ottenne una buona e continuata ventilazione. Tanto buona e continua che in pochi secondi fu rovesciata permanentemente una corrente naturale contraria di metri 1,25 ed 1,30 fino a metri 1,50, ingenerando una corrente artificiale opposta di uguale intensità, correnti misurate da tutti a prova e controprova, sospendendo studiatamente a tempo opportuno l'azione del ventilatore. Data la sezione del tunnel, il volume d'aria pertanto iniettato artificialmente in galleria ammontava a circa 38 metri cubi, risultato questo davvero ottimo avuto riguardo alla picciolezza ed alla imperfezione dei mezzi provvisoriamente impiegati.

Dobbiamo far voti che l'ingegnosa applicazione entri presto nella convinzione di tutti gli interessati, molti dei quali non poterono assistere al brillante esperimento. (*L'Industria*).

La fotografia dei colori. — 1. — Uno scienziato, il Fresnel, ha potuto stabilire che la luce è il risultato delle vibrazioni molecolari di un mezzo ipotetico, al quale fu dato il nome di *etere*. È un fluido che riempie tutto, anche il vuoto, e gli spazi interplanetari: penetra nei corpi trasparenti, e le sue molecole, perfettamente elastiche, possono trasmettersi l'una all'altra un movimento impresso alla prima di esse.

Esiste dunque per la luce, come per il suono, una *velocità di propagazione*. Ma essa è enorme, poichè raggiunge 300,000 Cm. al 1″.

Allo stesso modo che, propagandosi colla stessa velocità, i vari suoni differiscono per il loro numero rispettivo di vibrazioni, così i vari *colori* corrispondono a numeri diversi di vibrazioni delle molecole dell'etere. Il rosso corrisponde a 497 milardi di vibrazioni al secondo. Il violetto a 728 miliardi.

Poichè il numero delle vibrazioni luminose è così considerevole, le lunghezze d'onda corrispondenti, ossia gli spazi percorsi dall'onda durante una vibrazione, devono essere piccolissime: per il rosso, la lunghezza d'onda è di 620 decimillesimi di millimetro, e per il violetto di 423 decimillesimi; sono in ragione inversa dei numeri di vibrazioni corrispondenti.

Adunque ogni colore semplice corrisponde ad un determinato numero di vibrazioni.

Vediamo ora come si spiegano i colori composti.

2. — La teoria dei colori composti è identica a quella dei suoni composti: si tratta della sovrapposizione dei movimenti vibratori.

Un suono qualunque, anche quando corrisponde ad una determinata nota musicale, non è mai un suono semplice; così un violoncello che dia il *la*, non ci fornisce un suono semplice; il *la* è la nota fondamentale, ma essa è accompagnata da altre note, che sono le così dette sue *armoniche*. Queste note accessorie si sovrappongono alla nota principale per dare un movimento vibratorio unico, risultante di tutti gli altri, e che costituisce precisamente il *timbro* proprio del violoncello. Se il *la* fosse dato da un flauto, le armoniche non sarebbero le stesse; il timbro è diverso.

Allo stesso modo i vari movimenti vibratori che costituiscono i colori semplici, possono sovrapporsi e dare origine ad un movimento vibratorio unico, risultante, che produrrà precisamente sull'occhio la impressione di un *colore composto*.

Ricordiamo che il prisma ha la proprietà di separare gli uni dagli altri i colori semplici. Quando tutti i colori semplici, quelli dello spettro solare, sono riuniti, costituiscono il bianco.

Se ora noi sopprimiamo, mediante un diaframma, uno dei colori, per esempio il rosso, e facciamo convergere in un punto, mediante specchi, i colori rimanenti, noi otteniamo il colore verde: il verde è dunque il bianco, meno il rosso: e chiamasi il colore complementare del rosso.

Il nero è l'assenza d'ogni colore.

3. — Esaminiamo ora una delle proprietà più meravigliose dei movimenti vibratori, costituita dalle *interferenze*.

Supponiamo che un'onda sonora venga ad incontrare un ostacolo solido, per esempio un muro: essa sarà riflessa e darà origine ad un movimento vibratorio in senso inverso di quello primitivo, per modo che ogni molecola, in un medesimo istante, sarà sollecitata da due distinte vibrazioni, provenienti dal movimento vibratorio diretto, e dal movimento vibratorio riflesso.

Se queste due vibrazioni sono concordanti, ossia imprimono nel medesimo istante alla molecola velocità dello stesso senso, i movimenti si sommano, e la vibrazione risultante sarà rinforzata; ma se le due velocità vibratorie sono nello stesso istante uguali e di segno contrario, i due movimenti si distruggono, la molecola rimane in riposo. Si giunge quindi a questa conclusione, che a prima vista può sorprendere: che un suono, sommato con un suono, può produrre il silenzio; luce sommata a luce può produrre l'oscurità.

È questo fenomeno notevole che fu chiamato *interferenza*.

Perchè si abbia interferenza in un punto, bisogna che i due movimenti vibratori in questo punto abbiano una differenza di cammino uguale o ad una mezza lunghezza d'onda, o ad un numero *dispari* di mezze lunghezze d'onda. Se la differenza di cammino fosse invece uguale ad un numero intiero di lunghezze d'onda, si avrebbe un raddoppiamento nel suono o nella luce, nel punto considerato.

L'esperienza ha confermato pienamente le previsioni della teoria: nei tubi sonori è facile, mediante una membrana cosparsa di sabbia fina, verificare l'esistenza di sezioni equidistanti, nelle quali alternativamente la sabbia della membrana o rimane in riposo, o è violentemente agitata. Le prime chiamansi *nodi*, le seconde *ventri*. La distanza fra due nodi consecutivi o due ventri consecutivi è sempre una mezza lunghezza di onda; l'intervallo fra un nodo e il ventre consecutivo è uguale ad un quarto di lunghezza d'onda.

Nel caso dei fenomeni luminosi, queste interferenze si producono quando la luce si riflette normalmente su uno specchio piano; vi è allora interferenza fra l'onda diretta e l'onda riflessa, e tutto lo spazio situato innanzi allo specchio è diviso in azioni parallele, alternativamente brillanti ed oscure, mediante piani paralleli, detti piani ventrali, o piani nodali, secondochè corrispondono alle sezioni brillanti od alle oscure. Due piani ventrali distano di mezza lunghezza d'onda.

4. — Un caso notevole di interferenze è quello che presentasi nella riflessione della luce sulle due facce di una lamina trasparente sottilissima, come la parete di una bolla di sapone. Questa appena formata è incolora; quindi, siccome l'evaporazione ne assottiglia di mano in mano le pareti, essa riflette il colore rosso; quindi l'aranciato; poscia il verde, e finalmente l'azzurro ed il violetto, finchè scoppia, perchè le pareti sono divenute troppo sottili.

Ecco come avvengono questi fenomeni: il raggio luminoso, giungendo sulla lamina sottile, non vi penetra integralmente: una parte viene riflessa dalla superficie d'ingresso, l'altra parte solamente penetra nella grossezza della lamina. Essa incontra la seconda faccia, e gli stessi fenomeni si riproducono; una parte della luce che è penetrata, è riflessa a sua volta, e l'altra seguita a penetrare nell'interno della bolla di sapone. Dimodochè si hanno due raggi riflessi paralleli: quello che è riflesso sulla faccia di ingresso, e quello che lo è sulla faccia d'uscita. Questi due raggi camminano parallelamente l'uno all'altro, ma non hanno percorso la stessa strada; quello che si è riflesso sulla prima faccia della bolla, si trova più inoltrato di quello che non si è riflesso che sulla seconda faccia, poichè quest'ultimo ha percorso in più del tragitto effettuato dal primo, due volte la grossezza della bolla, una volta all'andata ed una volta al ritorno.

Tutto dipende allora dal valore di questa differenza di cammino. Se essa è uguale ad una mezza lunghezza d'onda od a un numero dispari di mezze lunghezze d'onda, si avrà interferenza, ossia estinzione della luce. Se invece la differenza di cammino è un numero pari di mezze lunghezze d'onda, si avrà raddoppiamento nel colore che ha quella lunghezza d'onda.

Pertanto una lamina sottile può darci la sensazione dei colori, sebbene sia essa stessa perfettamente incolora.

5. — Noi abbiamo ora tutte le nozioni necessarie per comprendere l'esperienza del prof. Lippmann, ed afferrare la spiegazione della riproduzione fotografica dei colori dello spettro solare.

Ecco in che cosa consiste l'esperienza:

Consideriamo uno specchio piano metallico, e supponiamo che si ricopra la sua faccia riflettente con uno strato sensibile alla luce. Tale strato potrà essere qualunque: collodio, albumina, gelatina, purchè sia continuo e senza grani. Esponiamo questo specchio, così sensibilizzato, nella camera oscura fotografica, invece della lastra di vetro smerigliato, e supponiamo che vogliasi riprodurre l'immagine di un oggetto monocromatico, per esempio di un quadrato *giallo*.

L'onda diretta si troverà in interferenza coll'onda riflessa, per modo che lo spazio situato innanzi allo specchio sarà diviso, come abbiamo accennato di sopra, in sezioni parallele mediante piani alternativamente brillanti ed oscuri, ossia piani ventrali e piani nodali.

Solo nei piani ventrali lo strato sensibile sarà impressionato, poichè

in tali piani si ha raddoppiamento di luce, mentre nei nodali vi è oscurità.

Se adunque noi sviluppiamo e fissiamo la lastra *mediante gli ordinari procedimenti della fotografia*, noi avremo, appena lo strato sensibile sarà essiccato, una serie di piani paralleli formati da particelle di argento metallico. Questi piani distano l'uno dall'altro di mezza lunghezza d'onda: sono inoltre abbastanza sottili per poter essere trasparenti. Due di tali piani costituiscono dunque una lamina sottile, di grossezza tale precisamente da permetterle di riflettere, in virtù del fenomeno delle interferenze di cui si è parlato, il colore avente la stessa lunghezza d'onda. Guardando adunque la lastra *per riflessione*, si vedrà apparire un quadrato giallo.

Siccome la lunghezza d'onda è una quantità piccolissima, esisteranno parecchi di tali piani nella grossezza dello strato sensibile. Ogni coppia di piani riproduce il fenomeno, il quale, rispetto all'intensità, sarà così rinforzato.

Se a lato del rettangolo giallo si trova un rettangolo rosso, anche per questo si riproducono le stesse vicende, solo le lamine d'argento sono un po' più distanti che non per il giallo. Quindi, se noi riceviamo sulla lastra sensibile l'immagine reale d'uno spettro, noi avremo lamine d'argento, di cui l'intervallo varierà in modo continuo dal violetto al rosso. Vedremo dunque, per riflessione, l'immagine dello spettro *con tutti i suoi colori.*

Questo è il principio dell'esperienza.

Circa alla disposizione pratica, il Lippmann ebbe l'idea di impiegare come specchio la superficie di uno strato di mercurio a contatto collo strato sensibile. A tale scopo fece costrurre un truogolo assai piatto, in forma di scatola; una lastra sensibilizzata ne costituisce la faccia anteriore, mentre lo strato sensibile trovasi rivolto all'indentro; si versa mercurio entro tale scatola, che vien collocata verticalmente al fuoco dell'obbiettivo fotografico; in tal modo il contatto dello strato col mercurio formante specchio, non dura che per il tempo di posa, e non ha luogo la iodurazione. La camera e l'obbiettivo sono quelli ordinariamente impiegati.

Descritto così l'apparecchio, passiamo al modo d'operazione.

6. — Primo punto essenziale è la preparazione dello strato sensibile. Si è detto che esso deve essere *continuo e senza grani.* Si comprende ora perchè: due degli strati d'argento, che contribuiscono alla produzione del fenomeno di riproduzione dei colori per interferenze, distano mezza lunghezza d'onda, cioè, nel caso del giallo, per esempio, l'intervallo è di 1/4000 di *mm*; ossia, se lo strato di collodio ha una grossezza di 1/20 di *mm.*, esso conterrà *duecento* piani sottili d'argento. Bisogna dunque rifiutare assolutamente le lastre del commercio al gelatino-bromuro d'argento, nelle quali lo strato sensibile è costituito da un'emulsione a grossi grani: questi grani attraverserebbero tre o quattro degli strati sottili, separati dai piani d'argento, deformerebbero questi ultimi, e quindi impedirebbero la produzione del fenomeno atteso.

Bisogna dunque impiegare lastre sensibilizzate al bagno, come le antiche lastre al collodio. Si prende una lastra che si riveste di collodio o di albumina, ovvero con strati sovrapposti di collodio ed albumina. Questo strato conterrà un sale aloide di potassio (cloruro, bromuro o ioduro — il bromuro è preferibile). Per sensibilizzarla, s'immerge in un bagno di azotato d'argento al 10 0[0: la precipitazione del bromuro d'argento si fa nella stessa grossezza dello strato, in grani, di cui le dimensioni sono piccolissime, relativamente alla lunghezza d'onda, ed una lastra così preparata permetterà la produzione del fenomeno d'interferenza.

Apprestata la lastra, si applica contro il truogolo piatto collo strato sensibile all'indentro; si versa il mercurio e si colloca il tutto, verticalmente, al fuoco della camera oscura, nel quale si forma l'immagine di uno spettro, prodotto da un prisma.

Una difficoltà presentasi relativamente al tempo di posa. Si sa che le varie regioni dello spettro non hanno tutte la stessa attività chimica. Mentre le regioni violetta ed azzurra operano quasi istantaneamente, il rosso è così poco reattivo, che s'impiega la luce rossa per rischiarare il gabinetto durante le manifestazioni fotografiche, anche nel caso delle emulsioni al gelatino-bromuro più rapide. Quindi, se adottasi un determinato ed identico tempo di posa per tutto lo spettro, se tale tempo è sufficiente per l'azzurro, non lo sarà per il rosso; se si prolunga il tempo di posa, il rosso riuscirà, ma il violetto e l'azzurro riusciranno velati. Si supera tale difficoltà coll'uso dei *diaframmi colorati.*

Sotto l'aspetto dell'*attività chimica* si può dire che si hanno, nello spettro, tre regioni distinte: quella dell'azzurro e del violetto, quella del verde e quella del rosso: la prima corrisponde alla massima attività, la terza alla minima, la seconda ad un'attività intermedia.

Ciò posto, consideriamo un mezzo trasparente *fisicamente rosso*, cioè tale che, se si esamina allo spettroscopio, esso intercetta tutti i colori dello spettro, eccettuato il rosso. Un tal mezzo può essere costituito da una lastra di vetro, o, meglio, da una soluzione di eliantina contenuta in truogolo piatto a facce ben parallele. Collochiamo tale truogolo davanti all'obbiettivo: esso lascierà passare solamente i raggi rossi, e arresterà completamente gli altri: in tal modo al rosso potrà essere concesso tutto il tempo di posa necessario, senza che si abbia a temere l'invasione pericolosa dei colori vicini.

Un truogolo simile al precedente, ma contenente una soluzione *gialla* di bicromato potassico, lascierà passare il verde e il rosso, ma arresterà l'azzurro e il violetto.

Finalmente si esporrà la lastra per un istante, senza interporre truogolo di sorta, e si avrà l'impressione dell'azzurro e del violetto.

Così operando il prof. Lippmann nelle sue prime esperienze, impiegava tempi di posa, che erano: per il rosso, due ore; per il verde, 20 minuti; per l'azzurro ed il violetto, uno o due minuti.

L'impiego di lastre diversamente preparate gli permise di ridurre a 10 minuti il tempo di posa per il rosso. Finalmente, immergendo nella cianina le lastre dopo averle sensibilizzate, potè ottenere strati *tanto sensibili al rosso, quanto all'azzurro;* dimodochè recentemente egli fotografò in sei minuti uno spettro completo, senza dover ricorrere all'interposizione dei mezzi colorati: la soluzione della fotografia diretta dei colori è adunque trovata.

La sorgente luminosa è una lampada elettrica ad arco, sistema Cance, avente un'intensità di 800 candele.

Lo sviluppo della fotografia così ottenuta è cosa facilissima.

Naturalmente, uscendo dalla camera oscura, l'immagine, come d'ordinario, è latente, e nessun colore è visibile. S'immerge la lastra in un liquido rivelatore, che nelle esperienze del Lippmann fu sempre l'acido pirogallico e il sesquicarbonato d'ammoniaca. Quando l'immagine, visibile in nero nel bagno, è sufficientemente venuta, si arresta lo sviluppo e si colloca la lastra nel bagno destinato a fissare l'immagine (iposolfito di soda, 150 *gr* per litro). Si toglie la lastra dall'iposolfito, si lava a grande acqua e si lascia essiccare.

Allora i colori cominciano ad apparire. Per il rigonfiamento prodotto nello strato dell'acqua, le lamiue d'argento corrispondenti al rosso, ultimo colore visibile in condizioni normali, si trovano troppo allontanate, perchè il colore possa riflettersi; ma nella regione violetta l'allontanamento dei piani d'argento raggiungerà la mezza lunghezza d'onda del rosso. Si vedrà dunque da principio apparire il rosso là dove ad operazione finita si troverà il violetto.

Di mano in mano che l'essiccamento progredisce, il rosso si avanza verso il punto che deve occupare normalmente, segue il verde, quindi l'azzurro, ecc.

I colori complessi, detti altrimenti colori naturali dei corpi, si riproducono altrettanto facilmente dei colori semplici. Esperimenti riuscitissimi furono fatti in tal senso, e vetri a colore furono riprodotti con tutte le loro tinte.

Però, da questo punto alla riproduzione in colore di un oggetto qualunque, bisogna ancora fare un passo: bisogna trovare lastre così sensibili al rosso, come le lastre attuali al gelatino-bromuro lo sono all'azzurro ed al violetto.

Sorge ora la domanda, se la fotografia a colori è possibile sulla carta: si può rispondere affermativamente. I piani e le lamine d'argento, che costituiscono l'organo riproduttore del colore, sono infatti imprigionati nello strato di collodio od albumina. Basta adunque staccare tale strato e trasportarlo sul cartoncino *bristol*. Un tale trasporto costituisce una operazione delicata, ma non impossibile, ed è famigliare ai fotografi di professione.

(*Rivista d'Artiglieria e Genio*).

BIBLIOGRAFIA

Ricerche di stereometria, dell'ingegnere Giuseppe Delitala, professore nel R. Istituto tecnico di Sassari. — Op. in-8° di pag. 76, con 7 tavole intercalate nel testo. — Sassari, 1890. — Prezzo L. 5.

Sono quattro note distinte. La prima riguarda la determinazione del volume del tronco di prisma quadrilatero, e del tronco di prisma terminato da superficie paraboloide-iperbolica, ed è la meglio riuscita delle quattro.

La seconda calcola il volume di solidi prismatici-cilindrici senza farlo dipendere dalla ricerca del centro di gravità delle basi.

La terza risolve l'importante problema della misura della capacità dei serbatoi naturali, quando ne viene data la superficie del bacino per mezzo delle curve orizzontali.

Infine nella quarta nota è completato lo studio dei tronchi prismatici-cilindrici applicandosi le formule trovate nella nota III alla cubatura dello spicchio e del cuneo cilindrico, qualunque sia la curva direttrice del fuso e dell'unghia che codesti solidi comprendono.

In generale il lavoro è ben condotto e ben studiato, e sebbene non vi siano novità nel vero senso della parola, pure vi si trova semplificata qualche formola di evidente utilità nelle applicazioni a casi pratici. Ogni problema è spiegato con esempi numerici, ed in complesso il Delitala ha dato una guida utilissima per chi si dedica a tali studi. L'A. dovrebbe per altro curare un poco di più la forma ed anche la sintassi, mentre non è sempre felice nel rendere chiare le proprie idee.

G. S.

Sacheri Giovanni, *Direttore.* Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, Editori. L. F. Camilla, *Gerente.*