

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

GLI IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI PER I SERVIZI TECNICI GENERALI DELL'ESPOSIZIONE

(Veggasi la Tavola VIII)

Al Direttore generale dell'esercizio, signor Delaunay-Belleville, ed al Direttore generale aggiunto per la Sezione francese, signor Stefano Dervillé, vennero affidati direttamente i servizi tecnici seguenti:

1° quello degli impianti meccanici, di cui è ingegnere in capo il signor Ch. Bourdon, professore all'École Centrale, che si occupò già dei servizi meccanici ed elettrici nell'Esposizione del 1889;

2° quello degli impianti elettrici, con a capo il signor R. V. Picou;

3° quello della manutenzione e degli apparecchi di sollevamento (ing. Guyenet);

4° quello degli impianti idraulici (ing. Meunier).

Uno dei concetti più geniali della Direzione generale dell'esercizio nell'organizzare il servizio generale per la Mostra della meccanica è stato quello di sopprimere interamente, come appunto abbiamo visto che erasi già ottenuto da noi all'Esposizione di Torino del 1898, gli organi ordinari di trasmissione, alberi, puleggie e cinghie, ricorrendo ovunque al trasporto e distribuzione della forza motrice per mezzo della corrente elettrica, nel che sono appunto caratterizzati i più importanti progressi dell'industria meccanica realizzati dalla precedente Esposizione del 1889 ai giorni nostri.

Ed a tale uopo, tutte le caldaie a vapore e le macchine motrici, a differenza di quanto si fece nelle altre esposizioni precedenti, furono concentrate in una stazione centrale, dalla quale la forza motrice in forma di corrente elettrica, viene trasmessa a tutti i punti della Mostra. Con ciò si ottenne anche il vantaggio di occupare uno spazio molto minore per le macchine motrici, le quali sono diventate dei gruppi elettrogeni, che portano direttamente sul loro albero a guisa di volano, e in sostituzione o in aiuto al medesimo, la dinamo generatrice dell'elettricità.

*

Per l'impianto meccanico. — Senza fermarci a descrivere la distribuzione della Mostra, per la quale rimandiamo il lettore al fascicolo numero 5, diremo solo che tutta l'azione meccanica dell'Esposizione è stata concentrata nel Campo di Marte, che è diventato, per così dire, il cuore dell'Esposizione, la stazione centrale dove si produce e dalla quale si alimenta la vita di tutte le industrie meccaniche distribuite

in una serie di palazzi coperti da tettoie di 27 metri di luce, alternantisi con altre di 9 metri.

Il servizio degli impianti meccanici ha lo scopo di produrre la forza motrice e di trasmetterla alle macchine ed organi che ne hanno bisogno; perciò la descrizione del medesimo deve conseguentemente venir divisa in quattro parti principali, comprendenti rispettivamente:

1° la produzione del vapore (caldaie, condotti e camini);

2° la distribuzione del vapore (canalizzazioni sotterranee, e valvole di distribuzione);

3° la produzione della energia elettrica (gruppi elettrogeni, acqua di condensazione e scariche);

4° la distribuzione dell'energia (condotture elettriche e trasmissioni).

*

PRODUZIONE DEL VAPORE. — Per la produzione del vapore è stato destinato lo spazio dei due cortili di 40 m. di larghezza e 117 m. di lunghezza fra l'antica *Galleria delle macchine* del 1889 che ancora sussiste e le gallerie di 30 metri, dove si collocarono i gruppi elettrogeni; in questi cortili si impiantarono le officine generatrici del vapore, consistenti in batterie di caldaie fornite dagli espositori in relazione alle condizioni tecniche stabilite dal Commissariato generale, fra le quali quella di funzionare tutte uniformemente alla pressione di 11 chilogrammi. Si è dovuto imporre questa condizione per la necessità di dover utilizzare indistintamente il vapore di qualsiasi caldaia pel funzionamento dei gruppi elettrogeni, i quali richiedono quasi tutti il vapore alla pressione di 10 chilogrammi.

Inoltre, per evitare ogni incomodo ai visitatori dell'Esposizione, è stata proibita l'evacuazione nell'aria del vapore che ha già agito nei vari apparecchi accessori delle caldaie; e perciò l'Amministrazione stessa ha stabilito dei condensatori indipendenti, nei quali si scarichi il vapore suddetto, mediante condotti speciali.

Il numero complessivo delle caldaie installate è di 92, esposte da 18 Ditte, di cui 10 francesi e 8 estere. Ve ne sono 8 Cornovaglia, 6 del tipo Galloway, 4 semi-tubolari e tutte le altre sono moltitubolari. Le 50 caldaie installate nella Sezione francese (Usine La Bourdonnais) sono capaci di produrre 120 600 kg. di vapore all'ora. Le 42 caldaie delle Sezioni estere (Usine Suffren) hanno una produzione all'ora di 114 100 kg. La produzione totale di vapore è quindi di 235 000 kg. circa all'ora, superiore di 35 000 kg. a quella che l'Amministrazione aveva preventivata come necessaria; onde si ha un margine sufficiente per far fronte alle sospensioni che potessero occorrere per puliture, riparazioni e simili.

La superficie totale di riscaldamento è di circa 15 000 metri quadrati, il che dà una vaporizzazione media di 15,6 chilogrammi per metro quadrato di superficie di riscaldamento. La massima produzione unitaria è data da una caldaia moltitubolare Mathot ed è di 5200 kg. di vapore

all'ora; lo stesso costruttore ha pure una caldaia colla produzione unitaria di soli 650 kg., che è il minimo valore fra tutte quelle esposte. Egli ha voluto in tal modo dimostrare l'elasticità del suo tipo di generatori, che può adattarsi benissimo tanto alle piccole industrie, quanto alle batterie potenti, quali si richiedono negli impianti di miniere e metallurgici, e nelle fabbriche da zucchero.

Giova ricordare che nell'Esposizione precedente del 1889 il numero delle caldaie in esercizio non era che di 30 e la produzione complessiva per tutta la durata della Mostra di 68 797 tonnellate di vapore, ossia in media per giornata di lavoro di 382 205 kg.; mentre nell'Esposizione attuale abbiamo detto che il numero delle caldaie è salito a 92, con una produzione di 200 000 kg. l'ora, ossia 1 500 000 kg. per giornata di lavoro di 7 ore e mezza, quattro volte maggiore della precedente; e per una durata di 205 giorni, come è previsto, la produzione totale si eleverà a circa 308 000 tonnellate.

Le due serie di batterie di caldaie, costituenti l'una l'officina La Bourdonnais, dove si trova la Sezione francese, l'altra l'officina Suffren, per gli espositori esteri, così denominate dal viale adiacente al quale si trovano, sono coperte ciascuna da una speciale tettoia di 28 m. per 105 m. Queste tettoie metalliche, coperte da lamiera ondulata, furono semplicemente prese in affitto per la durata della Mostra e per il prezzo totale di L. 235 872, corrispondente a 36 lire per metro quadrato di area coperta.

Il consumo giornaliero di combustibile richiesto per le caldaie è di 200 tonnellate circa; cifra enorme già per sè stessa, ma che nelle feste, ossia quando le macchine dovranno funzionare per un tempo maggiore delle 7 ore e mezza stabilite, verrà anche oltrepassato. Siccome in un carro non si possono mettere più di 50 sacchi da mezzo quintale ognuno di carbone, ossia in complesso 2500 kg., occorrerebbero 80 carri circa ogni mattina prima dell'apertura della Mostra per apportare la quantità necessaria di combustibile. Ora ciò sarebbe stato impossibile, per cui vi si è provveduto mediante un binario nell'asse delle due file di caldaie parallelamente alle facciate e riunito alla stazione ferroviaria del Campo di Marte, da cui una locomotiva spinge un treno di carri, che si possono ricoverare sopra binari di servizio, e riconduce via nel brevissimo tempo concesso, con treno particolare, le ceneri, la fuliggine e le

scorie che si raccolgono pure in sacchi, affinchè la polvere non disturbi i visitatori.

Questo binario, essendo stato costruito fino dal bel principio, ha pure prestato servizio per far arrivare le caldaie in posto durante la loro collocazione.

L'Amministrazione paga ai fornitori di vapore una prima somma fissa di L. 1500 per mille chilogrammi di capacità produttiva per ora, in conto delle spese d'impianto per le caldaie e apparecchi accessori a loro carico; inoltre l'Amministrazione parteciperà alle spese d'esercizio mediante una retribuzione proporzionale alla produzione effettiva di vapore prodotto in ragione di L. 4,45 per tonnellata; e garantisce un minimo di 500 ore di marcia utile. La sola acqua viene fornita gratuitamente dall'Amministrazione ai fornitori, alla pressione di 7 m. circa e alla temperatura media da 18 a 20°.

Condotti del fumo. — Ognuna ^{*} delle due officine è fornita del proprio camino, nel quale immettono tutti i canali del fumo delle singole caldaie, mediante condotti di sezione progressivamente crescente, e collocati in modo da non essere d'impaccio nè all'impianto delle caldaie, nè alla posa e funzionamento del binario od alle fondazioni dei fabbricati. Epperò, in ciascuna officina due condotti sotterranei corrono parallelamente all'asse del fabbricato delle caldaie per una lunghezza di 91 metri; a m. 18,8 dal centro del camino deviano descrivendo due curve formanti un cuore, e penetrano così alla base del camino da due lati diametralmente opposti (fig. 51).

In ciascuno di questi condotti immettono il loro fumo cinque gruppi di caldaie, della capacità produttiva stimata a 10 000 kg., ossia 50 000 per condotto e 100 000 per officina, ma che in realtà è di 114 100 kg. per l'officina Suffren e 120 600 kg. per quella La Bourdonnais.

Le dimensioni di tali condotti principali sono le seguenti:

	Luca metri	Altezza metri
1° tronco composto di 2 condotti paralleli di	1,175	2,00
2° » » 4 » »	1,175	2,00
3° » » 2 » »	2,60	2,15
4° » » 2 » »	2,60	2,90
5° » » 2 » »	2,60	3,80
6° » » 2 » »	2,60	4,70
7° » » 1 » »	2,60	4,70

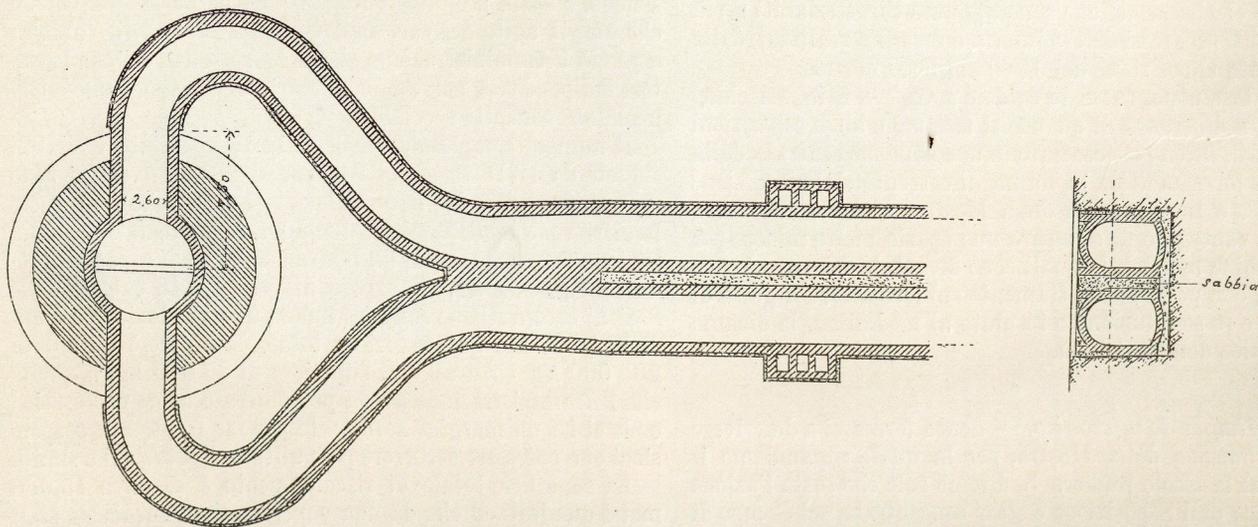


Fig. 51. — Immissione dei condotti del fumo nella base del camino.

In tutti questi condotti di muratura la vòlta è a pieno centro; l'altezza sopra indicata è quindi la massima.

Per evitare qualsiasi inconveniente che potesse derivare dalla negligenza o sbadataggine od altro di operai incaricati di riparazioni o puliture di condotti secondari d'immissione nei due principali, si è fatto in modo che tali condotti, provenienti dai generatori, vi sbocchino lateralmente sotto la platea del condotto principale.

Il costo di questi condotti principali del fumo è stato di L. 219 000, nella quale somma non sono compresi i condotti secondari, perchè a carico degli espositori.

I due camini monumentali. — L'altezza dei camini doveva essere tale che il fumo non arrecasse danno o incomodo non solo alle gallerie dell'Esposizione, ma neppure alle case circostanti, e fu perciò fissata di 80 metri. Erasi inoltre stabilito che il diametro massimo alla base non dovesse oltrepassare i 12 metri, e che le fondazioni raggiungessero tutt'al più gli 8 metri di profondità ed il diametro di 12 metri. La quantità di combustibile occorrente per ora e per batteria di generatori essendo di kg. 13 300, si calcolò e stabilì che il diametro interno dei due camini in sommità fosse di m. 4,50. Apertosi un concorso si presentarono su questi dati 18 progetti, e la Giuria classificò primo quello dei signori Nicou e Demarigny, che erano già rimasti aggiudicatari dell'impresa per i condotti del fumo. Le fig. 1 a 5 della Tavola VIII ci danno sufficiente idea dell'aspetto monumentale e decorativo, nonchè dei particolari costruttivi del camino costruito dai signori Nicou e Demarigny per l'officina La Bourdonnais. La tinta generale è quella giallognola dei mattoni refrattari; di grand'effetto è riuscita la decorazione polieroma ottenuta con mattoni bianchi, rosso-sanguigni e neri, e da fasce di foglie verdi e fiorami di ceramica per il basamento ed il capitello. Alla base, il diametro è di 12 metri all'esterno e di metri 6,20 all'interno.

La pressione massima sul terreno di fondazione risulta di 2,09 kg. per centimetro quadrato sotto il carico statico e di 4,05 kg. quando si tiene conto dell'azione del vento in ragione di 270 kg. per metro quadrato. In presenza di tali cifre era naturale che si indagasse se il suolo offriva la stabilità necessaria. Dalle ricerche fatte, tenendo conto della natura dei vari strati del sottosuolo, si stabilì pel camino dell'officina La Bourdonnais una fondazione sopra un massiccio di calcestruzzo con un diametro di 18 metri e 133 pali, disposti in cerchi concentrici, distanti m. 1,30 l'uno dall'altro, ad eccezione del primo che ha un raggio di metri 1,10, e nel cui centro trovasi un palo (vedi fig. 52). La distanza da asse ad asse lungo la periferia, varia da m. 1,16 a m. 1,31. La lunghezza dei pali è stata in media di metri 9,20; alcuni sono arrivati fino a m. 10,15 e 10,25; e non fu cosa tanto facile il procurare dei pali di quercia sani, diritti, di 30 cent. di diametro e di quella lunghezza.

Il peso totale del camino è di 5733 tonnellate.

Dai calcoli eseguiti, la resistenza del suolo nel punto maggiormente caricato, non dovrebbe oltrepassare i kg. 2,34, mentre gli studi fatti per le fondazioni della torre Eiffel provarono che il sottosuolo del Campo di Marte potevasi caricare senza inconvenienti di 3 a 4 kg. per cmq.

La spesa totale di costruzione di questo camino si riassume nelle seguenti cifre:

Scavi e palificazioni	L.	38 000
Calcestruzzo e muratura di fondazione. »		35 000
Muratura mattoni di sopraelevazione . . . »		95 000
Decorazione		28 000
Ferramenta e parafulmine		7 000
Spesa totale di costruz. del camino	L.	203 000

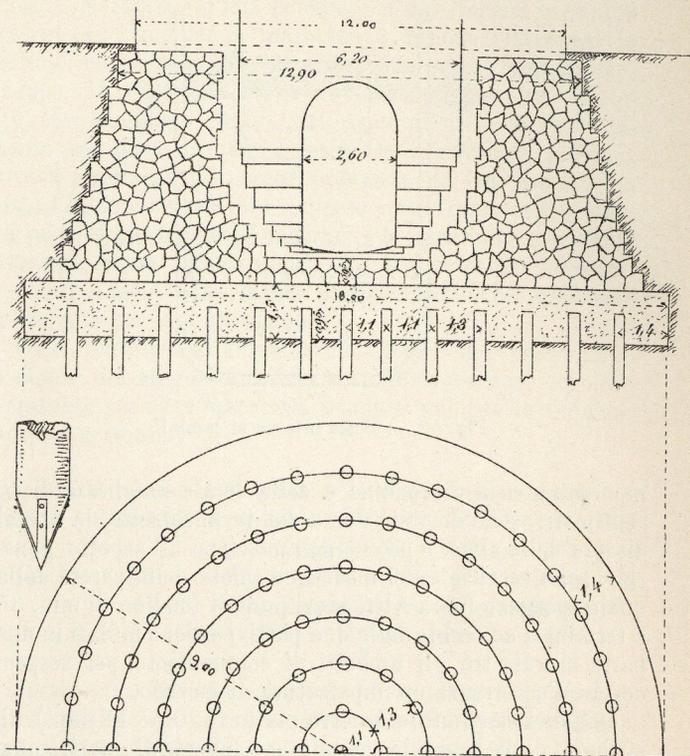


Fig. 52. — Fondazioni dei camini monumentali.

Avendo l'Amministrazione deciso di affidare la costruzione dei due camini a due imprese distinte, e nessun altro dei progetti, oltre a quello premiato dei signori Nicou e Demarigny, avendo ottenuto i voti della Giuria, l'Amministrazione stessa, sotto la direzione dell'ing. Bourdon, studiava un nuovo progetto per l'officina di Suffren, sugli stessi dati del primo camino. Solo la forma esterna e la decorazione se ne scostano alquanto, come ce lo dimostrano le fig. 6 a 12 della Tavola VIII.

Le condizioni del suolo alquanto migliori hanno permesso l'impiego di pali molto più corti, ossia della lunghezza media di m. 3,90, essendo la massima di m. 4,56, e la minima di m. 3,50.

Il peso di questo camino è di tonn. 3500 per la parte fuori terreno, e di tonn. 6800 comprese le fondazioni. Il suolo viene ad essere caricato di kg. 2,35 o di kg. 1,75 per cmq., secondo che si tien conto o meno dell'azione del vento, e gli stessi pali di fondazione sostengono il carico per cmq. di kg. 34,6 o di kg. 26,8 rispettivamente, con o senza l'azione del vento.

La costruzione di questo camino dell'officina Suffren, a differenza del precedente, fu data in appalto, e ne risultò deliberataria l'Impresa Toisoul, Fradet e C. per il prezzo di lire 186 000.

I due camini sono muniti internamente e per tutta la loro altezza, ad ogni cinque corsi di mattoni, di barre tonde in ferro, di 28 mm. di diametro e sporgenti 15 cm. dalla parete, per poter salire alla sommità. Ed un secondo ferro circonda il primo e l'operaio che sale, formandogli una specie di gabbia, e permettendogli di riposare durante la salita o la discesa (vedi fig. 53).

Esternamente, poi, prevedendosi il bisogno di montare un'impalcatura di servizio, durante l'esercizio, trovansi immurati nella parete esterna 70 piattine di ferro fucinato (di mm. 70 × 50 di sezione), terminanti in un occhio quadro di 35 mm. di lato interno. Queste piattine, conformate inter-

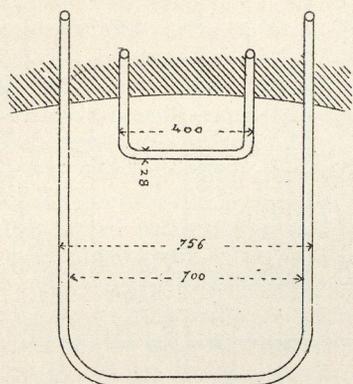


Fig. 53. — Scala interna ai camini.

namente a coda di rondine e della totale lunghezza di 40 centimetri, sono disposte due a due in linea retta, le une al disopra delle altre, e perchè non nuociano all'aspetto generale, sono verniciate del medesimo colore della parete dalla quale sporgono fuori. Altri pezzi pure di tondino di mm. 35 e terminati ad occhio dalle due parti, pendono infilati in una barra murata tra gli archetti di coronamento, per sospenderli all'occorrenza un'impalcatura di servizio.

Quindici cerchiature di ferro piatto (120×11 mm.), distribuite dalla base alla sommità e composte di quattro quadranti che si ricoprono di 40 cm. nelle giunture attraversate da 4 bulloni di 22 mm., sono immerse nello spessore della muratura, e servono a meglio consolidarla.

Il parafulmine consiste in una sola asta dell'altezza di m. 12,50 di ferro dolce galvanizzato, di 8 cm. di diametro alla base e 3,5 alla sommità, terminata da una punta di rame lunga 50 cm., con cono di platino. Dessa è sostenuta sull'asse del camino da una croce di ferro galvanizzato, fissata a m. 1,50 più sotto dell'estremità superiore della muratura. Due conduttori di rame diametralmente opposti (di $0,030 \times 0,002$) scendono, dopo avere circondato la testa superiore del camino, fino alla base, l'uno prendendo terra in un tubo metallico di 15 cm. di diametro e della profondità di 5 metri, l'altro arrivando alla più vicina condotta d'acqua sotterranea.

*

DISTRIBUZIONE DEL VAPORE. — La distribuzione del vapore ha richiesto un impianto pure interessantissimo e che è ben riuscito, per quanto siasi dovuto procedere un po' a caso, perchè al momento di studiarne i progetti e di mettere mano alla loro costruzione, non si conosceva ancora in che modo, da chi e per quali usi il vapore sarebbe stato utilizzato.

Tutta una rete di cunicoli in muratura è stata destinata a ricevere i tubi di condotta per la distribuzione non solo del vapore, ma anche dell'acqua della Senna nel Palazzo della Meccanica, e in quelli dell'Elettricità e delle Industrie chimiche. I cunicoli sono diretti gli uni parallelamente all'asse longitudinale del Campo di Marte, gli altri perpendicolarmente a questa direzione.

Ad una estremità si raccordano con quattro camini di ventilazione di m. 2,80 di lato, siti nel fabbricato delle caldaie e dall'altro con la fognatura della città, sotto i viali di Suffren e di La Bourdonnais. Per questi ultimi si dovette introdurre un sifone speciale di chiusura idraulica per impedire ai topi ed alle esalazioni puzzolenti di penetrare nei condotti nel recinto dell'Esposizione. I cunicoli sono costruiti a stagno e capaci di funzionare da condotti pel caso di una rottura o di riparazioni che obblighino a lasciarvi scorrere

una certa quantità d'acqua. Essi sono costruiti secondo tre tipi:

Tipo	Larghezza m.	Altezza alla chiave m.	Lunghezza totale m.
1.	2,60	2,70	516
2.	2,40	2,60	730
3.	2,00	2,60	201

Lunghezza totale m. 1447

Nella fig. 54 è rappresentata la sezione trasversale di uno di questi cunicoli del tipo n. 1; gli altri tipi non differiscono che nelle dimensioni.

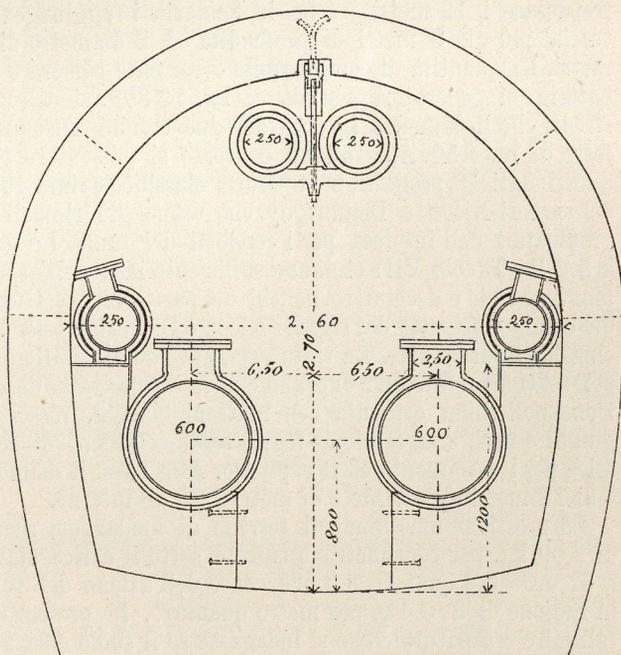


Fig. 54. — Galleria sotterranea del tipo n. 1.

Abbiamo già detto che questa rete di cunicoli costituisce una delle opere non meno importanti; eppure i visitatori dell'Esposizione ne ignoreranno perfino l'esistenza; quando essi percorreranno i passaggi nella mediana delle gallerie superiori, non si sogneranno nemmeno che immediatamente sotto di essi, a una distanza media di m. 1,50 circa, esistono dei cunicoli nei quali ogni giorno passano 1 500 000 chilogrammi di vapore a 10 atmosfere e 35 000 metri cubi di acqua.

In questi cunicoli sono praticate a distanza di m. 4,40 d'asse ad asse, ma alternativamente ora sulla destra, ora sulla sinistra, delle aperture, nelle quali passano tre rami di condotti in servizio di ogni macchina, l'uno per l'acqua fredda, un altro pel vapore e il terzo per l'acqua calda di condensazione in ritorno.

Il costo totale del preventivo delle opere descritte è di 369 611; nell'esecuzione si ottenne un leggero ribasso all'asta.

*

Tubazioni. — Costruiti i cunicoli bisognava pensare alle condotture da collocare in essi e che sono i veri organi conduttori e distributori del vapore.

Ognuna delle due officine è suscettibile di produrre da 115 a 120 tonn. di vapore per ora; la quantità necessaria però non supera in media le 100 tonnellate. In ciascuna officina tutti i gruppi di caldaie indistintamente versano, per mezzo di numerosi tubi, il vapore da loro prodotto in otto grandi tubi collettori paralleli alla facciata del fabbricato, i quali lo portano in due grandi serbatoi orizzontali di lamiera d'acciaio di 3 metri di lunghezza installati a breve altezza dal pavimento; in ciascun serbatoio immettono quindi 4 dei tubi e un quinto stabilisce la comunicazione fra essi. Da ogni serbatoio poi partono quattro tubi prolungati nell'interno allo scopo di accogliere solo vapore asciutto e ciascuno di essi si sprofonda subito sotto terra, entra nei cunicoli e va a portare il vapore nelle condotture di distribuzione in tutti i punti dei vari palazzi dove occorre. In questo modo le macchine ed apparecchi che consumano il vapore sono resi indipendenti dai generatori, essi vengono alimentati dalla conduttura generale nella quale, come abbiamo detto, versano tutta la loro produzione i singoli gruppi di caldaie.

Per tutti i tubi della conduttura si è adottato un diametro interno unico di 250 mm., per approfittare dei vantaggi non piccoli, che offre l'uniformità di diametro, salvo a portare il vapore con due tubi a quegli apparecchi nei quali uno non fosse sufficiente. La scelta di 250 mm. non è stata però consigliata solo dall'entità del maggior numero di macchine da alimentare; nei gruppi elettrogeni, parecchi hanno una potenza di 2000 cavalli ed anche maggiore, la media però può ritenersi di 1000 cavalli. La maggior parte consuma dunque per ora da 8 a 18 mila chilogrammi. Un tubo deve poter alimentare almeno due macchine; ammettendo al vapore una velocità media di 25 metri per minuto secondo nei tubi, una conduttura del diametro di 0,250 m. può fornire 25 000 kg. per ora.

Questo diametro è stato adottato anche perchè uno maggiore avrebbe avuto non pochi inconvenienti; le staffe, non potendo assegnare loro un diametro interno inferiore a m. 0,25, avrebbero all'esterno un diametro di m. 0,400; se lo si fosse aumentato ne veniva di conseguenza che anche i cunicoli avrebbero dovuto avere delle dimensioni maggiori, il che avrebbe accresciuto non poco il costo. Inoltre per la necessità di montare sulle condotte numerosi apparecchi accessori, valvole, scaricatori, chiavette di diaframma, ecc., si avrebbe avuto un ingombro nei cunicoli tanto maggiore, quanto più il diametro dei tubi fosse stato superiore. Finalmente, siccome il materiale non si prendeva che in affitto, così conveniva scegliere delle dimensioni che permettessero di tirarne il miglior partito dopo l'Esposizione.

I tubi hanno tutti una lunghezza di m. 4,40 per farli concordare con quelli del servizio idraulico e utilizzare così le stesse aperture per le diramazioni, pozzi di visita, ecc. Per facilitare poi la dilatazione i tubi riposano sopra rulli, e sono divisi in tratte di 30 m. circa di lunghezza, fissati da un'estremità e liberi di dilatarsi dall'altra indipendentemente una tratta dalla successiva. Per smaltire l'acqua di condensazione o trascinata dal vapore, le condotture hanno una pendenza generale nella direzione del vapore e dovunque può verificarsi un accumulamento vi sono degli scaricatori speciali. La spesa totale, dedotto il ribasso d'asta, è stata di 373 787 lire, e comprende la fornitura di tutti i tubi e apparecchi in affitto per la durata dell'Esposizione, il mantenimento e il servizio giornaliero, e tutto ciò che occorre per il buon funzionamento del servizio.

*

PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA. — Per la produzione dell'energia elettrica necessaria ai diversi servizi dell'Esposizione,

occorrevano dei gruppi elettrogeni o generatori di energia elettrica, i quali potessero essere forniti o da due costruttori, l'uno per la macchina a vapore, l'altro per la dinamo elettrica, o da un costruttore unico per l'intero gruppo. Il vapore e l'acqua di condensazione venne stabilito, che sarebbero forniti dall'Amministrazione gratuitamente nel modo come si è detto. Ogni macchina elettrica doveva naturalmente essere provvista del suo quadro con tutto l'occorrente per interrompere e governare la corrente, coi relativi apparecchi di misura; e le macchine a corrente alternata essere accompagnate dai trasformatori necessari a stabilirsi nelle sotto-stazioni di distribuzione per utilizzare la corrente dei suoi alternatori.

La corrente per gli impianti elettrici dovendo essere presa ai quadri dei singoli fornitori sotto una tensione regolare e costante per ogni macchina, vennero stabilite le seguenti tensioni normali:

Corrente continua: 240 a 480 volt al quadro generale;
 Id. alternata semplice: 2200 volt id.; frequenza di alternazione 50 periodi per 1'';
 Id. id. trifase: 2200 — 3000 — 5000 volt al quadro, frequenza 50 periodi per 1''; e 2200 volt, 42 periodi per 1''.

Spetta all'Amministrazione di determinare la potenza in cavalli indicati dei gruppi elettro-generatori ammessi e in base alla medesima di corrispondere ai costruttori di macchine e di dinamo una prima retribuzione fissa a corpo a titolo di concorso nelle spese di impianto, e cioè:

	Alle macchine a vapore lire	Alle dinamo lire	Insieme lire
Per ciascuno dei primi 1000 cavalli	9,95	4,08	14,03
Per cavallo da 1000 a 1500	7,10	1,25	8,35
Per cavallo oltre i 1500	5,20	0,95	6,15

cosicchè un gruppo, per es., di 1700 cavalli, riceve:

Per la macchina a vapore L. 14 540
 Per la dinamo » 4 895

Totale L. 19 435.

Però avendo l'Amministrazione limitato il proprio contributo a L. 340 000 per necessità di bilancio, e ripartito il medesimo per metà uguali alla Sezione francese ed a quella di tutti gli espositori esteri, in ragione di L. 120 000 ai fornitori di macchine a vapore e di L. 50 000 a quelli delle dinamo, le somme da assegnarsi dovranno ridursi proporzionalmente, affine di non oltrepassare le cifre suddette.

Oltre a ciò l'Amministrazione pagherà ai costruttori una somma proporzionale al numero d'ore di funzionamento alla potenza normale per la quale ciascuna macchina è stata ammessa, e precisamente per ora e cavallo indicato:

	Alle macchine a vapore lire	Alle dinamo lire	Insieme lire
Per ciascuno dei primi 1000 cavalli	0,00840	0,00707	0,01547
Pei cavalli da 1000 a 1500	0,00382	0,00293	0,00675
Id. al di là di 1500	0,00288	0,00240	0,00528

L'Amministrazione garantisce un minimo di 500 ore, al quale corrisponderebbe:

	Agli espositori		Totali lire
	francesi lire	esteri lire	
Per le macchine a vapore	56 543	76 114	132 657
Per le dinamo	47 362	63 561	110 923
Totali	103 905	139 675	243 580

Il numero dei gruppi elettrogeni in azione è di 37, così ripartiti:

	Sezione francese	Espositori esteri	Totali
Numero di macchine	18	19	37
Potenza totale ammessa in cavalli indicati	14 435	21 650	36 085
Potenza media delle macchine in cavalli	802	1 140	975
Elettro-generatori <i>a corrente continua</i>	8	9	17
Potenza totale indicata, cavalli	9 100	11 740	20 840
Elettro-generatori <i>a corrente alternata</i> sotto varie forme .	10	10	20
Potenza totale indicata, cavalli	5 335	9 910	15 245

Nella Sezione francese non vi è che una macchina a gran velocità; nella straniera tre gruppi solamente hanno delle velocità di rotazione oltre i 200 giri. Il minimo di velocità è di 70 giri.

La maggior parte delle macchine impiega il vapore alla pressione più elevata possibile, cioè a 10 kg. nel cassetto di distribuzione.

Cinque macchine solo sono monocilindriche, tutte nella Sezione francese, e salvo una, le altre non utilizzano il vapore alla pressione come viene fornito, ma hanno degli apparecchi di espansione. Due espositori francesi solamente applicano l'espansione tripla con due cilindri. Fra gli esteri invece la tripla espansione è molto in uso, senza però il doppio cilindro di terza espansione, salvo due costruttori.

La potenza delle macchine varia dentro limiti troppo estesi per potere stabilire una media delle dimensioni dei cilindri; per curiosità citeremo solo il cilindro unico della macchina costituente la più piccola unità con funzionamento utile, il quale ha un volume di 83 litri; mentre i quattro cilindri di una delle maggiori macchine hanno un volume di 5240 litri.

La velocità media degli stantuffi varia fra metri 2,40 e 4,17. L'espansione totale fra 5 e 22 e la pressione media del vapore nei cilindri fra kg. 1,70 e 3,16.

La motrice a vapore di maggiore potenza è di 2400 cavalli, trovasi nella Sezione straniera ed appartiene alla Ditta inglese Willans e Robinson.

Per quegli espositori di macchine in azione, i quali desiderano produrre da loro stessi la corrente elettrica di cui possono abbisognare o per illuminazione o per forza motrice, il Regolamento stabilisce che il loro impianto non debba superare la potenza di 120 cavalli compresi pure i motori di ricambio, e che quelli funzionanti contemporaneamente non abbiano a sviluppare più di 60 cavalli.

A dare un'idea dell'aumento subito dalla forza motrice nelle varie Esposizioni servirà il prospetto seguente, che abbiamo compilato sui dati del signor Eude:

		Esposizione del			1900
		1867	1878	1889	
Potenza totale	cav. 854	2533	5320	36 085	
Macchine in azione	n. 52	41	32	37	
Potenza media delle medesime	cav. 16	62	166	975	

Nei dieci anni trascorsi fra la Mostra attuale e la precedente la potenza ha aumentato del 680 010 e la forza media unitaria di 585 010.

L'Italia è splendidamente rappresentata dalla Ditta Tosi per le macchine a vapore, associata colle dinamo Schuckert per una potenza di 1200 cavalli indicati e colle dinamo Bacini per altri 600 cavalli.

Acqua per la condensazione. — Il Regolamento prescrive che tutte le motrici a vapore in azione debbono lavorare a condensazione e che i condensatori debbono essere regolati in modo da non rigettare acqua a temperatura inferiore ai 45° C. Ma a malgrado di quest'ultima prescrizione, la quantità d'acqua necessaria alla condensazione del vapore di tutte le motrici, ossia per un consumo di 155 000 chilogrammi di vapore all'ora, è di 3400 metri cubi all'ora, ossia di 950 litri al minuto secondo, ammettendosi così che occorrono 22 kg. d'acqua per condensare un chilogramma di vapore. Aggiungendo ancora l'acqua evaporizzata, si ritenne necessario provvedere una portata d'acqua di 1000 litri al 1".

Quest'acqua, come quella per l'alimentazione delle caldaie, viene elevata dalla Senna e distribuita per cura del servizio idraulico. Ma dev'essere prima utilizzata a scopo decorativo, alimentando la grande cascata del Chateau d'eau. Per i bisogni domestici e le industrie alimentari si fornisce dell'acqua potabile sotto pressione con condotta speciale rilegata a quella della città.

L'impianto dell'officina di sollevamento e di tutto il servizio è stato posto a concorso, come erasi fatto per i camini dell'edificio delle caldaie, allo scopo di lasciare la maggior latitudine ai costruttori nella redazione e attuazione dei loro progetti. E fu accettato il progetto e l'offerta della Società francese delle pompe Worthington. L'edificio di sollevamento si trova sulle rive della Senna al porto della Cunette quasi sul prolungamento del viale di Suffren. Due gruppi, di due macchine ciascuno, innalzano per ogni gruppo 500 litri d'acqua al 1" alla quota di m. 47,50, essendo a m. 27 il pelo d'acqua normale della Senna, che scende a m. 26 nelle magre. Le quattro macchine elevatorie uscirono dalle officine di Crépelle e Garand di Lille.

Le due condotte ascensionali sono impiantate a cura e spese dell'Amministrazione e i tubi hanno un diametro di 0,800 metri.

Le trombe cominciano a funzionare alle 9 1/2 per avere pronta l'acqua alle 10 al più tardi, quando cioè le macchine cominciano esse pure a funzionare.

L'acqua viene convogliata nel bacino superiore della grande cascata e di là partono due condotte destinate all'alimentazione delle caldaie, e al raffreddamento dei cilindri dei motori a gaz. In queste condotte l'acqua viene ad essere alla pressione di 7 metri circa.

I tubi di presa d'acqua che la conducono ai conduttori nelle gallerie sotterranee a destra e a sinistra, si staccano alla quota di m. 35,7 dal bacino inferiore, il cui sfioratore trovasi alla quota di m. 35,90; perciò in essi non vi è pressione di sorta. Parallelamente alla condotta di acqua fredda e allo stesso livello, ossia in media a m. 3,40 sotto il pavimento, corre una seconda condotta in ghisa, che riceve le acque calde della condensazione e le riporta alla Senna. Queste due condotture parallele hanno lo stesso diametro, variabile per tronchi, e così da m. 0,800 all'origine, a m. 0,600, 0,500 e 0,400.

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA. — L'utilizzazione dell'energia elettrica avvenendo in tutte le parti dell'Esposizione, la sua distribuzione, e per l'enorme quantità, e per la

distanza dei luoghi, e per la varietà stessa dei motori e delle forme sotto le quali è disponibile, presentava non poche difficoltà, ed in ogni caso costituiva un problema assai complesso da risolvere. L'Amministrazione lo ha però sciolto felicemente, per modo da essere sicuri che il servizio funzioni colla massima regolarità.

La corrente continua, avendo essa un voltaggio molto basso, doveva essere naturalmente utilizzata nei punti più vicini ai luoghi della sua produzione e fu quindi data durante il giorno e nelle ore di funzionamento delle macchine degli espositori: 1° nel recinto del Campo di Marte per forza motrice e per illuminazione, mediante canalizzazione di tre conduttori, ed alla tensione media di distribuzione di 220 volt circa; 2° nel recinto della spianata degli Invalidi solo per forza motrice mediante canalizzazione di due conduttori ed alla tensione media di 500 volt circa.

Per le macchine a corrente alternata, il servizio fu organizzato in modo che, in caso di avaria qualsiasi ad una macchina in movimento, si possa sostituire immediatamente una macchina di cambio; perciò si sono distribuite le macchine in sezioni, riunendo quelle che hanno le stesse caratteristiche generali, la medesima natura di corrente, l'identico voltaggio e uguale periodo di frequenza; in modo da far capo ad un medesimo quadro.

In base a questo principio:

1° La corrente alternata semplice venne distribuita nelle ore soltanto di illuminazione esternamente alle gallerie principali del Campo di Marte (tensione media di distribuzione 2000 volt per la corrente primaria e 110 volt per la secondaria, frequenza di alternazione 50 periodi per 1'').

2° La corrente alternata di fase è distribuita per tutta la durata di funzionamento dei gruppi elettrogeni (alle tensioni medie di 2000 volt e 110 volt come sopra e frequenza di 50 periodi per 1'') nei giardini del Campo di Marte, del Trocadero e nel tratto a questo vicino del quai Debilly; e nelle ore soltanto di illuminazione sul quai d'Orsay a valle del ponte dell'Alma (2000 e 110 volt, frequenza 42) ed a monte del medesimo ponte (4800 e 110 volt, frequenza 50); ed alla spianata degli Invalidi, dal lato Jabert (a 4800, o 2000 volt e 110 volt, frequenza 50) e dal lato Constantine (a 2000 e 110 volt, frequenza 50). La disposizione adottata e la necessità di raggruppare a due a due le macchine generatrici della corrente alternata, non è priva d'inconvenienti; infatti non sarà possibile di utilizzare le singole macchine, per tutta la potenza per la quale sono state ammesse. E invero supponiamo due macchine le quali producano la corrente trifase a 2200 volt con frequenza 50, e di cui l'una può dare 510 chilowatt e l'altra 620; se la sezione a cui sono assegnate non consuma che 440 chilowatt, le due macchine non potranno mai funzionare al loro massimo. E l'osservazione ha la sua importanza, segnatamente dal punto di vista del consumo di vapore.

L'energia necessaria alla piattaforma mobile e alla ferrovia elettrica, viene fornita dall'officina di Billancourt, impiantata dalla Società dell'Ovest; e siccome la corrente primaria alternata è a tre fasi a 3000 volt, così viene trasformata in una stazione secondaria situata sul quai d'Orsay, la quale a tale scopo è fornita di due gruppi di trasformatori girevoli di 600 chilowatt e di due commutatrici pure di 600 chilowatt.

Quantità di vapore realmente occorrente. — Per determinare la quantità di vapore necessario è d'uopo tener conto che la trasmissione della forza motrice ha luogo in forma di corrente elettrica, e che la trasformazione di questa energia elettrica in movimento di rotazione dà luogo necessariamente ad una perdita di rendimento.

La quantità totale di forza motrice domandata dalle due Sezioni, francese ed estera, è di circa 8000 cavalli. La potenza realmente utilizzata, considerando che le macchine esposte non funzioneranno tutte nè in modo continuo, nè contemporaneamente, potrà quindi ritenersi di 10 000 cavalli indicati; donde un consumo di vapore per ora di circa kg. 80 000

aggiungasi il consumo di vapore per i gruppi elettrogeni a corrente continua che si vorrà fare funzionare a vuoto in »	5 000
e per quello dei gruppi a corrente alternata in fine, le richieste dirette di vapore fatte da altri espositori in »	25 000
	40 000

Totale per ora kg. 150 000

durante la giornata.

Nelle ore notturne funzioneranno i gruppi elettrogeni a corrente alternata, destinati specialmente a fornire l'illuminazione pubblica. Il loro consumo non supererà i chilogrammi 80 000 per ora, e supponendo che funzionassero a vuoto anche quelli di riserva, l'aumento non sarebbe che di altri kg. 15 000. A questo consumo si aggiunga quello dei gruppi a corrente continua; ed avendo disponibili, come già abbiamo detto più sopra, 13 000 cavalli circa, i quali non consumano più di kg. 100 000 di vapore per ora, l'illuminazione pubblica richiedendo al massimo 6000 cavalli a corrente continua, non vi è probabilità alcuna di oltrepassare col consumo complessivo i kg. 150 000 di vapore per ora nella notte. L'Amministrazione si trova quindi in grado di supplire largamente ai bisogni anche per l'energia.

*

Apparecchi di sollevamento. — Agli impianti accennati si devono ancora aggiungere quelli per l'innalzamento delle macchine o pezzi di macchine di grosso peso, pel carico e discarico delle medesime. A tale effetto, due binari percorrono le gallerie dove sono i gruppi generatori di energia. Ed in ciascuna delle officine di Suffren e della Bourdonnais fu installato un apparecchio su binario, capace di elevare ad un'altezza di m. 12,50 dal pavimento delle masse indivisibili di 25 tonnellate e trasportarle dove può occorrere.

Nella Sezione francese l'apparecchio di sollevamento è una gru *Titan* costruita da J. Le Blanc, e mossa dall'elettricità. Nella Sezione estera venne installata invece una gru a ponte scorrevole di Flohr, mossa anch'essa dall'elettricità, e che entrò in servizio fin dal mese di ottobre, per cui i costruttori tedeschi, che durante l'estate avevano avuto cura di eseguire i loro potenti massicci di fondazione, poterono cominciare molto tempo prima dei francesi la montatura delle loro macchine.

*

Ventilazione. — Il rinnovamento dell'aria, sia nella sala delle feste, capace di 20 000 persone, che nei due grandiosi riparti dell'antica galleria delle macchine, riservati ora all'agricoltura ed alle sostanze alimentari, ed infine nelle gallerie della meccanica e dell'elettricità, dove, per il calore irradiante dalle motrici a vapore, malgrado che sian protette tutte le tubazioni con impasti ribelli alla trasmissione del calore, la temperatura può elevarsi anche a 50 centigradi, preoccupò naturalmente sin dal principio l'Amministrazione, la quale su proposta del suo ingegnere-capo sig. Ch. Bourdon, dispose di ricorrere ad un tempo ai due sistemi di aspirare aria pura e fresca, e condurla e distribuirla con canali di muratura nei diversi punti ove sarebbe stato maggiore il bisogno, e di spostare, o meglio agitare l'aria stessa degli ambienti, per modo da produrre nei visitatori una sensazione di freschezza.

Per la sala delle feste, capace di ben 256 170 metri cubi d'aria, furono provvisti 4 ventilatori soffianti, della portata singola di 65 mila metri cubi d'aria all'ora, comandati ciascuno da motore elettrico di 40 cavalli, e 2 raffreddatori d'aria capaci ciascuno di 24 mila metri cubi d'aria all'ora, comandati da elettromotori di 10 cavalli.

I due riparti d'agricoltura, a destra e sinistra del salone delle feste, ciascuno di 495 mila metri cubi, sono pur essi serviti da due ventilatori, ciascuno della portata di 54 mila metri cubi d'aria all'ora e da 8 agitatori ad elice.

Infine le gallerie dei gruppi elettrogeni, racchiudenti un volume d'aria di 46 200 mc. sono rinfrescate da quattro agitatori ad elice, capaci di spostare ciascuno 18 mila metri cubi d'aria all'ora. Questi agitatori, comandati da motori elettrici di 2 cavalli, sono disposti sotto l'impalcatura del piano superiore dell'annesso.

*

Importanza e costo approssimativo dei servizi generali meccanici ed elettrici. — A complemento di quanto abbiamo detto e per meglio avere un'idea della grandiosità e importanza dei servizi meccanici ed elettrici sumenzionati, daremo qui le somme che sono a carico dei medesimi.

Per gl'impianti meccanici	L. 4 200 000
Pel servizio idraulico (installazione ed affitto delle condotture d'acqua e dell'officina di sollevamento)	» 1 000 000
Servizio degli impianti elettrici	» 1 600 000
Id. di manutenzione e degli apparecchi di sollevamento	» 1 000 000
Totale L.	8 000 000

Queste cifre sono abbastanza eloquenti per sè stesse, ed il poco che abbiamo detto insieme alle medesime potranno dare un'idea della grandiosità dell'Esposizione, del lavoro preparatorio che ha richiesto e dell'energia, genialità e talento dei numerosi Comitati preposti a tutto questo lavoro di preparazione, ordinamento, manutenzione ed esercizio. Numerosissimi sono gli ingegneri che vi apportarono il loro contributo, e solo chi già ha avuto ad occuparsene anche nelle Mostre minori, è in grado di apprezzare la quantità di lavoro e la potenza di energia che si richiedono.

Si consideri poi che questa da noi descritta, non riguarda che una piccola parte della grande Esposizione, della quale ci resterebbe pure a dire del complicato ed immenso servizio di illuminazione elettrica di tutto il recinto, del servizio telegrafico e telefonico, del servizio incendi, ecc., ecc.

Teramo.

G. CRUGNOLA.

COSTRUZIONI METALLICHE

APPENDICE ALLA RELAZIONE PRECEDENTE:

IL PONTE ALESSANDRO III SULLA SENNA

Risultati delle prove ed osservazioni sulle deformazioni elastiche e permanenti

Il ponte Alessandro III, del quale ci siamo intrattenuti lungamente nei due precedenti fascicoli, è stato oggetto per un certo tempo di osservazioni aventi per iscopo di conoscere come esso comportavasi sotto l'azione delle variazioni della temperatura e dei sovraccarichi. I risultati di queste osservazioni troviamo esposti nell'ultimo fascicolo delle *Annales des Ponts et Chaussées* (1900, 1° trimestre), e qui brevemente li riassumiamo.

Gli effetti della temperatura erano stati osservati nei brevi periodi in cui i carichi sul ponte potevano essere considerati come costanti; ed i risultati così ottenuti dovevano servire, durante le prove di peso morto, a scindere dai risultati complessivi, dovuti agli effetti combinati della temperatura e dei sovraccarichi, la parte dovuta all'una ed all'altra causa.

Così, una prima serie di osservazioni fu fatta in dicembre 1898 e gennaio 1899 sulle prime coppie di archi montati, quando il lavoro era rimasto forzatamente stazionario per parecchi giorni in attesa dell'arrivo dei ferri per il seguito delle operazioni di montatura. Trovandosi pertanto tali archi come immersi da tutte le faccie nell'atmosfera, era da supporre che si sarebbero posti prontamente in equilibrio colla temperatura della medesima. E tant'è che i risultati delle operazioni concordarono pienamente con quelli somministrati dal calcolo.

Ma quando sugli archi venivasi a montare la soprastruttura ed il tavolato, gli archi non si potevano più considerare come assolutamente immersi nell'aria-ambiente ed in equilibrio di temperatura con essa. La conoscenza esatta della temperatura dell'arco cominciava a divenire un problema assai delicato. L'influenza termica dello specchio d'acqua sottostante e del tavolato superiore era inevitabile. E tali influenze variavano da un arco all'altro a seconda della loro distanza dalla fronte, e da una sezione all'altra di uno stesso arco a seconda che il metallo era più vicino all'acqua od al tavolato. Anche la direzione del vento concorreva spesso a complicare il fenomeno. L'influenza del tavolato ebbe poi da accentuarsi maggiormente a misura che venivano ad aggiungersi materie cattive conduttrici del calore, quali l'asfalto, la pavimentazione di legno e la sabbia stessa che facevasi servire da peso morto durante le prove.

Tutte queste cause, all'infuori del vento, vogliono essere considerate come ritardatrici nel ristabilire l'equilibrio della temperatura tra il metallo dell'arco e l'aria dell'ambiente. Invece il vento ed il sole esercitano in modo particolare la loro influenza sugli archi di fronte, i cui movimenti assumono pertanto ampiezze maggiori ed in nessun rapporto con quelle degli archi intermedi.

Ond'è che prima ancora di addivenire alle prove, e più precisamente dalle osservazioni fatte dal 7 all'11 dicembre 1899, si dovette constatare che, finito il tavolato, l'ampiezza delle oscillazioni alla chiave, per effetto delle variazioni di temperatura, non era più conforme alla previsione suggerita dal calcolo, ma era ad essa notevolmente inferiore, di ben 4 mm. per ogni grado di temperatura.

E poichè dalle osservazioni precedenti risultava che l'effetto della dilatazione non scostavasi da quello teorico finchè la sovrastruttura metallica del ponte rimaneva scoperta, era certo che dovevasi attribuire la diminuzione del movimento alla chiave allo strato d'asfalto ed al pavimento di legno, e non ad altre cause.

Un fenomeno analogo era stato osservato al ponte Mirabeau, dove la deformazione teorica per effetto delle variazioni di temperatura risultò differire dalla reale di più di 1 millimetro per grado di temperatura.

*

Le osservazioni relative agli effetti dei sovraccarichi sul ponte dovevano essere di due specie: quelle di peso morto, le quali si fecero realmente all'epoca delle prove di collaudo regolamentari; e quelle dei carichi scorrevoli, le quali non si sono fatte ancora, stante lo stato attuale dei terrapieni nelle vicinanze della spalla di destra che non permetterebbero di procedere alle prove con pesi scorrevoli.

Per le prove regolamentari a peso morto erano prescritte tre combinazioni di sovraccarichi:

1^a La metà del ponte doveva restare coperta di sabbia

in ragione di 400 kg. per metro quadrato, e poichè i marciapiedi non erano ultimati, il sovraccarico per essi doveva essere aumentato di 150 kg. per m. q.;

2^a Il ponte in tutta la sua lunghezza doveva sottostare al sovraccarico suddetto;

3^a Doveva sovraccaricarsi la sola parte di mezzo del

ponte. In quest'ultima prova, che dal punto di vista della deformazione era la più rigorosa, si fece a meno della zavorra supplementare di 150 kg. sui marciapiedi per non affaticare inutilmente il ponte.

I risultati delle tre prove succennate sono riportati nel seguente quadro:

Deformazione:	Prima prova		Seconda prova		Terza prova		Permanente	
	calcolata	osservata	calcolata	osservata	calcolata	osservata		
Alla chiave . . .	marciapiedi . . .	41	45,3	82	66,5	104	88	24
	carreggiata . . .	34	40,5	68	67	119	109	32
	complessiva . . .	38	43	76	66,6	111	98	27,5
Alle reni (riva destra)	marciapiedi . . .	0,139	87,5	37	37	8,3	27,5	7
	carreggiata . . .	0,116	91,7	30,5	43	9,5	31	7
	complessiva . . .	0,129	89,5	34	40	9	29	7
Alle reni (riva sinistra)	marciapiedi . . .	— 104	— 37	37	35	8,3	39,5	2
	carreggiata . . .	— 86	— 43	30,5	32	9,5	37	— 1
	complessiva . . .	— 95	— 40	34	33,5	9	38	0,5

Qualunque sia la prova che si consideri, od il valore degli abbassamenti o dei rialzi constatati, debesi notare che in ogni mezzo arco del ponte l'asse longitudinale ha meno scartato dalla sua curva iniziale di quello che la teoria facesse prevedere. Il quale fenomeno trova la sua spiegazione naturale nella rigidità del tavolato, che, concorrendo coll'arco a resistere agli sforzi di flessione, ne diminuisce l'effetto, ed attenua per conseguenza la deformazione dell'arco in maniera apprezzabile. Ed il fenomeno è conosciutissimo in quanto osservasi in tutti i ponti, nei quali il tavolato ha una rigidità propria, quando di tale circostanza non si è tenuto conto nel calcolo dell'ossatura.

Vedesi pure d'altronde dalle cifre surriportate che gli archi sotto i marciapiedi, i cui lungheroni sono di maggiore altezza, si sono meno inflessi degli archi sotto la carreggiata.

La deformazione permanente osservata alla fine delle prove e che ha dovuto prodursi progressivamente dopo ciascuna di esse, affetterebbe i risultati di osservazione di ciascuna prova di un errore che non potrebbe essere determinato esattamente. Ad ogni modo, ove la correzione fosse possibile, le deformazioni corrispondenti avrebbero un'ampiezza naturalmente inferiore a quella indicata dal calcolo.

La deformazione permanente si manifestò con un abbassamento alla chiave di mm. 27,5 in media, e con un abbassamento relativamente minimo alle reni di riva destra e trascurabile affatto alle reni di riva sinistra.

Se ne può ritrovare la causa e nella contrazione dei giunti e nella plasticità della pavimentazione di legno ed asfalto.

L'influenza della plasticità del pavimento, che fu pure rilevata nelle deformazioni dovute alle sole variazioni termiche dell'arco, è messa nettamente in evidenza dalle differenze sensibilissime della deformazione permanente alla chiave degli archi sotto carreggiata e degli archi sotto i marciapiedi, i primi avendo accusato una deformazione permanente notevolmente maggiore.

La contrazione dei giunti era già stata osservata al momento del disarmo; e ne erano prova i trasudamenti d'olio rimasto fra le superficie di giunto dopo serrate le chiavarde. La pressione mutua dei conchi determinava l'appiattimento delle minime asprezze delle superficie piallate ed il loro avvicinarsi. Or questo fenomeno, incominciato col disarmo, ha dovuto seguire a misura che la pressione andava elevandosi, come si verificò durante le prove, da 5 a 10 kg. per mm. quadrato.

Ad un ravvicinamento di un decimo di mm. per giunto corrisponde un abbassamento di 13 mm. alla chiave e di mm. 6,5 alle reni.

L'abbassamento totale della chiave del ponte è stato sulla media degli archi di meno di 57 mm. per effetto del disarmo, e di 188 mm. per effetto del carico permanente e del sovraccarico completo.

Paragonando quest'ultimo abbassamento a quello somministrato dal calcolo di 202 mm. partendo da un coefficiente d'elasticità eguale a 16×10^9 , si potrebbe concludere che il coefficiente di elasticità applicabile al ponte Alessandro III sarebbe $17,2 \times 10^9$.

Con appositi livelli si è pure accertato che durante le prove il livello dei punti di articolazione all'imposta non aveva variato, e che i cuscinetti di spalla non avevano subito movimenti apprezzabili.

G. S.

DISPOSIZIONI TECNICO-LEGISLATIVE

REGOLAMENTI TECNICI

PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO

Approvati con RR. Decreti del 18 giugno 1899
N. 230, 231 e 232, e del 27 maggio 1900, N. 205.

I.

Regolamento generale

per la prevenzione degli infortuni nelle imprese e nelle industrie

alle quali si applica la Legge 17 marzo 1898, N. 80

Approvato con R. Decreto 18 giugno 1899, N. 230

Art. 1. — I motori in genere e le dinamo saranno installati in locali speciali o in spazi circondati da cancellate o da barriere.

L'accesso a questi locali speciali ed agli spazi così limitati sarà rigorosamente proibito alle persone estranee al servizio dei motori e delle dinamo. Questa proibizione dovrà essere resa nota agli operai mediante apposito avviso, che dovrà rimanere costantemente affisso all'ingresso dei locali dove sono situati i motori e le dinamo.

Non sarà necessario circondare di dette chiusure i motori direttamente applicati alle macchine operatrici, come pure tutti quegli altri che siano costruiti in modo da non presentare alcun pericolo per chi li avvicina.

Art. 2. — Ogni principio ed ogni ripresa di movimento sia dei motori che delle trasmissioni, dovrà essere preceduto da un segnale convenuto, che possa essere udito distintamente in tutti i locali ove vi

siano macchine o meccanismi dipendenti dai motori o dalle trasmissioni stesse.

Art. 3. — Il meccanismo o congegno di messa in moto o di arresto dei motori, dovrà sempre trovarsi a facile portata per la manovra.

Art. 4. — Gli elementi di macchine o trasmissioni, e specialmente i volani, le bielle, gli ingranaggi, le cinghie, le funi, i cilindri e con di frizione, i pezzi mobili salienti, ecc., quando possono costituire un pericolo, nonchè tutti gli altri organi di motori e di macchine operatrici che siano riconosciuti pericolosi, dovranno essere muniti di convenienti ripari.

Le macchine ad utensile tagliente o lacerante, funzionanti a grande velocità, come seghe, sminuzzatrici, piattatrici, fresatrici, cardatrici, trinciatrici ed altre analoghe, dovranno essere, per quanto è possibile, disposte in modo che l'operaio non possa, dal suo posto di lavoro, toccare involontariamente le parti pericolose.

Art. 5. — Si dovranno adottare disposizioni di sicurezza per la pulitura o l'oliatura dei motori, delle trasmissioni e di tutti i meccanismi in moto; come pure pel maneggio delle cinghie e funi di trasmissione durante il movimento, dovranno essere prese tutte quelle precauzioni che la buona pratica consiglia.

Le impalcature di servizio e le scale fisse saranno costrutte e mantenute in condizioni di assoluta solidità e di pulitezza e provviste di parapetti. Le scale a mano, oltre ad avere la necessaria robustezza, saranno costrutte in modo da garantire la sicurezza della loro posizione durante l'uso, oppure trattenute, al piede, da un operaio.

Art. 6. — In caso di riparazione o di ricambio di qualsiasi organo meccanico, si dovrà assicurare la condizione di riposo della macchina o della trasmissione con un mezzo che tolga ogni possibilità che il movimento si ristabilisca inopinatamente. La stessa precauzione dovrà essere presa per quelle macchine od apparecchi che è necessario arrestare per poter caricare, regolare o pulire con sicurezza.

Art. 7. — Con appositi avvisi affissi nei locali ove esistono macchine o meccanismi, sarà raccomandato agli operai di portare vesti attillate e di escludere dal loro abbigliamento ogni accessorio svolazante che possa essere impigliato negli organi in movimento. Gli operai dovranno essere protetti dalle eventuali proiezioni sia dell'organo lavoratore, sia della materia che stanno lavorando, con quei mezzi che la pratica avrà dimostrato adatti allo scopo senza dar luogo ad altri inconvenienti.

Gli operai che debbono trasportare o lavorare materie ad alta temperatura, o che debbono maneggiare elementi ad alto potenziale elettrico, dovranno essere forniti di quelle difese e di quegli utensili che la pratica ha dimostrato atti a metterli in condizione di sicurezza.

Art. 8. — Sarà proibito agli operai di depositare le vesti nella vicinanza di macchine o di meccanismi pericolosi, e sarà permesso di fare i pasti presso le macchine soltanto a quegli operai che saranno specialmente adibiti al servizio di esse.

Art. 9. — I montacarichi, gli argani, gli ascensori, gli elevatori, le gru e i meccanismi analoghi, dovranno portare scritta chiaramente l'indicazione della loro portata e non potranno essere adibiti al trasporto delle persone, se non saranno provvisti di apparecchio di sicurezza.

Art. 10. — La gabbia mobile dei montacarichi, degli ascensori e degli elevatori dovrà essere guidata ed avere forma appropriata a rendere sicuro il trasporto al quale essa è destinata. I vani dei montacarichi e dei relativi contrappesi, che si trovano in corrispondenza a scale od a passaggi, dovranno essere difesi in modo che nessuno possa inavvertentemente sporgervi la testa od il corpo.

Gli accessi ai vani dei montacarichi dovranno essere muniti di porte o barriere preferibilmente a chiusura automatica.

Art. 11. — Le macchine-dinamo dovranno essere costrutte in modo che i fili e gli organi che servono al passaggio della corrente siano bene isolati.

Esse non potranno mai essere collocate in un locale nel quale vengono comunque prodotte o maneggiate materie esplosive, gas detonanti o polveri infiammabili.

I conduttori della corrente elettrica nudi, tanto nelle officine generatrici quanto in quelle ricevitrici, dovranno essere disposti fuori della portata della mano, e, dove questa condizione non è facilmente realizzabile, dovranno essere protetti con opportuni ripari.

La sezione di ciascun conduttore dovrà essere proporzionata all'intensità di corrente che il conduttore stesso è destinato a trasportare, per modo da escludere la possibilità di un suo eccessivo riscaldamento.

Nei locali ove si trovano conduttori a diversa tensione, questi si dovranno contraddistinguere con speciali colori, resi evidenti al personale di servizio da un apposita tabella.

Art. 12. — I passaggi destinati alla circolazione nei locali di lavoro, e quelli che vi danno accesso, dovranno avere una larghezza ed un'altezza sufficienti, affinché gli operai possano transitarvi, senza pericolo di essere offesi da macchine o da meccanismi in moto.

I pozzi, le cisterne, i serbatoi di liquidi corrosivi o caldi che si aprono a livello del suolo, saranno provvisti di coperchi o di parapetti.

Art. 13. — Dovranno essere prese le necessarie disposizioni per as-

sicurare in ogni caso la rapida e facile uscita degli operai dai locali di lavoro e per poterne operare il salvataggio in caso d'incendio.

Negli opifici che occupano più piani, la costruzione di una scala esteriore incombustibile potrà, se la sicurezza lo esige, essere prescritta dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio.

Le scorte d'olio e di petrolio pel servizio dell'illuminazione o della lubrificazione delle macchine dovranno essere stabilite in locali speciali lontani dalle caldaie, dalle dinamo e dalle scale.

L'illuminazione degli stabilimenti dovrà essere tale da permettere agli operai di distinguere nettamente le macchine e gli organi di trasmissione coi quali possono trovarsi a contatto.

Art. 14. — Le parti del pavimento più vicine alle macchine ed alle cavità dovranno essere mantenute in condizioni tali da evitare agli operai il pericolo di sdrucciolare o di cadere.

Art. 15. — I capi o esercenti delle imprese, industrie e costruzioni sono obbligati a mantenere, nel luogo stesso in cui si compie il lavoro, il materiale indispensabile per l'immediata medicazione antisettica delle ferite per infortunio sul lavoro.

Art. 16. — Il presente Regolamento entrerà in vigore dopo sei mesi dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale del Regno* (1).

II.

Regolamento per la prevenzione degli infortuni nelle miniere e nelle cave

Approvato con R. Decreto 18 giugno 1899, N. 231

Art. 1. — Nei lavori delle miniere e delle cave dovranno osservarsi, oltre le disposizioni preventive degli infortuni contenute nelle leggi e regolamenti vigenti in tutto il Regno e quelli in vigore nelle varie provincie che componevano gli antichi Stati italiani, anche le prescrizioni dei seguenti articoli.

Art. 2. — Sarà vietato nelle miniere e nelle cave sotterranee l'ingresso alle persone non addette ai lavori, che non siano munite di un permesso speciale della Direzione. A tal uopo appositi avvisi saranno affissi specialmente dove non vi sono o non vi possono essere guardiani.

Art. 3. — Le bocche a giorno dei pozzi e delle gallerie delle miniere e delle cave sotterranee devono essere munite di difese atte ad impedire ogni disgrazia.

Le bocche a giorno delle gallerie e camini di riflusso devono essere tenute chiuse con cancelli disposti in modo da potere, in caso di bisogno, essere aperti dal di dentro al di fuori.

Art. 4. — Nell'interno delle miniere o cave sotterranee gli sbocchi delle gallerie nei pozzi di estrazione, od altri non destinati al transito, devono essere costantemente custoditi od essere sbarrati in modo da impedire al personale della miniera di accedere abusivamente a detti pozzi e di uscire per i medesimi.

Art. 5. — In tutti i pozzi a scale, verticali o inclinati, dovranno stabilirsi dei ripiani di riposo alla distanza fra l'uno e l'altro di non più di 8 metri.

Art. 6. — Per discendere nelle miniere o risalire da esse al giorno, non si deve passare che per le gallerie o per i pozzi all'uso destinati, e, nel caso di circolazione per pozzi, non si deve far uso che dei compartimenti appositi, salvo casi di pericolo od altri di forza maggiore, e fatta eccezione per gli operai espressamente incaricati della sorveglianza e manutenzione delle gallerie e dei pozzi.

Recandosi ai cantieri di lavoro o ritornandone, gli operai dovranno, nelle miniere e nelle cave sotterranee, percorrere la via prestabilita ed essere sempre muniti di lume acceso.

Art. 7. — I cantieri nei quali si sospetti la presenza di gas esplosivi, irrespirabili, micidiali od altrimenti nocivi, dovranno essere visitati dal sorvegliante colle debite cautele prima dell'entrata degli operai.

Dovrà essere impedito, mediante chiusura, l'accesso ai cantieri riconosciuti pericolosi e nei quali il lavoro sia stato sospeso, e ciò anche nel caso che la sospensione del lavoro sia solo temporanea.

Art. 8. — E' severamente proibito di discendere per i pozzi e di transitare per le gallerie nelle quali sia stato segnalato qualche guasto, prima che il sorvegliante li abbia accuratamente visitati e dichiarati immuni da pericolo.

Art. 9. — E' vietato agli operai d'introdursi per qualsiasi motivo, se non in circostanze eccezionali, nelle trombe o fornelli che servono al getto dei materiali.

Art. 10. — Nelle gallerie servite da vagoni che scorrono su rotaie di ferro, quando la sezione della galleria non sia tale da permettere che un operaio, appoggiandosi ad una parete, possa scansarsi, si dovranno scavare, a distanza non maggiore di 50 metri l'una dall'altra, delle nicchie di riparo per proteggere il transito degli operai.

(1) Il Regolamento fu pubblicato nel N. 148 della *Gazzetta Ufficiale del Regno*, in data 26 giugno 1899.

Art. 11. — È vietato di salire sui vagoncini in moto, siano essi isolati o riuniti in treno, ed è pure vietato di agganciare i vagoncini in moto per comporre un treno, mentre si trovano in movimento.

Art. 12. — Sarà proibito a chiunque di scendere o salire per mezzo di vagoni dei piani inclinati interni od esterni, a meno che siano muniti di apparecchi di sicurezza.

Sarà pure proibito a chiunque di salire o scendere sui veicoli delle funicolari aeree.

Art. 13. — I macchinisti hanno l'obbligo di ispezionare frequentemente tanto i canapi che sollevano le gabbie nei pozzi d'estrazione quanto gli apparecchi di segnalazione, e di avvertire prontamente i sorveglianti delle avarie che fossero per riconoscere, ancorchè queste non siano pericolose, onde possano eseguirsi in tempo le opportune riparazioni.

Art. 14. — I freni che agiscono alla bocca dei pozzi od alla testa dei piani inclinati e delle funicolari aeree devono essere manovrati da operai speciali, ai quali incombe l'obbligo della sorveglianza sul buono e regolare andamento dei medesimi, sullo stato di conservazione degli organi che li compongono e sui relativi canapi metallici.

Gli operai suddetti devono dare immediatamente avviso al sorvegliante di qualsiasi riparazione potesse rendersi necessaria.

Art. 15. — Alla sommità dei piani inclinati automotori e delle discenderie che servono per l'estrazione del minerale devono costantemente funzionare apparecchi d'arresto o di sbarramento, così disposti da impedire l'accesso dei vagoni sul piano inclinato e da potersi rimuovere dall'operaio addetto alla manovra dei vagoni.

Al basso dei piani inclinati interni o delle discenderie suddette deve trovarsi una camera di rifugio dove il manovratore possa, durante la salita dei vagoni lungo il piano inclinato, trovare riparo contro possibili pericoli dovuti a rotture dei canapi.

Art. 16. — Gli argani destinati al sollevamento ed all'abbassamento dei materiali per piani inclinati, devono essere muniti di potenti congegni d'arresto.

I vagoncini scorrenti liberi sui binari a moderate pendenze dovranno essere uniti da solide aggancature ed ogni treno dovrà avere un numero sufficiente di freni, e competente personale per la sua manovra.

Art. 17. — Nelle cave di marmo delle Alpi Apuane sarà obbligo del capo-lizza, o dei suoi incaricati di assicurarsi del buono stato di conservazione della strada di lizza, dei piuoli (piri), delle basi (forti) e della sufficienza del materiale impiegato nella lizzazione. Gli operai lizzatori, e specialmente i cosiddetti mollatori, sono tenuti ad avvertire immediatamente il capo-lizza di ogni imperfezione, insufficienza o guasto, che potessero riscontrare nel materiale adoperato nella lizzazione.

Art. 18. — Nelle stesse cave delle Alpi Apuane gli esercenti di più cave e di vie di lizza che si servono di uno stesso viottolo, hanno l'obbligo di costituirsi in consorzio, a' termini della legge 2 luglio 1896, n. 302, per la manutenzione del medesimo. La costituzione del consorzio sarà notificata all'ufficio delle miniere.

Art. 19. — Ogni operaio è in obbligo di fare nel miglior modo possibile le piccole riparazioni alle scale, ai puntelli, ai tavolati, alle armature, ecc., dei pozzi e delle gallerie che eventualmente fossero stati rotti durante la manovra, il passaggio od il lavoro, avvertendo il sorvegliante qualora occorressero riparazioni di maggiore entità.

Art. 20. — Non sarà fatto alcun lavoro o manovra per i pozzi, per le discenderie molto inclinate o per i camini, senza servirsi della corda, dandone preavviso ed accertandosi che nessuno sia sotto.

Art. 21. — Gli operai giunti sul posto, dovranno, prima di accingersi al loro lavoro, accertarsi della perfetta sicurezza del cantiere e delle vie di accesso e desisteranno dal lavoro stesso, ogni qualvolta si accorgano di alcunchè di anormale, dandone tosto avviso al sorvegliante.

Art. 22. — Nei gradini di coltivazione, ed in generale in tutti i cantieri per loro natura franosi, la rimozione dei materiali smossi dai colpi di mina si dovrà fare, ove l'ampiezza del cantiere lo permetta, con l'aiuto di lunghe barre-mine, in modo che l'operaio possa far cadere i massi senza esserne investito; nel caso poi che il cantiere sia riconosciuto eccezionalmente pericoloso, la rimozione del materiale dovrà essere fatta dallo stesso sorvegliante o capo-turno, o sotto la sua immediata direzione.

Art. 23. — Le più rigorose misure di prudenza dovranno essere seguite dai minatori o scavatori ogni qualvolta la roccia si presenta molto fessurata e specialmente in seguito ai colpi di mina, allo scopo di evitare repentini ed inaspettati distacchi di roccia che possano colpirla e trascinarla nella caduta.

Art. 24. — Nella ripresa di cantieri sospesi od abbandonati, il sorvegliante dovrà in precedenza accertarsi delle condizioni di sicurezza in cui i cantieri stessi si trovano.

Art. 25. — Non sarà permesso gettare materiali per le teste delle tramogge o per gli orifici dei pozzi di sgombero, quando alla loro estremità inferiore non sono muniti di chiusura a saracinesca, se prima non ne saranno stati avvertiti gli operai che trovansi al piede per ricevere tali materiali e caricarli sui vagoncini, e non si sarà da essi ricevuto il benestare.

Art. 26. — È rigorosamente vietato di valersi di tavole, salvi casi d'urgenza, di armature, di ponti, ecc., che eventualmente fossero destinati ad altri usi, e di approfittarsi, senza il consenso del sorvegliante, di ciò che trovassi nelle gallerie.

Art. 27. — Nei lavori a cielo aperto gli operai non possono lavorare nelle fronti ripide o a picco, anche se sostenuti da palchetto o altrimenti, senza essere preventivamente legati con una fune solidamente assicurata alla roccia, salvo il caso che ne abbiano avuta espressa autorizzazione dal sorvegliante. Il materiale di sostegno all'uopo necessario sarà fornito dallo esercente.

Art. 28. — Nelle cave le operazioni riflettenti lo sparo delle mine, il susseguente abbattimento dei massi dalla fronte di cava, la manovra di grossi massi greggi o riquadrati nei piazzali, lo scavo e il movimento dei detriti per sgombero e preparazione delle fronti di attacco, non potranno eseguirsi senza la presenza sui lavori del capo-cava o del sorvegliante.

Art. 29. — I piazzali delle cave devono, per quanto è possibile, essere mantenuti sgombri dai detriti e gli operai incaricati del gettito dovranno, di volta in volta, assicurarsi che non vi siano al di sotto persone esposte a pericolo.

Art. 30. — Nelle cave le binde (martini), ed in genere gli strumenti necessari alla manovra dei massi, devono essere frequentemente visitati dal capo-cava o dal sorvegliante per assicurarsi della loro buona manutenzione.

Facendo uso di binde, se ne dovranno sempre adoperare almeno due alla volta, eccettuato il caso di massi inferiori a due metri cubi.

Art. 31. — È proibita la riquadratura dei marmi e di altre pietre da costruzione, in quei luoghi che non presentano un piano sufficientemente solido e sicuro. Qualora venga eseguita la riquadratura lungo le discariche (ravaneti, sgarri), dovrà farsi al disotto di ogni masso da riquadrare un piazzaleto (basolo) che ne permetta la manovra.

Gli operai riquadratori non dovranno mai collocarsi di fronte l'uno all'altro, per non trovarsi esposti reciprocamente alle scaglie staccate dai colpi di subbia o di martello.

Art. 32. — Qualora avvenga per una causa qualunque che in un cantiere di una miniera o cava sotterranea l'aria diventi deficiente, ciò che è nettamente indicato dalla fiamma del lume tendente a spegnersi, gli operai dovranno abbandonare il lavoro, dandone immediato avviso al sorvegliante.

Art. 33. — È severamente proibito di rimuovere gli sbarramenti eseguiti per dirigere la corrente dell'aria nei cantieri dei lavori sotterranei, e di alterare o lasciare aperte le porte che servono al medesimo scopo.

Il sorvegliante dovrà frequentemente visitare tali porte e sbarramenti durante il lavoro, per accertarsi che si trovano in condizioni regolari.

Art. 34. — È vietato ai capi ed ai sorveglianti di ammettere al lavoro chi dia segno d'essere alterato dal vino o dai liquori, o risulti essere affetto da qualche malattia, come capogiro, epilessia, sordità, ecc.

Art. 35. — Nelle miniere o cave sotterranee nessun lavoro di escavo, armatura, riempimento, ecc., potrà mai essere affidato ad un solo operaio, ma ce ne vorranno sempre due almeno, i quali dovranno recarsi e rimanere insieme sul posto per eseguirlo.

Art. 36. — È vietato agli operai di rimanere nel sotterraneo fra un turno e l'altro, a meno che ne abbiano ordine espresso per l'esecuzione dei lavori urgenti.

Art. 37. — Nelle miniere e cave sotterranee gli operai avventizi o di prima ammissione non potranno essere destinati al lavoro che in compagnia di altri operai già provetti.

Art. 38. — Ogni operaio è in obbligo di riferire al suo capo od al compagno che viene a sostituirlo, lo stato del suo lavoro e le misure da adottarsi per il buono e sicuro proseguimento del medesimo.

Art. 39. — Ai sorveglianti incombe l'obbligo di curare la buona tenuta delle gallerie, delle armature, dei cantieri e dei pozzi, e solo al direttore tecnico spettano le norme che riguardano l'insieme della lavorazione.

Art. 40. — Le lesioni di qualunque entità che l'operaio riporti sul lavoro devono essere da lui o dai compagni immediatamente denunciate, alla Direzione, perché questa possa affidarlo alle cure del sanitario della miniera, alle quali il ferito dovrà poi completamente uniformarsi.

Art. 41. — Di tutte le disposizioni preventive degli infortuni contenute nelle leggi e nei regolamenti generali e speciali, sarà fatto, a cura della Direzione dei lavori, un estratto, che dovrà essere approvato e controfirmato dall'ingegnere delle miniere del rispettivo distretto minerario, e rimaner quindi affisso nei locali frequentati dagli operai, ed essere a questi letto e spiegato a cura del personale dirigente o sorvegliante.

Art. 42. — Il presente Regolamento entrerà in vigore dopo sei mesi dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale del Regno* (1).

(1) Il Regolamento fu pubblicato nel N. 148 della *Gazzetta Ufficiale del Regno*, in data 26 giugno 1899.

III.

**Regolamento per la prevenzione degli infortuni
nelle imprese e nelle industrie che trattano o applicano
materie esplodenti**

Approvato con R. Decreto 18 giugno 1899, N. 232

Art. 1. — Le imprese e industrie che trattano od applicano materie esplodenti, occupandosi della fabbricazione, manipolazione, conservazione, distribuzione, trasporto delle medesime, o facendone un uso qualsiasi, oltre alle disposizioni delle leggi e regolamenti sulla pubblica sicurezza ed alle altre relative alle suddette materie e a quelle del regolamento generale di prevenzione degli infortuni per le imprese e industrie, approvato con R. Decreto 18 giugno 1899, n. 230, dovranno osservare le disposizioni contenute nei seguenti articoli.

Art. 2. — Ogni edificio destinato alla fabbricazione, alla manipolazione o al deposito di materie esplodenti dovrà essere protetto, per tutta la sua estensione, da un numero sufficiente di parafulmini.

Art. 3. — Negli edifici destinati alla fabbricazione, alla manipolazione o al deposito di materie esplodenti, gli operai, appena entrati nello stabilimento, devono cambiare i propri abiti (compresa la calzatura) con abiti da lavoro fatti confezionare appositamente dal capo od esercente dello stabilimento.

Per calzatura da lavoro si useranno sandali, pianelle e zoccoli. I sandali e le pianelle saranno assolutamente privi di chiodi e di punte. Gli zoccoli avranno solamente le punte che servono a fissare il tomaio ed il quartiere al ceppo, e tali punte saranno esclusivamente di ottone o di rame.

Indossati gli abiti da lavoro, gli operai, prima di entrare nei locali ove si lavorano o si maneggiano esplosivi, saranno accuratamente visitati dai rispettivi capi-operai, o da chi per essi.

Art. 4. — Le spazzature dei locali ove si fabbricano, si manipolano o si maneggiano esplosivi, saranno accuratamente raccolte man mano, per essere distrutte od utilizzate, a seconda degli ordini di chi sovraintende al lavoro.

Art. 5. — Nei locali ove si fabbricano, si manipolano o si maneggiano esplosivi, i battenti delle porte devono aprirsi dall'interno all'esterno.

Durante le lavorazioni, e quando il tempo lo permetta, le dette porte, in massima, devono restare aperte; in caso diverso, i loro battenti devono essere semplicemente socchiusi e non mai fissati nè con serrature a chiave, nè con saliscendi, nè con chiavistelli, nè in alcun altro modo, talchè sia sempre possibile agli operai di uscire rapidamente dai detti locali ad ogni istante.

Art. 6. — Gli essiccatoi per esplosivi ed i caloriferi nei locali ove si fabbricano, si manipolano, si maneggiano o si conservano esplosivi, devono essere esclusivamente a vapore od elettrici.

I detti essiccatoi ed i detti locali non potranno essere illuminati che a luce elettrica ad incandescenza.

I fili elettrici dovranno essere isolati in guisa da rendere impossibile il contatto fra essi.

Art. 7. — Per quelle lavorazioni durante le quali gli esplosivi possano andar soggetti ad infiammazioni fortuite, le relative officine saranno provvedute di congegni automatici di estinzione a gran copia di acqua, convenientemente installati e tali da essere messi in azione dalla stessa fiammata dell'esplosivo.

Tali congegni saranno provati una volta la settimana per accertarsi del loro funzionamento e per pulire le tubazioni dai sedimenti terrosi depositati dall'acqua.

Art. 8. — Nelle officine destinate alla fabbricazione o manipolazione di esplosivi, non deve essere tenuta che la sola quantità di esplosivo strettamente necessaria per non interrompere la lavorazione.

Al termine del lavoro giornaliero, tutto l'esplosivo che si trova nelle officine (fatta eccezione per gli essiccatoi) deve essere portato nei relativi magazzini di deposito e di sgombero.

Art. 9. — Nelle officine destinate alla fabbricazione o manipolazione di esplosivi si deve provvedere perchè, durante le lavorazioni, le mani e la faccia degli operai siano protette contro l'azione delle sostanze corrosive, e perchè si possa ad ogni istante prestare prontamente i primi soccorsi agli operai colpiti da infortunio o da maleore.

Art. 10. — Nelle officine destinate alla fabbricazione o manipolazione di esplosivi, si devono prendere i necessari provvedimenti per la pronta estinzione degli incendi. Le pompe, gli idranti e gli attrezzi per l'estinzione degli incendi saranno mantenuti costantemente in perfetto stato. Il personale incaricato della estinzione degli incendi sarà tenuto costantemente esercitato.

Art. 11. — Nei locali destinati alla fabbricazione, manipolazione o al deposito di esplosivi sarà assolutamente proibito al personale di fumare e di tenere fiammiferi od altre sostanze atte a far fuoco.

Art. 12. — Nelle fabbriche di fiammiferi dovranno, per la composizione e fabbricazione della pasta forforica contenente materie esplodenti, adoperarsi esclusivamente caldaie a bagno-maria.

Art. 13. — Durante l'esecuzione di lavori per i quali si faccia uso di materie esplodenti, queste dovranno tenersi depositate e custodite a distanza non minore di 12 metri, in luogo asciutto e sicuro.

Le materie depositate devono essere collocate in adatti recipienti, e non alla rinfusa. Non sarà permesso di collocarvi e tenervi cartucce cariche aperte, e sarà assolutamente vietato di tenere nei depositi medesimi qualsiasi quantità, anche minima, di sostanze fulminanti.

Nelle polveriere di miniera le capsule potranno essere tenute nel luogo stesso del deposito delle altre materie esplodenti, purchè siano collocate, separatamente da queste ultime, in apposita nicchia od armadio chiusi da porte con chiave.

Art. 14. — L'accesso ai depositi ed ai magazzini di distribuzione, come pure ai locali destinati alle manipolazioni delle materie esplodenti, non deve essere permesso che al personale appositamente incaricato delle operazioni relative.

Ogni manipolazione delle materie esplodenti, e segnatamente la ripartizione delle cariche, la preparazione delle cartucce, dovrà essere fatta in locali completamente distinti e lontani da quelli del deposito.

Art. 15. — La manipolazione delle cartucce cariche ed il disgelamento delle materie esplodenti non deve farsi che di giorno, da operai sperimentati, sotto la direzione di un sorvegliante, e in locali speciali situati a conveniente distanza dal luogo dove si eseguono gli altri lavori.

Il disgelamento deve operarsi in appositi recipienti che siano scaldati all'esterno con acqua calda, mediante disposizione che eviti il contatto dell'acqua cogli esplodenti.

E' vietato di riscaldare materie esplodenti per asciugarle o farle disgelare, esponendole direttamente al fuoco, o collocandole su fornelli accesi o riscaldati, e neppure sarà permesso di portare sulla persona dinamite od altri esplodenti dello stesso genere.

La dinamite congelata non deve mai essere tagliata, perforata, divisa, radunata, compressa, battuta, nè in alcun altro modo trattata con corpi duri. Lo stesso si dica degli altri esplodenti congeneri.

Art. 16. — La dinamite, sciolta od in cartucce, che trasuda oppure sviluppa odore acre o vapori rutilanti, segni della sua imperfetta preparazione o della sua alterazione, dovrà essere tolta di mezzo, infossandola in terreno umido ed appartato ed in luogo sicuro, procedendo, appena sia possibile, alla sua distruzione.

La distruzione dovrà essere fatta abbruciando la dinamite per piccole quantità, disponendola a striscie o in cartucce aperte ai due capi, una di seguito all'altra, e dandovi fuoco ad uno degli estremi con una miccia o stoppino solforato, esclusa assolutamente ogni capsula o materia fulminante, di lunghezza sufficiente perchè, dopo l'accensione della miccia o dello stoppino, l'operante abbia il tempo necessario per allontanarsi e mettersi al riparo.

Tale operazione si farà all'aperto e in luogo non pietroso, seguendo tutte le prescrizioni per evitare danni nel caso che la dinamite esplodesse, anzichè bruciare lentamente.

Art. 17. — Nei luoghi di deposito o di custodia, nonchè durante il trasporto e l'impiego delle materie esplodenti, sarà proibito al personale di fumare e di tenere fiammiferi e, compatibilmente colle esigenze del lavoro a cui il personale è addetto, gli sarà pure proibito di tenere altre sostanze atte a far fuoco.

Art. 18. — L'apertura delle casse, delle botti e di qualunque recipiente contenente materie esplodenti non potrà essere fatta che con utensili di legno, rame o bronzo.

Art. 19. — Per le miniere e cave sotterranee, nelle quali non è autorizzato il deposito di esplodenti nei sotterranei, la distribuzione e la consegna delle materie esplodenti ai minatori capi-squadra, dovrà essere fatta da appositi incaricati in garette isolate, situate in vicinanza degli imbocchi delle miniere o delle gallerie, in misura non eccedente i bisogni di ogni singola squadra per ogni turno giornaliero. In tutti i casi, la quantità eventualmente non adoperata sarà restituita dai predetti operai, prima di abbandonare il lavoro, alla persona all'uopo incaricata dalla Direzione.

E' assolutamente proibito agli operai di portare al proprio domicilio gli esplodenti che saranno stati loro consegnati per il lavoro.

Art. 20. — Le materie esplosive non potranno portarsi dalla polveriera nei cantieri di lavoro, se non bene incartocciate, in canestri, in cassette, in fascette metalliche, tenendo separate le sostanze esplosive di differente natura, e queste dalle miccie e dalle capsule.

Nel trasporto dovranno inoltre usarsi le seguenti cautele:

- a) Gli operai incaricati del trasporto dovranno avvertirne ad alta voce le persone che incontreranno nel loro percorso;
- b) Il trasporto dovrà farsi sotto la guida del capo-squadra;
- c) Gli operai che fanno il trasporto non potranno essere muniti di lumi; solo quelli che li accompagnano potranno averne in lampade chiuse;

d) I recipienti adoperati nei trasporti stessi dovranno essere chiusi.

Art. 21. — Le materie esplodenti dovranno essere fornite agli operai sul lavoro nella precisa quantità e nella forma e condizioni richieste per il loro regolare impiego. La dinamite e gli altri esplodenti congeneri dovranno essere consegnati in cartucce.

Saranno date, per cura della Direzione dei lavori, agli operai, tutte le indicazioni ed istruzioni relative agli esplodenti da adoperarsi.

E' vietata la consegna di esplodenti congelati, dei quali non si dovrà far mai uso nelle mine.

Art. 22. — E' assolutamente vietato l'impiego della nitroglicerina libera per la carica e l'esplosione delle mine.

Art. 23. — Il caricamento e lo scoppio delle mine non può essere affidato che ad operai riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori, i quali devono usare, durante le operazioni di caricamento, tutte le precauzioni per evitare l'accensione degli esplodenti.

Art. 24. — Le cartucce di dinamite o di altre materie esplodenti congeneri, non dovranno essere inescate, ossia munite della capsula e della miccia, che a misura del loro impiego.

Per assicurare la miccia alla capsula d'inesco, si dovrà sempre ed esclusivamente far uso di pinze o di tanagliette che non sieno di ferro o di acciaio.

Art. 25. — Il caricamento delle mine si farà con calcatoi di legno, di zinco, di rame, di ottone o di bronzo, dovendosi assolutamente escludere l'impiego del ferro e dell'acciaio, e quello di altre sostanze che possano nell'intasamento produrre scintille. Per l'intasamento si adopereranno materie scurve completamente da granelli o noduli quarzosi, piritosi o metallici. Le cartucce di dinamite e di esplodenti congeneri non potranno spingersi nei fori di mina che mediante bacchette di legno.

Art. 26. — Le miccie, prima di essere applicate nelle mine, dovranno essere accuratamente esaminate per assicurarsi che esse non sono rotte e non hanno sofferto alcun deterioramento. Esse devono essere lunghe tanto quanto occorre, per dar tempo a chi le accende di mettersi al sicuro dalle proiezioni prodotte dall'esplosione delle mine.

Per dar fuoco alle mine è assolutamente vietato l'uso delle canette.

Art. 27. — Nei luoghi umidi si dovranno usare miccie incatramate, e per le mine subacquee o praticate in terreni acquitrinosi, si adopereranno miccie di guttaperca. Le cartucce a polvere, di cui si fa uso nei luoghi umidi, devono pure essere incatramate.

Art. 28. — Le mine dovranno accendersi, di regola, e farsi scoppiare nei periodi di riposo, fra una muta e l'altra degli operai, od almeno in ore prestabilite, in modo che nessun ostacolo si opponga alla applicazione delle necessarie cautele.

Art. 29. — Prima dell'accensione delle mine, il capo-squadra minatore deve disporre che le persone si mettano al riparo in luogo sicuro ed a conveniente distanza dalle mine stesse.

Secondo le circostanze, dovranno lasciarsi delle gallerie speciali di rifugio, o delle porte, o finestre, e nelle escavazioni di pozzi dovranno, occorrendo, stabilirsi dei solidi impalcati di tramezzo. In questo ultimo caso, il tratto che dal fondo, ove si praticano le mine, arriva all'impalcato, dovrà essere munito di una scala che permetta all'operaio accenditore di ritirarsi prontamente.

Art. 30. — Il segnale dell'accensione delle mine non deve essere dato che dal capo-squadra minatore o dall'operaio incaricato specialmente di questo ufficio, previo avvertimento ad alta voce, a tutte le persone che si trovano nelle vicinanze, di ritirarsi, lasciando loro il tempo necessario e facendo loro conoscere il numero dei colpi di mina che dovranno esplodere.

Art. 31. — Durante lo scoppio delle mine di un cantiere, dovranno essere sospesi i lavori nei cantieri attigui nei quali non sia escluso ogni pericolo, e gli operai di questi dovranno ripararsi non diversamente che se lo scoppio delle mine dovesse aver luogo nel proprio cantiere.

Art. 32. — In ogni cantiere di lavoro le mine dovranno farsi esplodere in modo che si possano agevolmente contare i colpi per rendersi conto del numero delle mine esplose, a meno che l'accensione non ne sia fatta simultaneamente a mezzo dell'elettricità.

Art. 33. — Gli operai incaricati dovranno, appena avranno dato fuoco alle mine, mettersi anche essi prontamente al sicuro, ed avranno quindi cura di contare esattamente i colpi per verificare se qualche mina abbia fallito. Qualora questo caso avvenga, gli operai predetti dovranno avvertirne subito chi sovrintende al lavoro. Intanto nessuno potrà accedere ai cantieri dove è avvenuto lo sparo delle mine, se non dopo l'arrivo del capo-squadra minatore e con permesso di questo.

Art. 34. — Quando una mina non prende fuoco, è vietato rientrare nei cantieri ove essa si trova, negli altri a questo adiacenti o contigui, prima che siano trascorsi 30 minuti almeno.

Art. 35. — La mina mancata non dovrà essere scaricata. Si potrà far esplodere con una cartuccia sovrapposta alla prima, soltanto nel caso che se ne possa facilmente togliere l'intasamento senza far uso di

strumenti di ferro o di acciaio e senza urti con corpi duri. Quando eccezionalmente ciò non si possa fare, si praticherà un petardo vicino alla mina non esplosa per procurarne lo scoppio o per ricuperarne la carica, dovendosi assolutamente evitare di lasciare abbandonate delle mine cariche inesplose.

Art. 36. — Dopo l'esplosione di una o più mine, e quando si sarà acquistata la certezza, contando i colpi, che non ne rimane alcun'altra da esplodere, dovranno lasciarsi ancora trascorrere cinque minuti prima di rientrare nei cantieri corrispondenti.

Art. 37. — E' vietato di utilizzare per nuove mine introducendovi nuove cariche, le canne o fori da mina preesistenti, se non saranno stati prima prudentemente ed accuratamente esplorati. L'esplorazione non potrà farsi che in conformità alle istruzioni del sorvegliante.

Art. 38. — Le disposizioni del presente regolamento si applicano anche a coloro che al momento dell'attuazione del medesimo si trovino già in possesso di regolare licenza per fabbricare, manipolare o tenere in deposito materie esplodenti; e le eventuali disposizioni preventive prescritte con licenza cesseranno di avere effetto, in quanto sieno contrarie a quelle del presente Regolamento.

Art. 39. — Il presente Regolamento entrerà in vigore dopo sei mesi dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale del Regno* (1).

IV.

Regolamento per la prevenzione degli infortuni nelle costruzioni

contemplate dalla Legge del 17 marzo 1898, N. 80

Approvato con R. Decreto 27 maggio 1900, N. 205

Art. 1. — Nei lavori di costruzione contemplati nella Legge del 17 marzo 1898, n. 80, devono essere prese tutte le necessarie precauzioni per garantire la sicurezza e la incolumità di coloro che trovansi addetti ai lavori, sia per cadute di materiali od altri oggetti, sia per mancanza o deficienza o imperfezione delle necessarie opere provvisionali.

Devono inoltre essere osservate, in quanto siano applicabili, le prescrizioni contenute negli altri regolamenti tecnici per la prevenzione degli infortuni e nei regolamenti edilizi, nonchè quelle maggiori e più speciali prescrizioni che fossero inserite nei capitolati di appalto.

Le disposizioni del presente regolamento, ancorchè riferite a casi speciali e determinati, sono applicabili a tutti i casi analoghi, simili o assimilabili.

Art. 2. — Le opere provvisionali, oltre ad essere proporzionate ed idonee allo scopo, saranno formate con buon materiale ed a perfetta regola d'arte e saranno conservate in buono stato di manutenzione e robustezza per l'intera durata del lavoro.

La stessa prescrizione vale per tutti i meccanismi, attrezzi ed accessori di manovra.

Art. 3. — Ogni ponte deve essere reso opportunamente solidale coll'opera in costruzione, salvo i casi nei quali la natura delle costruzioni non lo permetta e si debba altrimenti provvedere.

Art. 4. — Ogni piano di impalcatura dei ponti di servizio deve avere, ai margini, ripari formati con tavole messe di coltello, poggianti sul piano stesso, e di altezza non minore di centimetri 20, per impedire la caduta dei materiali o d'altri oggetti.

I ripari saranno completati con correnti longitudinali formanti parapetto.

Le andatoie o rampe di accesso alle impalcature devono pure essere munite di parapetti.

Art. 5. — Le andatoie devono avere non meno di metri 0,80 di larghezza, quando siano destinate al solo passaggio di pedoni scarichi, e di metri 1,20, se destinate al trasporto di materiali.

La loro pendenza non deve essere maggiore del 50 per cento.

Le andatoie lunghe saranno interrotte da pianerottoli di riposo ad opportuni intervalli; sulle tavole delle andatoie devono essere fissati listelli trasversali a distanza non maggiore del passo di un uomo carico.

Art. 6. — Le scale, i ponti mobili e quelli volanti devono essere costruiti e assicurati regolarmente e solidamente, in relazione al peso che devono sostenere. Le impalcature dei ponti mobili e di quelli volanti devono essere garantite con parapetto o riparo come all'art. 4. Ogni altro mezzo d'opera equivalente dev'essere solidamente fissato ed analogamente garantito.

I parapetti ed i ripari possono solo essere omessi qualora gli operai siano garantiti da una legatura di sicurezza che li cinga attorno al busto.

I ponti mobili e gli altri mezzi analoghi destinati alla costruzione e riparazione di condutture elettriche a potenziale pericoloso debbono essere forniti degli opportuni apparecchi di isolamento.

(1) Il Regolamento è stato pubblicato nel N. 148 della *Gazzetta Ufficiale del Regno*, in data 26 giugno 1899.

Art. 7. — Sopra i ponti di servizio e sulle impalcature in genere è vietato qualsiasi deposito, eccettuato quello temporaneo dei materiali ed attrezzi necessari alla costruzione in corso.

Il quantitativo dei depositi temporanei dev'essere limitato nel peso e nello spazio. Il peso dev'essere sempre inferiore a quello che è consentito dal grado di solidità e di resistenza della impalcatura. Lo spazio deve permettere i movimenti e le manovre necessarie per l'andamento del lavoro.

Negli indicati limiti di peso e spazio devono considerarsi anche le persone addette al lavoro.

Art. 8. — Ogni vano, anche se destinato al passaggio di materiali in manovra o comunque lasciati per altre esigenze della costruzione, deve sempre essere garantito con opportuni parapetti o ripari.

Art. 9. — Nel caso di costruzioni di nuovi edifici o di notevoli riparazioni o sistemazioni di edifici esistenti, il luogo dove stanno, in modo permanente, gli operai impiegati ad inalzare il materiale, deve essere protetto con adeguata impalcatura a non più di tre metri da terra.

Il vano interno di ogni scala deve essere coperto con impalcatura all'altezza del pavimento del primo piano, a difesa degli operai che eventualmente dovessero passare pel piano terreno.

Art. 10. — Gli apparecchi per il sollevamento dei materiali non devono gravare o riportarsi sulle impalcature nè sui sostegni dei ponti di servizio. Tali sostegni potranno però servire anche per i castelli di detti apparecchi, quando siano stati predisposti con solidità adeguata al maggior lavoro che dovrebbero sopportare.

Gli apparecchi per il sollevamento di grossi pesi devono essere muniti di organi di sicurezza adeguati per impedirne la libera discesa.

Art. 11. — Durante la costruzione di cornicioni di gronda e, in generale, di qualunque opera sporgente dai muri o sospesa a volte, soffitti o simili, si devono prendere tutte le precauzioni per impedirne la caduta, ponendo armature provvisorie atte a sostenerle fino a che la stabilità dell'opera sia completamente assicurata.

Art. 12. — Gli operai lavoranti presso le gronde o i cornicioni dei tetti, su piani inclinati ad altezza considerevole, o comunque posti in condizioni e pericoli pareggiabili ai precedenti, devono munirsi di una robusta cintura mediante la quale siano legati a funi assicurate ad una parte stabile dell'edificio o del ponte di servizio.

A tale prescrizione si potrà derogare soltanto quando, mediante ripari stabili o provvisori, sia egualmente e sicuramente protetto l'operaio da cadute pericolose.

Art. 13. — Le armature delle volte devono essere costruite con la necessaria solidità e con tali modalità che consentano il loro progressivo abbassamento.

Il disarmo delle volte deve farsi con ogni diligenza e cautela, deve procedere gradatamente e non potrà iniziarsi se non quando le malte delle volte e dei piedritti abbiano raggiunto l'opportuno grado di presa, e detti piedritti siano in condizione di resistere alle spinte.

L'armatura non deve essere rimossa se non quando, avvenuto regolarmente il disarmo, la volta non dia più indizio sensibile di cedimento.

E' vietato il passaggio e lo stazionamento delle persone e, in modo generale, ogni sovraccarico, sulle volte di recente disarmo.

Art. 14. — Nei lavori di escavazione devono adottarsi tutte le cautele richieste ad impedire qualsiasi scoscendimento. Le pareti degli escavi, quando non siano assicurate con puntelli, sbadacchiature e rivestimenti, completi o parziali, a seconda della natura dei terreni e della profondità dello scavo, devono avere una inclinazione adeguata alla detta natura dei terreni, che ne impedisca gli scoscendimenti.

Dove la natura dei terreni sia tale che, per causa di pioggia, di filtrazioni, di gelo o di disgelo, o altre cause, siano a temersi frane, deve provvedersi in tempo utile con rivestimenti, puntelli e sbadacchiature.

Art. 15. — Non si devono far depositi di materiali presso il ciglio delle trincee, e qualora ciò sia richiesto dalle condizioni del lavoro, le aree di deposito temporaneo devono essere opportunamente sostenute o puntellate.

Speciali armature e precauzioni devono adottarsi nelle sotto-murazioni e quando in vicinanza agli sterri vi siano fabbriche o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Art. 16. — Nelle demolizioni è vietato di gettare dall'alto il materiale, che deve invece essere trasportato o guidato, salvo che siano state adottate opportune cautele per evitare danni o altrimenti sia escluso qualunque pericolo.

Nelle demolizioni si deve sempre procedere con ordine e cautele in modo che non resti mai compromessa la stabilità delle parti da demolirsi successivamente o da conservarsi.

Art. 17. — I cassoni per fondazioni pneumatiche devono essere costruiti con dimensioni tali da resistere agli sforzi massimi a cui sono sottoposti. I camini e le camere di equilibrio devono essere nel numero necessario e in posizione tale da rendere facile l'uscita rapida e sicura degli operai in qualunque caso. Nel caso di pressione

superiore a 4 atmosfere, devono adottarsi cautele speciali contro le esplosioni sottoponendo le camere di equilibrio a pressione di prova, munendole di valvole di sicurezza e ponendo anche nella camera di lavoro un manometro segnalante la pressione del compressore.

Prima di eseguire manovre di brusca interruzione della pressione dev'essere accertata che tutti gli operai siano usciti dalla camera di lavoro.

Art. 18. — I palombari devono essere coadiuvati da una guida, da un aiutante, e da due persone almeno pel funzionamento della pompa. Essi devono avere piena conoscenza dei segnali di convenzione per comunicare con l'esterno.

Il materiale occorrente pel servizio dei palombari deve mantenersi in ottime condizioni di funzionamento. Le manichette per la condotta dell'aria devono avere nervatura metallica a spirale ed essere protette da rivestimento di tela olona.

Prima della immersione del palombaro occorre accertare che le guarniture degli stantuffi delle pompe siano bene imbevute d'acqua e che le manichette non contengano polvere od altre sostanze.

Qualora pel servizio del palombaro occorra l'uso di una imbarcazione, questa deve avere, pel suo governo, l'apposito personale, a meno che non sia opportunamente ormeggiata.

Art. 19. — Gli sbocchi delle gallerie di esaurimento, nell'interno dei bacini di carenaggio, devono essere guarniti con graticolato metallico per proteggere i palombari addetti ai lavori nell'interno dei bacini stessi.

Art. 20. — Il costruttore di una nave deve adottare tutti i provvedimenti necessari perchè, all'atto del varo, la pressione sul piano di strisciamento non superi il limite usuale, gli scandagli dimostrino la esistenza della profondità d'acqua occorrente, e il galleggiante, appena libero, abbia la voluta stabilità.

Art. 21. — Il piano di strisciamento della nave sullo scalo deve essere solido e tale da non provocare il rovesciamento di essa. Le traverse di scorrimento, quando non siano collegate a mezzo di tavole di rivestimento, devono unirsi fra di loro con adatte longherine. Tolti i puntelli e le taccate, devono rimanere due distinti mezzi di ritenuta della nave che permettano la sua discesa in mare a tempo opportuno.

Art. 22. — Allorquando si effettuano prove idrauliche di compartimenti stagni della nave, od in genere di galleggianti costruiti sullo scalo, si deve aumentare il numero dei puntelli e delle taccate nella zona sottoposta a prova, e, nel caso che lo scalo non sia costruito in muratura, deve provvedersi che l'acqua impiegata pel riempimento dei compartimenti, sia scaricata distante dalla nave.

Art. 23. — Il presente Regolamento andrà in vigore dopo sei mesi dalla sua pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale del Regno* (1).

NOTIZIE

Sulle esplosioni ultimamente avvenute nel dinamitificio di Avigliana. — Le terribili esplosioni di dinamite avvenute il giorno 16 gennaio nella fabbrica Nobel di Avigliana danno non pochi argomenti di studio, ond'è che il dott. Giovanni Spica (essendosi trovato sul luogo due giorni dopo le esplosioni, ed avendo potuto vedere gli effetti del disastro e indagarne le possibili cause) ha creduto utile raccogliere alcune notizie e fare considerazioni, che, per la loro importanza, portiamo a conoscenza dei nostri lettori togliendole da una sua pubblicazione negli *Atti del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti* (tomo 59, dispensa 6^a).

*

Dai primi giorni del corrente anno il dinamitificio era in lavoro per la preparazione di una grossa commessa di dinamite-gelatina speciale stata ordinata dall'Impresa per il traforo del Sempione, e la cui fabbricazione procedeva regolarmente, quantunque con una certa intensità.

L'esplosivo che si preparava era fatto di una miscela di 83 parti di nitroglicerina e 5 di cotone colloidio, miscela che si faceva gelatinizzare con l'aiuto del calore (circa 60° C.) ed alla quale veniva aggiunta in seguito un'altra miscela di 9 parti di nitrato di soda con 3 di cellulosa di legno secca e polverizzata, facendo del tutto una pasta che si rendeva omogenea lavandola a mano. Detta pasta, in blocchi di circa 10 kg. ciascuno, veniva in seguito portata in altri riparti, dove se ne facevano (con stampi a vite) cartucce, che alla loro volta, a mano a mano, passavano in altri casotti per essere impaccate in scatole, poscia incassate, ed inviate quindi, per mezzo di una piccola ferrovia funicolare, ai magazzini di deposito situati alla parte superiore della collina ove sorge il dinamitificio.

Tutti i locali adibiti per la lavorazione della dinamite erano di legno e protetti ciascuno da robuste trincee che sormontavano i tetti.

(1) Il Regolamento fu pubblicato nel N. 137 della *Gazzetta Ufficiale del Regno*, in data 19 giugno 1900.

Il laboratorio dove si eseguivano gl'impasti sopra accennati (*petrinaggio*), non era il solo destinato a quest'ufficio; infatti esso era contrassegnato col n. 1 per distinguerlo da altro attiguo indicato col n. 2, dove non si lavorava, e che perciò era chiuso. In tale laboratorio oltre gl'impasti (che si facevano in sei madie di piombo a doppio fondo disposte tre per parte presso due pareti vicine, e scaldate per mezzo di vapore d'acqua che si faceva arrivare nello spazio che restava fra i due fondi) veniva pure eseguito l'ultimo lavaggio e quindi la filtrazione su cloruro sodico della nitroglicerina, la quale arrivava da una tubolatura speciale di piombo che finiva con un rubinetto di ebanite, e proveniva dall'apparecchio di preparazione situato in altro edificio soprastante, nella direzione dei magazzini di deposito.

* Per tutta la giornata del 16 gennaio il lavoro era proceduto regolarmente, e già l'apparecchio di preparazione aveva finito di agire, e l'ultima nitroglicerina era stata inviata al laboratorio del *petrinaggio* dove in cinque madie erano in corso gli ultimi impasti da 10 kg. l'uno, mentre in un recipiente di guttaperca indurita, posto sopra una bilancia a bilico, erano rimasti 48 kg. di nitroglicerina, già filtrata e pronta per essere mescolata al cotone colloidio corrispondente che si aspettava dal deposito; nel filtro eranvi inoltre gli ultimi residui. Persona che fu lì verso le ore 15,25' assicura che in tre madie si era già eseguita la miscela della gelatina con il miscuglio di nitrato di soda e cellulosa, e che in due questo miscuglio non era messo, ma che la gelatina di nitroglicerina e colloidio era fatta, come assicura di avere verificato il peso della nitroglicerina libera (28 kg.) e di aver visto che il maschio del rubinetto della nitroglicerina era già tirato fuori di posto, come doveva farsi per procedere alla pulizia.

Là dentro lavoravano in quel momento sei operai ed eravi un sottobrigadiere delle guardie di finanza che doveva verificare il peso di tutta la pasta che si produceva, giacchè su questa viene applicata la tassa governativa di fabbricazione.

Alle ore 15,35' in questo locale avvenne la prima fortissima esplosione, alla quale, immediatamente dopo, ne seguirono altre formidabili ai magazzini che, da gente rimasta incolume che si trovava lì presso, furono avvertite distintamente per i loro intervalli minimi successivi, paragonabili a quelli che si hanno per lo sparo di una serie di mortaretti messi in fila o meglio per gli spari continui di una mitragliera. A queste tremende esplosioni, alla distanza di circa 10 minuti, durante il qual tempo si vide sulla collina un vivissimo incendio, ne successe un'altra fortissima anche essa determinatasi lì presso, in un sito che da lontano potè anche essere designato. Dopo avvennero altri incendi parziali, ma nessun'altra esplosione, onde alcuni coraggiosi con una pompa si spinsero fino sul luogo ove ancora bruciava del materiale e spensero il fuoco.

Questa, nella maggiore brevità, è l'esposizione dell'accaduto; ma quali stragi, quali danni non arrecarono tali esplosioni!

* Il *petrinaggio* n. 1, del quale si è parlato innanzi, sparì del tutto e al suo posto non restò che una buca profonda. I grossi terrapieni che lo circondavano sono rimasti; ma alla parte interna si sono incavati pigliando l'aspetto di un cratere; gli alberi robusti che erano stati piantati attorno per fortificarli erano spariti. Del legname che costituiva l'edificio, degli apparecchi di piombo e di tutto il materiale che racchiudeva, come pure dei sette individui che vi si trovavano al momento dell'esplosione, non si sono rinvenuti che pochi avanzi, più o meno grossi, caduti a distanze varie, cioè da pochi metri a qualche chilometro.

Tutt'attorno gli altri laboratori sono stati danneggiati o demoliti, ma in nessuno di essi, quantunque contenessero quantità non indifferenti di dinamite, sono avvenute esplosioni. In tutte le cartucce, la dinamite gelatina si ritrovò sui banchi da lavoro, dove si trovava al momento dell'esplosione pronta per la preparazione delle cartucce, e su di essa si videro conficcati pezzi di vetro, di legno e d'altro, che vi erano stati fortemente proiettati. Su di un banco, tutto un intero apparato di ferro che serviva per confezionare le cartucce, stato svelto per la forza dell'esplosione, era caduto sulla pasta esplosiva, e vi si era conficcato in massima parte senza determinarne lo scoppio! Altre sono state sbattute per terra e disperse le cartucce pronte per essere impaccate, o sono venute fuori da casse già chiuse che si erano squarciate per effetto dell'esplosione; eppure in nessun posto si verificarono detonazioni!

Presso i magazzini di deposito, dove avvennero le fortissime e ripetute esplosioni (magazzini che, come si disse, erano situati verso la sommità della collina), gli effetti di distruzione sono stati immensi; ma insieme a tali effetti sono accaduti fatti veramente strani d'incolumità di grandi masse d'esplosivi, che a pochi metri di distanza non soffrirono la minima avaria.

Detti magazzini, di piccole dimensioni e costruiti con legname, erano una ventina, situati su tre linee parallele, ed affondati completamente nel terreno, in modo da restare isolati uno dall'altro per mezzo di robusti terrapieni. Contenevano circa 32.000 kg. di dina-

miti di varie specie, ed in uno si conservavano 216 kg. d'inneschi di fulmicotone. Là presso, ma un po' più in su e meglio riparati per la loro posizione, vi erano diversi magazzini militari che contenevano circa altri 8000 kg. di dinamite, ed in basso, in un sito molto più esposto, un casotto contenente quasi un milione di capsule detonanti di fulminato di mercurio. Dipiù all'aperto si aveva un mucchio di 118 casse, pronte a partire, contenenti ognuna 25 kg. di dinamite, ed in cima alla funicolare altre 24 di dette casse, che dovevano essere trasportate ai magazzini per mezzo di un vagoncino, che veniva spinto a mano da due uomini, lungo una piccola ferrovia situata sui terrapieni.

Dopo le esplosioni, di tutti i magazzini posti sulle tre linee nessuno fu più trovato: molti erano esplosi, come si poteva rilevare dalle immense buche scavate nel suolo che nell'insieme davano l'idea di tanti piccoli crateri; alcuni furono sotterrati, altri sconquassati completamente, e frantumate pure le casse con la dinamite (che si trovò sparsa, non esplosa); e finalmente alcuni pochi, fra i quali quello contenente il fulmicotone, erano stati distrutti dal fuoco, per quanto potè vedersi da lontano e accertarsi poi dai resti bruciatucci di quei pochi alberi che non furono completamente divelti e trasportati dalla forza delle esplosioni in frantumi a distanze.

Le 118 casse con dinamite, pronte per partire, non furono più trovate; invece le 24 sul piazzale superiore della funicolare restarono, un po' sfasciate, al loro posto.

I magazzini militari, che, come si disse, erano più in alto, ebbero atterrate le porte e furono più o meno danneggiati, ma l'esplosivo non risentì danno di sorta.

Il casotto contenente le capsule detonanti di fulminato di mercurio rovinò in parte, la porta venne sfondata e la serratura d'ottone, lanciata all'interno, aveva rotto talune scatole e schiacciato varie capsule detonanti che non avevano esplosi!

Presso tutti questi depositi e sulla linea funicolare sei operai trovarono la morte; mentre diversi altri, due militari in sentinella, un carrettiere ed un cavallo, che stavano a qualche diecina di metri di distanza dai centri d'esplosione, rimasero incolumi o più o meno malconci per essere stati solamente sbattuti per terra.

Mediante le ricerche che in seguito, con tutta cura, si fecero per il ricupero della dinamite dispersa, sotterrata o rimasta fra i rottami delle casse, se ne poterono raccogliere parecchie tonnellate, ond'è che fatti i conti approssimativi si è potuto giudicare che l'esplosivo distrutto ammontò a circa 18.000 kg. dei quali solo una piccola parte bruciò.

* Sebbene gli effetti locali delle esplosioni siano stati grandissimi pure non si sono giudicati corrispondenti a quelli che avrebbero dovuto ottenersi se tutta la dinamite avesse esercitato liberamente la sua forza esplosiva, che sarebbe stata presso a poco paragonabile a quella che avrebbero dato, esplodendo, 60 e più tonnellate di polvere nera ordinaria; ond'è che deve ammettersi che detta forza dovette essere di molto ridotta per effetto di ostacoli incontrati che valsero ad annullarne una buona parte.

Senza dubbio l'imballaggio prima, i casotti di legno dopo, i grossi terrapieni, ed infine la grande massa di alberi che su questi erano piantati e che più non si trovarono, debbono infatti avere diminuito in modo considerevole l'azione distruggente.

Da questo dunque bisogna ancora una volta riconoscere l'immenso servizio che vengono a rendere, nei casi di scoppi, le trincee ed i ripari che si costruiscono attorno ai depositi di esplosivi, e che nell'evento di Avigliana, oltre ad attenuarne i danni materiali, valsero a salvare da certa morte tutte quelle persone che, pure essendosi trovate a poca distanza, non erano però direttamente esposte. Questa stessa considerazione deve farsi per il caso dell'esplosione del *petrinaggio*, dove, oltre alla dinamite in lavorazione, v'era anche la nitroglicerina libera, la quale produsse l'assoluta rovina solo nei limiti del terrapieno.

Un'altra considerazione che si può fare è che al di là dei centri d'esplosione qualunque quantità di dinamite, imballata o sciolta, non è capace di esplodere per le commozioni dell'aria, siano pur fortissime come quelle che si ebbero ad Avigliana, le quali, come si disse, valsero a danneggiare tutto, rompendo e sminuzzando (anche dentro le case) mobili, porte, travi, ecc. Infatti non si potrebbe diversamente spiegare come non sia esplosa tutta la dinamite che si trovava nei diversi laboratori e quella che nei magazzini di deposito fu ancora recuperata poco lontano dai grandi centri di esplosione, senza ammettere l'inattitudine della dinamite ad esplodere sotto la sola influenza di urti così potenti manifestantisi contemporaneamente su tutta la massa. Questa considerazione ci porta anche a dovere escludere che le esplosioni avvenute ai magazzini siano state determinate dalla fortissima commozione atmosferica prodottasi per l'esplosione del *petrinaggio*.

Anche per il caso delle capsule detonanti di fulminato di mercurio si potrebbe fino ad un certo punto cominciare a fare la stessa supposizione, ma trattandosi di un fatto isolato sarà sempre più prudente non avventurare il giudizio, trattandosi specialmente di un esplosivo di tutt'altra natura.

*

Passando ora alla ricerca delle cause che poterono determinare le esplosioni, e cominciando da quella che portò la distruzione del *petrinaggio*, ecco quali sarebbero (sempre secondo il dottor Spica) le principali ipotesi ammissibili:

1^a decomposizione di nitroglicerina all'atto degli impasti per essere rimasta instabile per non accurati lavaggi;

2^a elevazione straordinaria di temperatura in qualche madia per mancata avvertenza nel regolare il vapore;

3^a produzione in uno dei miscugli di qualche reazione chimica provocata da impurezze contenute negli ingredienti;

4^a presenza, in qualcuno degli ingredienti, di granelli di silice e di altri corpi duri capaci di produrre sfregamento all'atto dell'impasto, o presenza di qualche capocchia di fiammifero;

5^a scoppio di qualche goccia di nitroglicerina rimasta inosservata nel rubinetto che si puliva;

6^a attriti od urti per caduta di un corpo duro nella nitroglicerina libera che era nel recipiente di guttaperca, o nel filtro dove ne erano rimasti residui, o su qualche goccia caduta forse sul pavimento.

Naturalmente tutte queste ipotesi sono da prendersi in considerazione, ma se per alcune si deve ammettere, secondo l'A., meno probabilità (come per la 1^a, vista la grande cura che si è sempre tenuta per la preparazione e per i lavaggi della nitroglicerina), per altre invece si deve ritenere una probabilità maggiore. Così, p. e., il dottor Spica ritiene la 4^a ipotesi come una delle più ammissibili, giacchè la presenza di granelli di silice o altri corpi duri nella polvere di cellulosa del legno che il dinamitificio acquista in commercio non è delle meno probabili, nè delle meno frequenti.

Per le esplosioni avvenute nei magazzini essendo stata eliminata (per le considerazioni fatte avanti) la possibilità che esse siano avvenute per effetto delle grandi commozioni, sismica ed atmosferica, prodotte dalla esplosione del *petrinaggio*, qualora non si ammetta la presenza, in mezzo ai pacchi di dinamite incassata, di cartucce in istato di decomposizione (la quale cosa è assai poco probabile) non resta che l'ipotesi che esse siano state prodotte per la caduta di materiali incandescenti o fortemente riscaldati sui magazzini stessi, o sulle casse che stavano fuori, o su quelle che vi si trasportavano. Infatti, per effetto della prima esplosione, materiali di tutti i generi furono lanciati intorno per un raggio grandissimo, e fra questi materiali, da tenersi in considerazione più speciale, furono grandi pezzi di piombo, più o meno arrotondati, più o meno fusi che si trovarono dappertutto nel dinamitificio e fuori, fino alla distanza di qualche chilometro.

Gli incendi successivi degli altri magazzini e l'esplosione dell'ultimo che fu visto saltare, si spiegano facilmente per le proiezioni provenienti dai primi magazzini esplosi ed ai quali si trovavano contigui.

*

Il dottor Spica aggiunge infine le seguenti considerazioni relative alle misure di sicurezza, che a suo giudizio erano sfuggite prima a chi aveva il dovere d'invigilare e che ora la dolorosa esperienza fa subito risaltare a prima vista.

Prescindendo dal fatto che la fabbrica di dinamite di Avigliana si trova ora fuori posto, perchè circondata tutt'attorno da un cumulo di altre fabbriche, dove vengono quotidianamente occupati centinaia di operai, si affaccia la domanda del perchè depositi così importanti di esplosivi si siano potuti permettere là dove si fanno le più pericolose preparazioni, mentre per sè stessi non offrirebbero, se messi al sicuro, che un pericolo relativo; e tanto più questa domanda viene naturale, quando si pensi che l'apparecchio di preparazione della nitroglicerina, che ebbe a saltare già in passato diverse altre volte, è ancora più prossimo ai magazzini che non il laboratorio del *petrinaggio* ora distrutto, e dove non avvennero prima altre esplosioni. Egualmente non si può lasciare di considerare come sia stato sempre imprudente il permettere che in uno stesso locale, come era quello del *petrinaggio*, si eseguissero il lavaggio, la filtrazione e l'impasto della nitroglicerina, operazioni tutte pericolosissime e che messe insieme aumentano le probabilità delle esplosioni. Nel caso speciale dell'esplosione di cui si tratta c'è anche da osservare che il lavoro procedeva forse troppo intensamente, e che se invece si fosse pensato di ripartirlo fra i due *petrinaggi*, probabilmente l'esplosione non sarebbe avvenuta o, per lo meno, le conseguenze non sarebbero state tanto dolorose e disastrose.

Nelle industrie di tutto si fa calcolo e, potendosi evitare ogni maggiore spesa, stando sempre nei limiti concessi dai regolamenti emanati dalle autorità, si procura sempre di fare la più stretta economia. Onde incombe al Governo il dovere d'invigilare continuamente su questo genere d'industrie, e se oltre ai regolamenti esistesse in Italia un ispettorato per gli esplosivi, come si ha in Inghilterra, forse tante cose all'atto pratico non sarebbero permesse e molte disgrazie del genere di quella di Avigliana non averrebbero.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

BIBLIOGRAFIA

I trasporti di terre e di materiali nei cantieri di costruzione, dell'ing. FELICE PASETTI, Capitano del Genio. — Op. in-8° di pag. 46, con 62 figure nel testo e 7 tavole. — Estratto dalla *Rivista d'Artiglieria e Genio*. — Roma, 1900.

Nella costruzione di strade e canali, i movimenti di terra costituiscono spesso la maggior parte dell'opera, e la questione dei trasporti è di tale entità da far dipendere da essa sola tutta l'economia della costruzione.

D'altronde ora incomincia a farsi strada nelle Amministrazioni la convenienza negli appalti della separazione in lotti secondo la natura stessa dei lavori da eseguirsi. La strettezza del tempo concesso all'esecuzione è un elemento che più sovente che non per lo addietro interviene ad accrescere le difficoltà, e ad imporre l'impiego di speciali impianti. L'altimetria delle località, lo stato delle vie da percorrere, i mezzi che si trovano disponibili nella regione dove i lavori si debbono eseguire, impongono l'uso di sistemi a preferenza di altri. Ond'è che mentre in paesi semibarbari, ove la mano d'opera è a prezzo vilissimo, si eseguono tuttora grandi lavori di stero, facendo tutti i trasporti con ceste portate dagli indigeni; negli Stati Uniti d'America, dove la mano d'opera è costosa e le numerose officine si prestano alla preparazione di tutti gli strumenti ed apparecchi immaginabili, si eseguono lavori di stero per milioni e milioni di metri cubi senza che una sola pugnata di terra venga portata dall'operaio.

Il Capitano del Genio, ingegnere Pasetti, compreso dell'importanza di conoscere tutti i mezzi con buon successo adottati nelle diverse circostanze in questi ultimi anni, nello scopo di poter scegliere tra di essi con una certa larghezza di vedute, pubblicò nella *Rivista di Artiglieria e Genio*, ed in un opuscolo a parte, una succosa ed ordinata rassegna, illustrata da opportune figurine, dei principali sistemi di trasporto finora adoperati.

Dice in un primo capitolo dei mezzi più comunemente in uso nei lavori di poca entità, sia per il trasporto orizzontale, sia per quello verticale, incominciando dal paleggiamento e dal trasporto con ceste, gerle o barelle, venendo successivamente ai trasporti colle carrie a mano di legno o di ferro, descrivendo quelle autoscaricatrici di Taufflieb e Chaussard, la carriola adoperata in China e quella a due ruote l'una di seguito all'altra, ideata dal Gries di Egg Harbor City (N. J.); e per ultimo accennando alle carrette a due ruote tirate da uno o due cavalli.

Più importante e più diffuso è il secondo capitolo riguardante i mezzi di trasporto adoperati nei lavori di grande importanza. Di fronte ad una straordinaria quantità di mezzi meccanici, dei quali alcuni fecero in pratica cattiva prova ed altri riscontrati utilissimi andarono sempre più estendendosi e perfezionandosi, l'Autore sceglie fra questi ultimi, dapprima i trasporti su binari provvisori, effettuati con vagonetti o vagoni che s'impiegano isolati o riuniti in convoglio, sia che vengano applicati gli uomini per la trazione, come nelle brevi distanze, sia che si impieghino più opportunamente, dove la distanza è grande, i cavalli o le locomotive.

Occorrendo di sollevare terre o materiali da costruzione a ragguardevoli altezze può occorrere talvolta l'impiego della *carriola alla corda*, su rampe gemelle; per trincee profonde si usa talvolta innalzare verticalmente le carrie per mezzo di rinvio orizzontale al quale vi si possa attaccare un cavallo. Quando il trasporto debba farsi fra punti aventi un dislivello assai forte si ricorre alla sistemazione di piani inclinati *a fune*. Meritevolissime poi di considerazione le *carriole volanti* applicate per lo scavo del canale di Suez e vantaggiose sempre per distanze orizzontali non maggiori di 200 metri e per innalzamenti massimi di 3 metri. *Il trasporto con cigne* ha avuto in questi ultimi tempi parecchie applicazioni ed alla Esposizione universale di Parigi in parecchi punti delle gallerie a due piani questo sistema di sollevamento meccanico delle persone vi si trova applicato a fianco od in sostituzione delle ordinarie scale. A questa categoria di trasporti con cigne possono pure ascriversi i *piani inclinati con tela senza fune*, e quelli *a tavolato continuo mobile*, dei quali sistemi la famosa piattaforma girante dell'Esposizione di Parigi è l'ultima espressione.

Per i trasporti di terra e di materiali possono impiegarsi in molti casi con molti vantaggi le *vie aeree funicolari*, delle quali il capitano Pasetti descrive con minuti particolari i diversi sistemi.

Curioso ed originalissimo l'impianto eseguito a Denver (Colorado negli Stati Uniti) di *trasporti colle gru* eseguito per la costruzione di un grande fabbricato, colle quali si è riuscito a risparmiare le costose impalcature per il sollevamento ed il trasporto dei materiali nei vari punti del cantiere. Collo stesso sistema si è proceduto nella costruzione del palazzo di Giustizia di Salt Lake City (Utah). La breve ma condensata rivista termina colla descrizione degli apparecchi adoperati per lo scavo del canale di Chicago.

G. SACHERI.

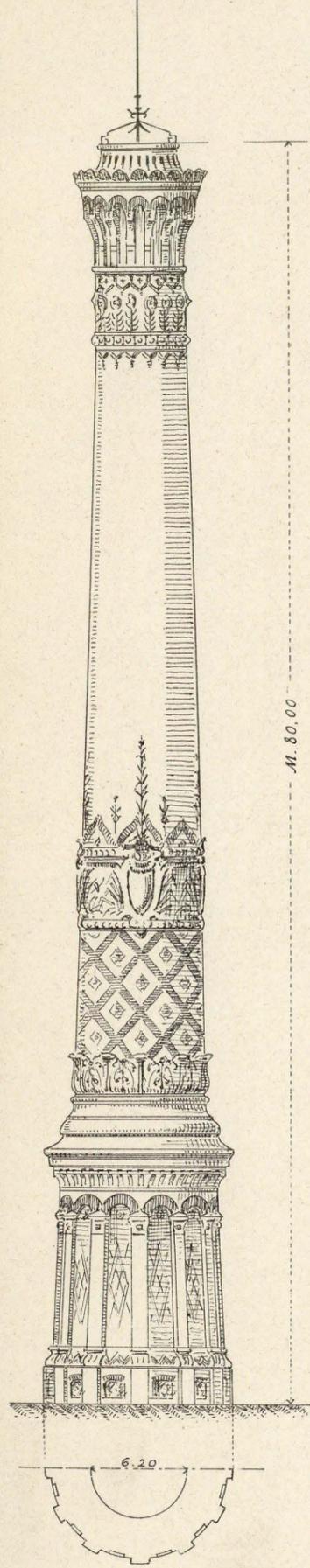


Fig. 1.
Camino La Bourdonnais.

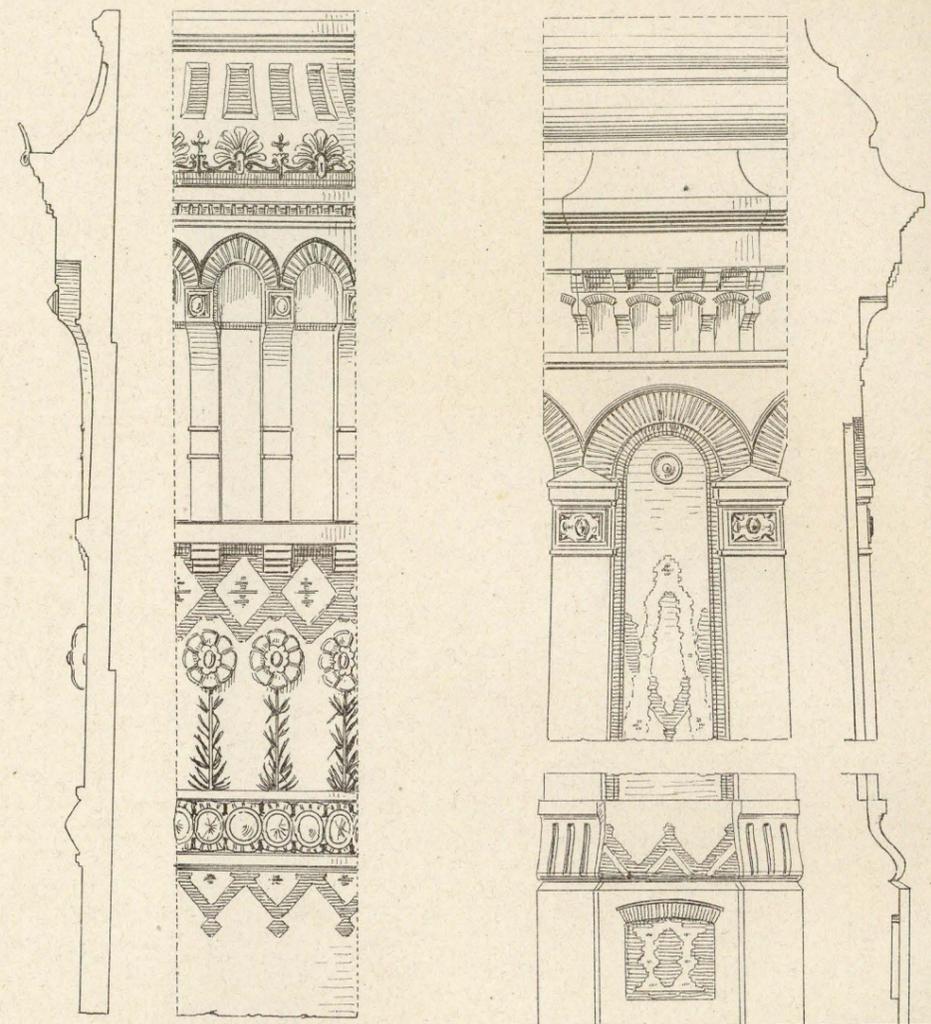


Fig. 2, 3, 4 e 5.
Particulari decorativi della parte terminale, del basamento, del fascione intermedio con stemma e delle foglie di acanto del camino La Bourdonnais.

Scala per le figure 2 a 5

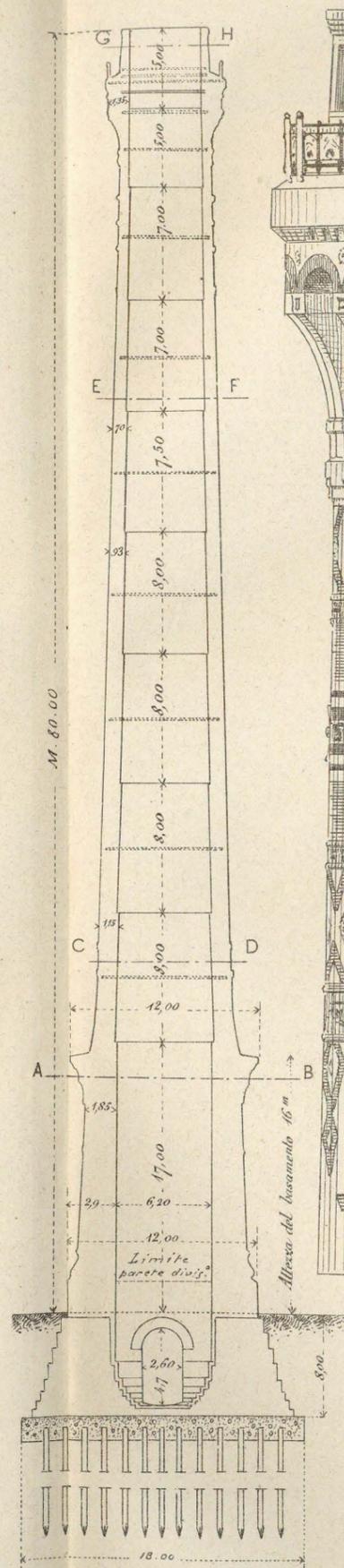
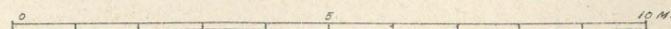


Fig. 6.
Sezione verticale del camino Suffren.

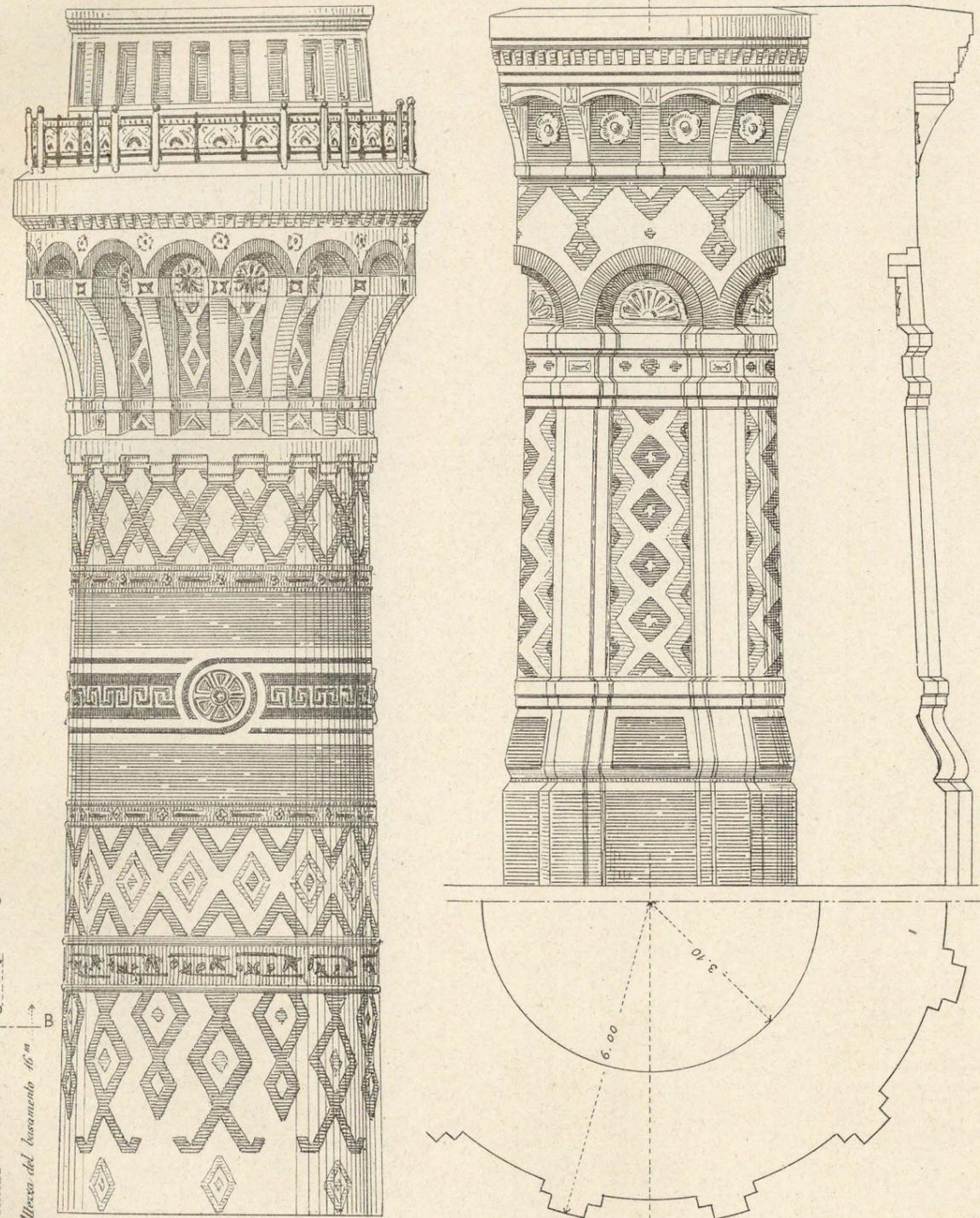


Fig. 7 e 8. — Particolari della parte superiore e del basamento del camino Suffren.

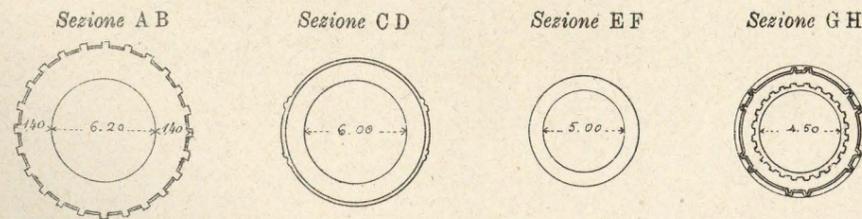


Fig. 9 a 12. — Sezioni orizzontali a differenti altezze della fig. 6.