

FOGNATURA DI LONDRA.

Dopo la dominazione dei Romani, ed i tentativi di Azzone Visconti, non ci consta che i popoli moderni per molti secoli abbiano giammai pensato a provvedere in qualche modo allo smaltimento delle materie fecali o delle acque lorde dall'interno delle città, per cui si lasciavano disperdere per le strade e per le case a grave danno della salute pubblica.

Non furono che gli inglesi i quali iniziarono siffatti lavori a Londra al principio del corrente secolo. Se non che le prime opere di questo genere vennero intraprese senza avere stabilito un piano di operazione. Si approfittò dei corsi d'acqua che attraversavano la città per gettarvi le acque lorde e le spazzature delle strade. Più tardi si coprirono con volte o con lastroni di pietra, quando si ebbe il bisogno di allargare le strade, oppure allorchè le emanazioni infettavano le vicinanze. Le case dei privati per lungo tempo rimasero senza comunicazioni colle fogne. Anzi veniva interdetto sotto pene severe di far defluire le immondezze nei canali pubblici.

Un primo miglioramento fu l'obbligo imposto a ciascun proprietario di aprire delle fosse nell'interno delle case per raccogliere in esse le acque lorde.

Verso il 1820 le società per la condotta delle acque cominciarono il loro servizio col distribuire le acque prese da un confluente del Tamigi e dallo stesso Tamigi e si progredì in modo tale che nel 1850 si provvidero le case private ed i canali di fognatura di circa M. cub. 200 000 di acqua, dei quali 22 mila m. c. pel servizio pubblico. Dopo di che caddero in disuso le proibizioni emanate di scaricare le acque lorde nelle fogne, in modo tale che le fosse nell'interno delle case non erano più che un'eccezione.

Da ciascuna casa diramava un tubo di gres del diametro di m. 0,30, il quale scaricava le acque delle cucine, delle latrine e del cortile nella fognatura della strada. Essa era costrutta di muratura di mattoni della larghezza da m. 0,80 a met. 1,20 e dell'altezza da met. 1,20 a met. 2,00, la quale andava ad immettere nel Tamigi. E siccome non era possibile l'efflusso che nella bassa marea così le materie si aumentavano durante l'intervallo della stessa marea, e da questi depositi emanavano delle esalazioni insoffribili e pestilenziali che furono la causa delle grandi malattie di cui andò soggetta Londra e le grandi città modellate su di essa. Basterà il dire che in un sol anno di epidemia in Inghilterra perirono più di 70 mila persone (1).

(1) MUSE. — *Sul modo di risanamento delle città in Inghilterra.*

Dalle osservazioni fatte nel 1857 dagli ingegneri della metropolitana di Londra risultò che si versavano giornalmente nel Tamigi metri cubici 431 800 di immondezze e che per ottenere un buon sistema di fognatura era necessario di provvedere allo scarico giornaliero di metri cubici 0, 198 per abitante.

Fu in conseguenza di ciò che nel 1858 si trovò la necessità di autorizzare la *Metropolitan Board of works* (consiglio della città pei lavori) a contrattare un prestito di 75 milioni di lire, che poi salì a 105 milioni, per la costruzione di una fognatura generale la quale venne colà chiamata *main drainage*. Essa doveva avere per iscopo di migliorare la qualità delle acque potabili, di asciugare il terreno della città e di purgare l'atmosfera.

Le condizioni fondamentali alle quali doveva soddisfare il progetto erano le seguenti :

a) intercettare tutte le acque di scolo e la maggior parte delle acque meteoriche del bacino di Londra.

c) sostituire al moto intermittente dell'acqua nei canali, il moto continuo e togliere per conseguenza la causa per la quale si formavano i depositi nei canali.

d) lo scarico delle acque di scolo nel Tamigi doveva farsi in un punto abbastanza lontano da Londra affinchè le materie abbandonate al fiume non potessero dal riflusso essere ricondotte in città.

e) infine si volevano utilizzare il più possibile le forze naturali in modo da non ricorrere alle macchine a vapore se non nel caso di assoluta necessità.

Preso il Tamigi come asse della città essa si può riguardare come divisa in due parti, l'una delle quali sulla sponda settentrionale, l'altra su quella meridionale del fiume. Il servizio della fognatura in queste due parti venne fatta con una rete di canali del tutto indipendenti. In ciascuna di queste parti vennero costrutte tre linee di grandi collettori cosicchè ognuna di esse si trova divisa in tre zone presso a poco parallele al fiume e che si chiamano rispettivamente *piano basso*, *piano medio* e *piano alto*. Le acque di questi tre collettori sono poi riunite in un solo canale di scarico e convogliate in un serbatoio dal quale vengono estratte ed immesse nel fiume.

Questa estrazione si fa due volte al giorno, quando la marea comincia a discendere, e si approfitta così del deflusso per cacciare nel mare le acque impure; si è calcolato che in tal maniera si guadagnavano 19 chilometri, vale a dire che scaricando le acque di scolo a marea alta, si riusciva alle stesse condizioni che succedendo lo scarico a marea bassa e a 19 chilometri più a valle.

Riunite le acque di scolo della regione Nord in un sol canale, al quale scopo fu necessario di innalzare di metri 11,00 le acque del collettore basso, vengono raccolte di poi in un serbatoio in vicinanza a Bar King Creek situato a 22 chilometri e mezzo a valle di London Bridge.

Nella regione sud i tre collettori si riuniscono a Deptfort Creek e vanno nel serbatoio di Crossness Point che resta più a valle di quello di Bar King Creek. In tal caso le acque del colatore inferiore si sono sollevate di met. 6 con macchine a vapore per riunirle alle acque dei due collettori superiori. Ma il serbatoio sud trovandosi più basso del serbatoio nord fu duopo innalzare le acque col mezzo di macchine a vapore per poterle scaricare durante l'alta marea.

La sezione generalmente adottata nei canali di fognatura è la circolare, come quella che offre la maggior area per una data quantità di materiale, ma esistono altresì dei condotti della forma ovoidale. In quanto alle dimensioni essi risultano necessariamente da due elementi cioè dalla quantità totale delle acque da tradursi e dalla velocità necessaria per impedire che si formino i depositi nei condotti.

Dopo numerose esperienze si è trovato che per raggiungere la massima economia poteva bastare la velocità di $\frac{2}{3}$ di metro per minuto secondo.

L'acqua distribuita a Londra proviene sia dal Tamigi sia dalla Lea; essa è soltanto filtrata e non purificata; e quantunque si derivi ad una grande distanza dalla città, nullameno diventerà sempre più difficile di impedire gli inquinamenti da parte degli abitanti che si trovano sulle sponde a monte delle derivazioni. Una tale quantità d'acqua è scarsa ed è quasi tutta venduta ai privati di modo che non rimane che una piccola quantità per gli usi pubblici, per la lavatura dei canali e per l'innaffiamento.

Fognatura al nord della città. — Abbiamo già detto che questa fognatura è costituita da cinque parti distinte, vale a dire dai tre collettori, alto, medio e basso; dall'edificio pel sollevamento delle acque dal collettore basso al collettore alto, finalmente dal serbatoio all'estremità inferiore.

Il collettore alto ha la lunghezza di circa 11 chilometri colla sezione circolare del diametro da m. 1,20 a m. 3,40 colle pareti grosse da 20 a 70 centimetri. Esso raccoglie le acque provenienti dalla superficie di Ettari 2600. Questo collettore si congiunge a quello medio col mezzo di un sistema di paratoje di ferro che nel caso di grandi piogge possono scaricare le acque esuberanti nel Tamigi passando nel Fiume Lea.

Il collettore medio è della lunghezza di circa 15 chilometri e raccoglie le acque di scolo di 4500 ettari di terreno. La sezione trasversale del condotto è presso che conforme a quella del collettore alto.

Il collettore basso è destinato per lo scolo di 2800 ettari di terreno, ma esso serve anche di emissario della divisione suburbana dell'ovest, della superficie di Ettari 3700, le cui acque però devono esser sollevate di met. 5,40 col mezzo di macchine; comprese le diramazioni esso è della lunghezza di 29 chilometri.

Le acque di questo collettore devono essere sollevate di 11 metri, come già si è detto più sopra, pel quale sollevamento furono collocate 8 macchine a vapore della forza nominale di 1140 cavalli servite da 16 caldaje. Questo edificio venne impiantato ad Abbey Mills ed è diviso in tre piani; l'inferiore è destinato ai pozzi di aspirazione; il piano intermedio contiene il serbatoio per la condensazione delle macchine; ed il piano superiore costituisce il locale dei motori.

Riunite le acque dei tre collettori in un solo emissario vanno a scaricarsi nel serbatoio di Bar King Creek dopo il percorso di chilom. 8,80. Questo emissario è l'opera più costosa della fognatura avendo impegnato nella spesa più di 16 milioni.

Il serbatoio di Bar King Creek occupa la superficie di 4 Ettari e trovasi al

di sotto del livello del suolo. È diviso in 4 compartimenti ed è coperto da arcate in muratura; esso può contenere metri 154000 di acqua ossia il deflusso di circa 10 ore continue.

Presentemente per ottenere la maggior salubrità in Londra e de' suoi contorni sono in corso di esecuzione altre opere sommamente grandiose delle quali daremo qui un breve cenno.

Le acque delle fogne vengono trattenute in questo recipiente per 8 ore per ogni marea e poi scaricate nel fiume quando la corrente verso mare giunge al suo massimo.

I nuovi lavori consistono in vasche coperte adiacenti al lato nord dell'attuale recipiente le quali vasche occupano il terreno fra il canale di scarico e Bar King Creek per un'estensione di circa $4\frac{1}{2}$ ettari. Vi saranno 13 vasche larghe met. 10 e lunghe in media 300 metri; ciascuna comunicherà col canale di scarico per mezzo di chiuse da aprire e chiudere a volontà. Le acque delle fogne verranno immesse successivamente in ciascuna vasca e vi resteranno sempre per un tempo sufficiente per depositarvi le materie solide in esse sospese, agevolando il deposito coll'aggiunta di 3,7 grani di calce e 1 grano di protofosfato di ferro (gr. 0,24 e 0,065) per ogni litri 4,54 di acqua; lo scarico avverrà a stramazzo sopra dieci chiuse per ogni vasca che andranno abbassandosi insieme col calare dell'acqua nella vasca, cosicchè il liquido sarà decantato cioè sarà portato via lo strato superficiale senza disturbare il deposito.

Le acque uscite dalle vasche passeranno in acquedotti coperti situati trasversalmente sotto le vasche, e andranno in parte nei compartimenti dell'attuale recipiente, ed in parte in una camera situata sotto l'attuale canale di scarico, Quando il livello della marea lo permetterà esse andranno al fiume passando per questa camera; ma quando ciò non sarà possibile, a motivo dell'altezza dell'acqua nel fiume, passeranno negli altri scompartimenti del recipiente attuale e vi rimarranno fino a che il livello dell'acqua del fiume permetterà la loro uscita.

Quando uno scompartimento è stato vuotato dal liquido, il deposito semiliquido vien mandato fuori per canali coperti i quali lo portano ad un collettore; da questo per mezzo di tubi esso viene mandato ad un pozzo raccoglitore e finalmente sollevato col mezzo di trombe e scaricato entro una serie di 12 vasche situate fra l'attuale canale di scarico ed il fiume. Queste vasche coperte sono lunghe 42 m. larghe m. 6, quando saranno terminate e copriranno $\frac{2}{3}$ di ettaro; il deposito semiliquido in esse contenuto sarà lasciato riposare, perchè in esso avvenga un nuovo deposito, e il liquido che ne uscirà sarà mandato ad un serbatoio inferiore dal quale verrà sollevato e condotto alla *liming station* o edificio di precipitazione colla calce (*lime*); il precipitato verrà mandato in un serbatoio situato sotto le vasche, di poi verrà condotto per tubi ad un ponte d'imbarco per essere versato in bastimenti che lo porteranno in alto mare. Nel caso che il cattivo tempo impedisca la partenza di questi bastimenti, il precipitato sarà immesso in un altro serbatoio per lasciar posto nel primo.

Al nord di queste vasche sarà costrutta la casa delle caldaje e del motore,

ed un officina per i macchinismi destinati a sollevare il deposito nelle vasche della seconda decantazione, ed a mandare il liquido che ne esce all'edificio di precipitazione e il secondo deposito ai bastimenti.

Ritornando al primo stadio della precipitazione per mezzo della calce e del protofosfato di calce si osserva che la calce non è versata nelle vasche, ove sarebbe difficile di distribuirla equabilmente, ma bensì nei canali collettori a circa 600 metri prima del loro sbocco nelle vasche, ed il portofosfato a circa 500 metri. L'edificio per la calce comprenderà un magazzino di calce; aje coperte per ispegnerla, sei vasche per mescolare la calce col liquido proveniente dalla seconda decantazione; un serbatoio superiore per il latte di calce, da trasportarsi con trombe a vapore. Il latte di calce poi sarà mandato nei fognoni.

L'edificio pel ferro comprenderà le tettoje per riparare il protofosfato di ferro con altra per la frantumazione e la miscela coll'acqua; indi verrà scaricata nei fognoni.

La quantità del liquido da trattarsi venne valutata al giorno di m. c. 408 600 e richiederà ogni giorno 23 tonnellate di calce.

Questi lavori furono appaltati per la somma di 10 milioni di lire oltre i motori ed i meccanismi del valore di 1 065 000 (1).

Fognatura a mezzogiorno della città. — I due collettori alto e medio, costrutti nella parte meridionale della città sono destinati allo scolo di una superficie di 5000 ettari di terreno. La sezione dei condotti all'origine ha la larghezza di met. 0,90 e l'altezza di met. 35; si accresce nella parte inferiore fino ad avere la larghezza e l'altezza di metri 3,15. Le diramazioni sono circolari del diametro di met. 2,10. Questi due canali sono sovrapposti e riuniti in una medesima costruzione a partire da New Cross Road fino al fiume Deptford Creek che nei giorni di grandi acquazzoni sussidia l'emissario ad immettere nel Tamigi una parte delle acque. A questo fine i due collettori sono provvisti da paratoje. Di poi le acque entrano in 4 tubi metallici del diametro di met. 1,50 che le traducono sino all'emissario.

Il colatore basso ha la lunghezza di circa 16 chilometri e serve per lo scolo di 5000 ettari di superficie. All'origine il condotto è circolare del diametro di met. 1,20 indi si biforca e prende la sezione rettangolare sino a raggiungere l'altezza e la larghezza di met. 4,50.

I tre collettori si riuniscono a Deptford e vanno a costituire l'emissario della parte di mezzogiorno della città. Se non che le acque del collettore basso devono essere rialzate di met. 5,40 per congiungersi a quelle degli altri due collettori. Per ottenere il sollevamento di tali acque vi sono applicate 4 macchine a vapore della forza ciascuna di 125 cavalli, in guisa che operando insieme possono sollevare 5 metri cubici d'acqua al secondo vale a dire 18 000 met. c. d'acqua all'ora.

L'emissario che sussegue ai tre collettori è un'opera molto importante e che costò 8 milioni. Esso è circolare del diametro di met. 3,50 e della lunghezza

(1) *Giornale dei lavori pubblici*. Ottobre 1887.

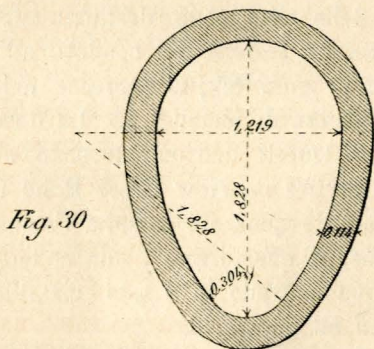
di 12 chilometri. Nella costruzione di un tal emissario si sono incontrate non poche difficoltà trovandosi esso in molti punti alla profondità di met. 15,50 che si spinge fino a 23 metri.

All'estremità dell'emissario trovasi il serbatoio Crossness il quale occupa la superficie di Ettari 2,60 e che può contenere 114 000 metri cubici di acqua. Allorchè giunge l'alta marea queste acque vengono sollevate all'altezza da met. 3 a 9 metri, secondo lo stato delle stesse acque, impiegandosi in ciò 4 macchine a vapore della forza ciascuna di 125 cavalli.

Riassumendo si ha che la fognatura di Londra stata costrutta dal 1859 al 1869 ha la lunghezza di 132 chilometri di canali coperti, e comprende due immensi serbatoi e quattro edifici di pompe a vapore della forza di 2380 cavalli. Essa costò, come già si disse, la somma di 105 milioni di lire (1).

Relativamente alla sezione trasversale della fognatura di Londra si osserva che i sei collettori principali hanno le dimensioni di altezza e larghezza le quali aumentano da monte a valle. In quanto ai canali secondari si sono usate le sezioni massime di metri 1,828 per metri 1,219 di larghezza come vedesi nella fig. 30 sino alle dimensioni minime di metri 0,914 per metri 0,609.

Sezione della fognatura di Londra



In quanto all'impiego delle acque provenienti dalla fognatura il Parlamento inglese ha sottoposto allo studio di una Commissione il problema sul modo più acconcio di utilizzare tali acque. La stessa Commissione dopo una serie di esperienze istituite a Rugby, le quali durarono 4 anni (dal 1862 al 1865) addivenne alla seguente conclusione:

« Non vi può essere alcun dubbio, sui danni che risultano dalla pratica generalmente seguita di immettere le acque di scolo, od altri residui, nei fiumi dei quali si serve una popolazione. Questi liquidi sono inoltre causa di morte dei pesci cosicchè diminuiscono i mezzi di sussistenza degli abitanti.

« Non si è ancora trovato alcun mezzo artificiale efficace a rendere potabile, o almeno buona per gli usi di cucina, l'acqua che fu inquinata con tali sostanze,

(1) Le notizie che vengono qui date intorno alla fognatura di Londra furono ricavate dalla memoria dell'ingegnere De Freycinet sull'uso delle acque di scolo della città di Londra.

I processi conosciuti, tanto meccanici quanto chimici, non possono produrre che una parziale disinfezione, per cui l'acqua di scolo così purificata è sempre suscettibile di entrare in putrefazione. L'acqua che all'apparenza sembra la meglio purificata può in certe condizioni generare gravi epidemie nel seno delle popolazioni che ne fanno uso. Invece il suolo e le radici delle piante a vegetazione attiva possiedono in sommo grado la facoltà di distruggere rapidamente le impurità che trovansi nelle acque di scolo e di renderle per conseguenza affatto inoffensive. L'unico mezzo per disinfettare le acque di scolo di una città è adunque quello di lasciarle espandere sulle terre.

« E non solamente è possibile di utilizzare quest'acqua col condurla sopra terreni coltivati mediante opportuni canali, ma questo mezzo di liberarsi da un male può divenire una fonte di ricchezza per le città che così dispongono dei loro residui, tanto più perchè gli ingrassi artificiali, già scarsi al giorno d'oggi, diverranno sempre più scarsi.

« La fognatura di una città richiede come complemento la pronta adozione di un sistema che possa convertire un elemento dannoso in una perenne sorgente di fertilità ».

Ora per utilizzare le acque della sponda nord venne adottato il progetto presentato dai signori W. Napier e W. Hope che consiste nell'ottenere degli ingrassi liquidi i quali possono venire spacciati ai coltivatori in tutte le epoche in una qualunque proporzione. È questo lo scopo che hanno i lavori eseguiti lungo la sponda nord di cui abbiamo fatto cenno più sopra.

Le notizie più recenti sulla fognatura di Londra, che qui riassumiamo, vennero fornite dal Colonello W. Haywood (1883) e riportate dal Prof. Pacchiotti nella sua opera sulla fognatura di Torino (1).

1.^o La canalizzazione è generale nella City e per tutta la estensione della immensa metropoli. Non esiste in tutta Londra una sola fossa, nè fissa, nè mobile, nè un solo apparecchio divisorio dei solidi dai liquidi.

2.^o Entra nei canali pubblici la intera massa dei rifiuti umani, tutte le acque domestiche e le piovane e quelle che servono all'innaffiamento e lavatura del suolo. Tutto passa per le fogne.

3.^o Le latrine particolari variano all'infinito, per forma, costruzione, disposizione e congegni. Nelle più moderne si immettono litri 9, 04 di acqua potabile ad ogni volta che si apre la valvola per vuotarle, lavarle e spingere le immondezze alla canna delle latrine, donde vanno alle fogne sotterranee.

4.^o La ventilazione dei cessi privati è semplice, poichè questi sono costrutti presso i muri esterni e provvoluti di finestre oppure stanno disposti ad una breve distanza dalle case od in un piccolo cortile annesso alla casa.

5.^o Però nelle recenti costruzioni di grandi od alte case a 4 o 5 piani, la tromba dei cessi è prolungata fino al dissopra dei tetti per ottenere la ventilazione; dove manca questa disposizione si cerca di introdurla.

(1) *Della fognatura di Torino.* — Ricerche e proposte della Commissione — Relatore G. PACCHIOTTI Torino 1883.

6.^o In generale la tromba dei cessi non riceve che i rifiuti umani deposti in quelli; le acque delle cucine dei lavabo, dei bagni, scendono per altri canali speciali che vanno poi a riunirsi alla tromba comune. In generale gli acquai non sono nelle case di Londra collocati vicino ai cessi, come lo sono presso di noi. Però tanto i condotti degli acquai, quanto quelli della latrina, od uniti o separati si terminano direttamente nelle fogne.

7.^o Per impedire l'ingresso dei gas dalle fogne entro le abitazioni non mancano mai i sifoni idraulici o valvole ad acqua, di forme diverse alle estremità inferiori del cesso prima che questo comunichi colla canna comune. Sia per questo congegno, sia per l'abbondanza dell'acqua, non si sente mai in qualsiasi cesso il menomo fetore in qualsiasi epoca dell'anno.

8.^o I canali secondari penetrano nei principali per mezzo di una estremità ricurva, oppure per una bocca disposta a modo di campana. Giungono ad un livello differente. Questa differenza dipende dalla profondità media della corrente d'acqua che circola nel canale principale ed anche da altre circostanze che variano all'infinito.

9. — Le fogne di Londra variano in diametro da m. 0,2286 a m. 3,660. La pendenza minima data dall'Haywood ai grandi collettori è di m. 0,00037. Essa varia anche nel loro corso secondo la pendenza del suolo.

10. — Le fogne di un diametro di m. 0,4583, ed anche meno, sono formate da terra cotta; quando hanno un maggior diametro sono costrutte in mattoni rinziati con cemento o con calce idraulica.

11. — Il maggior numero di fogne di piccole dimensioni, cioè da m. 0,915 a m. 0,830 di diametro, sono provviste di platee di *grès* verniciato.

12. — I piccoli canali nei quali non possono penetrare gli uomini sono mantenuti liberi per mezzo di cacciate o colonne d'acqua spinte in essi con violenza. I grandi collettori, dove l'uomo entra liberamente, sono nettati quando occorre anche con cacciate; ma di rado ciò è necessario poichè vi ha là dentro un costante lavoro manuale per estrarre le sostanze voluminose ed impedire gli ingorghi.

13. — Tutta l'acqua che cade sulla pubblica via scende nei canali passando per certe bocche munite di graticole poste sulla strada; sotto queste graticole esistono dei recipienti in muratura di grandezza diversa per trattenere i detriti del mac-adam, il fango, la polvere, i corpi voluminosi. Le graticole sono sovente aperte; i recipienti, ripuliti, il fango estratto e deposto in carri e trasportato fuori della città. Ecco come tutti questi depositi non possono essere trascinati nelle fogne dall'acqua piovana o dall'acqua che si usa per lavare le strade. Però convien rammentare che le vie principali di Londra sono ora coperte di dadi in legno per la lunghezza di parecchi chilometri. La pavimentazione in legno prevale.

14. — Non vi sono valvole ne sifoni per intercettare la comunicazione dell'aria esterna colle fogne.

Queste sono ventilate per mezzo di camini direttamente comunicanti con esse: questi si terminano alla superficie delle strade con aperture coperte di graticole

di ferro come si disse testè. Nella City vi sono molti di questi camini che si levano su fino al sommo delle case adjacenti per mezzo di tubi di ferro del diametro di metri 0, 15.

15. — Non si ammettono entro le fogne di Londra, come si usa in quelle di Parigi, né tubi di acqua potabile né fili telegrafici o telefonici od altro.

16. — I canali secondarj si raccordano coi principali e coi grandi collettori in varie maniere secondo le circostanze di luogo, di pendenza, di direzione.

17. — Il sistema di lavatura e ripulitura delle fogne è semplicissimo. La corrente stessa dell'acqua basta a mantenerle libere, quando non vi sono in sospensione che materie molli o fibrose. Ma quando vi sono introdotte sostanze inorganiche, pesanti, come talora succede, si procede coll'opera del vuotacessi che le raccoglie, estrae e depone entro carri a ciò destinati.

18. — I grandi collettori terminali in alcuni punti comunicano per mezzo di particolari bocche coll'aria esterna, ma nella massima parte del loro corso non hanno con questa alcuna comunicazione.

19. — La sezione delle fogne è di forma ovoide continua senza angoli né parti piane pei canali secondarj e per le estremità più alte dei collettori, ed è generalmente di forma circolare per le parti più basse di queste. Secondo l'opinione di Bazalgette si adottò la forma circolare quando era necessario di riunire la massima forza e capacità colla minor quantità di mattoni e la minor spesa.

Riassumendo i dati principali della fognatura di Londra si ha :

Superficie dotata di canali ettari 30432;

Lunghezza dei collettori o fogne principali metri 131963.

Superficie dei serbatoi 6 ettari e 4 are.

Forza totale delle macchine elevatrici 2616 cavalli;

Numero delle macchine 21.

Volume massimo delle immondezze che possono essere elevate dalle pompe in 24 ore metri cubi 2 250 000.

Non è soltanto a Londra che si pensò all'igiene pubblica, ma in tutte le città Inglesi si ebbe di mira di ottenere la necessaria pulitura con una grande quantità d'acqua e collo smaltire le acque lorde. A Glasgow, città di 400 mila abitanti, 30 anni sono si avevano di già in ciascuna casa civile, e quasi in ogni piano dei water-closet, dei bagni caldi e degli apparati per la doccia onde produrre una reazione salutare in causa dell'umidità del clima. Questa città che aveva 150 litri d'acqua al giorno e per persona, reclamava tuttavia una nuova quantità d'acqua per sopperire ai propri bisogni. Rugby, cittadella di secondaria importanza con 8 mila abitanti e 110 case, aveva una fognatura stradale con tubi di grès smaltato del diametro da m. 0,30 a m. 0,50 che accoglievano le acque lorde delle abitazioni anch'esse convogliate in tubi di grès smaltato del diametro da m. 0,20 a m. 0,25, per essere tradotte all'esterno. Nel continente Europeo si pensò ben poco finora alla salute pubblica e soltanto si ebbe un risveglio in questi ultimi anni.

Malgrado tutti i provvedimenti presi in Inghilterra nelle opere di fognatura a tutela della salute pubblica emerse tuttavia che un gran numero di malattie

colà dominanti dipendeva dalla cattiva costruzione delle fognature interne, dalla mancanza di ventilazione e dalle acque inquinate. Gli è perciò che nel 1884 si doveva presentare un Bill, per la sanzione del Parlamento, all'oggetto di accordare una gran facoltà agli Ispettori sanitari onde far adempire molte prescrizioni a garanzia dell'igiene pubblica col prescrivere fra le altre cose quanto segue:

che i canali di fognatura secondari avessero una sezione regolare collocati con una conveniente pendenza e separati dalla fognatura principale mediante un tubo di ventilazione ed un sifone,

che i giunti fossero resi stagnati e non vi esistesse alcuna comunicazione diretta fra la fognatura e l'interno delle abitazioni,

che i condotti del sottosuolo si trovassero interamente ventilati e tradotti al di fuori dei fabbricati senza alcun orificio, sia in prossimità di una finestra o di una apertura qualunque degli stessi fabbricati,

che le latrine e le fosse delle lordure fossero collocate in modo da non recare alcun incomodo, bene ventilate, costrutte con buoni materiali ed in conformità a tutte le ordinanze d'igiene che potessero esistere nei distretti.

che tutti i tubi di scarico provenienti dai serbatoj, vasche, cisterne bagni, che andavano a finire all'aria libera, avessero delle cadute a sifone e dei canali al di fuori delle case,

che tutti i serbatoi per raccogliere le acque potabili fossero costrutti in modo da prevenire qualunque inquinamento delle medesime e si potessero facilmente ispezionare e ripulire,

che esistessero delle aperture di ventilazione sufficienti per la ventilazione dei locali, ecc. ecc. (1).

FOGNATURA DI PARIGI.

Le fogne di Parigi sono quasi tutte recenti, se si eccettua l'acquedotto di cintura che si era costruito verso il 1750 nel letto dell'antico piccolo canale di Menilmontant, il quale trovavasi al nord dei *baulevards* e seguiva una depressione, ancora quest'oggi distinta, scaricando nella Senna a Chaillot. Un tale acquedotto, che aveva la larghezza di 2 metri, era considerato siccome un vasto collettore e nel quale si dirigevano successivamente alcune fogne costrutte nei popolosi quartieri della sponda destra, fino a quando la sezione di esso si riconobbe insufficiente. I condotti sotterranei successivamente eseguiti non avevano altro scopo se non quello di scaricare le acque pluviali in guisa che nel 1830 non si avevano in Parigi che circa Chilom. 40 di condotti sotterranei; in conseguenza di che non era da meravigliarsi se le strade di questa grande capitale si trovassero infangate ed insozzate come pantani da rendere penoso e difficile il transitarvi.

(1) *La Semaine des Constructeurs. Nouvelles Annales de la Construction.*

Dopo il 1830 i lavori di fognatura cominciarono a prendere una qualche estensione, ma lo scopo dei nuovi canali era procipualmente quello di dare uno sfogo alle acque pluviali, ma non già di immettervi altre materie od acque lorde, per cui gli stessi canali andavano tutti a scaricare nella Senna nell'interno della Città. Non vi era che la fogna della via Rivoli la quale sbarazzava dalla Senna una parte delle acque lorde, nel solo tratto però fino al ponte della Concordia.

I grandi lavori per la fognatura di Parigi non furono iniziati che verso il 1856 dietro le proposte fatte da Pujet nel 1854 al Consiglio Municipale. Il progetto è dovuto all'ingegnere Haussmann sussidiato degli ingegneri Michal e Belgrand nel quale progetto si trovò di ammettere come principio quello di avere delle fogne collettrici delle forme che si vedono qui in seguito delineate.

La vasta sezione di questi canali si era stabilita nell'ipotesi di farli servire ad altri usi, oltre quello di tradurre le acque di pioggia, per cui la loro costruzione venne fatta in modo di poter essere percorsi in tutta la loro lunghezza, specialmente nei grandi collettori; ma sembra che le diverse tratte di fognatura, costrutte in epoche differenti, non siano state coordinate ad un piano generale ed in base a norme tecniche, poichè in alcuni tratti il profilo altimetrico è orizzontale col fondo piano, in altre si hanno dei bruschi risvolti e l'incontro dei fognoli ad angolo retto. Tutto ciò produce naturalmente degli ingombri, arrestandosi le materie solide e pesanti, per cui vi stagnano le acque lorde e si ha la fermentazione delle materie le cui esalazioni sono cotanto dannose alla salute pubblica.

La rete di fognatura nel 1878 non era tuttavia compiuta, ma raccoglieva le acque di 6450 ettari sui 7500 (in cifra tonda) che sono ricchiusi nel perimetro di Parigi, fatta sottrazione della superficie della Senna compresa fra il lungo Senna.

Attualmente la città di Parigi è provveduta di canali di fognatura della lunghezza di chilometri 517,86 dei quali per chilometri 73,76 appartengono alla nuova città.

L'avvenuta immissione delle spazzature delle strade e di una parte delle materie fecali e delle acque lorde, i gravi inconvenienti che sono derivati da queste immitenze, obbligò di occuparsi anche il Ministero di Agricoltura e Commercio il quale nel 1880 istituì una Commissione all'oggetto di studiare i rimedi che fossero necessari per ovviare ai danni cagionati alla salute da questo stato di cose. Questa Commissione in seguito ad uno studio molto accurato, ha presentate le sue proposte indicando i lavori da eseguirsi per migliorare lo stato igienico della città, di cui ci occuperemo innanzi. Ma finora questi lavori non furono eseguiti.

Ciò premesso verremo ora ad esaminare lo stato attuale della fognatura ed in qual modo essa funziona.

Le gallerie sotterranee di Parigi che esistono attualmente comprendono per ogni strada due condotti per l'acqua, ove i diametri raggiungono sino la misura di m. 1,10. In essi trovansi collocati dei tubi pneumatici, dei fili telefonici, delle funi elettriche. ecc. ciò che rende facili questi collocamenti in qualunque tempo senza manomettere e scavare la strada pubblica. A Parigi, ove le strade sono

relativamente strette e la circolazione enorme, è questo un vantaggio assai prezioso. Siffatta rete sotterranea, stata ideata dall'ingegnere Belgrand e di un'utilità incontestabile ed in essa si comprendono in poco spazio le distribuzioni del calore della luce e della forza.

Quantunque in diverse case di Parigi vi siano degli immondezzei nei quali si accumulano i rifiuti solidi provenienti dalle abitazioni ed in seguito trasportati all'esterno in ore determinate, non pertanto vi esistono molte case nelle quali anche le immondezze solide si scaricano nella fognatura, con che si ha un amasso enorme di materie che ritardano l'ordinario deflusso delle acque, di modo che dovrebbero essere vietate simili immitenze.

Ma siffatto concepimento della fognatura costrutta a Parigi non si potrebbe accettare nelle città ordinarie. All'estero, fra le più grandi città dell'Inghilterra e della Germania, che recentemente furono provvedute di una rete di canali per la fognatura, nemmeno una accettò l'idea di seguire l'esempio grandioso di quello di Parigi. Ed un tale esempio sarebbe funesto a molte città se si volesse imitarlo.

A Londra in alcuni quartieri (*Holborn-via duct: quai de Londres*) al disopra del canale di fognatura vi è un'altra Galleria sotterranea (*Subway*) destinata specialmente pei condotti dell'acqua e del gas.

La fognatura col sistema di Parigi impegna altresì nella costruzione di una piccola strada pel passaggio degli operaj cosicchè conduce a dei risultati troppo costosi per essere applicata da qualunque altra città (1).

La rete di fognatura di Parigi attualmente si compone di tre collettori principali vale a dire:

1.^o *Del collettore della sponda destra* che conduce ad Asnieres le acque di un bacino di 2550 ettari;

2.^o *Quello della sponda sinistra* o della Bievre, che si getta nel precedente a Clichy dopo di avere sottopassata la Senna al ponte dell'Alma mediante un sifone, ed il cui bacino ha l'estensione di 2700 ettari.

2.^o *Infine il collettore del Nord* che raccoglie le acque degli altipiani per una superficie di 1200 ettari. Questo sbocca presso S. Denis ma le sue acque vengono prese quasi alla sua uscita di Parigi da una derivazione che conduce a Gennevilliers.

Il collettore generale della sponda destra nel 1878 era tuttavia incompleto. Esso non comincia che al bacino dell'arsenale, segue la Calata (*quai*) fino al ponte della Concordia e di là si dirige quasi in linea retta ad Asnieres. In tal maniera guadagna tutta la pendenza che presenta la Senna nel suo lungo tragitto per sorpassare la punta del bosco di Boulogne.

Le acque del versante ripido, che si eleva presso S. Angustin, sono tradotte col mezzo di una fognatura lunga più di 10 chilometri.

Relativamente alle acque delle parti piane della città esse vi giungono col

(1) Il Comune di Parigi può disporre di quasi 100 lire per ciascun abitante vale a dire quasi 3 volte maggiore della massima parte della città della Francia.

collettore secondario della via Neuve-des-Pelits-Champs e parte di quella della via di Rivoli.

Il collettore della sponda sinistra ha la sua origine nel punto in cui la Bievre sorpassa le fortificazioni. Esso taglia con gallerie le scarpe di un tal fiume si avvicina obliquamente alle calate per la strada Geoffroy Saint-Hilaire, le segue dalla piazza S. Michele fino al ponte dell'Alma; attraversa con sifone la Senna e rientra in Galleria sotto la sponda destra per raggiungere fuori di Parigi il collettore di Asnieres.

All'Esposizione universale di Parigi del 1878 si vedeva un piano delle fogne in allora esistente e di quelle da costruirsi.

Da un tal piano si rilevava che ciascuna strada doveva essere provveduta di una fogna, se aveva la larghezza minore di m. 20, e di due fogne se superava questa misura. Parigi in cifra tonda aveva chilom. 870, di vie la cui canalizzazione completa obbligherebbe a costruire chilom. 1040 di fogne. Per questo totale si erano di già costrutti chilometri 610; non mancavano quindi che chilometri 430, i quali erano meno importanti.

Da questo rapido sguardo della fognatura di Parigi si vede che la Senna fino dal 1878 non riceveva quasi più delle acque immonde nel tratto in cui attraversa Parigi, e che inoltre non si era più minacciati in tempo di piena di vedere le acque del fiume rifluire nelle fogne giacchè queste non sono in comunicazione colla Senna che ad Asnieres, ove il livello delle acque di piena è da m. 2 a m. 2,50 più basso che al ponte Reale.

Sezioni trasversali delle fogne. — Dalle grandi fogne sino ai canali delle piccole vie vi sono 14 tipi di condotti. La scelta dell'uno o dell'altro di questi tipi dipende dalla quantità d'acqua che deve ricevere, dalla pendenza che gli si può assegnare ed infine dal diametro dei condotti di acqua potabile che vi si devono collocare. Quest'ultima destinazione ha obbligato talvolta a dare alle fogne delle grandi dimensioni che non sarebbero occorse al solo scopo a cui doveva mirare la fognatura.

Tali fognature si possono distinguere nelle seguenti tre categorie cioè:

1.^o *Collettori principali*, nei quali vi è un cunicolo al centro della profondità alcuni di un metro ed ove il pulimento si eseguisce dagli operai mediante

Fig. 31

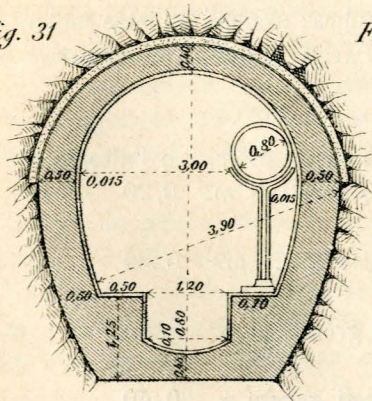


Fig. 32

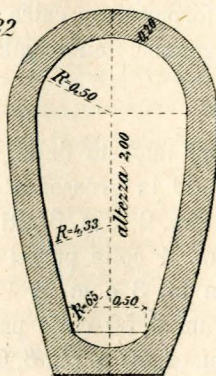
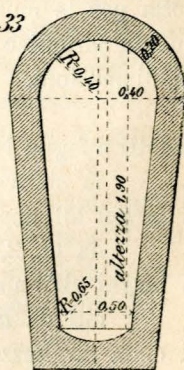


Fig. 33

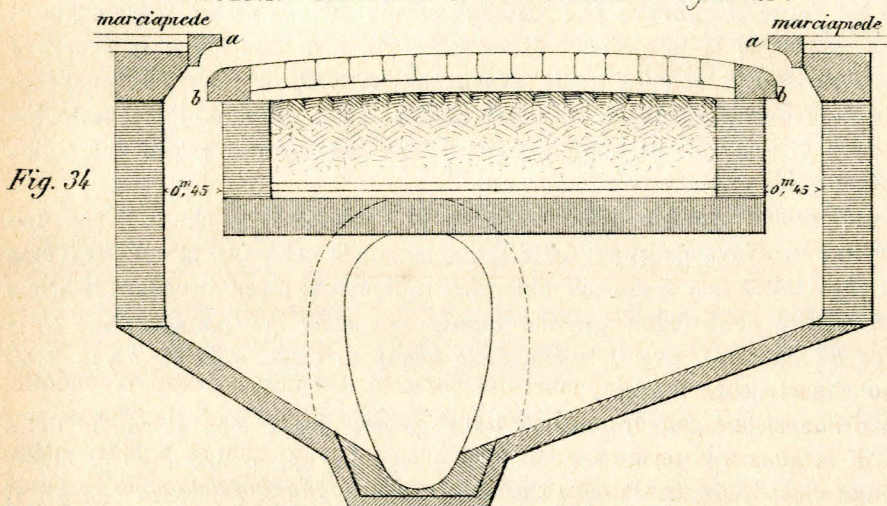


barche con saracinesche, la cui sezione interna varia da metri superf. 11,40 a 18,70, ed ove la pendenza del fondo è da m. 0,30 a m. 0,50 per chilometro.

2.^o *Collettori ordinari*, col cunicolo della profondità di m. 0,80 almeno la cui pulitura si effettua mediante carri con saracinesca scorrenti sopra rotaje applicate ai margini della cunetta. La sezione interna di questi collettori varia da m. q. 4,25 a metri q. 11,40, e la pendenza da metri 0,50 a m. 5,00 per chilometro.

3.^o *Fogne senza cunicolo* della sezione interna da m. q. 2,45 a metri quadrati 3,30 nei quali la pendenza del fondo è almeno di 1,50 per chilometro,

Sezione dei canali di scarico nelle fognature



nel caso di canali che ricevono poc' acqua, ma che si può portarla a m. 50 ed anche a m. 80 per chilometro, quando le fogne abbiano poca lunghezza.

Per la facilità del pulimento si mantiene, per quanto è possibile, la pendenza del fondo nei limiti più sopra indicata.

Costruzione delle fogne. — Nella costruzione dei canali per la fognatura, come pure per quelli destinati ad altri usi a Parigi si impiegano le pietre molari ordite con malta di calce idraulica o meglio ancora di cemento.

In quest'ultimo caso le grossezze delle pareti sono ridotte a circa $\frac{2}{3}$ di quanto si adotta per le murature formate con calce idraulica; usando le pietre molari ed il cemento idraulico gli ingegneri municipali di Parigi adottano pressochè le seguenti dimensioni.

Acquedotti e fogne larghe all'imposta delle vòlte meno di m. 2 e l'altezza sotto la chiave m. 2,60 la grossezza delle pareti di m. 0,20

Simili larghi all'imposta da m. 2 a m. 3 alti:

da m. 2,50 a m. 4 colle pareti grosse . . m. 0,30

Simili larghi all'imposta da m. 3 a m. 4

alti da m. 4 a m. 4,50 colle pareti grosse . » 0,35

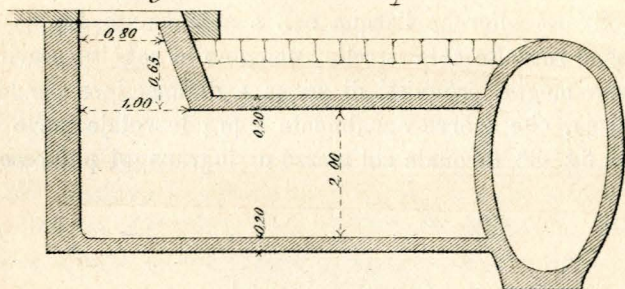
Simili della larghezza da m. 4,50 a m. 6,00

alte da m. 4,50 a m. 5,50 colle pareti grosse » 0,40

In ogni caso l'estradosso delle volte si deve trovare almeno di m. 1,00 sotto il piano inferiore del lastricato oppure del sottosuolo del mac-adam.

Canali di scarico e d'ispezione delle fogne. — Le acque delle strade vengono scaricate nei canali di fognatura col mezzo delle bocchette e dei canaletti trasversali, come vedesi dalla fig. 34. Queste bocchette, che si trovano naturalmente nei punti più bassi, sono costituite ordinariamente da una lastra di *coronamento aa*, che si trova in continuazione del ciglio del marciapiede, la quale viene convenientemente incavata per ottenere la bocchetta, e da un cordone o *soglia* pure di pietra *bb*, che si colloca allo stesso livello della cunetta di scarico la quale

Fig. 35 Viadotti d'ispezione



poggia sulla parte superiore dei muri del pozzetto. Un tale pozzetto, o condotto verticale d'immissione, ha ordinariamente la sezione di m. 1 di lunghezza per m. 0,45 di larghezza e termina in un condotto inclinato che va a finire nella fogna. Questo condotto, che si chiama *diramazione della bocchetta*, ha l'altezza media di m. 1,30 sotto la serraglia, la larghezza di m. 0,60 all'imposta della volta e m. 0,50 di larghezza al fondo.

Oltre ai condotti di scarico delle acque provenienti dalle strade vi sono altri condotti per discendere a visitare le fogne, che sono stabiliti alla distanza fra loro di m. 50.

Quando la fogna si trova sotto il marciapiede il condotto è verticale e corrispondente all'asse della stessa fogna. Esso è della luce interna di m. 0,90 in quadro e va a terminare al piano del marciapiede in una botola di ghisa composta da un telaio fisso e da un chiusino mobile del diametro di m. 0,80.

Se invece la fogna è costrutta sotto la strada si apre tuttavia il pozzetto sotto il marciapiede e si fa comunicare colla fogna col mezzo di un piccolo viadotto d'ispezione (fig. 35) le cui dimensioni sono ordinariamente di metri 2 di altezza sotto la serraglia di m. 1 di larghezza all'imposta e di metri 0,50 al fondo.

Quando la profondità dello scavo lo permette la botola si colloca ordinariamente a m. 0,50 sull'estradosso della volta del viadotto d'ispezione e si discende col mezzo di gradini di sporto dalla botola al fondo. I gradini sono alti da m. 0,15 a m. 0,20, larghi m. 0,50. Questi gradini poi sono sommamente utili per ricoverare gli operaj nei momenti di procella.

La rete delle fognature di Parigi nel 1878 accoglieva le acque delle strade col mezzo di 7 000 bocchette. Vi erano 10 000 pozzi, ove potevano discendere gli operaj per curare la fognatura; e circa 22 000 case immettevano le acque luride e le dejezioni nei condotti.

Per la pulitura delle fogne di Parigi necessita il lavoro degli operaj che applicano diversi mezzi di pulimento i quali consistono:

Nel *vagoncino a bilico*, che si applica alle fogne con rotaje e cunetta piccola.

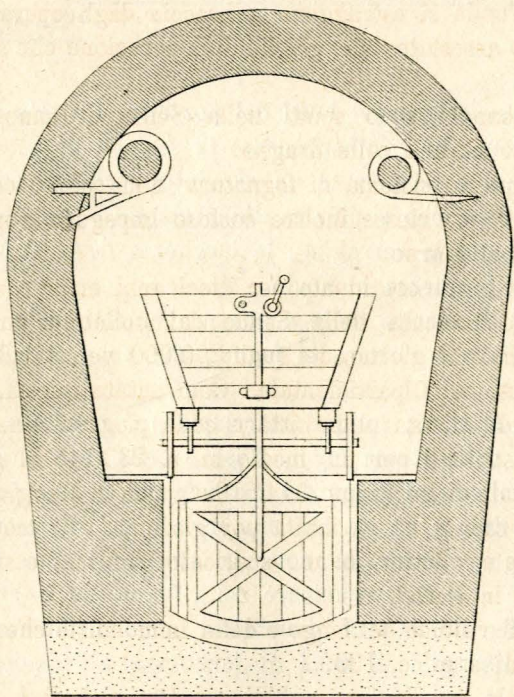
Nel *vagone paratoja*, che si usa ove la fogna ha le rotaje ed una cunetta profonda.

Finalmente nella *barca paratoja*, quando si hanno le banchine e cunette larghe.

Il *vagoncino a bilico* non è che una riduzione degli ordinarij vagoni pei movimenti di terra. Si usa allorchè l'acqua non è abbondante. Le materie che esso trasporta, e che sono raccolte col rastrello, vengono in seguito scaricate nei collettori i quali siano meglio provvisti di acqua e di maggiore pendenza.

Il *vagone paratoja*, che scorre egualmente sopra le rotaje porta una *paratoja* come vedesi nella fig. 36 la quale col mezzo di ingranaggi può essere abbassata

Fig. 36 Vagone paratoja



entro la cunetta e chiuderla quasi interamente. In allora l'acqua si eleva a monte del carro, passa con violenza sotto la paratoja ed anche attraverso a due aperture che vi sono praticate, scaccia le materie che incontra sul pavimento e fa essa stessa, per la pressione esercitata sulla superficie a monte della paratoja, avanzare il carro di una quantità eguale a quella che ha resa libera.

Poco a poco si forma un banco di grande estensione, che non si trasporta tutto in un pezzo, ma che muovesi a guisa delle Dune, vale a dire che le materie che si trovano a monte della paratoja si elevano insieme all'acqua, sboccano dalle uscite lasciate nella paratoja stessa, salgono il ramo ascendente della prima Duna che incontrano e si dispongono a piano inclinato verso valle della medesima. Sono tanti mucchi con versante dolce verso valle che si trasportano nella stessa guisa della duna spinta dal vento. Il carro paratoja sposta non solo le sabbie ed il limo, ma anche le pietre voluminose che sole non sarebbero smosse, ma che mescolate alle sabbie partecipano del movimento della massa.

I banchi percorrono per un medio un chilometro in 24 ore e finiscono a cadere in uno dei grandi collettori.

In quanto ai grandi collettori il loro pulimento si fa in un modo analogo al precedente. Soltanto che in luogo del carro vi è una *barca-paratoja*, in quanto che la dimensione della cunetta è da m. 2, 50 a m. 3, 50, con una corrente d'acqua dell'altezza di metri 1.

In tal maniera le sabbie sono gradatamente tradotte, sulla sponda sinistra fino ad una piccola distanza dal ponte dell'Alma, e sulla sponda destra fino allo sbocco del collettore. Le prime sono ricevute a monte del sifone, in una fossa di decantazione d'onde si estrarono a braccia dagli operai. Lo strame, le foglie ecc. ecc. sono arrestate dalle griglie di depurazione che si sorvegliano, giorno e notte.

Ad Asnieres i banchi sono spinti nella Senna e danno luogo ad un lavoro costoso, dovendosi estrarli colle draghe.

Come si vede questo sistema di fognatura non solo è complicato e presenta molti inconvenienti, ma riesce inoltre costoso impegnando nel lavoro continuo di oltre mille operaj al giorno.

Dietro le osservazioni continuate per dieci anni emerse che il volume complessivo dell'acqua scaricata nella Senna dai collettori può essere valutata a 250 000 metri cubici al giorno, dei quali 200 000 versati ad Asnieres, e 50 000 a S. Denis dal collettore Dipartimentale. Confrontata questa cifra colla quantità d'acqua potabile distribuita nella città e colla pioggia, emerge che nello stesso periodo furono distribuiti per un medio m. c. 233 145 al giorno e sono caduti sulla superficie totale di Parigi mc. 114 619 d'acqua di pioggia, cosicchè la quantità totale dell'acqua caduta e distribuita per giorno, fu di metri cub. 350 000. Da qui ne deriva che i collettori hanno scaricato $\frac{5}{7}$ circa, ossia 0, 70 della quantità entrata e piovuta in Parigi.

Si calcola che il volume del fango e delle immondizie che giornalmente si deve trasportare ascendi a m. c. 1900.

La spesa annuale per l'igiene pubblica a Parigi è di f. 2 200 000.

Sistema di costruzione e costo delle fognature. — La muratura dei canali di fognatura è formata da pietra molare in malta. I pezzi delle pietre sono disposti non già in filari orizzontali, ma bensì normalmente alla parete interna. Come pure i pezzi che costituiscono il fondo devono essere posti in *coltello* e

non in *piatto*; similmente ha luogo per i pezzi che formano l'ultimo filare delle banchine.

Le superficie interne sono intonacate con malta di cemento idraulico. Questa malta è composta da 2 parti di cemento e 5 di sabbia.

Superiormente alla vòlta vi è la cappa di malta di cemento della grossezza di centimetri quattro.

Il costo dei condotti con cunetta e banchine laterali fu il seguente cioè (1).

I. TIPO. Larghezza del condotto alle imposte della vòlta .	m.	3, 70
Altezza sotto la serraglia	»	2, 90
Larghezza della cunetta	»	1, 20
Profondità della cunetta	»	0, 80
Larghezza delle banchine	»	1, 00
Grossezza della muratura-piedritti	»	0, 65
» alla serraglia	»	0, 45
Platea alla cunetta-altezza	»	0, 45

Con tali dimensioni il costo della fognatura al metro corrente fu il seguente cioè:

1.º Muratura di pietra molare . . .	m. q.	8, 08 a L.	35, 00 a L.	303, 80
2.º Intonaco della vòlta con malta di cemento della grossezza di m. 0, 15	m. q.	8, 01 a L.	3, 35 a L.	26, 83
3.º Simile alle banchine, ma della gros- sezza di m. 0, 03	m. q.	4, 83 a L.	4, 60 a L.	22, 22
4.º Cappa di malta ordinaria grossa m. 0, 04, compreso lo strato di sabbia alto m. 0, 10 . . .	m. q.	7, 60 a L.	1, 80 a L.	13, 68
5.º Nolo delle centinature				6, 00
Costo al metro corrente				<u>L. 372, 53</u>

II. TIPO. Larghezza del condotto all'imposta della vòlta .	m.	3, 00
Altezza sotto la serraglia	»	2, 80
Larghezza della cunetta	»	1, 20
Profondità della cunetta	»	0, 80
Larghezza delle banchine	»	0, 70
Grossezza delle spalle	»	0, 50
» della vòlta	»	0, 40
» della platea	»	0, 45

(1) *Portefeuille des Conducteurs des Ponts et Chaussées*. Novembre 1865.

Il costo della tombinatura con queste dimensioni al metro corrente risultò come segue:

1.º Muratura di pietra molare in malta	m. q.	6,50	L. 3,50	L. 227,50
2.º Intonaco di cemento c. s. alla vólta	m. q.	7,84	L. 3,35	L. 26,26
3.º Simile alle banchine e cunetta	m. q.	4,03	L. 4,60	L. 18,53
4.º Cappa c. s.	m. q.	6,19	L. 1,80	L. 11,14
5.º Centinatura				L. 6,00
Totale al metro corrente				<u>L. 283,43</u>

Come si vede in questo costo non è compreso lo scavo del terreno ed il suo trasporto, la demolizione e ricostruzione del pavimento stradale ed altre spese accessorie le quali indubbiamente devono essere state di qualche rilievo.

Siccome venne detto la fognatura di piccole dimensioni senza banchine ed ove non si comprendono i condotti d'acqua e del gas, sono ovoidali colle pareti di calcestruzzo di cemento idraulico.

Prendendo le dimensioni medie di tali condotti, cioè quelli della larghezza di m. 1,00 alle imposte della vólta e di m. 0,50 al fondo l'altezza di m. 2,00 dal fondo al sottarco e la grossezza delle pareti di m. 0,20, si ha il volume di m. c. 1,15⁸ al metro corrente di calcestruzzo.

Fognatura domestica. — La fognatura domestica a Parigi venne disciplinata da diverse ordinanze Prefettizie le quali furono emanate in differenti epoche a norma dei bisogni che si presentavano. Qui riassumeremo brevemente le principali di tali prescrizioni.

In forza dell'ordinanza 25 Marzo 1852 non si potevano immettere nella fognatura stradale se non che le acque lorde provenienti dalle abitazioni, escluse le materie solide fecali, per cui riesciva tuttavia necessaria la conservazione dei pozzi neri. Ma coll'ordinanza 2 luglio 1867 si accordava ai proprietarj delle case fronteggianti le strade anche l'immitenza di tutte le materie fecali, cosicchè si potevano sopprimere le fosse fisse. Peraltro dalle dejezioni provenienti dalle latrine dovevano essere separate le parti solide da quelle liquide col mezzo di appositi apparecchi, non accettandosi nella fognatura che queste ultime dovendosi esportare all'esterno le materie solide col mezzo dei carri.

I condotti di trasmissione dei liquidi dalle case alla fognatura stradale dovevano avere la forma ovoidale, della larghezza all'imposta della volta di m. 1,30 e dell'altezza di m. 2,30 con un salto alto m. 0,15 all'incontro del condotto stradale. Successivamente coll'ordinanza 25 febb. 1870 furono diminuite le accennate dimensioni di larghezza ed altezza, riducendo la larghezza a m. 0,90 ed a m. 1,80 l'altezza. Questi condotti d'immitenza dovevano essere ventilati col mezzo di cammini da elevarsi sino al disopra dei tetti delle case.

Depositi ed immondezze. — Fra tutte le città capitali d'Europa soltanto a Parigi venne conservato il sistema delle fosse fisse. In esse le materie imputridiscono e fermentano, e la loro estrazione, qualunque siano i perfezionamenti che

si introducono nei processi, riesce sempre per se stessa un'operazione barbara sufficiente a condannare il sistema. Le materie sono trasportate entro botti al deposito municipale situato alla Villette. Il servizio del deposito viene fatto in eccellenti condizioni di proprietà e di igiene. Le materie sono versate entro vaste capacità, d'onde sono riprese con macchine a vapore e spinte entro condotti metallici a 10 chilometri dal mondevaio di Bondy. Tutto il materiale e tutte le parti del deposito sono generalmente lavate con una grande quantità di acqua. Una ventilazione energica scaccia i gas che sono abbruciati sotto le griglie delle caldaje. Giardini accurati circondano lo stabilimento. Gli apparecchi mobili comprendenti i tini filtri e le fosse mobili sono condotti con carri al deposito, caricati su battello in un posto dipendente dal canale dell'Ourq e trasportati in seguito al mondevaio di Bondy. I tini filtri non sono applicati che a circa un decimo delle case di Parigi; essi hanno pertanto il grande vantaggio di scolare nelle fogne tutti i liquidi vale a dire i nove decimi delle materie azotate putrefabili. Si incontrò del resto fino ad un'epoca molto recente un grande ostacolo al loro estendersi. Essi esigono l'acqua negli alloggi, di cui non si erano tuttavia provveduti. Attualmente che questo ostacolo è tolto di mezzo questi tini-filtri andranno forse estendendosi.

Oltre alla Villette vi sono altri depositi particolari i quali vennero concessi dalla Prefettura, ove si possono trasportare e lavorare le materie. Parecchi vuotatori hanno approfittato di una tale concessione. Se non che la lavoratura delle materie non può a meno che infettare l'atmosfera circostante.

Determinazioni da ultimo prese nell'interesse dell'igiene. — Malgrado tutte le disposizioni prese per migliorare il servizio della fognatura, le condizioni attuali di Parigi sono ben lontane di essere soddisfacenti. Il perchè ha indotto il Prefetto della Senna di occuparsi anche recentemente di una tale questione. A tal fine venne nominata una commissione tecnica la quale ha fatto degli studi importanti. Essa visitò un gran numero di città d'Europa, ove venne applicato il sistema di *tout a l'égout*, cioè Londra, Bruxelles, Amsterdam, Danzica, Berlino, ecc. Dopo di che ha riassunto i suoi studi e le sue conclusioni in un progetto di Regolamento il quale venne sottoposto all'esame ed alle determinazioni del Consiglio Comunale.

Dai documenti forniti dalla Commissione risulta senza alcun dubbio che col l'invio alla fognatura speciale o generale delle deiezioni umane si è migliorato notevolmente l'igiene nelle città ove l'hanno applicata. Le città di Danzica e Bruxelles, intorno alle quali si hanno dei dati positivi sulle diverse malattie infettive dominanti prima e dopo la fognatura, forniscono delle cifre molto eloquenti sulla diminuzione delle stesse malattie in quanto che si trova che il gruppo e l'angina furono ridotte del 105 al 34 per ogni 10 mila; il vajolo dal 170 al 53, ecc.

Si crede generalmente che allorquando la fognatura raccoglie tutti i prodotti della casa e specialmente le materie fecali, essa riesce molto infetta e presenta una notevole insalubrità. Questa idea è assai esagerata. La fognatura costrutta a dovere fornita dei cammini di ventilazione riesce abbastanza salubre.

La Commissione tecnica nominata dal Prefetto, come già si disse, era incaricata « di cercare col mezzo delle esperienze fatte, dai documenti e dalle notizie che « gli saranno fornite, il miglior processo da adottarsi per sostituire al sistema « attuale di scarico e del trasporto delle materie fecali, più conforme ai precetti « dell'igiene.

« Di indicare le modificazioni da introdursi, sotto il punto di vista della salute « pubblica, nei processi impiegati per la costruzione e per la cura della fognatura « destinata allo scolo delle acque domestiche e per smaltire i detriti di qualunque « natura scaricati dalle strade pubbliche ».

La Commissione venne costituita da Ispettori generali di Ponti e strade, da ingegneri civili, igienisti, architetti, dai membri della Commissione di vigilanza delle abitazioni insalubri e dagli ingegneri in capo di Ponti e strade e delle miniere.

Questa Commissione dopo 64 sedute ha esposto il proprio avviso formulando uno schema di Regolamento per ottenere lo scopo che si desiderava.

Siccome gli argomenti da essa discussi e trattati interessano non solo la città di Parigi, ma altresì qualunque altra città che intendesse di costruire la sua fognatura, non che tutti gli ingegneri ed architetti che si occupano di siffatte questioni e della costruzione degli apparati d'igiene nelle case, così abbiamo creduto essere sommamente utile di qui riprodurre in riassunto quanto fu stabilito dalla stessa Commissione che può servire di utile ammaestramento.

Innanzitutto si riconobbe la necessità che per ciascun alloggio vi sia una latrina speciale ove vi affluiscano almeno 10 litri d'acqua per giorno e per persona scaricandola in modo tale da trasportare tutte le materie. Fra il vaso ed il condotto di scarico si dovrà interporre un sifone idraulico, di costruzione semplice, come si pratica nelle case inglesi e nel Belgio.

Le acque pluviali e quelle di cucina devono passare egualmente per un sifone analogo.

La Commissione riconobbe che sovente i tubi di scarico delle materie sono poco lavati in causa del loro diametro esagerato; essi non comunicano coll'atmosfera e contengono un volume d'aria infettata che si espande negli alloggi col mezzo delle bocche delle latrine e degli acquai. Si è proposto adunque di prolungare i tubi di scarico fino al disopra dei tetti, per assicurare il libero e facile rinnovamento dell'aria. Fece voto altresì che vengano collocati dei serbatoj automatici ed intermittenti all'ultimo piano, per avere interpolatamente delle cadute d'acqua in tutta l'estensione del tubo di scarico. Infine bramerebbe che i condotti di scarico, diventati tubi evacuatori nel sottosuolo delle case, siano prolungati sino alla fognatura pubblica e muniti prima del loro sbocco da un sifone generale. La Commissione rimase stupita nelle sue visite alla rete delle fogne di Parigi degli inconvenienti che presentava sotto il punto di vista dell'igiene, l'arresto dei tubi di scarico a piombo del livello del muro della casa, vale a dire all'origine della galleria sempre molto larga, malamente lavata con poca pendenza che a Parigi costituisce la diramazione particolare. Essa constatò egualmente la necessità di avere degli otturatori idraulici sotto la forma di un

sifone, in luogo degli apparati imperfetti che hanno la disposizione delle cucchie e trattengono le immondizie le quali non dovrebbero essere fermate ma trasportate il più presto possibile dalla corrente della fogna pubblica.

La Commissione dopo di avere esaminate le acque scaricate dalle strade e dalle case, dal loro principio sino alle estremità dei rispettivi canali, ha potuto prendere una esatta cognizione del modo che vengono ricevute e scaricate. Il sistema delle fosse fisse venne quasi unanimamente condannato. Si trovò adunque di stabilire il principio della loro soppressione il più presto possibile, ma una tale soppressione non potendo essere istantanea in tutta Parigi, la Commissione indicò alcune modificazioni che potrebbero essere utilmente applicate alle fosse esistenti sino all'intera loro scomparsa. Fra queste la principale sarebbe quella di avere la doppia ventilazione mediante il condotto di scarico ed il tubo d'aerazione, la quale prescrizione impedirebbe possibilmente che siano rifluite le emanazioni nei gabinetti delle latrine.

Trovò egualmente la Commissione di proscrivere i recipienti di qualunque natura cioè fosse mobili, tinozze, apparati divisori o di diluizione, i quali si oppongono al libero e rapido deflusso delle materie; non conviene giammai di avere nelle case dei luoghi ove possono fermentare i prodotti della vita giornaliera. Le fosse mobili, anche stagnate, possono traboccare; le tinozze che hanno sovente gli stessi inconvenienti lasciano defluire la maggior parte delle materie e non sono che un'ipocrisia dello scarico diretto alla fogna senza averne i vantaggi. La Commissione non potrebbe tollerare se non che in via eccezionale e temporaria recipienti con materie secche assorbenti i quali possono rendere qualche servizio nei casi in cui non si abbia nè acqua, nè latrina convenientemente sistemata. In quanto agli apparati denominati divisori o di diluizione sarebbe necessario di diminuire gli inconvenienti che presentano quelli che sussistono col prescrivere cioè una cateratta o stramazzo e l'uso abbondante dell'acqua non che il passaggio dell'apparato delle acque pluviali e degli acquai con che si trasporteranno tutte le materie organiche e non si fermeranno posteriormente ai filtri che le sostanze inerte.

Una questione abbastanza seria, e di un carattere scientifico, si presentò alla Commissione in merito allo scarico nella fognatura di tutte le materie e delle acque provenienti dalle case, oppure se si dovessero costruire dei condotti separati. In seguito a delle lunghe discussioni che si sono fatte a tale riguardo si addivenne alle seguenti proposte che vanno a costituire parte di un Regolamento. Lo scarico totale nella fognatura delle materie escrementizie può essere autorizzato nei canali che sono largamente e costantemente alimentati d'acqua corrente, non lasciando accumularsi la sabbia e le materie solide le quali dovranno essere trasportate senza arrestarsi fino allo sbocco nei collettori.

Può essere autorizzato egualmente nei canali di fognatura meno abbondantemente provvisti di acque dei precedenti, ma che abbiano la pendenza necessaria pel trasporto di tali materie, sotto la condizione che si proceda in questa fognatura ai lavori ed al sistema di cura e di manutenzione che qui di seguito viene specificato cioè:

a) Si dovranno collocare delle guide nelle cunette per met. 7600 della vecchia fognatura, ove attualmente vi si scarica molta sabbia.

b) Gli angoli di tutta la platea delle fogne dovranno essere arrotondati.

c) Vi è la necessità di aumentare le dimensioni ovvero di eseguire la riforma delle vecchie fogne sulla lunghezza di circa dieci chilometri.

d) Per assicurare la risciacquatura dei condotti, indipendentemente dallo scolo delle acque scaricate dalle bocche e di quelle provenienti dalle abitazioni, verrà stabilito un sistema di cacciate ottenute col mezzo di serbatoj della capacità di dieci metri cubici d'acqua, da collocarsi alla sommità di ciascuna fogna ed al lungo di esse, alla distanza massima di 250 metri.

Questi serbatoj si vuoteranno istantaneamente una o due volte ogni 24 ore.

e) Verranno stabilite delle squadre di operaj all'oggetto di tener in moto le materie che saranno trasportate, o che rimarranno attaccate alle sponde delle fogne.

La lunghezza delle fogne per le quali occorre questo sistema di manutenzione è di circa 424 chilometri.

f) Verrà costruito nei collettori un determinato numero di bacini a sabbia (415 al massimo) dimodochè i battelli, ovvero i vagoni paratoja, possano togliere le materie entro il lasso di 24 ore.

g) Si collocheranno dei serbatoj mobili inferiormente alle bocchette delle strade che hanno il pavimento a pietrisco, ovvero di qualunque altra strada dalle quali siano scaricate nella fogna delle sabbie, delle lordure od altri corpi pesanti. Il numero di questi serbatoi si calcolò a 2000.

h) Il sistema centrale dei collettori sarà completato in vista di sollevare i collettori delle colline e di Clichy e di provvedere al deflusso di mc. 400 000 in 24 ore.

i) Le acque delle parti basse di Grenelle, di Bercy e del XII circondario di Parigi saranno convogliate nei collettori dipartimentali, sia a monte che a valle di Parigi.

l) Allo sbocco del collettore a Clichy saranno collocate delle paratoje mobili per impedire il riflusso delle acque della Senna in tempo di piena. In allora lo scolo delle acque del collettore verrà eseguito modificando le macchine elevatorie di Clichy affinchè sollevino e rigettino tali acque nella Senna, sino alla concorrenza di 600 000 met. cub. ogni 24 ore.

Nelle fognature che non soddisfino le condizioni più sopra specificate, ovvero in quelle in cui il riflusso dei collettori può arrestare lo scolo, si potrà fare l'emissione delle materie escrementizie col mezzo di tubi impermeabili collocati nelle gallerie e prolungate sino alla fognatura, la quale soddisfi le condizioni più sopra enunciate.

Da questo rapporto della Commissione istituita pel risanamento di Parigi si scorge in quale stato si trovi quella fognatura e quali opere occorran per rimediare ai molti difetti che essa presenta tuttavia, malgrado le somme enormi che furono erogate nella sua costruzione e nelle opere di adattamento.

Si calcola che sussistono tuttora 23 000 apparati divisorii, e 60 000 fosse fisse le quali furono condannate dalla Commissione e che ci vorrà un tempo abbastanza lungo per farle scomparire.

Si deve adunque conchiudere che la fognatura di Parigi, con tutte le opere che vi sono annesse, può essere ammirata per la sua grandiosità ed estensione ma che giammai non potrà servire di norma nella costruzione di altre fognature pei gravi difetti che presenta.

FOGNATURA DI BERLINO (1).

La popolazione di Berlino che nel 1826 non era che di 200 000 abitanti si accrebbe in breve tempo in guisa che nel 1884 risultava di 1 689 931 abitanti distribuita sopra 6258 ettari di terreno. Ma nella vecchia e nella nuova Berlino sulle due sponde della Sprea la superficie fabbricata è di ettari 2560.

Il clima è umido e freddo e non molto piovoso; per un medio l'acqua di pioggia è di m. 0,54 all'anno. — Le sorgenti si trovano ad una piccola profondità, cioè da m. 0,94 a m. 1,25. In questo stato di cose le sorgenti sono spesso inquinate da materie organiche in decomposizione. Non è punto a meravigliarsi se in queste condizioni la cifra della mortalità fosse elevata cosicchè nel 1871 si ebbero 39 decessi per 1000 abitanti.

Gli studi per la fognatura di Berlino si sono cominciati nel 1869 ed approvati nel 1873; ed i relativi lavori si sono intrapresi nel successivo anno 1874 per darli compiuti nel periodo di dieci anni.

Fra i diversi sistemi che si presentavano per la costruzione della fognatura in una città piana, attraversata da un fiume, venne scelto per Berlino il sistema radiale, nel quale il tracciato dei collettori seguono dei raggi che dal centro vanno alla periferia. In tal maniera si ha un determinato numero di zone distinte e si possono meglio distribuire le acque sui terreni di depurazione.

Il progetto e la direzione di tutti questi lavori di fognatura si sono affidati a James Hobrecht.

Colla costruzione della fognatura vennero sopprese tutte le vecchie fosse o pozzi neri, scaricandosi in essa tanto le acque lorde, quanto le materie fecali. Coll'ordinanza 14 Luglio 1874 del Prefetto della polizia di Berlino, fra le altre cose venne stabilito, che in seguito alla fognatura nelle case private erano proibiti i canali aperti, le fosse fisse ed i pozzi neri; ed i tubi di discesa delle materie si dovevano prolungare sino al tetto ovvero ventilarli mediante una comunicazione coi cammini.

Col sistema radiale stato adottato, la città di Berlino venne suddivisa in 12 zone, le quali comprendono la superficie di met. quad. 58 790 510.

Ma attualmente la fognatura non venne costrutta che per 5 zone, le quali hanno complessivamente la superficie di metri quadrati 26 692 000, colla popolazione di 680 000 abitanti.

La fognatura delle altre zone si costruirà in seguito secondo il bisogno.

(1) Estratto dalla memoria di Durant-Claye e Petsche (*Annales des Ponts et Chaussées* 1886).

Tutte le acque provenienti dalla fognatura, non meno che le pluviali che vi defluiscono, sono trasportate insieme ad una conveniente distanza dalla città ed in seguito sollevate col mezzo di pompe e convogliate sopra dei terreni di depurazione. Tuttociò diventava un quesito assai difficile da risolversi inquantochè si doveva cercare nella vallata della Sprea un terreno che meglio si prestasse alla filtrazione delle acque cariche di materie organiche, ma che avesse uno strato alto almeno m. 1,50 affinchè le acque lorde non andassero ad inquinare le sorgenti le quali, come si disse, si trovano a pochissima profondità.

A questo fine l'amministrazione Municipale di Berlino fu costretta ad acquistare la superficie di Ettari 5370 di terreno in diversi punti, spendendo la somma di It. L. 13 342 185.

Disposizione generale della fognatura. — Nella costruzione della fognatura venne determinato di raccogliere in essa anche le acque pluviali, poichè il tenerle esse distinte da quelle lorde non recava alcun beneficio ed impegnava a dover costruire dei condotti conformi alle fogne, stante che le acque di pioggia che defluiscono dalle strade, sono cariche di lordure ed hanno i medesimi caratteri di quelle delle fogne.

Si trovò di stabilire i condotti in guisa da riuscire superiori al livello delle sorgenti, onde ovviare al pericolo di inquinare le stesse sorgenti dal disperdimento delle acque di fogna.

Il principio dominante nel tracciamento della rete delle fogne fu quello di stabilire le linee più brevi per raggiungere le località dello scarico.

Ai collettori si sono destinate le strade diagonali con poca circolazione e senza tramways, in modo da rendere le riparazioni meno incommode. Nel tracciato si tenne egualmente conto di riuscire facili i canali di scarico. In causa della vicinanza delle sorgenti si aveva tutto il vantaggio di aumentare il numero dei collettori, piuttosto che di accrescere le loro dimensioni. I tubi semplici furono collocati sotto i marciapiedi.

I condotti in muratura si sono costrutti sotto un fianco delle strade; dall'altro fianco si collocò generalmente un semplice tubo. Nelle vie strette non vi è che un solo condotto.

Collocando i condotti sotto i marciapiedi, ovvero da un lato della strada, si ha il vantaggio di eliminare, oppure di diminuire le manomissioni della carriera e di avere le minori riparazioni. Le bocche che introducono le acque pluviali nella fognatura, esistenti sui cigli dei marciapiedi, si trovano così al disopra dei condotti; le diramazioni delle case private sono meno lunghe, hanno una maggiore pendenza e si ostruiscono meno facilmente.

Vi sono alcuni condotti trasversali i quali collegano quelli situati sotto i marciapiedi, ed in tal maniera si ha un doppio scolo delle acque, ciò che torna vantaggioso nelle riparazioni.

Fra due strade vi sono delle bocchette che introducono nelle fogne le acque pluviali. Agli angoli delle strade furono praticati dei pozzetti che servono a visitare i condotti, come pure laddove essi si incontrano. In tal maniera l'ispezione si rende facile. Fra due pozzetti i tubi sono sempre collocati in linea retta

e conservano il medesimo diametro; si può così vedere a colpo d'occhio e scoprire il luogo ove succedono gli ingombri, e chi è il proprietario responsale. Per impedire che giungano nelle fogne dei corpi voluminosi i tubi provenienti dalle case hanno il diametro di metri 0,16.

Quantità delle acque che possono condurre i condotti. — I condotti sono destinati a tradurre le acque che giungono dalle case e le pluviali, come già si disse.

Si è calcolato che le acque provenienti dalle case risultino del volume di litri 1,545 per ettaro e per minuto secondo, ammettendo così che il consumo sia di litri 127,3 per giorno e per abitante, erogato in 9 ore, ed ammessa una densità di popolazione di 785 abitanti per ettaro, numero che finora non venne raggiunto in quella città.

Del 1.^o Aprile 1882 al 31 Marzo 1883 il consumo massimo dell'acqua, per giorno e per abitante, fu di litri 85,22, ed il minimo di litri 47,12 e così il medio di litri 64, che è la metà di litri 127 come sopra supposta.

Il volume delle acque pluviali è di gran lunga maggiore e più difficile a determinarsi.

A Berlino le piogge sono frequenti ma poco abbondanti; il suolo è sabbioniccio ed avvi una pendenza debole, cosicchè si è valutata la sezione dei condotti di fognatura nell'ipotesi che la pioggia sia di circa metri 0,021 per ora, di cui $\frac{1}{3}$ soltanto giunga alla fognatura. Con che si ha per le acque pluviali lo scolo massimo di litri 21,185 per ettaro e per minuto secondo, i quali uniti alla quantità proveniente dalle case, risulta un deflusso di litri 22,730 per ettaro e per minuto secondo.

Relativamente alla pendenza dei canali essa non oltrepassa $\frac{1}{500}$ ossia m. 0,002 per metro.

La pendenza minima dei collettori è di $\frac{1}{2800}$ ossia m. 0,00036 per metro. I tubi provenienti dalle case in generale hanno una pendenza maggiore; la loro sezione è piccola e vanno a finire nella fognatura almeno di m. 0,12 al dissopra del fondo.

Forma dei condotti. — La fognatura di Berlino comprende due forme di condotti, cioè ovoidale e circolare.

Nei condotti di forma ovoidale il fondo presenta la massima curvatura per ottenere che la velocità del liquido sia la maggiore possibile, qualunque sia la quantità dell'acqua.

I tipi adottati in tale fognatura hanno nove dimensioni diverse che da m. 1,20 di altezza raggiungono i m. 2,00. All'imposta della volta la larghezza corrisponde a $\frac{2}{3}$ dell'altezza come si scorge dalla figura 37.

Le volte sono di mattoni della grossezza costante di metri 0,25.

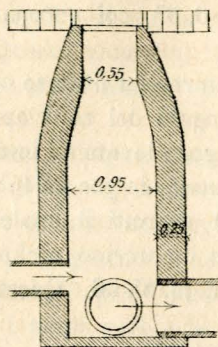
Allorquando si ha una quantità minore di acqua da scolare si adottano i tubi circolari di terra cotta, i cui diametri si aumentano di 3 in 3 centimetri.

Le minime dimensioni di questi tubi è di metri 0,21 di diametro: essi non si adottano che nelle piccole strade ed ove non si hanno le acque delle case, trovandosi congiunto lo scarico di queste ultime acque le dimensioni minime sono

di m. 0,24 di diametro. Con un tal diametro, e colla pendenza di $\frac{1}{500}$ il deflusso per secondo è di 25 litri, che corrisponde ad una superficie colante di 110 are.

Il più piccolo condotto ovoidale, dell'altezza di m. 1,00 colla pendenza di $\frac{1}{500}$, traduce litri 502 al minuto secondo, mentre il tubo più grosso del diametro di

Fig. 37
Pozzetti di visita



metri 0,48 non può tradurre che 140 litri. Pei deflussi intermedi si impiegano dei condotti di metri 0,90 che traducono 385 litri, dei condotti di metri 0,51; metri 0,60; metri 0,63, che traducono rispettivamente 133 litri; 245 litri e 277 litri.

Accessori della Fognatura. — Per poter ispezionare i condotti della fognatura vi sono due forme di pozzetti, l'una delle quali è quadrata l'altra è circolare. Questi pozzetti sono costrutti in modo non solo per poter visitare i condotti ma altresì per assicurarsi della ventilazione e per lo sgombrò delle materie quando i condotti sono pieni.

Attualmente la capacità dei condotti della rete di Berlino è di circa 100 000 met. cubici. In essa vi sono distribuiti 5000 pozzetti d'ispezione dei canali; ciascuno di essi deve adunque lasciar defluire circa 20 metri cubici di aria; la velocità dell'aria, supponendola di 1 metro per secondo, sono necessari da cinque a 6 minuti affinché l'aria raccolta possa defluire, presentando la sezione dei tubi una superficie di circa sei decimetri quadrati. Il collocamento di tali pozzetti richiede adunque uno studio accurato. L'esperienza ha mostrato che la forza dell'aria compressa basta a sollevare alcune piastre e ad impedire interamente lo scolo delle acque.

Abbiamo già detto che tali pozzetti sono circolari (Fig. 37) del diametro alla base di met. 0,95 che è la dimensione minima ove l'operaio possa muoversi; in questi pozzetti si possono chiudere i condotti quando si voglia impedire il deflusso dell'acqua. Essi si trovano alla distanza fra loro da 60 a 70 metri; ed esistono altresì in ciascun cambiamento di direzione.

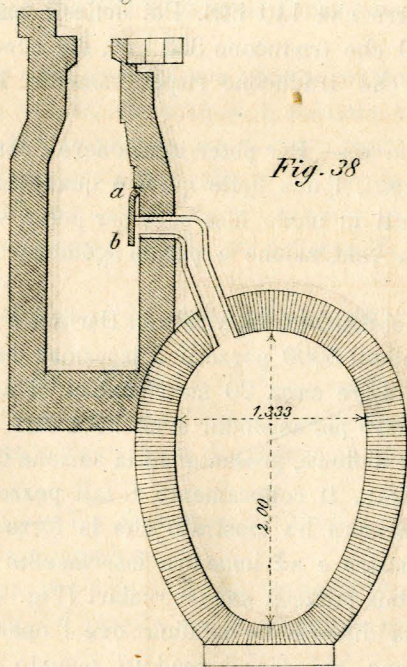
I pozzetti che servono ad accedere alle fognature sono quadrati, e provvisti di una scaletta larga m. 0,556 che va a raccordarsi con una parte cilindrica del diametro di metri 0,526, la quale sbocca sotto la piastra di guardia. Queste piastre sono doppie; l'inferiore è forata per la ventilazione ed impedisce che le immondizie della strada cadano nella fognatura; nelle grandi piogge si può toglierla e l'aria in allora sfugge dai fori della piastra superiore. La distanza di questi pozzetti è da 60 a 100 metri.

Le bocchette che servono a scaricare nella fognatura le acque pluviali della strada sono costrutte in modo di arrestare le materie solide che venissero trasportate.

Queste bocchette consistono in pozzetti cinti da muri di mattoni, profondi m. 2,05 della larghezza di m. 0,65, col coronamento dell'altezza di 0,23 e colla platea di granito.

Una griglia mobile, che gira intorno ad un asse orizzontale, chiude la bocchetta alla distanza di m. 0,49 dallo spigolo del marciapiede. Il pozzetto è destinato ad accogliere le materie, le quali vengono levate ad intervalli tolte a mano sollevando la griglia; le acque si scaricano passando per un tubo di terra cotta del diametro da m. 0,10 a m. 0,16 (Fig. 38) davanti il quale si trova una piastra metallica *a b* che si può sollevare con un uncino, e che in tempo normale lascia una apertura libera della larghezza di m. 0,06. Questa piastra ha lo scopo di ar-

*Bocca di scarico
nella fognatura*



restare le materie in sospensione, ma non già di impedire il deflusso dell'aria; del resto nella stessa piastra, nella parte orizzontale, sono praticati dei fori per il passaggio dell'aria. Nella fig. 39 si dinota la sezione di una bocca di scarico delle acque lorde le quali sono destinate a trasportare le materie solide allorché i canali di fognatura ove immettono consistono in tubi di terra cotta.

Le bocchette sono collocate alla distanza da 50 a 60 metri, nei terreni piani. Esse possono scaricare 90 litri d'acqua di pioggia per minuto secondo.

Lo scarico nella fognatura delle acque lorde provenienti dalle case dei privati ha luogo col mezzo di tubi di argilla del diametro di m. 0,16 colla pendenza

di m. 0,031 a m. 0,033, che può discendere sino a m. 0,020. È obbligo di avere un sifone in *gres* che assicuri una chiusura idraulica coll'immersione di m. 0,08.

Inoltre posteriormente al sifone, e sotto il suolo della cantina, si trova un anmella metallica che si apre al difuori e che può essere facilmente ispezionata col mezzo di un pozzetto. Questa animella, arresta i corpi solidi voluminosi e può essere ripulita ad intervalli col mezzo del pozzetto. Qualche volta esiste sola senza il sifone.

I proprietarj delle case sono obbligati a scaricare nei condotti delle fognature le acque lorde delle cucine, dei cortili e le materie fecali delle latrine (*water-closet*). In quanto alle acque provenienti dagli stabilimenti industriali esse non possono essere immesse nelle fognature che in seguito a processi speciali e quando non contengano più del 10 per $\%$ di alcali, acidi o sali.

Vennero adunque proibiti i pezzi neri e le fosse stabili come già si è detto.

La bocca di scarico delle acque degli acquai va munita da una griglia; e sotto ciascun vaso di latrina deve trovarsi una chiusura idraulica, e l'orificio limitarsi al diametro di m. 0,07.

In quanto alle pluviali defluenti dai cortili esse vengono scaricate col mezzo di bocchette mediante condotti del diametro di m. 0,11.

Bocca di scarico nei condotti circolari

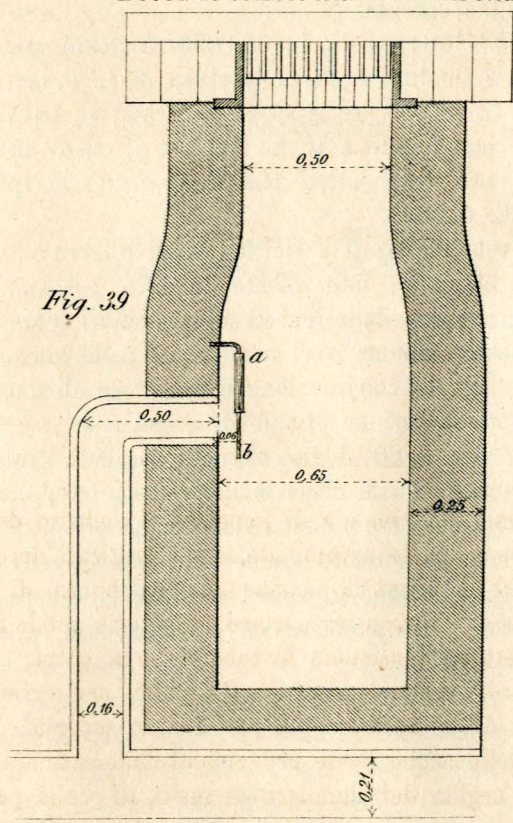
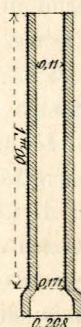


Fig. 40



Canali di scarico e sollevamento delle acque. — Ciascuna delle cinque zone, che sono attualmente fornite dalla fognatura, ha un apposito canale di scarico che traduce le acque all'esterno della città in un serbatoio in sabbia circolare destinato ad arrestare le materie solide. Questi serbatoij sono collocati ad una determinata distanza dalla città ed in prossimità ai terreni di depurazione. Il fondo di essi si trova allo stesso livello della platea del collettore. Il diametro dei bacini è di 12 metri; al centro di questi bacini si trova un pozzo, oppure un muro di contorno cilindrico del diametro di m. 3. Vi sono inoltre delle griglie disposte secondo un diametro determinato, le quali sono destinate a fermare le materie.

Sono stabilite 33 caldaje a vapore che mettono in moto altrettante pompe pel sollevamento delle acque. Queste macchine aspirano l'acqua nella parte inferiore del serbatoio, sia direttamente, sia con un canale speciale.

Sollevate le acque esse vengono distribuite sopra i terreni di depurazione. Questi terreni sono coltivati, sia a legumi sia a colzato, lino, avena, ecc.

Nell'esercizio 1883-1884. Il volume totale delle acque lorde, convogliate alla fognatura dalle 12 235 case che vi immettono le loro materie, fu di m. c. 28 774 000 all'anno ossia m. c. 78 617 al giorno.

Con che si hanno per ciascun abitante (popolazione 899 200) litri 87, 43.

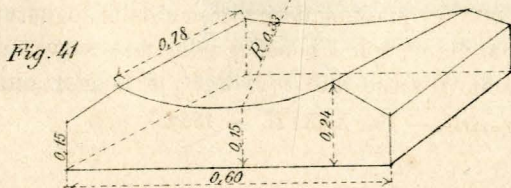
Dai pozzetti e dai condotti e dai serbatoij a sabbia si sono tolti nella stessa epoca m. c. 5955 di materie solide diverse.

Le spese di esercizio nel 1883-1884 fu di L. 653 000. Laonde si ha che ogni metro cubico di acque lorde smaltite importa la spesa di L. 0,12. Queste spese di esercizio comprendono L. 36 000 per le spese generali; L. 187 000 per l'acquisto di m. c. 11 325 di carbon fossile e L. 84 000 per il costo di 44 000 cubici di acqua impiegata nella cura dei condotti. Risulta così che la spesa per ogni abitante e per anno è di L. 0,2025.

Esecuzione dei lavori. — I tubi impiegati a Berlino sono di terra cotta verniciati nell'interno in modo da eliminare interamente la loro porosità e non avere alcuna scabrezza. La grossezza delle pareti dei condotti corrisponde ad $\frac{1}{12}$ del diametro. La lunghezza minima è di m. 0,80 e nelle diramazioni m. 0,65. Il diametro dei manicotti di congiunzione è maggiore di quello dei tubi di m. 0,03. La fig. 40 dinota la sezione di uno di questi tubi.

Nel terreno asciutto, e fino a met. 1,20 al disotto delle sorgenti, i tubi vennero collocati su di una fondazione la quale consiste in prismi o cuscini di calcestruzzo di cemento che si costruiscono tre o quattro settimane prima di essere posti in opera. Ai 12 profili diversi dei condotti vennero formati 3 tipi di prismi o cuscini modellati secondo la fig. 41. Dopo di avere collocati a dovere i tubi sui cuscini si coprono di terra che viene pilonata convenientemente.

Prismi di fondazione dei condotti



La resistenza dei tubi di argilla diminuisce naturalmente coll'aumentare le loro dimensioni. Il perchè spesse volte si adottarono due condotti in luogo di uno solo di grandi dimensioni.

Senza dubbio i tubi formati di calcestruzzo sarebbero riusciti più resistenti, ma vennero esclusi, in quanto che la superficie interna non è perfettamente liscia, come quella dei tubi di argilla, per cui le acque non defluiscono così prontamente. D'altra parte è difficile di ottenere l'uguaglianza della qualità; di poi riescono pesanti e di una manutenzione più costosa.

I condotti ovoidali invece sono costrutti di mattoni orditi con una malta di cemento idraulico, formata da una parte di cemento, per tre o quattro parti di sabbia. In tal maniera si ottenne di renderli esattamente impermeabili. Questi condotti poggiano su di una fondazione di calcestruzzo alta da m. 0,50 a m. 1,00, ed anche assicurati lateralmente da speroni.

I lavori si sono eseguiti dagli operaj a giornata, anzichè per appalto, e ciò all'oggetto di conseguire la massima precisione.

La lunghezza dei condotti risulta in totale di m. 386 681, che vennero costrutti dal 1874 al 1882. Questi condotti servono a 12 235 case.

Costo delle opere. — I condotti ovoidali, dell'altezza di m. 0,90, costano al metro corrente, senza fondazioni, L. 75, ma il loro costo colle fondazioni è di L. 175 al metro lineare. I condotti dell'altezza di m. 1,50, senza fondazioni, L. 150 e colle fondazioni in calcestruzzo L. 268. Quelli alti m. 2 L. 212, senza fondazioni, e L. 375 al metro corr. colla fondazione.

					Costo al metro corrente
I tubi di argilla del diametro di	.	.	metri	0,21	L. 17,50
»	»	»	»	0,33	» 25,00
»	»	»	»	0,45	» 38,25
»	»	»	»	0,60	» 67,50
Un pozzetto d'ispezione del diametro di metri 1,50 a					L. 175.
Una bocchetta di scarico					L. 212,50.

Il costo della fognatura fin qui costruita per le cinque zone, comprese le stazioni, le pompe, ma esclusi i campi di depurazione, risultò di It. L. 44 531 000.

Per l'acquisto dei terreni di depurazione venne spesa la somma di L. 13 342 000 quali si pagarono da L. 300 a L. 450 all'ettaro

Conclusione. — La grave questione del risanamento di una grande città venne risolta a Berlino in modo soddisfacente. Le materie impure vanno alla fognatura e si mescolano ad una gran quantità d'acqua e sortono per purificarsi passando attraverso i terreni. Sono passati ormai 14 anni dacchè furono collocati i primi condotti e l'esperienza fatta non può a meno di ammettere un successo incontestabile.

Le esalazioni mefitiche sono rade, e forse potrebbero aver luogo dei miglioramenti nelle bocchette di scarico.

Sotto le viste sanitarie, quantunque il sistema della fognatura non sia compiuto, ciò nullameno si sentono di già i beneficj nelle case servite dalla canalizzazione. Le febbri tifoidee sono discese dall'1 al 2 % e la mortalità dal 0,4 al 0,7 %.

FOGNATURA DI VARSAVIA (1).

Sino al 1876 la città di Varsavia non aveva che le latrine ed una rete di fognatura molto incompleta, costrutta parte in legname e parte in muratura.

Non fu che in questi ultimi anni che vennero costrutti i nuovi condotti colla forma ovoidale, mentre le vecchie fognature avevano la sezione rettangolare, coperti da vòlte e colla platea piana o leggermente curvata.

La cattiva condizione della vecchia fognatura, ed il sistema difettoso seguito nella sua costruzione, erano la causa di una grande mortalità (il 38 per 1000) per cui riusciva sommamente urgente un provvedimento radicale per rendere salubre la dimora in quella vasta città. Sia per la nuova fognatura, che per la distribuzione dell'acqua potabile, venne incaricato del relativo progetto l'ingegnere in Capo William H. Lindley che vi ha soddisfatto, presentando nel 1878 il suo elaborato in via di massima. Benchè un tale progetto abbia promosso delle discussioni da parte degli ingegneri, dei medici e degli industriali, ciò nullameno esso fu approvato definitivamente dal Ministero dell'Interno a Pietroburgo.

I lavori di una tal opera si sono incominciati nell'autunno del 1883 sotto la direzione dello stesso ingegnere Lindley, essendosi impiegati due anni negli studj preparatorj, nel rilievo dei piani e nei progetti di dettaglio.

La città di Varsavia è situata sull'altipiano della sponda sinistra della Vistola e nel 1865 aveva 320 000 abitanti collegata col sobborgo di Praga, che trovasi sulla riva opposta del fiume. La comunicazione fra queste due parti si ha col ponte Alessandro il quale serve pei pedoni e col ponte di ferro sulla Vistola.

È divisa in città vecchia, che è irregolare e malamente costrutta, e nella città nuova che possiede dei fabbricati cospicui colle strade bene allineate intercalate da piazze.

Si può considerare la città composta di tre parti distinte. La parte principale è situata all'ordinata da 25 a 30 metri al disopra delle acque ordinarie della Vistola, sopra di un piano conterminato da una parte della sponda del fiume, che ha una pendenza molto forte e che forma una linea di demarcazione assai distinta fra questa e la bassa città. È una pendenza naturale che costituisce la seconda parte della città composta di vecchie costruzioni e degli avanzi delle antiche fortificazioni. Vi si trova anche presentemente una quantità di chiese e delle case che presentano dei modelli di architettura di un'altra epoca. La vista che si ha da questo luogo si estende alla vallata del fiume ed al borgo di Praga, situato come già si disse al basso dell'altro lato della Vistola e si dominano i contorni della città presentando ai passeggeri un panorama interessante che attesta la sua bella situazione.

(1) La descrizione di questa fognatura venne ricavata dalla memoria dell'ingegnere Emilio Sokat, la quale trovasi inserita negli *Annales des Ponts et Chaussées*.

La terza ed ultima parte è la città bassa situata al lungo della Vistola e che nei tempi di piena è quasi totalmente esposta ad essere innondata.

Le strade principali di Varsavia seguono dal sud al nord una direzione parallela al fiume; le strade secondarie vanno dall'ovest all'est, nel senso perpendicolare al thalweg e terminano per la via più breve alle sponde del fiume. Il suolo della città, secondo una tal direzione, ha una pendenza forte, mentre nell'altra direzione parallela al thalweg la declività è meno forte (1).

Descrizione del progetto. — Avuto riguardo a questa configurazione del terreno si presentavano due soluzioni; si poteva perciò: 1.^o costruire un collettore generale nella città bassa, seguendo una direzione parallela al fiume col-l'assegnare allo scarico la via più breve mediante piccoli collettori laterali ma con molta pendenza; 2.^o costruire una serie di collettori sopra tutta la superficie della città nella direzione sud-nord parallellamente al letto del fiume, terminandoli ad un collettore generale il cui sbocco si trovasse fuori a valle lontano dalla città ad un ordinata bastante per poter assicurare un regolare deflusso anche durante le massime piene. Si accettò quest'ultima disposizione in quantoche corrispondeva perfettamente alle condizioni locali; la prima avrebbe impegnato in una spesa molto forte e non permetteva con questo sistema di poter scaricare le acque degli uragani, senza calcolare le difficoltà che si sarebbero incontrate per stabilire il collettore generale nelle condizioni del terreno eccessivamente sfavorevole e sotto una forte pressione delle acque di sottosuolo. Di più il funzionamento di questo collettore generale dipendendo assolutamente dal livello delle acque della Vistola, ed il collocamento di una stazione di pompe al suo sbocco, sarebbe riuscito molto dispendioso.

I tre collettori principali della città, che come si disse hanno una direzione parallela al thalweg del fiume, che chiameremo rispettivamente con A, B, e C. scaricano tutte le loro acque direttamente nella Vistola a valle ed all'esterno della città alla distanza di circa 8 chilometri, nel luogo denominato *Bielang*.

Il vecchio quartiere della città, *Strare miastro*, avrà una rete di fogne con una sezione media, la quale servirà nello stesso tempo la cittadella ed ove la congiunzione col collettore generale si effettuerà fuori della città ed a valle nel luogo denominato *Marimont*.

Il collocamento della canalizzazione della città bassa richiede qui alcuni schiarimenti.

Il collettore principale di questa parte di rete termina ad un livello molto basso e non permette di congiungerlo col collettore generale di *Bielang*; per rimediare ad un tal inconveniente le acque della fogna, venendo dal nord e dal

(1) Varsavia ha più di 300 strade ed oltre 12 piazze; molte vie sono alquanto ristrette, ma non mancano le larghe e trovansi bene lastricate. Fra le piazze sono principalmente notevoli quelle dette di *Sassonia*, di *Marieville*, della città del Banco nazionale, del Re *Sigismondo*. Le piazze ed i giardini occupano circa $\frac{1}{3}$ della città. Si contano più di cento grandi palazzi tra i quali stanno in prima linea il palazzo reale, o castello sopra un'altura in riva alla Vistola; il palazzo di Sassonia con un bel giardino; il palazzo già del primate, il palazzo del conte Potecki; il palazzo Krasinski, ecc. Questa città industriosa ha pure Teatri polacchi e francesi con spettacoli di musica italiana, caffè, bagni pubblici, viali di passeggio ecc.

sud, dovranno finire ad un serbatoio, e di là essere sollevate col mezzo di pompe ad un'altezza di 25 metri nel collettore più basso C. Sarebbe poco razionale nei tempi di grandi piogge di sollevare col mezzo delle pompe tutte le acque di fognatura, già molto diluite, nelle copiosissime acque pluviali; la funzione delle macchine dovrebbe essere limitata in allora allo scarico diretto nella Vistola delle acque di fogna. A tal fine si potrebbe perfettamente servirsi in avvenire di una stazione di pompe situata da più di 30 anni nel luogo indicato, e che attualmente serve ancora in parte ad alimentare la città bassa delle acque del fiume. La situazione di queste pompe si trova in cattive condizioni di servizio; l'acqua che si toglie a valle è inquinata dalle deiezioni che provengono dalla parte a monte della città. Laonde questa stazione, dopo il compimento della nuova distribuzione delle acque, dovrebbe essere soppressa.

Nello spazio compreso fra le tre arterie principali, le quali, come già si disse abbiamo denominate rispettivamente con A, B, C, si costruirà una serie di collettori laterali con rami di più piccole dimensioni diretti dall'ovest all'est.

Per lo scarico delle acque abbondanti degli uragani furono previsti quattro condotti.

La superficie totale da asciugarsi è di ettari	1 737
Se si sottrae la superficie della città alta, che viene fognata coi collettori	
A, B e C di	1 309
	<hr/>
Rimangono Ettari	428

che si ripartiscono fra la parte della città in pendenza e la città bassa.

La lunghezza totale della rete progettata è di 145 chilometri, ciò che dà per ettaro $\frac{145\,000}{1737} = 83$ metri di fogna.

La profondità della platea delle fogne non può essere costante: essa varia secondo l'altezza delle strade da 5 a 6 metri. In alcuni punti della città, situati eccezionalmente in alto, questa profondità raggiunge i 9 metri, ma siffatti casi si presentano assai di rado. La minore profondità prevista è di 3 metri. Essa venne ammessa per principio onde stabilire alla fogna una profondità la quale invadendo il sottosuolo delle case le difenderebbe dall'umidità ed assicurerebbe mediante forti pendenze lo scarico verso la fogna pubblica delle acque di cucina, delle pluviali e delle materie fecali, tanto solide quanto liquide.

Una delle condizioni principali per avere una buona fognatura si è quella di assegnare ai canali una pendenza conveniente. Da essa dipende di avere un lodevole deflusso non solo per le grandi ma altresì per le piccole quantità d'acqua, senza che queste ultime possano lasciare dei depositi.

Non è qui necessario di far osservare che nel progetto, di cui ora ci occupiamo, si poterono adottare delle forti pendenze tanto per le diramazioni a piccole sezioni, quanto per le linee secondarie. Non è lo stesso pei collettori i quali relativamente devono avere una declività favorevole. Laonde la pendenza del collettore generale, in tutta la sua lunghezza si è potuto stabilirla a $\frac{1}{350}$.

Il collettore A (il più elevato) possiede nella parte a monte la pendenza di $\frac{1}{600}$, che si accresce in seguito a $\frac{1}{500}$ ed a $\frac{1}{250}$ per finire a $\frac{1}{400}$ nella parte a valle.

Attualmente trovasi costruito tutto il collettore A ed il collettore C sino al suo sbocco nel fiume.

Volume delle acque pluviali. — Lindley ha adottato per Varsavia i seguenti dati :

1.° Per una *pioggia ordinaria* che cade in 12 ore, l'altezza di mill. 6, 25 ossia litri 0,73 per secondo e per ettaro.

2.° per un *forte acquazzone* che cada in un' ora, l'altezza di millim. 4, 76 ossia 13 litri per secondo e per ettaro.

Queste cifre si applicano alle parti della città interamente fabbricata e bene pavimentata.

Pei terreni esterni della città, occupati da molti giardini, con pochi edifici e che hanno delle strade generalmente non pavimentate, venne ammesso che in un' ora si abbia l'altezza di millim. 3, 19, ossia litri 850 per secondo e per ettaro,

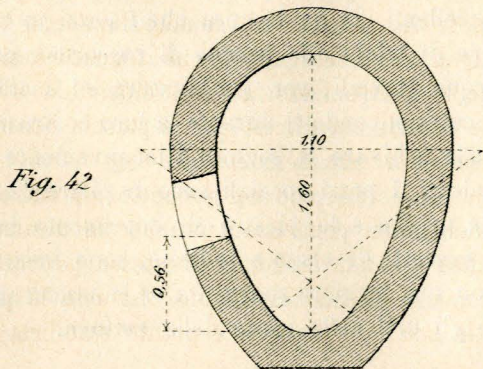
Durante le piogge torrenziali e di lunga durata la sezione del collettore si trova intieramente riempita; soltanto allora funzionano i condotti di scarico. Per un tempo di pioggia ordinaria le acque non si elevano che a $\frac{2}{3}$ dell'altezza sotto la serraglia ossia alle imposte della volta.

Deflusso delle acque di fogna. — Il volume di queste acque è eguale alla quantità d'acqua filtrata che si consuma nella città.

La nuova stazione dei filtri fornisce attualmente, per una popolazione di 430 000 abitanti, circa 30 000 metri cubici in 24 ore; nondimeno è da osservarsi che dopo l'ingrandimento della nuova stazione delle pompe, come pure della nuova stazione dei filtri, il consumo dell'acqua in avvenire ascenderà a 100 000 m. cubici. Ammettendo che durante le prime otto ore della giornata, la metà di questo volume, vale a dire 50 000 m. cubici, siano convogliati nella fognatura, il numero dei litri da defluire per secondo sarà di litri 1 730 ossia un litro per ettaro

Un rendiconto molto interessante sulla quantità delle acque di fogna venne pubblicato dal Municipio di Berlino. Da un tale documento risulta che la quantità d'acqua tradotta ai campi irrigati è circa il 50 per 100 maggiore di quella dell'acqua propria fornita dalle pompe di Tegel e di Strahtau. Questa differenz :

Sezione dei canali di fognatura di Varsavia



di proporzione si spiega col prendere in considerazione alcune quantità d'acqua provenienti dai pozzi, dalle cadute delle acque meteoriche, infine dalle materie fecali umane e da altre che vanno a congiungersi e che necessita assolutamente di tener conto.

Sezione dei condotti. — Fatta astrazione dei tubi in gres del diametro da m. 0,30 a m. 0,38, i canali di fognatura hanno la sezione ovoidale costrutti in mattoni. La sezione alla quale si possono assegnare le più piccole dimensioni costituisce la classe I. Le maggiori dimensioni appartengono alla Classe XI. La fig. 42 rappresenta i condotti della classe VI.

Il rapporto dell'altezza della sezione alla larghezza, per le prime cinque classi è da 3:2, ciò che dà il vero tipo ovoidale: i rapporti per le altre classi sono i seguenti:

Classe VI $\frac{16}{11}$	Classe VII $\frac{17}{12}$	Classe VIII $\frac{18}{13}$
» IX $\frac{19}{14}$	» X »	» XI $\frac{21}{16}$

Chiamando H l'altezza; L la larghezza; $r_1 = a$ il raggio del fondo; $r_2 = 2a$, il raggio della volta; $r_3 = 6a$ il raggio dei lati.

Si ha per le prime cinque classi $H = 6a$; $L = 4a$;

Per la classe VI e successive $H = 6a - 4n$; $L = 4a - 2n$,

ove n rappresenta il valore di 50, 100, 150, 200 e 300 millimetri secondo che si tratta delle classi VI, VII, VIII, IX, X e XI.

Platea o fondo dei condotti. — Per ottenere più che sia possibile una superficie rotonda, liscia e che non abbia sporgenze per appiccicarsi le materie; il materiale generalmente impiegato pel fondo è il calcestruzzo di cemento preparato accuratamente. Questo fondo si compone di prismi della lunghezza ciascuno di circa m. 0,70. Si fa altresì in muratura di mattoni od in pietra da taglio per le costruzioni speciali. I paramenti al di sopra della platea nel collettore generale sono rivestiti da lastre di gres collocate sopra una malta di cemento; la superficie è liscia e non lascia nulla a desiderare.

Materiali. — I condotti in muratura sono costrutti in mattoni di prima qualità con malta di cemento. Da principio la malta impiegata era formata da una parte di cemento e 3 parti di sabbia della Vistola; attualmente venne sostituita la malta nella proporzione di 1 di cemento per 4 di sabbia. In ambedue i casi i risultati ottenuti furono eccellenti. Si ha la cura che i pezzi in gres, od in calcestruzzo che devono servire di telajo alle bocche di raccordamento colle case, come pure quelli per le acque pluviali, per le lavature ed inaffiamento delle strade pubbliche, siano collocati nei condotti durante la loro costruzione nel luogo che si reputa necessario, onde schivare in seguito l'inconveniente di fare delle breccie nelle pareti nei condotti. I pezzi speciali sono in pietre da taglio, le pretre di granito, le scale, le griglie e le piastre di coprimento in ghisa. Nelle piastre di ricoprimento dei pozzetti di visita o caditoje, sono incassate esternamente dei pezzi di legno con una leggiera sporgenza onde assicurare la loro conservazione ed ammortizzare gli urti delle ruote delle vetture.

Ventilazione. — Per impedire che le emanazioni provenienti dalla fognatura si possano espandere nelle strade è assolutamente necessario che l'aria pura abbia un accesso continuo nei condotti. Per la qual cosa la ventilazione si ottenne primieramente col mezzo di piccoli cammini di ventilazione che si elevano sulla serraglia delle volte e raggiungono il livello della strada. Questi camini sono distanti 45 metri onde facilitare l'accesso dell'aria atmosferica nei condotti; e furono collocati nei punti più alti, ed altresì dovunque si presentò una costruzione speciale, una diramazione, una paratoia con pozzetti di visita; in secondo luogo col mezzo di tubi di scarico delle acque pluviali raccordati a ciascuna congiunzione delle case colla fognatura.

Con siffatta disposizione è facile il comprendere la grande quantità di condotti di ventilazione i quali si elevano al disopra dei tetti delle case e servono alla loro volta allo scarico della massa d'aria viziata proveniente dalla fogna e contemporaneamente ad immettere in essa una grande quantità di aria pura.

Pulimento della fognatura. — Quantunque per ciò che abbiamo detto più sopra il fondo dei condotti abbia di già una pendenza favorevole, non dimeno si sono previste ed applicate delle disposizioni speciali per le puliture artificiali. Venne osservato che nei tempi di un secco prolungato non si deve punto calcolare sulle acque di pioggia per il pulimento, qualunque deposito deve necessariamente essere cacciato con una corrente forte prodotta dal dislivello delle acque di fogna.

Questo sistema di pulimento si può eseguire col mezzo di paratoje e con ventole.

Le paratoje sono in ghisa di una costruzione solida, che hanno la forma del profilo interno del condotto e che la chiudono sia interamente sia ai due terzi soltanto.

Esse possono descrivere un angolo di 90° e prendere, al momento in cui si vogliono usare una posizione perpendicolare all'asse del condotto. La sezione dello stesso condotto, nel luogo ove si collocano queste paratoje, deve essere allargata; l'accesso si è praticato col mezzo di un cammino di visita della forma di un pozzetto con gradini di ferro, situati sotto i marciapiedi e raccordato colla fogna mediante un condotto pendente $\frac{1}{10}$. Un meccanismo molto semplice permette all'operaio di aprire e di chiudere la paratoja.

Sopponiamo che questa sia chiusa, le acque a monte saranno trattenute dalla paratoja sino ad una certa altezza al disopra del livello delle acque a valle. Il dislivello prodotto contribuisce necessariamente allo spazzamento delle materie solide che si sono depositate al fondo nella parte a monte del condotto. Queste acque possono servire sia per lavare direttamente il collettore principale nella parte a valle, nel qual caso basterà di aprire la paratoja rapidamente affinchè le acque possano defluire; sia ancora per lavare i condotti laterali che si scaricano in questo collettore; a questo fine si usano delle ventole o registri i quali sono chiusi ordinariamente e che si possono muovere dalla strada col mezzo di una catena.

Inallora le acque sono convogliate secondo la direzione ove sembra necessaria la lavatura.

Spetta alle persone incaricate dell'esercizio la cura del processo e delle lavature le quali sono altrettante frequenti quanto è più possibile, e ad intervalli di tempi regolari; soltanto in questo modo si può ottenere un funzionamento esatto ed una conservazione conveniente in tutte le costruzioni.

La disposizione della rete di fognatura permette di pulire i condotti situati a valle, poichè tutti i canali comunicano direttamente fra loro; ed è per conseguenza possibile nel caso di violenti uragani in uno dei quartieri della città di suddividere le acque pluviali e di scaricare rapidamente la parte della rete sommaramente ingombrata.

Diramazioni delle fognature. — I punti di incontro di due o tre canali costituiscono delle costruzioni speciali, che si chiamano diramazioni.

Nella costruzione di queste diramazioni si è tenuto conto dell'influenza che esercitano le acque della fogna, provenienti dai condotti laterali, sopra quelle del condotto principale e viceversa. Si riconobbe che la corrente principale può rigurgitare la corrente laterale e diminuire di velocità nel caso per esempio in cui la platea del condotto laterale sia collocata più al basso di quella del condotto principale oppure se la platea del condotto laterale si trovi molto sollevata in guisa che le acque defluenti dal condotto laterale vadano ad urtare contro le spalle del condotto principale.

Si deve altresì temere delle diminuzioni di velocità nel deflusso del condotto principale, quando per esempio la congiunzione del condotto laterale si fa ad angolo retto. Per ovviare a tutti questi inconvenienti si regolano le differenze rispettive dei livelli delle platee in guisa tale che la platea del condotto laterale risulti sempre ad un livello alquanto più alto, di maniera che durante il tempo del deflusso normale dei due condotti la superficie delle acque costituisca uno stesso piano nei due acquedotti. Onde facilitare più che sia possibile la congiunzione delle due correnti si effettua il raccordamento di queste ultime secondo delle curve il cui raggio venne generalmente fissato per Varsavia a m. 7, 50.

Col mezzo di una calcolazione assai semplice si è determinata tanto la lunghezza della diramazione quanto l'angolo sotto il quale deve aver luogo la diramazione stessa.

Il partitore o sperone, che costituisce l'estremità della congiunzione dei due condotti, va a terminare in uno spigolo vivo eseguito accuratamente; quantunque il costo dell'opera del partitore sia di qualche rilievo nullameno è largamente compensata dai vantaggi che presenta al posto al medesimo assegnato.

Cammini d'ispezione. — Questi cammini sono collocati a determinate distanze direttamente al disopra del condotto e secondo il suo asse onde così facilitare la visita durante l'esercizio e l'esecuzione delle riparazioni che fossero necessarie, come pure l'accesso ai diversi sistemi di paratoje, ventole ecc. per il pulimento dei canali. Nelle strade poco frequentate questi cammini sono collocati sulla stessa carriera; nelle vie strette, ove è grande il movimento delle vetture, i camini vennero situati preferibilmente nei fianchi in maniera che la discesa nel condotto ha luogo sotto i marciapiedi. Il profilo orizzontale di questi cammini è rotondo del diametro da m. 0, 70 a m. 0, 90. La piastra di coperto è di ghisa

munita superiormente da pezzi di legno incassati nelle cavità ottenute col mezzo di robuste nervature; questi pezzi di legno, secondo quanto si è detto precedentemente, hanno una leggera sporgenza onde ammortizzare le scosse delle ruote delle vetture. Per facilitare la discesa degli operai trovansi incastrati nelle murature delle piccole piastre di ferro. Questi cammini sono collocati alla distanza fra loro di 150 metri, distanza che può essere portata anche a 200 metri pei collettori principali ed a soli 100 metri pei condotti secondari.

Bocchette dei marciapiedi. — Il modello impiegato a Varsavia deriva dal tipo normale di Lindley in Francfort sul Meno, avendo però il dovuto riguardo alla maggior profondità a cui raggiunge il gelo.

Queste bocchette sono destinate a ricevere le acque pluviali provenienti dalle strade e dalle cunette che scorrono longitudinalmente ai marciapiedi. Queste acque si scaricano in un pozzetto di calcestruzzo compresso, nel quale si depongono le materie solide, passando di poi per una chiusura idraulica (sifone Jennings) (1) per scaricarsi nella fognatura col mezzo di un condotto molto pendente formato da un tubo in grès del diametro di m. 0,20.

La distanza fra loro di queste bocchette dipende dalla quantità massima delle acque da scaricarsi; questa quantità si calcola dal prodotto della metà della larghezza della strada per la distanza compresa fra due bocchette consecutive. Più le pendenze delle strade sono forti, la superficie delle bocchette è maggiore. Una pavimentazione bene unita e serrata obbliga a dover diminuire la distanza delle bocchette. Nondimeno questa distanza non deve essere minore di 45 metri. Non è che in via di eccezione e nelle vie strette che le bocchette sono disposte da un sol lato della strada; in tutti gli altri casi esse sono distanti e disposte egualmente ai due lati della via. Al fondo dei pozzetti si collocano delle tinozze di lamiera di ferro che servono a raccogliere le materie solide trasportate dalle acque che vi defluiscono.

Attualmente (marzo 1888) soltanto 14 case particolari possiedono una canalizzazione (Varsavia conta circa 5500 case) le bocchette, disposte longitudinalmente al ciglio dei marciapiedi, ricevono le acque lorde, i detriti delle abitazioni ed il fango proveniente dalla carriera stradale; per le quali cose le tinozze devono essere vuotate quasi tutti i giorni.

Acque sotterranee. — Durante i lavori si sono prese delle misure affinché nei terreni acquitrinosi le acque non potessero elevarsi al disopra del livello della platea della fognatura in costruzione. Laddove le pompe non potevano agire e che ne fosse constatato la loro insufficienza, si praticarono delle fognature provvisorie che durarono molti mesi e contribuirono allo scarico delle acque. Allorchè in seguito all'abbassamento del loro livello la fognatura provvisoria cessava di funzionare si sopprimeva il condotto murando l'orificio praticato nel canale stradale.

Costo delle opere. — La lunghezza totale dei diversi collettori che furono compiuti fino a quest'oggi è di metri 18 224. La loro esecuzione impegnò nei

(1) Veggasi la fig. 14, ed alla pag. 343 la descrizione ed il disegno di questa chiusura idraulica.

lavori più importanti, sia sotto il punto di vista delle difficoltà tecniche, sia riguardo alla spesa incontrata.

Rimangono attualmente da effettuarsi i due collettori principali, che abbiamo più sopra indicati colle lettere B e C, vale a dire il secondo collettore intermedio e quello infimo in prossimità alla Vistola. Come pure sono da eseguirsi le fognature laterali di prima e seconda classe ed i tubi in grès. La spesa fatta finora è di Rubli 1 200 000 ossia It. L. 2 400 000, ciò che dà per un metro il costo di L. 131 al metro corrente.

Esercizio. — La spesa annua per la manutenzione e per il pulimento della fognatura non si può conoscere se non che dopo il primo anno di esercizio. Nulladimeno secondo una calcolazione approssimativa essa non dovrebbe essere maggiore di L. 4 000 ossia L. 0,20 al metro corrente.

FOGNATURA DI FRANCFORT SUL MENO (1).

La città di Francfort S. M. conta in cifra tonda 140 mila abitanti e poggia sopra un terreno di 800 ettari circa, di cui ettari 56 appartengono al centro ove la popolazione per ettaro è di 316 abitanti, mentre nei sobborghi non è che di 106 abitanti.

In causa delle cattive condizioni in cui si trovava lo scarico delle materie fecali e delle acque lorde si pensò di studiare una nuova fognatura il cui progetto venne compilato nel 1865 dall'Ing. Lindley (padre). Nel 1867 se ne inaugurava una parte che aveva costato L. 750 mila.

Subentrato nella direzione dei lavori il Lindley figlio si continuarono le opere di fognatura in guisa che nel 1885 si avevano 150 chilomeiri di fogne che hanno costato 11 000 000, che corrisponde per un metro a L. 75 al metro corr.

Da principio i canali di fognatura non raccoglievano che le acque pluviali essendosi conservate le fosse fisse, mentre non avevansi che litri 22 di acqua per persona, ma in seguito al parere del Pettenkofer si sono ammesse anche le materie fecali abolendo interamente le fosse fisse. Successivamente la quantità d'acqua andò aumentando in causa dei nuovi acquisti fatti dal municipio, ma è da notarsi che malgrado non si avesse che litri 100 per abitante non si verificò alcun inconveniente e ciò dipendentemente dalle risciacquature interpolate che venivano eseguite.

Nel 1878 avendo il Municipio acquistato il servizio dell'acqua potabile, ora vi defluiscono alle fogne 140 litri per abitante.

(1) Estratto della Relazione 20 Novembre 1886 della Commissione nominata dalla Giunta municipale di Torino per studiare e proporre il miglior sistema di fognatura da eseguirsi in quella città.

(2) Il fiume Meno ha la portata di m. c. 6300 all'ora colla pendenza di 1 per 2000. Si riteneva che i 400 o 600 metri cubici all'ora col 2 per 100 di feci non potessero contaminare le acque del fiume. Ma non fu così, mentre i depositi fatti lungo le sponde del fiume hanno promosso molte lagnanze a cui fu duopo di provvedere.

La città di Francfort insiste parte sulla destra e parte sulla sinistra del Meno, in conseguenza di che vi sono due collettori principali che vanno a scaricare nel fiume (2).

Il piano di fognatura stabilito dal Lindley fu quello di escludere il sistema *perpendicolare* e preferì invece i collettori *longitudinali*, in quanto che non si ha in tal caso che di tradurre le sole acque della zona a monte. Venne separata la parte alta dalla parte bassa costruendo dei collettori in direzione pressochè parallela al fiume, riunendo quelli di ciascuna serie in emissarij speciali. Ai collettori fece convergere le fogne secondarie nella direzione ortogonale al fiume, cioè secondo il massimo declivio. Il Lindley ritiene che è necessario dare alle fogne tanto più pendenza quanto è minore la massa d'acqua che vi deve scorrere.

Per ottenere la risciacquatura dei condotti vennero stabiliti sulla sponda destra tre serbatoj, uno dei quali per la rete alta e due per la rete bassa che hanno la capacità di m. c. 600 i quali si riempiono in un giorno nella stagione piovosa. Col mezzo delle acque di tali serbatoi, e mediante il maneggio delle opportune paratoje, si ottiene una efficacissima lavatura dei canali. Si hanno per questo servizio 440 paratoje o porte; 300 saracinesche e 70 a valvola.

Le spese di esercizio nel 1881 riuscirono le seguenti in cifre tonde.

Per la risciacquatura	L. 10 000	} L. 40 000
Per lo spurgo delle bccche della strada	» 26 500	
Spese di manutenzione	» 3 500	

Oltre gli emissarij nel fiume delle diverse fogne si trovano anche degli scarichi temporaleschi, di cui se ne hanno 5 lungo le sponde.

Abbiamo detto che la lunghezza totale della rete è di 150 chilometri; essa si compone per metà di condotti del tipo minore e per $\frac{1}{5}$ di tubi di terra cotta del diametro da met. 0,32 a met. 0,25. Per questi tubi la minor pendenza è dell'1 per cento.

Gli emissarij hanno le dimensioni di m. 1,95 per m. 1,50; i collettori di m. 1,80 per m. 1,20; di m. 1,56 per m. 1,02; di m. 1,35 per m. 0,95; di m. 1,05 per m. 0,68; Le chiaviche secondarie di m. 0,90 per m. 0,60 della grossezza di metri 0,12. Il fondo è costituito da mattoni compatti.

La forma delle chiaviche è sempre ovoidale, colla pendenza di uno sopra 2000 per l'emissario; e pei collettori varia da 1 sopra 40 e da 1 a 1100. Essi trovansi alla profondità del terreno da metri 3, a met. 10.

La costruzione delle chiaviche è tutta di mattoni orditi con malta di cemento portland. Le loro fondazioni sono in calcestruzzo.

Per la visita delle fogne, che sono costantemente sorvegliate anche le più piccole di m. 0,90 per m. 0,60, si hanno dei pozzetti i quali, nei collettori sono posti alla distanza da metri 180 a 200; ed a 80 metri a 100 sulle chiaviche delle strade. Essi trovansi lateralmente alle fogne, muniti di scale di ferro e coperti con lastre di ghisa. Questi pozzetti si trovano in tutti gli incrociamenti e nei cam-

biamenti di direzione e di pendenza. Nei tratti a tubi invece vi sono dei pozzetti a lampade alla distanza da m. 35 a 40, formati da tubi del diametro di m. 0,20. I pozzetti di ispezione sono 700.

In quanto alla fognatura domestica l'amministrazione civica ha emanate delle apposite istruzioni colle quali furono prescritte le chiusure idrauliche alle latrine ed agli acquai, ma escludono le chiusure idrauliche nelle fogne per lasciare libera la circolazione dell'aria per tutta la fognatura interna.

Le bocchette destinate a ricevere le acque dalle strade, che trovansi al ciglio dei marciapiedi, i quali sono rialzati, hanno le chiusure idrauliche e dei pozzetti profondi m. 2,20 del diametro di m. 0,45; che sono destinati a raccogliere i depositi e dai quali l'acqua defluisce per un tubo del diametro di m. 0,15 ricurvo a sifone coll'imbocco a m. 1,30 sotto il suolo. Al fondo vi era altre volte una cassetta mobile per l'estrazione dei depositi: attualmente lo spurgo dei pozzetti si eseguisce coi metodi ordinari. La distanza delle bocchette è da 35 a 40 metri.

La ventilazione dei canali di fognatura si ottiene coi tubi delle acque pluviali e coi doccioni delle latrine prolungati fino al tetto e che comunicano colle fogne. Lindley ritiene che con questi mezzi si produce lo stesso effetto di un cammino del diametro di 19 metri alto 15 metri; e che l'aria assumendo in essi la velocità di metri 0,60 per secondo, rinnova quella che esiste nell'ambiente delle fogne 30 volte al giorno.

Vi aggiunse altresì alla distanza da 25 a 40 metri dei chiusini di ventilazione situati alla sommità del vólto delle fogne della superficie libera di metri 0,23. Nel dubbio che in determinate condizioni dell'atmosfera dall'esistenza di questi chiusini ne potesse derivare un richiamo dei gas mefitici all'esterno credette prudente di elevare sopra due di essi dei cammini di ventilazione della larghezza di metri 1,40 e dell'altezza di 30 metri, uno dei quali è nella città alta, l'altro nella bassa città.

La Commissione Torinese nominata dal municipio, che esaminò attentamente la fognatura di Francfort trovò di dichiarare che tale fognatura ha corrisposto pienamente al suo scopo ed ha soddisfatto i desiderj ed i bisogni della popolazione, cosicchè poteva riuscire di modello per altri lavori simili.

Non si trovò di dover fare che un solo rimarco per ciò che riguarda l'immitenza delle acque cariche di materie solide nel fiume Meno. Queste materie deponendosi sulle sponde ed inquinando in parte anche le acque hanno dato motivo ad una grande quantità di lagnanze da parte degli abitanti che si trovano nei paesi a valle dell'abitato di Francfort. Gli è perciò che si sono fatti molti studi onde provvedervi fra i quali vi fu pur quello di depurare le acque sia chimicamente che meccanicamente, riunendo altresì fra loro questi due processi, siccome venne prescritto dall'autorità Governativa di Berlino. A tal fine vennero costrutti dei grandi bacini di chiarificazione intorno ai quali non si hanno delle notizie positive.

Ma questi provvedimenti, anche secondo l'opinione di Lindley, non possono considerarsi come assolutamente efficaci, ma soltanto dei palliativi, mentre il miglior mezzo di chiarificazione è quello di impiegare le acque nell'irrigazione.