

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

COSTRUZIONI IDRAULICHE

SUL CALCOLO

DELLA

CAPACITÀ DA ASSEGNARSI AI LAGHI ARTIFICIALI.

In una bella Relazione (1), pubblicata dall'ingegnere professore Luigi Zunini sopra un progetto di derivazione d'acqua dall'Alta Valle dell'Orba per creazione di forza motrice nella Riviera Ligure, presso Voltri, trovasi uno studio idrologico dei bacini montani per determinare le portate dei torrenti, la quantità d'acqua disponibile e la capacità dei serbatoi.

L'autore si è valso di studi proprii e di quelli fatti dall'ingegnere Fantoli sul Verbano (*).

È noto che la portata P di un torrente si può sempre scindere in due parti; una, p_0 costante che rappresenta il valor minimo assoluto a cui può scendere il valore di P nei periodi di massima siccità; l'altra, p variabile in relazione con le piogge e dovuta sempre (salvo precipitazioni trascurabili) all'ultima pioggia o all'ultimo periodo di piogge cadute sul bacino.

Cessata la pioggia abbondante e cessato il periodo di piena del torrente, la portata di questo si stabilisce in regime normale decrescente fino ad avvicinarsi, generalmente, alla portata minima p_0 . L'ingegnere Fantoli, ne' suoi studi sui laghi, ha trovato che il lento decrescimento incomincia col quinto giorno, da quando la pioggia è finita; e che in tale giorno defluisce la centesima parte dell'intero volume d'acqua meteorica, che ha dato luogo alla piena; per cui, se h è l'altezza totale in millimetri della pioggia caduta, la portata nel quinto giorno, riferita al kmq. di bacino imbrifero e al minuto secondo, risulta di:

$$\text{litri } \frac{10^6 \cdot h}{10^2 \times 86400} = 0,116 \cdot h.$$

Per rappresentare la legge della decrescenza degli allussi all'alveo, il Fantoli si è valso di un'iperbole equilatera, cogli asintoti paralleli agli assi della portata P , e del tempo t , data dall'equazione:

$$(P + a)(t + b) = c, \quad (1)$$

nella quale a, b, c sono tre costanti che l'ingegnere Fantoli ha determinato per il bacino tributario del Lago Maggiore.

Il professore Zunini, invece, parte dall'ipotesi che ogni kmq. di bacino lasci defluire, nell'unità di tempo e durante il regime normale, una quantità d'acqua proporzionale a quella che il terreno tiene immagazzinata alla sua superficie alla fine del tempo t , contato a partire dall'istante in cui termina, il periodo di piena, propriamente detta, ed incomincia quello di regime normale.

Una tale logica ipotesi è stata suggerita all'ing. Zunini dalla legge che presiede all'esaurimento di una *capacità elettrica*, che contenga, inizialmente, una certa quantità d'elettricità. Qui pure abbiamo che, in ogni unità di tempo, la

capacità fornisce dell'elettricità in proporzione di quella che ancora contiene. Il calcolo è quindi analogo a quello dei condensatori elettrici che si scaricano in circuiti privi d'induttanza.

Diciamo: Q_0 la massa d'acqua, espressa in litri, contenuta in un kmq. di bacino imbrifero all'origine del periodo di regime normale; Q la massa d'acqua contenuta nello stesso kmq. alla fine del tempo t' , espresso in secondi; p la portata in litri per kmq. e per minuto secondo, abbiamo le due equazioni:

$$Q_0 - Q = \int_0^{t'} p dt',$$

$$p = \varepsilon \cdot Q,$$

ove ε è una costante di proporzionalità dipendente dalla natura del soprasuolo, e dallo Zunini chiamata *coefficiente di esaurimento* del terreno. Differenziando si ricava:

$$-dQ = p dt' = \varepsilon Q dt'.$$

Separando le variabili ed integrando, si ottiene:

$$Q = A e^{-\varepsilon \cdot t'}$$

nella quale A è la costante arbitraria. Se si pone $B = \varepsilon \cdot A$, si ricava:

$$p = B e^{-\varepsilon \cdot t'}$$

Sia t il numero dei giorni di 24 ore contenuti nel numero di secondi t' , si ha:

$$t' = 86400 t,$$

quindi:

$$p = B e^{-86400 \varepsilon t};$$

e ponendo:

$$k = 86400 \cdot \varepsilon,$$

si deduce:

$$p = B e^{-k t}.$$

Qui k è il coefficiente di esaurimento giornaliero del terreno.

Siano p_1 e p_2 le portate nei giorni t^{mo} e $t + 1^{mo}$, abbiamo:

$$\frac{p_1}{p_2} = e^k,$$

dalla quale si trae:

$$k = \log . ip . \frac{p_1}{p_2}.$$

Per determinare k in un dato bacino imbrifero, lo Zunini (nel caso speciale dell'Orba) ricorre ad esperienze fatte in un periodo di lunga siccità, « nel quale l'effetto di parecchie piogge, tutte ad una sufficiente distanza di tempo, è abbastanza bene fuso insieme », sottraendo da ogni portata misurata quella che corrisponde alla minima assoluta del bacino. Calcolate così le portate per diversi giorni consecutivi, e trovando i logaritmi naturali dei rapporti della 1^a alla 2^a, della 2^a alla 3^a, ecc., dedusse, con ripetute esperienze fatte in condizioni diverse, per k il valore di 0,063. Nota pure lo Zunini che per il bacino del Furens si ha una funzione di decrescenza in cui $k = 0,079$; che al bacino del torrente Sisena nell'altipiano del Carso al disopra di Trieste, risulta applicabile, secondo i dati raccolti dai professori Paladini e Salmoiraghi, il coefficiente $k = 0,075$; e che infine la curva

(1) Progetto di derivazione d'acqua dall'Alta valle dell'Orba per creazione di forza motrice nella riviera ligure (Relazione dell'ingegnere LUIGI ZUNINI). — Milano, 1897.

(*) Ingegnere GAUDENZIO FANTOLI, Sul regime idraulico dei laghi. — Milano, 1897.

iperbolica del Fantoli pel bacino del Lago Maggiore può essere sostituita dalla esponenziale, assumendo $k = 0,065$.

La curva caratteristica della decrescenza degli afflussi si completa riferendo l'origine del tempo al primo giorno del regime normale, che, come abbiamo visto, è il quinto dopo la pioggia notevole, quindi basterà porre per $t = 0$:

$$B = 0,116 \cdot h,$$

onde:

$$p = 0,116 \cdot h e^{-kt}. \quad (2)$$

Aggiungendo la portata minima assoluta costante del terreno, si ricava:

$$P = p_0 + 0,116 \cdot h e^{-kt}. \quad (*) \quad (3)$$

*

Ciò premesso, lo Zunini si propose la questione:

Nota l'altezza d'acqua piovuta in un'annata, trovare la frazione di essa che realmente va a scorrere nell'alveo, e di questa separare la porzione che defluisce in regime normale, e che in generale è la sola che è utilizzata dalle utenze del corso d'acqua. La porzione rimanente è quella naturalmente che defluisce in regime di piena.

Riguardo alla prima parte del quesito, il professore Zunini, con induzioni proprie e col confronto di altri bacini, e valendosi pure degli studi del Fantoli fatti sul Verbano, ha stabilito per ciascun mese il rapporto tra la quantità d'acqua perduta e quella piovuta, rapporto detto *coefficiente di perdita mensile*.

Questi rapporti, avuto riguardo ai ripidi pendii delle falde del bacino dell'Orba, al grado di permeabilità del terreno, alla frequenza delle piogge torrentizie, sono:

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
3 0/10	4 0/10	9 0/10	18 0/10	25 0/10	35 0/10
Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
40 0/10	40 0/10	18 0/10	15 0/10	6 0/10	3 0/10

e corrispondono ad un coefficiente di scolo annuale uguale a 0,82 circa.

Riguardo alla seconda parte del problema, lo Zunini osserva che la (2) è stata determinata isolando una pioggia dall'altra ed ognuna dalla portata minima assoluta, quindi la quantità totale d'acqua per kmq. di bacino somministrata al regime normale da una pioggia di h millimetri d'altezza è data dall'espressione:

$$q = 86400'' \times 0,116 \cdot h \int_0^{\infty} e^{-kt} dt,$$

ossia:

$$q = 86400 \times 0,116 \frac{h}{k} \text{ litri.}$$

La stessa quantità valutata in mm. d'altezza sopra 1 kmq. di bacino, risulta:

$$q_h = \frac{h}{100 \cdot k}.$$

Applicando la formola precedente a tutte le piogge dell'annata cadenti sul bacino imbrifero ed aggiungendovi la portata minima assoluta del terreno tradotta essa pure in millimetri d'altezza, si ricava:

$$\Sigma q_h = \frac{1}{100 \cdot k} \Sigma h + \frac{86400'' \times 365}{10^6} p_0.$$

E ponendo:

$$H = \Sigma h, \quad Q_h = \Sigma q_h,$$

l'espressione precedente diventa:

$$Q_h = \frac{H}{100 \cdot k} + 31,536 \cdot p_0. \quad (4)$$

(*) Veggasi pure: *Di un progetto per creazione di forza motrice nella riviera ligure* (Nota dell'ingegnere DARVINO SALMOIRAGHI, inserita nel fascicolo del maggio 1898 del giornale « Il Politecnico »).

La formola che dà lo Zunini per il bacino dell'Orba si deduce ponendo nella (4) $k = 0,063$, e ritenendo la portata minima assoluta del terreno di litri 4 per kmq. e per secondo, come emerge da uno studio accurato fatto dal medesimo Zunini.

Infatti si ha:

$$Q_h = 0,159 H + 126.$$

Così, ad esempio, nel Gorzente la precipitazione annua scese ad un minimo di mm. 1105 nell'anno 1894, quindi assumendo $k = 0,063$, $p_0 = 4$, ne deriva che la quantità di acqua trasportata, durante quell'anno, in regime normale è rappresentata da:

$$Q_h = \frac{1105}{100 \times 0,063} + 4 \times 31,536 = \text{mm. } 302.$$

assumendo $\theta = 0,837$ il coefficiente di scolo per l'anno 1894, risulta che la quantità d'acqua che affluisce alla valle a costituire la portata annua effettiva del torrente, nel medesimo anno 1894, è rappresentata da:

$$\theta H = 0,837 \times 1105 = \text{mm. } 925.$$

Sono dunque 623 mm. che rappresentano la quantità d'acqua che fu trasportata dalle piene, e che, secondo lo Zunini, può essere sottratta al torrente e portata a defluire anche su altro versante, senza nuocere a quello ed alle sue utenze.

In base a questa teoria pare a noi che si possa, data l'ampiezza σ in kmq. del bacino imbrifero che si vuole utilizzare per il serbatoio, avere un *criterio analitico* per determinare quale è l'erogazione perenne in mc. al secondo che da questo è possibile ottenere.

Infatti, denominando con ω una tale erogazione, si ha evidentemente:

$$\omega = \frac{1000 \cdot \sigma \theta H - \frac{10 \cdot \sigma H}{k} - 31536 \cdot \sigma p_0}{365 \times 86400''}$$

ossia:

$$\omega = \sigma H \left(0,0000317 \cdot \theta - \frac{0,000000317}{k} \right) - 0,001 \cdot \sigma p_0. \quad (5)$$

Durante il decorso d'ogni anno si presentano, generalmente, due periodi notevoli di decrescenza degli afflussi del bacino all'alveo. Un periodo segue l'epoca piovosa autunnale, l'altro segue la stagione piovosa primaverile. Di regola, il periodo più lungo e critico, specialmente per l'irrigazione, è il secondo. Basta, quindi, per garantire la continuità dell'erogazione, avere una riserva sufficiente per tutta la durata di questo secondo periodo, che supporremo genericamente di T giorni contati a partire dal quinto giorno da quando la pioggia totale primaverile è finita.

Il serbatoio incomincia a funzionare nell'istante in cui la portata per kmq. e per secondo, diminuendo sempre dall'inizio del periodo di T giorni, diventa uguale a:

$$1000 \frac{\omega}{\sigma} = H \left\{ 0,0317 \cdot \theta - \frac{0,000317}{k} \right\} - p_0,$$

e questo accade dopo trascorso il numero τ di giorni dall'origine del tempo dato dalla (2):

$$1000 \frac{\omega}{\sigma} - p_0 = 0,116 \cdot h e^{-k\tau}.$$

Risolvendola, si ricava:

$$\tau = \frac{2 \cdot 3026}{k} \log \frac{0,116 \cdot h}{1000 \frac{\omega}{\sigma} - p_0}. \quad (6)$$

La quantità totale d'acqua che nell'intervallo $T - \tau$, passa dal bacino all'alveo, espressa in mc. è:

$$Q = 86,4 \cdot \sigma \left[p_0 (T - \tau) + 0,116 \cdot h \int_{\tau}^T e^{-kt} dt \right],$$

quella che deve essere erogata dal serbatoio, espressa pure in mc., è:

$$Q' = 86400'' \cdot \omega (T - \tau),$$

per cui la capacità utilizzabile C della ritenuta risulta dalla differenza:

$$C = Q' - Q = 86,4 \left[(1000 \cdot \omega - \sigma p_0) (T - \tau) - 0,116 \cdot h \cdot \int_{\tau}^T e^{-kt} dt \right]$$

Ma poichè si ha:

$$\int_{\tau}^T e^{-kt} dt = \frac{e^{-k\tau} - e^{-kT}}{k} = \frac{1}{k} \left(\frac{1000 \frac{\omega}{\sigma} - p_0}{0,116 \cdot h} - e^{-kT} \right)$$

ne segue che:

$$C = 86,4 \left[(1000 \cdot \omega - \sigma p_0) \left(T - \tau - \frac{1}{k} \right) + 0,116 \frac{h \sigma}{k} e^{-kT} \right] \quad (7)$$

Da questa formola risulta che la capacità utilizzabile cresce col crescere di ω e di T. Essa dà la capacità utilizzabile da assegnarsi ad un serbatoio, alimentato da un bacino imbrifero di σ kmq. d'ampiezza e sufficiente per un'erogazione di ω mc. per minuto secondo, durante la più lunga siccità annuale di T giorni riscontrata sopra un periodo d'anni sufficientemente lungo e preceduta da una stagione di pioggia generale di h millimetri d'altezza.

Consideriamo ora la legge di decrescenza degli afflussi, proposta dall'ingegnere Fantoli e rappresentata dall'equazione (1).

Scrivendola sotto la forma:

$$P + a = \frac{c}{t + b}$$

se, per $t = \infty$ si ha $P = p_0$, risulta $p_0 + a = 0$, onde $a = -p_0$.

Posto invece $t = 0$, ed esseudo in tal caso:

$$P = P_0 = p_0 + 0,116 \cdot h,$$

ne deriva che:

$$b = \frac{c}{0,116 \cdot h}$$

quindi:

$$P = p_0 + \frac{c}{\frac{c}{0,116 \cdot h} + t} \quad (8)$$

che è la forma data dal Fantoli alla legge summenzionata.

Infatti egli, pel bacino del Lago Maggiore, ha trovato:

$$P = 20 + \frac{5400}{\frac{5400}{P_0 - 20} + t} \text{ mc.}$$

nella quale P_0 è l'afflusso iniziale in mc. per secondo e P l'afflusso dopo trascorsi t giorni, dati dal bacino imbrifero.

L'equazione (8) può essere scritta sotto la forma:

$$P = p_0 + 0,116 \cdot h \left(1 + \frac{0,116 \cdot h}{c} t \right)^{-1}$$

e paragonata colla (3) si vede che essa rappresenta una legge di decrescimento meno sentita di quella proposta dallo Zunini, motivo per cui la (3) offre maggiore garanzia per il calcolo della capacità da assegnarsi ai serbatoi.

In quanto al coefficiente c, esso dipende dalla natura del soprasuolo, e va determinato, per ogni singolo bacino, coll'esperienza; oppure per confronto con altri bacini posti in analoghe condizioni e pei quali c è noto.

*

Importante è il calcolo della massima altezza d'acqua che deve avere un serbatoio, costruito attraverso una valle, e capace di un volume d'acqua utilizzabile C.

Perciò la prima cosa a farsi, come è noto, è il rilievo del bacino per curve orizzontali per un'estensione sufficiente.

Siano:

$$S_0 S_1 S_2 \dots S_a S_{a+1} \dots S_u \dots S_n \dots$$

le aree racchiuse dalle curve di livello del bacino, tracciate con un'equidistanza δ e limitate dal piano verticale π della sezione trasversale alla valle e sul quale viene a cadere il ciglio a monte della diga.

Siano inoltre:

$$s_0 s_1 s_2 \dots s_a s_{a+1} \dots s_u \dots s_n \dots$$

le lunghezze dei contorni delle curve medesime.

Il Graeff ha determinato l'area S di una curva di livello interposta tra due curve consecutive del rilievo topografico, per esempio S_u , S_{u-1} , coll'espressione seguente:

$$S = S_{u-1} + 2s_{u-1} \frac{S_u - S_{u-1}}{\delta (s_u + s_{u-1})} x + \frac{(s_u - s_{u-1}) (S_u - S_{u-1})}{\delta^2 (s_u + s_{u-1})} x^2,$$

nella quale x è la distanza del piano della S dal piano della S_{u-1} .

Il volume compreso tra la superficie interna del serbatoio ed i piani S_{u-1} e S_u vale:

$$V_u = \int_0^{\delta} S dx = \delta \left\{ S_{u-1} + s_{u-1} \frac{S_u - S_{u-1}}{s_u + s_{u-1}} + \frac{(s_u - s_{u-1}) (S_u - S_{u-1})}{3 (s_u + s_{u-1})} \right\}$$

quindi il valore medio di S, che denotiamo con $S_{u,m}$, è:

$$S_{u,m} = S_{u-1} + s_{u-1} \frac{S_u - S_{u-1}}{s_u + s_{u-1}} + \frac{(s_u - s_{u-1}) (S_u - S_{u-1})}{3 (s_u + s_{u-1})}$$

Se in luogo della formola del Graeff, facciamo uso dell'altra più semplice:

$$S = S_{u-1} + \frac{S_u - S_{u-1}}{\delta} x,$$

il valor medio di S è:

$$S_{u,m} = \frac{S_u + S_{u-1}}{2}$$

Generalmente la bocca di presa del serbatoio non si colloca in corrispondenza del punto più depresso, ma ad una altezza, sopra questo punto, variabile da 5 a 10 metri. Noi, per generalità, supponiamo che la bocca di presa sia collocata colla soglia in corrispondenza del piano della curva S_a , e supponiamo ancora che il serbatoio debba vuotarsi uniformemente nell'intervallo di tempo $T - \tau$, cioè supponiamo che, perdite a parte, del volume utile C ogni giorno sfugga la quantità:

$$q = \frac{C}{T - \tau} \quad (9)$$

Ciò premesso per determinare l'altezza z dello specchio liquido sul punto più depresso della ritenuta, a serbatoio pieno; ossia, equivalente al volume inutilizzato compreso fra i piani S_0 e S_a , più il volume utile C, più il volume disperso per evaporazione e filtrazione, procediamo nel seguente modo:

Cominciamo col determinare il tempo occorrente per smaltire il volume d'acqua compreso tra i piani di livello S_a , S_{a+1} in base al consumo medio giornaliero q e alle perdite, ed indichiamo questo tempo con t_{a+1} giorni: poscia ripetiamo la medesima determinazione per il volume d'acqua limitato dai piani S_{a+1} , S_{a+2} , e otteniamo t_{a+2} , e così via.

Noi proseguiamo in questa ricerca finchè, sommando l'ultimo intervallo di tempo trovato colla somma dei precedenti, verificiamo che le penultima ed ultima somma comprendono tra loro l'intervallo $T - \tau$.

Così supponiamo di aver verificato che sia:

$$\sum_{u=a+1}^{u=n-1} t_u < T - \tau < \sum_{u=a+1}^{u=n} t_u$$

questo significa che l'altezza z è compresa tra le altezze $(n-1)\delta$, $n\delta$ corrispondenti ai piani S_{n-1} e S_n .

Infine, per semplificare il problema, adottiamo, per le perdite di filtrazione ed evaporazione, un coefficiente complessivo ψ , per giorno di 24 ore e per unità superficiale, che la pratica suggerisce di assumere uguale a 10 mm., ritenendosi che 3 mm. siano dovuti all'evaporazione e 7 alla filtrazione. Ne segue che il numero dei giorni che impiega il livello dell'acqua del serbatoio a discendere dal piano orizzontale S_u al piano S_{u-1} è, evidentemente, in via di approssimazione dato da:

$$t_u = \frac{\delta \cdot S_{u,m}}{q + \psi S_{u,m}}$$

Applichiamo questa relazione a tutti i volumi parziali compresi tra un piano di livello ed il consecutivo, e supponiamo di trovare che sia:

$$\sum_{u=a+1}^{u=n-1} t_u < T - \tau < \sum_{u=a+1}^{u=n} t_u$$

Ponendo:

$$\bar{T} = T - \tau - \sum_{u=a+1}^{u=n-1} t_u$$

è chiaro che l'equazione, la quale ci dà l'altezza x del pelo d'acqua a serbatoio pieno sul piano S_{n-1} , è:

$$\bar{T} = \frac{x S_m}{q + \psi S_m}$$

dove è:

$$S_m = \frac{1}{x} \int_0^x \left\{ S_{n-1} + 2 s_{n-1} \frac{S_n - S_{n-1}}{\delta (s_n + s_{n-1})} x_1 + \frac{(s_n - s_{n-1})(S_n - S_{n-1})}{\delta^2 (s_n + s_{n-1})} x_1^2 \right\} dx_1 =$$

$$= S_{n-1} + s_{n-1} \frac{S_n - S_{n-1}}{\delta (s_n + s_{n-1})} x + \frac{(s_n - s_{n-1})(S_n - S_{n-1})}{3 \delta^2 (s_n + s_{n-1})} x^3$$

$0 < x_1 < x$.

Sostituendo e riducendo si ricava l'equazione di 3° grado:

$$\frac{(s_n - s_{n-1})(S_n - S_{n-1})}{3 \delta^2 (s_n + s_{n-1})} x^3 +$$

$$+ \frac{S_n - S_{n-1}}{\delta (s_n + s_{n-1})} \left\{ s_{n-1} - \bar{T} \psi \frac{s_n - s_{n-1}}{3 \delta} \right\} x^2 +$$

$$+ \left\{ S_{n-1} - \bar{T} \psi s_{n-1} \frac{S_n - S_{n-1}}{\delta (s_n + s_{n-1})} \right\} x - \bar{T} (q + \psi S_{n-1}) = 0$$

Se in luogo della formola di Graeff ricorriamo a quella delle « sezioni ragguagliate », abbiamo:

$$S_m = S_{n-1} + \frac{S_n - S_{n-1}}{2 \delta} x$$

e quindi l'equazione di 2° grado:

$$\frac{S_n - S_{n-1}}{2 \delta} x^2 +$$

$$+ \left\{ S_{n-1} - \bar{T} \psi \frac{S_n - S_{n-1}}{2 \delta} \right\} x - \bar{T} (q + \psi S_{n-1}) = 0$$

Naturalmente uno solo dei valori di x soddisfa alla questione ed è quello indicato dalla condizione $x < \delta$.

Per mostrare questo metodo di calcolo facciamo un'applicazione al bacino destinato ad alimentare il serbatoio del

« Rostiolo », progettato dall'ing. Zunini in Val d'Orba, i cui dati si trovano nella più volte citata Relazione dell'egregio professore.

APPLICAZIONE AL SERBATOIO ROSTIOLO.

Questo serbatoio raccoglie le acque defluenti da una superficie imbriferata di 37 kmq. Per il calcolo dell'erogazione accetteremo le piogge ammesse per il Gorzente, e ci riferiremo all'anno di maggiore siccità, che fu il 1894, e nel quale la precipitazione totale rilevata a Genova e ridotta al Gorzente risultò di mm. 1105. Come coefficiente di scolo annuo assumeremo 0,84.

Applicando la formola (5) avremo:

$$\omega = 37 \cdot 1105 \left(0,0000317 \times 0,84 - \frac{0,000000317}{0,063} \right) - 0,001 \times 4^4$$

ossia:

$$\omega = \text{mc. } 0,735 \text{ al } 1''$$

avendo assunto $k = 0,063$, $p_0 = 4$ litri per kmq. e per 1''.

Così pure dalla (6) avremo:

$$\tau = \frac{2 \cdot 3026}{0,063} \log \frac{0,116 \times 400}{19,864685 - 4} = \text{giorni } 17$$

ammettendo che il periodo di decrescenza sia stato preceduto da una pioggia generale di $h = 400$ mm. d'altezza (*).

Come durata del periodo di siccità prenderemo $T = 110$ giorni, e dalla (7) ricaveremo:

$$C = 86,4 \left[(1000 \times 0,735 - 37 \times 4) \left(110 - 17 - \frac{1}{0,063} \right) + \right.$$

$$\left. + 0,116 \frac{400 \times 37}{0,063} e^{-0,063 \times 110} \right]$$

ovvero:

$$C = \text{mc. } 3907496$$

Infine dalla (9) avremo:

$$q = \frac{3907496}{110 - 17} = \text{mc. } 42016$$

Ciò posto, coi dati della Tabella XIII della Relazione Zunini, che dà le aree delle curve di livello e le equidistanze, e col valore di q , preso $\psi = 0,01$, potremo costruire la tabella che è in testa della pagina seguente.

Supponendo la bocca di presa situata alla quota 580, si avrà un volume inutilizzato di mc. 349540. La differenza $T - \tau = 93$ è compresa tra i valori 79,6 e 112,4 della somma $\sum t_u$, onde $\tau = 13,4$ e per conseguenza l'equazione che dà il valore di x è:

$$6312 \cdot x^2 + 262434 \cdot x - 598294 = 0$$

dalla quale si trae $x = \text{m. } 2,17$.

La superficie dello specchio liquido a serbatoio pieno risulta uguale a:

$$S = 263280 + \frac{63120}{5} \times 2,17 = \text{mq. } 290674$$

la sua quota è di metri:

$$605 + 2,17 = 607,17$$

il volume compreso tra i piani 605 e 607,17 ammonta a:

$$\frac{263280 + 290674}{2} \times 2,17 = \text{mc. } 601040$$

(*) Riguardo alla formola:

$$p = 0,116 \cdot h \cdot e^{-kt}$$

le esperienze del prof. Zunini fatte in Val d'Orba nell'anno 1894, diedero, per la portata iniziale $0,116 \cdot h$, il valore di 46 litri, onde:

$$p = 46 e^{-0,063 t}$$

Quota curve di livello	Altezze d'acqua parziali z	Aree curve di livello S_u	Valori medi delle aree delle curve di livello $S_{u,m}$	Volumi parziali $z S_{u,m}$	Volumi totali $\Sigma z S_{u,m}$	Differenze $S_u - S_{u-1}$	$q + \phi S_{u,m}$	$t_u = \frac{z S_{u,m}}{q + \phi S_{u,m}}$	Σt_u
562		0		540	0				
565		1080		41400	540				
570	5	15480	8280	109200	41940				
575	5	28200	21840	198400	151140				
580	5	51160	39680	329100	349540				
585	5	80480	65820	472100	678640	29320	42674,2	7,7	
590	5	108360	94420	639600	1150740	27880	42960,2	11	7,7
595	5	147480	127920	872200	1790340	39120	43295,2	14,8	18,7
600	5	201400	174440	1161700	2662540	53920	43760,4	19,9	33,5
605	5	263280	232340	1474200	3824240	61880	44339,4	26,2	53,4
610	5	326400	294840	1874200	5298440	63120	44964,4	32,8	79,6
									112,4

Il volume del serbatoio pieno risulta di mc.:

$$3824240 + 601040 = 4425280,$$

mentre, se non vi fossero le perdite per evaporazione e filtrazione, basterebbe che sia di mc.:

$$3907496 + 349540 = 4257036.$$

La differenza di mc. 168244 è quella dovuta alle perdite in parola, e corrisponde ad un'altezza di mm. 6,2 per giorno di 24 ore sopra la superficie, a serbatoio pieno di metri quadrati 290674.

Ritourneremo sull'argomento.

Ing. DIOFEO NEGROTTI.

ARCHITETTURA CIVILE

IL PRIMO RINASCIMENTO LOMBARDO NEL PERIODO DEL SUO APOGEO.

(Continuazione)

III. — LO STILE BRAMANTESCO.

Lo stile bramantesco è caratteristico del Primo Rinascimento lombardo, e non poteva esserne a meno; genii come un Bramante, che nel breve periodo di 15 anni in Roma seppe creare uno stile nuovo, la cui influenza si estese sulle età posteriori in modo tanto efficace, imprimono orme indelebili dovunque passano. Ciò non ostante non è facile stabilire con certezza la parte che Bramante ebbe nei singoli monumenti della Lombardia, e i molti studi in proposito non hanno dato ancora risultati soddisfacenti. Ciò si comprende facilmente, quando si abbiano presenti le condizioni nelle quali i monumenti ebbero origine, e cioè la ripartizione del lavoro nel massimo grado, e spesso le modificazioni capricciose del progetto primitivo. Aggiungasi che per gli artisti lombardi, Bramante era sempre un forestiero, una specie d'intruso; tanto più che essi stessi erano numerosi ed all'altezza dei bisogni, come ce lo rivelano, più che i pochi nomi conservati da vari documenti, le numerose costruzioni di quell'epoca.

Il campo delle ricerche era adunque ancora fino a ieri, per quanto esplorato, non tanto conosciuto e il libro del Meyer

vi ha portato tanta luce da soddisfare anche i più esigenti. Le sue ricerche sono condotte con una finezza di critica, sussidiate non solo da innumerevoli documenti e libri interpretati con grande erudizione e larghezza di vedute, ma soprattutto dallo studio comparativo dei monumenti stessi e delle singole parti di esse, nella determinazione delle cui analogie il dott. Meyer si è rivelato qui ancora maggiormente che nelle altre sue opere, osservatore accurato, artista delicato e colto, critico finissimo, imparziale e ponderato.

Egli classifica le numerose opere che corrono sotto il nome di Bramante, o che per lo meno appartengono al suo stile e sono di quell'epoca, in tre categorie: opere delle quali puossi con certezza asserire che furono da lui progettate e personalmente fatte eseguire; opere per le quali la sua azione si è limitata a fornire i disegni o i modelli, ma la cui esecuzione si deve ritenere con maggiore o minore certezza fatta da artisti lombardi; finalmente quelle che erano già state iniziate secondo un progetto primitivo e alla cui costruzione Bramante cooperò con consigli od anche colla propria attività. Nella seconda categoria, aggiungiamo noi, si possono considerare anche le altre opere, che senza essere state eseguite sopra progetti o disegni forniti dal gran maestro, i loro autori ne imitarono lo stile.

Venendo Bramante nella Lombardia e specialmente a Milano, vi apportava un corredo di cognizioni, che sarebbe interessante di conoscere, ma purtroppo ciò sfugge al nostro studio, per difetto di notizie in proposito. Tutt'al più si possono tenere presenti le condizioni dell'arte che egli trovava in Lombardia alla sua venuta, le quali risultano in modo chiarissimo dal nostro precedente studio: « Il gotico del Duomo di Milano, ecc. ». A ulteriore sussidio si può ricercare con Meyer, l'influenza che il giovane Bramante ha dovuto sentire nella sua città nativa prima di venire in Lombardia; e per questa via ci sembra che sia facile il formarsi un concetto del corredo artistico del giovane architetto, poichè sapendo che il Palazzo Ducale di Urbino era stato costruito ai suoi tempi, nessun altro monumento più di questo gioiello del Rinascimento doveva predisporre il suo gusto e gettare nella sua mente i semi, dai quali egli, con una coltivazione tutta propria, accurata, intensiva e amorosa, traeva in seguito frutti così splendidi, che attirarono l'ammirazione del mondo intero dell'epoca sua e di tutte le età successive.

Il Palazzo Ducale di Montefeltro, sebbene fosse una ricostruzione di un vecchio fabbricato, in effetto fu un'opera, si può dire, nuova; cominciata nel 1447, venne spinto colla massima alacrità solo a partire dal 1465 sotto la direzione di Lu-

ciano di Vrana, che Reber chiamò il creatore dell'architettura del Rinascimento e il quale nella ricostruzione di questo palazzo seppe appunto dar prova della potenza e grandezza del suo genio col superare le difficoltà offerte dall'esistenza di un fabbricato e dalle sfavorevoli condizioni del terreno. Esso è uno dei palazzi principeschi più caratteristici del Rinascimento, monumentale, ma nello stesso tempo comodo e appropriato; insieme ad un aspetto grave, fiero, quasi arrogante, offre una magnificenza ed uno splendore di reggia, associati ad una grazia, che diremo tutta propria, non priva di un non so che di intimo.

Bramante aveva allora appena 21 anni e doveva risentire un'influenza grandissima da questa costruzione monumentale, anche se avesse avuto solo l'intenzione di dedicarsi alla pittura.

Noi non possiamo, per ristrettezza di spazio, lasciarci tentare dalla descrizione del palazzo, diremo solo che uno dei suoi caratteri più particolari, dal quale certamente esso riceve il suo aspetto nobile, e da cui dipende in gran parte l'effetto che produce, consiste nel predominio che vi ha la superficie.

In tutte le sue parti poi apparisce l'uniforme delicatezza di Luciano nel trattarne le forme, e la sua padronanza assoluta e rigorosa della decorazione, limitata ai motivi puramente ornamentali e astratti; ciò nonostante l'architetto-scultore non riesce a prendere il disopra sull'architetto nel vero significato, che predomina senza eccezione, e la cui ispirazione risale interamente e incondizionatamente ai modelli degli antichi Romani; perfino i particolari più minuti sono disegnati nel più puro classicismo, sicché Schmarsow ebbe a dire: « Questa creazione è la culla dello stile che noi ci rappresentiamo nella sua perfezione, quando vogliamo parlare di Bramante e Raffaello. Nel Palazzo Ducale di Urbino è avvenuta la trasformazione vittoriosa del primo Rinascimento nella classica purezza », che Meyer direbbe meglio « classica finezza » poichè nella delicatezza o finezza consiste appunto la particolarità caratteristica di questo stile.

Un'altra opera del gran maestro è il Palazzo di Corte in Gubbio, anch'essa non costruita di pianta, ma sopra un fabbricato preesistente, al quale dovette adattarsi ancora più che non fece nel Palazzo Ducale. Quest'opera è certamente posteriore a quella d'Urbino, e ambedue rivelano nel loro autore una conoscenza dell'arte classica, che egli non avrebbe potuto acquistare altrove se non in Roma. Egli dovette prendere parte a molte altre costruzioni, sia col fornirne il progetto od anche solo con consigli, la cui esecuzione poi veniva affidata ad altri. Questa circostanza rende difficile lo stabilire con precisione le opere di Bramante nella sua patria; alcune di esse però gli vennero attribuite senz'altro: come il Palazzo Passionei (Torriglioni) nella via S. Chiara e la Chiesa dei Zoccolanti S. Bernardino presso Urbino; pel primo è una supposizione personale, ma per la Chiesa vi sono nel monumento stesso ragioni artistiche; e soprattutto la costruzione ha l'impronta caratteristica dello stile Bramantesco. Nell'interno vi sono è vero non poche incongruenze, ma l'esterno è più corretto e ad onta della sua grande semplicità e dell'abbandono in cui è lasciato ancora oggi, presenta un aspetto di nobiltà meravigliosa. Probabilmente Bramante lavorava sotto la direzione dello stesso Luciano, ma è indubitabile che questa chiesa è di grande importanza per ben comprendere la sua missione in Lombardia.

Ciò prova già ad esuberanza che egli, sebbene abbia cominciato la sua carriera quale pittore e allievo di un pittore, non ha aspettato per diventare architetto di essere arrivato in Lombardia. Le occasioni per applicare l'arte sua non mancavano nella patria e nei paesi intorno alla medesima, dove ovunque era anzi favorevolissimo il terreno, poichè i vari signorotti erano animati dalla febbre di costruzione. Però è impossibile di stabilire in modo preciso la sua parte di cooperazione ai vari monumenti che allora sorsero in Faenza, Forlì e Imola, anche perchè la posizione speciale di questi luoghi li esponeva all'influenza generale del Rinascimento fiorentino, ed a quella più speciale dell'arte di Alberti in Rimini e di Laurana in Urbino, non che della fiorente e ricca architettura in terracotta di Bologna. Per potere giudicare con qualche probabilità è d'uopo restringersi a quei monumenti, che più si

avvicinano alla maniera bramantesca lombarda, quale la chiesa di S. Michele in Faenza, la Casa Francia (ora Pettini) in Forlì, e in Imola il Palazzo Riario-Sforza (più tardi Paterlini), il Palazzo Sersanti, ma sopra ogni altro la Chiesa della Madonna del Piratello, non già pel suo superbo campanile e pel tabernacolo del coro, come si è ritenuto per lo passato, mentre questi è quasi moderno e quello appartiene al sublime del Rinascimento, ma per la facciata nord-est, che ci fornisce una prova dell'arte bramantesca, la quale poi ritroveremo in Milano. Tuttavia anche nei monumenti menzionati, sono sensibilissime le influenze dell'architettura dominante allora in Bologna.

Le ragioni che spinsero Bramante ad abbandonare la patria per recarsi a Milano e l'epoca in cui ciò avvenne, sono difficili a trovare; il dott. Meyer sottopone le varie opinioni ad una rigorosa critica, ed arriva al risultato che Bramante solo nel 1479 ha incominciato l'opera sua in Milano, epperò non come architetto principiante, ma quale un maestro provetto, come ne fanno indubitabile fede le opere da lui eseguite, nelle quali si dimostra già sicuro e padrone del campo, quali sono S. Maria presso San Satiro, S. Maria delle Grazie e la Canonica di Sant'Ambrogio.

*

Santa Maria presso San Satiro. — in questa chiesa si distinguono tre parti affatto distinte, sebbene ne costituiscano una sola, e sono la cappella della Deposizione col campanile dal lato orientale, la chiesa propriamente detta e la sacristia. Secondo le ricerche di W. von Seidlitz, la cappella e la chiesa ebbero origine distinta; quella è assai più antica, ma solo nella forma, poichè nel suo aspetto attuale è uno dei più bei monumenti del Primo Rinascimento lombardo. Nella chiesa la navata longitudinale e quella laterale del braccio trasversale della croce furono costruite prima che Bramante vi lavorasse, il quale vi aggiunse in seguito la navata trasversale.

Questa navata trasversale nella sua crociera presenta uno spazio quadrato sormontato da cupola e situato fra due volte a botte più basse e uguali; che è il tipo della Chiesa di S. Bernardino presso Urbino, l'unico monumento che nella patria di Bramante viene a lui attribuito in modo sicuro. La facciata meridionale che fronteggia la via del Falcone ha nella sua semplicità qualche cosa di così caratteristico, da costituire per Milano, dal punto di vista artistico, una vera novità, perfettamente degna di Bramante. Bisogna fare astrazione delle due porte e della membratura interna corrispondente alla falsa tribuna, le quali sono opere posteriori.

Questa facciata conserva nella sua purezza il progetto di Bramante per la cappella e artisticamente è di grande importanza; non vi ha più traccia, anche lontanissima, non diciamo dello stile, ma nemmeno delle tradizioni gotiche e financo quella tendenza al pittorico che sogliono offrire le opere in terracotta o in laterizi è completamente evitata, sicché l'effetto architettonico domina senz'altro. Nella storia della decorazione in terracotta milanese, questa facciata viene così a rappresentare il termine della via, che da un Filarete e da un Solari guida al puro Rinascimento; è l'ultimo passo sulla medesima. Già nella Certosa l'arte si avviava in questa direzione ed era cosciente dei passi che faceva; ma non riuscì a raggiungere tale finezza e delicatezza di effetto d'insieme. Solo nella facciata meridionale di S. Satiro troviamo per la prima volta delle analogie coll'arte dell'Italia centrale, che Luciano da Vrana ha saputo incorporare con nobiltà e grandezza nel Palazzo Ducale di Urbino, e che a sua imitazione trovansi pure nelle opere costruite in Pesaro, in Imola e fino a Bologna. Un documento scritto nomina Bramante quale autore del progetto più antico di questa nuova costruzione di S. Satiro, per cui si deve senz'altro ritenere questa facciata meridionale come la prima creazione in Milano della sua arte.

La seconda, ancora più celebre, è la sacristia costruita nel 1480. Il programma era simile a quello della cappella Portinari presso Sant'Eustorgio; una costruzione centrale coronata da una cupola; ma nello stile le due opere sono essenzialmente diverse e a primo aspetto è facile il convincersene. Già l'ambiente per grandezza e per disposizione delle decorazioni è un parto di una fantasia architettonica aristocratica; la bre-

vità dello spazio non ci permette di darne la descrizione, ma diremo che l'effetto della grandiosità e forma del vano, si avvicina assai più all'antico romano, che non al gotico dell'Alta Italia; e in questo già sta tutto il contrasto fra essa e la cappella Portinari.

La sacristia di S. Satiro è il primo vano di un monumento in Milano che, nella sua forma architettonica non offra la benchè minima analogia, il menomo accenno al gotico. Lo stesso dicasi delle sue decorazioni, manca qualsiasi effetto pittorico; tutta la potenza artistica si concentra nell'effetto architettonico e plastico; e questo è di una bellezza perfetta. Aggiungasi che si distingue anche dalla decorazione del Rinascimento in ciò, che l'ornamentazione ha una realtà intima, che si appalesa quale manifestazione del pensiero fondamentale tettonico, il che nella decorazione del Primo Rinascimento viene solo raggiunto per istinto, inconsciamente senza che essa se lo proponga come scopo. In generale le forme di cui si serve per interessare il ricco manto con cui copre le sue creazioni sono antiche e moderne, senza un concetto direttivo, a caso, dimenticando spesso che lo scheletro architettonico e il rivestimento ornamentale devono stare fra loro in un'armonia organica, intima. Ora tali incongruenze non si verificano nell'ornamentazione di questa sacristia, dove al contrario l'armonia della forma colla sostanza è stato uno degli scopi principali dell'artista.

Non meno celebre e importante in questa sacristia è la decorazione figurativa in terracotta, la quale non si limita a rivestire e decorare gli spazi vuoti, le grandi superficie, le varie membrature, no, essa fa parte intima dell'insieme, e costituisce con esso un tutto così armonico, che l'uno non potrebbe sussistere senza l'altro, o per meglio esprimerci, separatamente perderebbe ciascuno il proprio effetto, mentre invece uniti si completano ed assumono una potenza, che rivela la forza e il sentimento dell'artista creatore.

Esaminate le varie figure in particolare, non perdono della loro bellezza e non pochi dei putti che qui vediamo, possono rivaleggiare con quelli di Donatello nella balaustrata dell'Organo in Firenze e nel pulpito di Prato; almeno vi si possono paragonare per la grazia, le movenze e la correttezza delle linee; e nell'aspetto la vincono su quelli della cappella Portinari. Forse nella imitazione dell'antico lasciano qualche cosa a desiderare, se ciò dovesse costituire un'inferiorità, ma ciò dipende dal fatto, che l'elemento naturalistico qui comincia a fare sentire la sua influenza, la quale tende ad eliminare quella degli antichi modelli. Le figure prese isolatamente hanno movenze leggere, facili e sicure; membra ben tornite, le teste coi capelli irti e le labbra aperte alla parola di una vivacità (animazione) drastica. Qua e là si trovano delle linee angolose, ma nel complesso la condotta delle forme rivela una mano meravigliosamente sicura ed esperta. L'autore delle figure è Ambrogio Foppa detto il Caradosso; ma l'armonia della decorazione coll'architettura dell'opera è così intima, così organica, che non sarebbe altrimenti possibile se non dalla completa e perfetta intimità dell'architetto e dello scultore.

Per quanto è certo che la sacristia è opera di Bramante, altrettanto è difficile il precisare la parte che egli ebbe nella restaurazione della chiesa. La decorazione interna della navata trasversale offre dei punti di contatto con quella della sacristia. Tutte le altre parti in stile del Rinascimento di questo complesso di costruzioni, sono tanto nella loro architettura, quanto nella decorazione di valore così infimo, da potere con tutta sicurezza asserire che non sono opera di Bramante; aggiungasi che i documenti che vi si riferiscono non lo nominano più, ma menzionano uno dei suoi allievi, Bramantino, o anche Giovanni Battaggio da Lodi. La costruzione principale data dal 1479 e anni successivi, nella quale epoca Bramante era, secondo tutte le probabilità, l'architetto; l'ultima poi dovette andare molto per le lunghe e per opera di altri artisti. La chiesa venne consacrata solo nel 1523.

*

Santa Maria delle Grazie. — Anche qui la cooperazione di Bramante si limita ad una costruzione addizionale, originata dalla trasformazione di un monumento preesistente. Infatti nell'agosto 1464 era stata posta la prima pietra del convento

dei Domenicani annesso; l'anno susseguente si costruì la chiesa, che cinque anni dopo nell'insieme si poteva dire costruita; fu però terminata solo nel 1490. La navata longitudinale, conservata nella sua antica forma, è una creazione dello stile di transizione lombardo e caratterizza uno studio di evoluzione analogo a quello dell'Ospedale Maggiore di Filarete. Lodovico il Moro trovò la chiesa « troppo positiva » e ne decise la completa trasformazione; questa venne iniziata (nel marzo 1492) a cominciare dal coro, che nel gennaio 1497 poteva già ricevere il feretro della principessa Beatrice d'Este; l'idea era anche di trasformare la navata principale, e nel giugno 1497 si fa menzione del modello della nuova facciata.

L'esecuzione non poté condursi a fine per la caduta di Lodovico il Moro, perciò oggi la chiesa si presenta come un torso in duplice senso, quale monumento parlante di due potenze artistiche diverse; da una parte lo stile di transizione nazionale-lombardo colle sue tradizioni medioevali, dall'altra il Rinascimento nello stile bramantesco. A quest'ultimo appartiene già lo spazio centrale, che funziona da crociera, colla sua cupola maestosa, le larghe tribune a semicerchio laterali, che possono benissimo rimpiazzare la navata trasversale; poi il coro quasi navata longitudinale, terminato da un'apside, ma coperto sul davanti da una volta a specchio; il tutto è di un effetto così potente, che senza l'influenza del Rinascimento dell'Italia centrale, in Milano non si spiegherebbe. Infatti l'idea fondamentale la troviamo nella crociera di San Spirito in Firenze di Brunelleschi, e il modo come è stata qui trasfusa nella costruzione, dimostra una maturità ben superiore a quella che autorizzano le opere di Filarete e di Michelozzo; la sola sacristia di S. Satiro in Milano può ad essa paragonarsi, e questo già per sè stesso basta ad attribuirne la creazione a Bramante. I difetti che vi si rimarcano non possono fare supporre che non sia opera di Bramante, essi dimostrano invece, che anche qui il lavoro era stato ripartito fra diversi artisti; Bramante dovette dare l'idea fondamentale, il concetto direttivo, il progetto dell'opera, la cui esecuzione poi era stata lasciata agli artisti indigeni; egli non vi dovette intervenire che di tempo in tempo, e pur troppo, non sovente abbastanza per imprimere in modo esclusivo all'opera l'orma del suo ingegno.

Senza estenderci in una descrizione particolareggiata, osserviamo che il fascino del Primo Rinascimento vi si fa sentire potente e nella sua purezza, anzi con maggior grazia che non nella stessa sacristia di S. Satiro. Dal gusto lombardo specifico (caratteristico), si è ricavato il fiore più fine che era possibile, mediante un processo di perfezionamento, come solo si poteva da un artista sommo, geniale e forastiero. E infatti in nessun'altra sua opera, come in questa, Bramante ha saputo immedesimarsi nello spirito dell'arte lombarda, non solo col servirsi dei laterizi e delle terrecotte locali, non solo coll'impiegare la forma tramandata del candelabro quale colonna, variandolo opportunamente ed eseguendo nelle finestre circolari un lavoro di intaglio, ma perchè egli seppe spandere sopra queste decorazioni parietali, nel loro complesso, quella grazia e freschezza, che erano tutte particolari all'arte pittorica lombarda primitiva nelle sue migliori creazioni.

Nella decorazione ornamentale figurativa, Bramante ricorse agli artisti lombardi, e seppe adattare con un gusto squisito insuperabile le forme proprie dalla sua maniera alla maniera lombarda. Lo stesso stile delle figure troviamo nei medaglioni delle arcate del cortile dell'Ospedale Maggiore, che portano il suo nome.

La sacristia e il chiostro, fra essa e la chiesa, erano, nel loro insieme, già terminate nel 1497. In quella la sola disposizione si può attribuire a Bramante, il chiostro invece, in tutte le sue parti, porta l'impronta personale del suo autore; veramente nobile ed elegante è la sua forma quadrata e concepita nel sentimento dello spazio che aveva l'Urbinate. L'effetto ricorda quello della sacristia di San Satiro.

La Canonica di S. Ambrogio. — La Canonica si adossa all'antica Chiesa di S. Ambrogio, e doveva costituire il principio di una trasformazione e di un ingrandimento degli edifici esistenti; tuttavia solo un lato del chiostro fu costruito, ed

anche di esso la sopraelevazione della parte centrale in forma di porta trionfale è di un'epoca posteriore, però si adatta a ciò che esisteva, costituendo una continuazione, il cui effetto è magnifico.

Le arcate laterali alla medesima rimasero intatte e sono appunto esse che portano l'impronta indubitabile di Bramante. Documenti irrefragabili poi le attribuiscono a lui. Geymüller dice: che la bellezza delle proporzioni, l'aggetto e il movimento delle membrature, il disegno dei capitelli e la loro esecuzione, sono di una tale perfezione, che, a suo giudizio, Bramante non ha, nelle sue produzioni posteriori, superato ciò che qui ha saputo creare. Certo che Bramante si ispirò sulle opere dei grandi maestri che lo precedettero, e anche qui si deve cercare l'ispirazione nel cortile del palazzo ducale di Urbino; però le arcate di Bramante sono assai più belle di quelle di Luciano, l'allievo ha superato il maestro.

Le proporzioni, e specialmente i pulvinari, richiamano le arcate interne in San Lorenzo e in San Spirito di Brunelleschi, e senza dubbio Bramante le conosceva, ma questi modelli sono rimasti inferiori alla creazione del Bramante; egli, come il suo concittadino Raffaello, ha saputo dappertutto raggiungere il massimo e accogliere in sé tutta la facoltà produttiva dei suoi predecessori e col solo tocco del suo genio portarla all'apogeo; nessuna delle sue opere lo dimostra meglio di questo chiostro della Canonica, il quale spiega anche il senso delle parole colle quali Leon Battista Alberti ha voluto esprimere l'intimo incanto ammaliatore del primo Rinascimento (1) « neque qui spectent satidius condemplatos ducant se quod iterum atque iterum spectarint atque admirentur: ni iterato etiam inter abeundum resperent ».

*

Lo studio dei tre monumenti menzionati ci permette di apprezzare ciò che Bramante ha ricevuto dalla Lombardia e ciò che egli vi ha apportato. Sopra ogni altro, il Coro di Santa Maria delle Grazie si avvicina alle tradizioni lombarde; lo stesso concetto architettonico ne rivela il legame: le absidi semicircolari erano già parte integrante dell'arte lombarda fino dall'epoca romana; la decorazione esterna in terracotta, colle sue colonne a candelabro, i medaglioni, ecc., nella sua grazia e leggiadria pittorica era pure una produzione tutta lombarda; certo nobilitata ed abbellita da una finezza di linee, di forme e di colori tutta particolare, nuova, e diremo sconosciuta all'arte indigena; ma questa evoluzione sublime è appunto l'opera di Bramante. Egli seppe utilizzare la tendenza lombarda a produrre effetti di insieme colla pittura e colla ricchezza di particolari, e asservirla al sentimento architettonico delle forme, senza farle perdere la benchè minima parte della sua freschezza, anzi, dando alla sua espressione, quella indefinibile grazia e finezza, che mancava a tutte le opere fino allora costruite del Rinascimento lombardo e financo a quelle che nella Lombardia erano sorte sotto l'influenza toscana, quali l'ospitale di Filarete, la cappella Portinari di S. Eustorgio e il Banco Mediceo, e per quanto si voglia ricercare i modelli che possono aver avuto qualche influenza sopra di lui, la parte migliore la deve al suo genio sovrano.

Nella decorazione e nell'ornamentazione dell'interno della sacristia e nel chiostro della Canonica, Bramante ci appare affatto originale, indipendente; queste due opere non conservano più alcuna rimembranza delle tradizioni lombarde e potrebbero trapiantarsi a Firenze, che vi si troverebbero come nella loro patria.

Si può quindi concludere col dott. Meyer, che Bramante ha saputo impadronirsi della ricchezza di forme dell'ornamentazione lombarda, ora esuberante, rigogliosa ed ora pesante e grave, ricca sempre di elementi tendenti al gotico, ed assoggettarla ad un'espressione moderata, di grandissima finezza organica ed architettonica.

Ma questo non costituisce che un lato della sua missione artistica, e sebbene sia il più importante nella storia dell'arte, tuttavia è inferiore dal punto di vista architettonico, a quel

sentimento dello spazio, che in lui dominava, e che costituiva l'essenza principale della sua fantasia. Nessun altro rappresentante del Rinascimento ebbe il sentimento della bellezza così sviluppato, e seppe infonderlo in modo tanto espressivo nelle sue opere, da trasparire direttamente e con fascino sovrano, dalla forma dei vani, dalla disposizione delle piante, e dal modo come in esse i vani vengono limitati. L'illuminazione poi è sempre fatta in proporzioni tanto perfette, da elevarsi ad elemento artistico. In intima armonia con la bellezza e gradiosità dello spazio stanno le facciate e i porticati colle loro membrature formando un legame ritmico, indescrivibile e che solo si può sentire; un'armonia squisita e delicata degli spazi, colle superficie e colle linee, armonia che in apparenza sembra retta da leggi invariabili, oggettive, ma che in realtà è tutt'affatto subiettiva e solo il risultato di un tatto architettonico tutto particolare, inarrivabile; tatto che poteva avere avuto la sua educazione sui modelli di Luciano da Urbino, di Brunelleschi, di Leon Battista Alberti e che nella stessa Milano trovava nella Chiesa di San Lorenzo uno splendido esempio della bellezza che dalla grandiosità dello spazio si può derivare. Anche S. Ambrogio, nella sua maestà, dovette esercitare un'influenza notevole su Bramante, il cui spirito già era disposto alla concezione di spazi grandiosi, ciò permette di concludere, che sebbene in realtà in Bramante si debba ammettere una preparazione artistica avuta alla scuola dei monumenti dell'Italia centrale, pur tuttavia non è men vero che Milano offriva elementi sufficienti per formare di un artista del suo stampo, il grande architetto che conosciamo. Certo che solo in Roma doveva raggiungere quella perfezione, che lo ha fatto il più grande architetto di tutti gli artisti del Rinascimento, anzi di ogni tempo, e che Meyer chiama « le plus architecte », come si è detto di Velasquez « le plus peintre ».

*

La facciata di S. Maria in Abbiategrasso. — S. Maria di Canepanova. — Il Duomo di Pavia. — Queste tre chiese portano segni così manifesti dell'opera di Bramante che, specie per le prime due, non si può a meno di ammettere nella loro costruzione il suo intervento diretto; dopo ciò che abbiamo detto del grande architetto, non intendiamo più di estenderci in descrizioni particolareggiate, e basteranno brevi cenni.

La facciata di S. Maria Nuova in Abbiategrasso è il secondo esempio di quella sua maniera artistica, caratterizzata nella facciata di S. Satiro; tuttavia è anche più speciale, poichè qui trattavasi di creare una facciata a una chiesa gotica senza importanza, alla quale l'epoca di transizione già vi aveva applicato un anticortile. Il problema fu risolto in senso tutto del Rinascimento, coll'applicazione di un arco di trionfo antico, che sappiamo è stato il concetto favorito di Leon Battista Alberti (1).

L'altra chiesa, S. Maria di Canepanova in Pavia, differisce dalla precedente nel modo come è stato risolto il problema della facciata; ma offre con essa molta analogia nella storia della sua costruzione e nel carattere fondamentale della sua decorazione. Dai documenti che si possiedono, Bramante Urbinate è designato come l'architetto; fu cominciata nel 1492, ma non venne consacrata che nel 1564, e l'opera di Bramante si limita al progetto ed ai primi lavori. Anche qui la creazione del Rinascimento si addossa ad una costruzione più antica, il convento dei Barnabiti, il cui chiostro è un bellissimo esempio dello stile di transizione; la chiesa però non ha nulla di comune, è un vero monumento del Rinascimento più avanzato.

Pel Duomo di Pavia, l'intervento di Bramante non si può dimostrare in modo preciso, anzi è affatto dubbio, e dall'esame delle varie ragioni che potrebbero farlo supporre, secondo il dott. Meyer, ognuno può formarsi una convinzione propria, perciò non insistiamo. Il dottor Meyer si appoggia principalmente sul fatto, che se Bramante non vi fosse in un modo qualunque intervenuto, nel progetto della chiesa di

(1) *De re aedificatoria*, Libro IX.

(1) V. *La Chiesa di S. Andrea in Mantova*, « L'Ingegneria Civile », 1899, pag. 189.

Canepanova, che è indubitabilmente suo, avrebbe utilizzato l'idea di un altro.

Il Duomo di Pavia è uno dei monumenti più importanti nella storia artistica delle chiese a cupola dell'Italia settentrionale, il suo progetto è del pavese Cristoforo (di Antonio) dei Rocchi, il quale dalla collocazione della prima pietra (29 giugno 1488) fino alla sua morte, 1497, ne ebbe anche la direzione assoluta. Il suo successore fu Omodeo. Bramante vi fu chiamato (nel dicembre 1488) per dare un parere tecnico, come vi intervennero altri artisti fra i quali il sommo Leonardo da Vinci e Dolcebuono. L'interno rivela nel suo autore un distintissimo architetto, sicuro del fatto suo, dei propri mezzi, e che si deve annoverare fra i più degni rappresentanti dello stile Bramantesco, e precisamente nella sua fase più perfetta, corrispondente al Rinascimento sublime, come nella Lombardia, solo verso la fine dell'ultimo decennio del secolo apparisce (Bramante lasciò la Lombardia nel 1499).

Questo stile bramantesco, che già confina col sublime Rinascimento, lo troviamo in Milano solo in edifici costruiti dopo la partenza di Bramante, ai quali egli non ha quindi potuto partecipare, e forse per qualcuno di essi può avere fornito il progetto o qualche schizzo; ciò sembra più che verosimile, anzi quasi certo, per due cortili di S. Ambrogio, separati dal primitivo refettorio, ma che ora sono stati chiusi e addetti all'Ospedale militare.

Però una quantità di costruzioni nello stile suo vennero eseguite che, sebbene non fossero state da lui architettate o condotte, pure è certo che vi è intervenuto o con consigli, o con schizzi, od anche col fornirne i progetti. Ed anche quando un tale intervento non abbia avuto luogo, la storia dell'arte deve necessariamente metterli con esso in relazione, poichè ciò che in tali edifici ci colpisce e ci attrae, è di solito una leggera modificazione, e spesso la riproduzione pura e semplice di concetti fondamentali artistici o di motivi particolari, che appartengono integralmente allo stile bramantesco; anche perchè gli artisti locali nel loro sviluppo e perfezionamento andavano sempre più modellandosi sulle opere del maestro, dalle quali le proprie, dal punto di vista dello stile, non si potevano già più distinguere.

I principali di questi edifici sono i seguenti palazzi, di uno di essi però, il castello in Vigevano di Lodovico il Moro, i documenti ci assicurano, che fu cominciato nel 1492 e che di esso fino al 1495 Bramante ne ha avuto la direzione, per cui le sue tracce sono visibili.

Un altro castello è quello di Milano, dove l'opera di Bramante non è riconoscibile e ciò che gli viene attribuito appartiene solo al suo stile. Nei palazzi dell'aristocrazia lombarda, il tipo fiorentino non vi ha attecchito, essi hanno tutti un tipo proprio, caratteristico del Primo Rinascimento dell'Alta Italia, le cui radici risalgono nel Medio Evo. Così abbiamo il portone principale e il cortile della Casa Borromeo, il cortile di Casa Missaglia, la Casa Vimercati, il Palazzo Marliani. Questi appartengono piuttosto allo stile di transizione, mentre veramente bramanteschi sono il Palazzo Fontana (ora Silvestri), il cortile della casa n. 10-12 in via Torino, il portone di Casa Mozzanica-Serbelloni; il Broletto dell'ex-palazzo Carmagnola in via Rovello; il cortile orientale del Palazzo arcivescovile; Casa Zucchi, in piazza S. Sepolcro; Casa Pozzobonelli, in via Piatti; Casa Grifi, in via Valpetrosa, e Casa Bigli. Quest'ultima però si allontana già più dallo stile che ci occupa.

Anche nell'Ospedale Maggiore troviamo delle tracce di Bramante, e precisamente nella decorazione della parte meridionale della gran corte, le cui altre tre parti sono di Ricchini, ed appartengono al tardo Rinascimento. I medaglioni e i bassorilievi del fregio richiamano subito quelli della sacristia di S. Satiro.

*

Palazzi Bramanteschi fuori Milano. — L'impronta di perfezione che il tipo lombardo di palazzo ha ricevuto dallo stile bramantesco in Milano, si ritrova anche nelle altre città della Lombardia, dove in quell'epoca si fosse costruito un palazzo, il che è avvenuto quasi in ogni città. Però quelle che sono più meridionali, hanno sentito l'influenza di Bologna, le altre più ad oriente tradiscono la vicinanza di Venezia. Fra le prime

va menzionata sopra ogni altra Cremona, la quale, assieme con Pavia, costituisce la culla e il centro della decorazione in terracotta nello stile purissimo di Bramante. Tuttavia troviamo in Cremona uno dei più bei palazzi dell'epoca e dello stile, tutto in vivo e senza terracotta, la casa, cioè, Raimondi-Trecchi sul corso di Porta Milano.

Anche la facciata del Duomo ha delle arcate in vivo bellissime e nello stile di Bramante. Gli altri palazzi però, giustificano quanto abbiamo detto più sopra; dappertutto si trovano delle tracce di terrecotte, poichè la struttura laterizia qui risale fino nel Medio-Evo. Gli edifici principali però, che hanno questo carattere, sono il Monte di Pietà e il Palazzo Stanga. Il primo solo ha conservato la sua facciata del Primo Rinascimento, ed è una delle più caratteristiche dell'epoca. La sua parte più bella e più importante, dal punto di vista del nostro esame, è il cortile colle sue arcate, un monumento di una grazia tutta propria, come solo il Rinascimento poteva creare, sebbene vi si rivelino dei cenni al gusto medioevale.

Nel Palazzo Stanga, in via Palestro, è il cortile che ci interessa, il quale, sebbene costruito colle stesse terrecotte, ha cionullameno un carattere affatto diverso dal precedente. Vi si sente una tendenza ad esagerare nei motivi decorativi con splendore pittorico; e questa ricchezza eccessiva è la stessa che abbiamo già trovata nel gusto dell'Alta Italia. Il vero gioiello dell'epoca, però, è il portale di un altro Palazzo Stanga o S. Secondo in via di S. Luca; esso costituisce uno dei più splendidi monumenti di plastica decorativa in marmo; ora non trovasi più in luogo, venne trasportato al Louvre in Parigi, dove è diventato di una celebrità mondiale. Nel suo genere è uno dei più ricchi d'Italia, più grandioso di qualsiasi altro del Rinascimento; ricorda il portone del Banco Mediceo, ma appunto dal ravvicinamento dei due, risulta ad evidenza il suo carattere particolare, proprio dell'Alta Italia, in quell'organismo severo, architettonico, che la fine del quattrocento ha usato nella risoluzione di questi problemi architettonici. Il classicismo vi domina e vi imprime un carattere di severità, di grandiosità e di magnificenza, che rapisce chi lo guarda. L'esecuzione rivela la mano di diversi artisti, fra i quali alcuni di primissimo rango.

Per lo passato, nella ricerca dell'autore di questo gioiello, si è ricorso ai Rodari, i rappresentanti più squisiti della plastica del Rinascimento in Como, e in effetto lo stile del monumento sembra giustificare una tale ipotesi. Ma il dottor Meyer osserva, che questo stile non si può a meno di concludere che lo stesso artista Giovanni Battaggio da Lodi, del resto già noto per altri bellissimi monumenti, è l'architetto del portale del palazzo Stanga.

Infatti abbiamo di lui in Piacenza il Palazzo dei Tribunali e quello degli Scotti da S. Nazario (oggi Collegio Morigi); il primo meno ben conservato del secondo; questo un monumento in laterizio, la cui decorazione però è per la massima parte eseguita in marmo; la sua parte più bella è, come nel Palazzo dei Tribunali, il portone, meno ricco di quello, ma di costruzione affatto analoga.

Analogo nello stile è, dello stesso Battaggio, la Casa Mutignani-Cerisoldi della sua città nativa, Lodi, la cui porta non può certo misurarsi per ricchezza col portone del Palazzo dei Tribunali in Piacenza, ma la cui esecuzione artistica è affatto identica.

Altro palazzo appartenente allo stesso gruppo di monumenti è quello Greppi, in via Mari, N. 11, in Reggio, dove ora è l'Asilo infantile. Tutti questi palazzi il dott. Meyer li attribuisce al Battaggio, e vi aggiunge, come cooperatore nell'esecuzione dei modelli di terracotta, Agostino De Fondutis, che i documenti menzionano nella costruzione del Palazzo dei Tribunali. Dello stesso Battaggio è la Chiesa dell'Incoronata in Lodi.

L'Autore ora studia nei loro particolari le terrecotte cremonesi, e rileva l'analogia, anzi per molti la quasi identità con quelle che sono in Milano, cosicchè non vi ha più luogo

a dubbio, che la provenienza di queste ultime, sia da ricercarsi in Cremona, da dove abbiamo già visto provenire anche prima le terrecotte per vari monumenti in Pavia.

Da ciò l'Autore prende occasione per ricercare più da vicino la vita e il valore artistico di questo Giovanni Battaggio da Lodi, che sebbene quale costruttore di chiese non ha avuto in Lodi e Cremona gran fortuna, un contemporaneo lo chiama ciò non ostante « Principe degli Architetti », e nel 1490 fu da Ludovico il Moro proposto per la direzione del Duomo di Milano; egli ha però quivi lavorato a S. Satiro sotto Bramante, e per le terrecotte dell'Ospedale Maggiore.

L'analogia che lo stile di Giovanni Battaggio mostra con quello di altri artisti lombardi, si spiega considerando che egli lavorò in Bergamo sotto Omodeo, e in Como insieme coi Rodari, per cui è un compagno più giovane di Omodeo. Del resto, a confermare questa analogia abbiamo anche il Palazzo Carminali-Bottigella, adesso Vico, nel corso Cavour in Pavia, che è pure in laterizio, ed uno dei più importanti, appartenente per stile al gruppo di quelli menzionati. Nessun altro dei palazzi lombardi dell'epoca porta più di questo l'impronta di Bramante: lo stile è così suo, che non si esiterebbe a ritenerlo l'autore; perciò, lavorando appunto nei dintorni Omodeo, è a ritenersi che insieme con Battaggio da Lodi vi abbiano cooperato.

Lo stesso dicasi del chiostro della Chiesa del Carmine pure in Pavia.

*

Chiese Bramantesche con pianta a centro. — Leonardo da Vinci lasciò scritto: « Sempre uno edificio vole essere spiccato d'intorno a volere dimostrare la sua vera forma ». Con questa osservazione, dice il dott. Meyer, Leonardo ha caratterizzato la tendenza e disposizione del Rinascimento alle chiese con pianta a centro; e gli schizzi che da lui si hanno, offrono una maniera inesauribile del modo come risolvere il problema. Questo argomento è stato già da altri trattato con molta ricchezza ed erudizione, specie da Strack e Geymüller; e però le chiese del Rinascimento in stile bramantesco della Lombardia sono importantissime, in quanto che costituiscono i primi gradini per quali si sale alla basilica di S. Pietro, quasi le prove per addestrarsi a quella perfezione, che avrebbe coronato l'opera di Bramante. Le principali chiese da considerarsi sono l'Incoronata di Lodi, Santa Maria di Busto Arsizio, Santa Maria Canapanova di Pavia, S. M. della Croce in Crema, S. M. della Passione in Milano, S. Magno in Legnano e Santa Maria di Saronno. Esse furono già molto studiate dal punto di vista architettonico, costruttivo e della storia artistica, perciò il dott. Meyer le considera ora più particolarmente dal lato decorativo, che sebbene nella storia dell'arte abbia l'importanza minore, pure merita di venire presa in considerazione.

Tuttavia a noi sembra che l'importanza maggiore, per lo scopo a cui si vuole arrivare, l'evoluzione cioè del concetto architettonico di Bramante, consista nella pianta. In tutte le suddette chiese è lo stesso concetto fondamentale che domina; lo spazio principale viene cioè costituito da un vano ottagonale. Nell'Incoronata è semplicemente animato da nicchie nelle pareti poligonali, e perciò è la più meschina di tutte; ma già nella sacristia S. Satiro di Bramante la disposizione di nicchie semicircolari nelle diagonali principali dell'ottagono, conduce all'integrazione della forma quadrata, che viene anche meglio completata dall'introduzione di nicchie triangolari, come nella chiesa di Canapanova, e così si arriva alla pianta della Santa Maria di Busto Arsizio. In Pavia però troviamo già accennato, oltre questo motivo principale, l'altro dei bracci della croce, mediante spazi quadrati indipendenti, che poi nella S. M. della Croce di Crema si sviluppano in veri bracci e il motivo si trova riccamente completato in S. Magno di Legnano, dove ai quattro bracci, si aggiungono lateralmente da ciascuna parte delle cappelle, e così l'ottagono viene trasformato in un vero quadrato.

L'elevazione necessariamente è determinata dalla pianta, e quindi subisce la stessa evoluzione passando dall'una all'altra; però anche qui il modello è sempre la sacristia di S. Satiro, di Bramante. L'Incoronata si avvicina assai allo stile personale del grande architetto; il progetto però è di

Battaggio da Lodi, il quale non diresse i lavori che durante diciassette mesi.

La chiesa di Busto fu incominciata nel 1518, e in cinque anni circa terminata; quella di Legnano nel 1504, ma consacrata solo nel 1529, perchè la sua costruzione dal 1511 in poi era stata sospesa per un certo tempo. I loro architetti, Ballarati e Giacomo Lampugnani, non hanno che un'importanza secondaria; sono seguaci di Bramante.

Il santuario di Saronno fu incominciato nel 1498 da Vincenzo Dell'Orto; non presenta la disposizione ricca delle altre chiese, e la sua bellezza è tutta nella graziosa decorazione esterna del piano della cupola, che ha grande analogia col coro della Santa Maria delle Grazie in Milano. Però anche nelle altre chiese menzionate, il valore principale per la decorazione architettonica e plastica del Primo Rinascimento lombardo, sta nell'esterno, e soprattutto nel piano della cupola, che è trattato secondo il tipo bramantesco delle chiese a cupola. La galleria ad arcate, che è tradizione lombarda, viene da Bramante in S. Satiro trasportata nell'interno, ma nel coro di Santa Maria delle Grazie trovasi non solo all'esterno, ma è trattata con grandissima ricchezza di decorazione; e questo motivo viene applicato in tutte le altre chiese, ad eccezione dell'Incoronata e del S. Magno di Legnano; in tutte la cupola viene circondata da un ordine di arcate praticabile, che ha con essa in comune il tetto.

Queste chiese sono pregevoli anche per gli affreschi che contengono, e questa preponderanza di una pittura figurativa in grande scala, corrisponde già al gusto del Rinascimento sublime, il cui esempio più geniale ce l'offre S. Maurizio in Milano. Così anche nella storia della decorazione offrono queste chiese bramantesche a pianta centrale un grande interesse storico, e costituiscono delle colonne miliari nel lungo cammino che lo stile bramantesco lombardo deve percorrere per passare dallo stile del Primo Rinascimento, così ricco ed esuberante di forme e di colori, al severo e austero classicismo. Questo doveva raggiungersi solo dopo che l'Urbinate aveva abbandonato Milano, il che è accertato da documenti irrefutabili, ed avvenne colla caduta di Ludovico il Moro, nell'autunno del 1499.

*

Quest'ultima fase dell'evoluzione dello stile bramantesco esce dai confini del nostro studio, e per l'epoca e per la sostanza: per l'epoca, perchè le opere in generale datano dal secondo decennio del cinquecento; nella sostanza, perchè non portano più un'impronta così nazionale; il loro stile ha nei suoi elementi principali assunto un carattere che si adatta a tutta Italia, ma soprattutto e prima d'ogni altro a Roma, nella cerchia della principale azione del maestro. E però, sebbene questa fase nello stile del gran maestro sia nella sostanza in completa opposizione col gusto nazionale lombardo, pure nel fatto offre tanti legami di unione, mantenuti da una serie dei suoi allievi lombardi, che anche le opere di questi offrono le analogie o, meglio, i punti di contatto, e fra esse principalmente S. M. della Passione in Milano, Santa Maria presso S. Celso, e la Cappella dei Trivulzio, addossata alla Chiesa di S. Nazario.

*

A questo punto il dott. Meyer cerca di precisare anche la posizione di Leonardo da Vinci nell'evoluzione di un'arte tanto caratteristica per la Lombardia; e giustamente, poichè sebbene nessun edificio sia noto di questo sommo, pur tuttavia egli deve considerarsi come un grande architetto; egli medesimo aveva scritto in una lettera a Ludovico il Moro, parlando di sé stesso: « Nell'architettura non credo di essere da meno di chicchessia », e i suoi numerosi schizzi e disegni lo confermano, e rivelano molto più concetti architettonici e costruttivi, che non troviamo nelle opere costruite. E' vero che egli sembra avere trattato la cosa più come studio ed espressione di concetti architettonici, che non per desiderio di vedere eseguiti i suoi progetti; perciò è inutile cercare le relazioni che potrebbero esistere fra essi e gli edifici dell'epoca che ci restano; ma non è men vero che egli veniva costantemente consultato, e si può asserire che in nessun monumento del suo tempo, egli non sia stato chiamato per dare il proprio giudizio. Il dott. Meyer non si estende su questo argomento,

poichè altri l'hanno già trattato, ed una nuova opera di Paul Müller-Eberswalde, basata sopra una grande quantità di nuovi materiali, è d'imminente pubblicazione.

Egli però trova che nel carattere generale del suo stile, come rilevasi dalla maggior parte dei suoi schizzi architettonici, predomina già una forma ben definita, e corrispondente al gusto del Rinascimento sublime. In essi, come nella disposizione degli spazi, anche in quella delle modanature e membrature, prevale la tendenza al monumentale; i particolari vanno sempre più semplificandosi, per lasciar primeggiare le grandi linee, e in tutti gli elementi della costruzione, superficie, nicchie, arcate, pilastri, ecc., si riscontra una robustezza nei profili, una sveltezza ognora crescente nelle proporzioni, quel non so che, insomma, che rivela l'espressione delle forme del Rinascimento sublime. Difficile sarebbe, per non dire impossibile, lo stabilire chi dei due abbia esercitato maggiore influenza sull'altro, Leonardo da Vinci o Bramante. Certamente si movevano su due vie parallele; ma il primo si era ispirato sulle opere di Brunelleschi e di Michelozzo, il secondo su quelle di Luciano e di Alberti; s'incontrarono sopra lo stesso campo nella Lombardia, e non mancano esempi dai quali scorgesi che Leonardo, al pari di Bramante, ha seguito in certe occasioni l'inclinazione che le tradizioni lombarde avevano per la ricchezza di ornamenti nelle forme e membrature; il suo disegno così noto di intrecci di corde, il cui motivo ha avuto una applicazione così grande nella pittura decorativa lombarda, si avvicina assai più al Primo Rinascimento, che non al sublime. Però, come per Bramante, anche per Leonardo questa tendenza non costituì che uno stadio di transizione, e i suoi schizzi rivelano che si avviava in modo anche più sicuro e più deciso, che non Bramante, verso le forme del Rinascimento sublime.

Molti monumenti ebbero origine nello stesso tempo in cui altri, stati iniziati nel Primo Rinascimento lombardo, venivano compiuti. Quasi tutti gli edifici più importanti del XV secolo vennero ultimati solo nel cinquecento, nello stile di quel Rinascimento sublime, che abbiamo classificato come « classicismo bramantesco », e la cui arte architettonica si stendeva come un freddo soffio sopra quella molteplicità di forme pittoriche piene di vita, che aveva tramandato il Primo Rinascimento. Però il loro carattere artistico l'hanno conservato invariato e permanente, e la loro vita era così rigogliosa, potente ed exuberante, che non soccombette, ed ha conservato tanta forza e tanto potere, che anche in un campo di spazio ristretto, determinano l'effetto d'insieme, il quale si affaccia vittorioso, e fa comparire il lavoro del Rinascimento sublime, che pure vi è parte prima, come un complemento secondario.

IV. — LA FACCIATA E LA NAVATA TRASVERSALE DELLA CERTOSA DI PAVIA.

Il dott. Meyer, dopo di avere tratteggiato con mano veramente magistrale l'opera di Bramante in Lombardia e la sua influenza sui monumenti che sorsero nel suo tempo o poco dopo, passa a descriverne alcuni che sopra tutti sono caratteristici, e primo fra essi la facciata della Certosa di Pavia. Questo è il monumento per eccellenza della decorazione nazionale lombarda; esso ne contiene, per così dire, la confessione di fede, decisiva anche storicamente. Ed è specialmente notevole per non aver ricevuto l'impronta da un genio solo, che si sia elevato al disopra dei suoi coetanei, ma invece da tutta una schiera di artisti costituenti la corporazione dell'attività artistica dell'Alta Italia, che qui si era dato convegno, per concentrare la propria azione in un'opera, che doveva tramandare ai posteri la ricchezza della loro produzione. Fra i primi lavori della facciata e gli ultimi intercede il periodo di quasi un secolo, e centinaia di mani vi cooperarono.

Noi però non intendiamo di seguire l'Autore nella sua esposizione: diremo assai brevemente del monumento, che è la più ricca e la più celebre creazione del Primo Rinascimento lombardo, poichè in Italia già moltissimo si è scritto su di esso, e da penne competentissime; quindi non potremo che esporre cose già conosciute. D'altra parte abbiamo in corso

di stampa un'altra Memoria consacrata unicamente a questo stesso monumento, quindi non potremo che ripeterci.

La facciata quale si presenta oggi è completamente l'opera del Rinascimento, però nella forma tettonica della sua pianta contiene ancora delle reminiscenze di motivi prettamente medioevali lombardi. Ciò si spiega riandando la storia della sua origine. Il primo progetto risale ai tempi di Bernardo di Venezia, e doveva presentare delle strette analogie con S. Maria del Carmine e S. Francesco in Pavia; ma già Guiniforte Solari dovette apportarvi delle modificazioni radicali, poichè la facciata nelle sue linee generali appartiene evidentemente all'ultimo decennio dell'attività del Solari, quando, cioè, il puro Rinascimento già imperava, quindi non prima del 1470.

Al 7 ottobre 1473 vengono chiamati Cristoforo e Antonio Mantegazza per « fare *totam fazatam...* », e due anni appresso, il 20 agosto 1475, si aggiunge loro Omodeo, il quale, dopo la morte di Cristoforo Mantegazza (1482), diventò il principale artista, quegli che decideva di tutte le questioni d'arte.

Nel 1500 circa troviamo che la parte più caratteristica della facciata, appartenente al primo Rinascimento, stava per essere ultimata, lo zoccolo e il piano inferiore delle finestre. Però non deve credersi che l'importanza della facciata consista nella sua architettura, no, essa sta tutta nella decorazione, e come tale viene considerata nella storia dell'arte; la plastica ornamentale non ha creato mai un'opera più ricca di questa; però è d'uopo confessare, che in nessun altro luogo si trovarono riunite condizioni più favorevoli di qui.

Il principio informatore di tutta la decorazione è l'incrostatura o intavolatura che si voglia dire; si rinuncia all'effetto artistico che si avrebbe da una lavorazione del marmo nella costruzione stessa, e si accontenta di un rivestimento applicato al nucleo murario. Questo procedimento non ha avuto la sua origine nella Lombardia; dopo che esso aveva trovato un'applicazione così splendida nel battistero e nella chiesa di San Miniato in Firenze, si era fatto strada nell'Alta Italia ed aveva creato le più ricche facciate in Venezia. Nella Certosa però si sviluppò in una forma tutta propria, la cui caratteristica si connette colla maniera lombarda, ed era naturale che su di essa dovesse innestarsi, poichè trovava un terreno che non poteva a meno di influire sul suo sviluppo, avendo esso già troppa importanza artistica.

Infatti la plastica figurativa e ornamentale hanno preso il sopravvento e fanno le spese dell'insieme, mentre la decorazione parietale con piastre a colori, passa in seconda fila, non serve che a costituire la cornice colorata delle sculture. Questo già è sufficiente per distinguere l'incrostatura della Certosa da quella dei Cosmati, che pochi anni prima Leon Battista Alberti, nella facciata di S. Maria Novella in Firenze, aveva applicato in scala così grande, e dall'altra che in Venezia si era sviluppata con carattere tutto proprio.

L'intera facciata della Certosa, per quella parte che appartiene al primo Rinascimento, è da considerarsi come un mosaico di opere della plastica decorativa. Ciò la distingue anche da quella maniera che troviamo nel Coro del Duomo di Milano, dove la fantasia dello scultore, per quanto ricca nella sua manifestazione, si mantiene però nei confini imposti dall'architettura, e le sue produzioni si staccano da superficie tranquille e misurate; donde un contrasto che nella Certosa manca affatto. Quivi la decorazione rassomiglia a quella di uno screziato tappeto, dove nessuna superficie, per quanto piccola, trovasi senza un motivo; il fondo e la decorazione sono considerati allo stesso modo, e vien loro assegnato identico valore. Questa decorazione tutta particolare non si era formata a edifici o monumenti architettonici, ma in piccole opere di plastica ornamentale, quali monumenti funerari, sarcofaghi, altari, portoni e simili, e perciò anche il suo valore artistico si può meglio apprezzare, considerato da questo punto di vista.

Un'altra caratteristica in questa decorazione è la tendenza, anzi il piacere nell'artista di « raccontare », cioè di scolpire scene ricche di azione, e che parlano, raccontano all'occhio dello spettatore; e questo è pure una tradizione della maniera romana; per convincersene basta ricordare San Michele in Pavia. Nella scelta degli argomenti, poi, gli artisti

hanno lasciato libere le redini alla loro fantasia, sicchè nello zoccolo troviamo ogni specie di scene, pagane, cristiane, antiche, moderne, insomma una vera « notte di Walpurgis classica » nello stile del quattrocento. Però questo miscuglio di profano e di antico, col religioso e moderno, si limita al fregio inferiore dello zoccolo, mentre nel rimanente, anzi la parte più importante, è consacrata tutta a rappresentazione di scene prettamente bibliche. I rilievi maggiori, le statue, i gruppi, le statuette e i medaglioni, che adornano i muri al disopra di quel primo zoccolo e fino al parapetto delle finestre ed anche fino alla galleria, in una ricchezza ed abbondanza straordinaria, sono tutti presi alla storia sacra ed a quel mondo di santi, che forma il ciclo cristiano, per poi finire nel portone coi due fondatori dell'Ordine (San Bruno) e della chiesa (Gian Galeazzo).

Il dott. Meyer consacra qui tutta una descrizione alle varie sculture, rilievi, ecc., dello zoccolo, all'ornamentazione dei diversi fregi e specchi, e vi fa delle considerazioni critiche sullo stile e sull'esecuzione, di grande interesse. Egli accentua che l'intonazione fu data dai Mantegazza, o per lo meno che lo stile fu da essi introdotto; Omodeo poi vi si adattò, però imprimendovi la propria maniera giovanile, come si trova nelle sue prime opere in Bergamo e nella stessa Certosa nel portone che conduce al piccolo chiostro, nelle sculture in terracotta del chiostro e nella porta della Sagrestia vecchia, nella nave trasversale.

È evidente che a lato a questi maestri altri artisti minori cooperarono, dei quali non è possibile, giudicando dalle opere, lo stabilire i nomi ed assegnare la parte che loro compete. Tuttavia il dott. Meyer crede di poter affermare con sicurezza, che Antonio della Porta vi dovette lavorare assai, specie ai rilievi dal lato sinistro.

Il fregio maggiore formante cornice, riccamente decorato, che si eleva fino all'altezza dei parapetti delle finestre, trovasi menzionato in una nota di pagamento del 1478 ad Omodeo, quindi è opera sua; però non può ritenersi che egli vi abbia lavorato direttamente; il disegno è abbastanza caratteristico e può attribuirgli, ma l'esecuzione venne certamente condotta da allievi suoi. Esso, colla sua decorazione, costituisce nello stile il naturale complemento dell'intero zoccolo, la cui ricchezza nei particolari non viene superata certamente da alcun altro zoccolo del mondo. La scala delle rappresentazioni va diminuendo dai grandi medaglioni fino a quelli della cornice di coronamento, e quelli superiori, ad onta della ricchezza con cui sono condotti, sembrano più leggeri degli inferiori, il che costituisce un pregio del monumento.

Più difficile diventava il continuare il passaggio e a questo zoccolo fare seguire una parete in corrispondenza colle finestre, non meno ricca, ma ciononostante più aerea e più leggera; epperò anche questa difficoltà l'arte decorativa lombarda seppe superare in modo assai efficace.

Fino al complemento di questo primo zoccolo a duplice piano la facciata attuale corrisponde a quella che vedesi nell'affresco portato dal Bergognone, ma più sopra è affatto diversa, tanto nella struttura architettonica, quanto nelle aperture e nella distribuzione delle altezze, come pure nella decorazione, e corrisponde meglio al modello che trovasi sul sarcofago di Gian Galeazzo, che probabilmente era di Omodeo.

Nel 1500 circa il piano delle finestre doveva essere quasi ultimato, perciò il principale lavoro cade nel periodo dal 1492 al 1498 e costituisce la gloria di Omodeo. Qui si offriva alla sua attività un campo d'azione simile, anzi più ricco ancora di quello che aveva avuto nella cappella Colleoni in Bergamo, e poteva ora utilizzare e perfezionare da provetto maestro, ciò che aveva colà da giovane imparato. E qui il dott. Meyer descrive nei particolari la decorazione di questo piano, che è veramente qualche cosa di grandioso e sorprendente, e davanti alla cui magnificenza scompaiono i piccoli difetti che si volessero trovare.

Nei particolari si mostra dappertutto la perfezione finissima e matura di quella ricchezza di forme, che avviavasi al Rinascimento sublime, e non solo nell'esecuzione, ma anche nei concetti. Così deve attribuirsi a vera arditezza l'aver qui per la prima volta assegnato al motivo del candelabro, che nelle cappelle dei Colleoni e altrove solo in rilievo era stato

impiegato, la missione di vera colonna; ma più ardito ancora è il concepimento artistico dei raggruppamenti e della disposizione nelle figure, che il dott. Meyer studia ed espone con vero intelletto di artista, ma che noi non possiamo qui riportare. Il carattere dell'insieme è una vera magnificenza pittorica, ed anche la distribuzione dei singoli motivi è fatta con sentimento affatto pittorico, che ricorda la maniera di comporre del portone nel palazzo Mediceo di Milano; invece la decorazione figurativa è condotta nel puro stile lombardo; solo vi si scorge il passaggio graduale dallo stile del Primo Rinascimento a quello del sublime, per opera dei vari artisti che si succedettero.

L'artista principale di queste finestre è Omodeo, e con lui e sotto di lui una intera schiera di artisti, dei quali alcuni nomi sono pervenuti fino a noi: Benedetto Briosco, Antonio Romano, Stefano da Sesto, Antonio della Porta il Tamagnino, ed altri ancora.

Nel 1499 Omodeo abbandona la Certosa; le finestre allora erano quasi ultimate, però non interamente; i fregi superiori, cogli scudi, le ghirlande e i putti, sono certamente ancora opera sua, ma i gruppi di coronamento sui fregi non sono più suoi, e forse nemmeno da lui ideati; e i gruppi poi a destra del portone differiscono completamente dalla sua maniera.

Partito Omodeo, la schiera dei giovani artisti prende il sopravvento, e la prima sua opera, la più importante della facciata, è il portone principale, uno dei più grandiosi portoni trionfali delle chiese italiane; esso è la gloria di Benedetto Briosco, il successore di Omodeo. Egli aveva già lavorato con lui, e i rilievi dello zoccolo davanti i pilastri d'entrata sono opera sua, creazioni ricchissime di figure, e perfettamente nel carattere della rimanente decorazione della facciata. Ma le due coppie di colonne maestose, che si elevano davanti il portone, e che gli imprimono il suo carattere particolare, appartengono ad un altro senso artistico monumentale. Sono concepite nello spirito dello stile bramantesco maturo, e presentano analogia con la facciata di Abbiadegrasso. E in nessun punto poteva essere più desiderata e ben appropriata di qui una simile scelta, dove la molteplicità e svariata ricchezza di forme e di colori delle superficie laterali e vicine richiedeva, a riposo dell'occhio affaticato, una accentuazione della linea verticale.

Anche intorno al portone lavorarono senza dubbio diversi artisti, ma tutti però nella maniera caratteristica di Briosco, sebbene siano visibili delle differenze nello stile; fino dal 1501 rivelano i documenti che insieme col maestro lavoravano Antonio Tamagnino e Stefano da Sesto, ed altri ancora.

La maggior parte delle statue che adornano la facciata, sono opera del Rinascimento sublime e del tardo Rinascimento.

Ultimato il portone si mise mano alla decorazione del piano superiore; furono incaricati Benedetto Briosco e Antonio della Porta, i quali con contratto del 3 marzo 1508 si obbligavano di « *complevere ac perficere dictam facciam in omni pulcritudine et polidexa ac bene ornatam* ».

Ciò che venne eseguito in forza del contratto menzionato, differisce dal rimanente in modo notevole assai. La fantasia architettonica prende il sopravvento, è lo stile bramantesco che assume le redini, quello stesso che aveva già dato al portone principale le due grandiose coppie di colonne. D'altronde sarebbe stato un vero errore il volere continuare nel piano superiore la stessa decorazione come nell'inferiore, con quella ricchezza di forme, di figure e di motivi, con quell'arte da miniatura; e la miglior prova di ciò si ha nei pochi bassorilievi, avanzi della plastica del quattrocento, che per utilizzarli si sono collocati in alcuni punti là sopra, dove fanno una meschinissima figura, e per lo spettatore di sotto non sono nemmeno riconoscibili. Perciò si doveva ricorrere all'architettura e in essa trovare il motivo decorativo, il che già veniva indicato anche dal disegno nell'affresco del Bergognone.

Le due gallerie di Solari ritornano in scena e vengono eseguite con maggior larghezza di criteri e grandiosità, l'inferiore estesa fino alle cappelle laterali, a guisa di una gran fascia costituita di arcature, che attraversa tutta la facciata; la superiore in corrispondenza, ma limitata alla larghezza della nave principale.

Con ciò veniva eliminato in modo definitivo il finimento in un tetto obliquo, e vi subentrava un coronamento orizzontale; l'intera facciata superiore acquistava così un carattere organico, ed anche nelle forme diventava più armonica e ispirata ad un'unità di concetto; era lo stile bramantesco con tendenza alla maniera di Dolcebuono, un classicismo simile a quello di S. Maria presso S. Celso e di S. Maurizio in Milano; era uno spirito artistico affatto diverso da quello che aveva incominciato l'opera, quello che ora la compiva; Benedetto Briosco non poteva comprendere lo stile lombardo nazionale come lo aveva sentito Guiniforte Solari; e anche in questo senso era un artista del Rinascimento sublime.

*

Mentre la navata principale della Certosa poco offre pel nostro studio e non si presenta con la severità delle navate di chiesa, quella trasversale, al contrario, è una vera sala in tutta la magnificenza e splendore che può desiderarsi, e qui si vede di che potenza creativa era capace il Rinascimento nella decorazione di una chiesa.

L'espressione principale è dovuta alla pittura, che ha saputo in modo insuperabile, con una sicurezza ed una libertà inarrivate, continuare e completare l'opera dell'architetto.

È evidente che una descrizione, come si potrebbe dare a parole, non arriverà mai a fare comprendere la potenza e l'effetto d'insieme che produce una decorazione pittorica come quella di cui stiamo parlando, tanto più che anche i colori vi contribuiscono in sommo grado, la scelta e la disposizione fatte con grande genialità, i passaggi delle varie tinte con insuperabile maestria e padronanza del senso pittorico; inferiormente tinte grigie, modeste e piuttosto sbiadite, poi le verticali dei pilastri e i due fregi marcati con toni più caldi, indi di nuovo più chiari, e sopra, specie nelle absidi, si perde nei colori più oscuri.

Il creatore di tutta questa decorazione è Ambrogio da Fossano, il Bergognone, coadiuvato da suo fratello Bernardino e da Jacopo Motti. Nella storia degli stili questa pittura della navata trasversale è il monumento più ricco della decorazione del Primo Rinascimento lombardo. Il merito principale di questo complesso di forme deve a Mantegna, senza le cui pitture nel castello di Corte di Mantua non si comprenderebbero storicamente queste produzioni.

Accennato così alla parte pittorica, il dott. Meyer passa a descrivere la plastica decorativa nella stessa navata trasversale, e innanzi tutto studia l'inquadratura delle porte che qui si trovano; quella che conduce nel piccolo chiostro, il cui sopraporta è la più antica opera decorativa nella navata, ha una disposizione poco organica che tradisce il gusto prettamente lombardo. Il gruppo della Pietà è senza dubbio il più caratteristico. Nelle altre porte della stanza del lavabo e della sagrestia vecchia sono di Omodeo ed di Benedetto Briosco i ritratti. La prima appartiene al Primo Rinascimento lombardo ed è un vero gioiello di quell'arte; e precisamente le dissonanze che la distinguono dalla seconda, dimostrano il sentimento artistico finissimo del suo autore.

*

Nello stile analogo a quello delle sculture or ora considerate, sono pure i rilievi dei due monumenti funerari milanesi, quello di Della Torre, nella Cappella del Rosario in S. Maria delle Grazie (1483) e l'altro di Stefano Brivio (1486), in S. Eustorgio; quest'ultimo iniziato da Francesco Cazzaniga, fu alla sua morte ultimato in comune da suo fratello Tommaso e da Benedetto Briosco. Di questi due ultimi artisti sono pure i cinque bassorilievi rappresentanti la giovinezza di Cristo nel museo Trivulzio, e appartenenti in origine al sarcofago di Pier Visconti di Saliceto nella Chiesa di S. Marco in Milano.

Finalmente a questa stessa serie appartiene un quarto monumento, lo splendido sarcofago di Giovanni Borromeo nell'Isola Bella; nel quale però vi si distinguono due stili, l'uno quello di transizione nella parte inferiore, nelle statue dei cavalieri che servono di sostegno e nella decorazione dei zoccoli e degli archi finti, che congiungono i pilastri ai quali si appoggiano. Il tutto è condotto alla maniera di Matteo Raverti. I bassorilievi invece del gran sarcofago apparten-

gono completamente allo stile del Primo Rinascimento lombardo. Questa diversità di stile può servire di guida nello stabilire la data del monumento; e così è assai probabile che la parte inferiore sia stata eseguita prima del 1460; la superiore, invece, da Piatti fra il 1475 e 1479; la gran statua mortuaria che riposa sul sarcofago e il tabernacolo che la copre coi suoi putti, sono di tutt'altra mano e lavoro posteriore.

*

Le sculture di Omodeo conservate nel Duomo di Cremona servono a spiegare l'evoluzione e lo sviluppo della sua arte; esse datano dal 1482, l'anno della morte di Cristoforo Mantegazza; ossia dopo un anno della sua nomina a direttore generale dei lavori della Certosa. Però vi lavorava già dal 1475 insieme col Mantegazza, alla cui maniera era andato sempre più avvicinandosi; e infatti le sculture di Cremona hanno la massima analogia con quelle dello zoccolo della Certosa, con lo stile di Mantegazza, però degenerato già nell'ammanierato. La trattazione del rilievo nel fondo è la stessa come nella facciata della Certosa, ma con ben maggiore imperizia; sicché i difetti sono numerosi e il dott. Meyer li enumera. Tuttavia la parte migliore è la composizione, il concetto fondamentale, sicché si direbbe che il progetto che ha servito all'opera è dovuto a una mano maestra, l'esecuzione a manuali; tuttavia anche il progetto lascia spesso a desiderare. Troviamo una serie di figure note, messe lì, quasi per riempire lo spazio, in modo convenzionale, e troppo visibile l'intenzione di risvegliare dei contrasti fra il fondo e il davanti. Omodeo di natura non è affatto drammatico, gli argomenti da lui preferiti e che meglio sa trattare sono idillici. Invece nelle sculture di Cremona ha cercato a disegno di mettere proprio in prima linea, ciò che vi era di più orribile e spaventevole nei suoi soggetti; e per farsi un'idea precisa dell'inrozzimento avvenuto in pochi anni nella sua maniera, basta ricordare i bassorilievi della parte inferiore del sarcofago Colleoni; per la qual cosa deve ritenersi che si tratta di sculture eseguite da allievi suoi, più che da lui, il che viene provato in modo evidente da un'altra serie di sculture nello stesso duomo, nelle cripte che portano l'iscrizione « Zo. Antonio. Amadeo F. Opus. 1484. », e che sono ancora inferiori a quelle sopramenzionate.

*

Un altro lavoro di Omodeo è il monumento di S. Lanfranco nella chiesa omonima fuori le mura di Pavia; da varie considerazioni il dott. Meyer deduce, che il medesimo sia stato eseguito verso il 1500; mentre i rilievi del portone della Certosa sono anteriori al 1499; essi si avvicinano di più ai suoi lavori giovanili del decennio 1470 eseguiti in Bergamo, però contengono delle figure artisticamente più corrette e più perfette; cosicché si può concludere, che Omodeo alla fine del decennio 1490 era andato sempre più allontanandosi dalla maniera dei Mantegazza che egli aveva quasi esclusivamente adottato nei decenni precedenti. E con ciò non avrebbe fatto che seguire l'evoluzione naturale della plastica del Rinascimento lombardo, poichè anche Alberto Maffiolo, Benedetto Briosco, Stefano da Sesto ed altri artisti contemporanei, si movevano nella stessa direzione, colla differenza che questi più giovani finirono poi per passare alla maniera caratteristica di Busti dell'arte minuta classica, mentre Omodeo, come più anziano, si soffermò là dove il nuovo stile offriva ancora dei punti di contatto col carattere generale del precedente.

Degni di menzione sono ancora tre monumenti sepolcrali nella navata trasversale della Certosa, che appartengono al periodo più perfetto del Primo Rinascimento; due di essi sono fra le più belle creazioni dell'arte sepolcrale italiana, e l'altro fra le più ricche. Quest'ultimo è il monumento del fondatore Gian Galeazzo, il quale pare sia sempre stato in questo posto, mentre gli altri due, le statue mortuarie di Lodovico il Moro e di Beatrice d'Este vennero qui trasportati nel 1564, quali resti di un monumento più grandioso e costituiscono certamente ciò che in esso vi era di più accurato e di più artistico; rappresentano i due morti distesi sulla bara, esposti alla vista dei parenti. In pochissime figure apparisce nello stesso grado e con eguale potenza come in queste espresso il detto cristiano: « Mors non est mors, sed dormitio et somnus

appellatur ». Le due figure sembrano immerse in un sonno profondo, vestite degli abiti che portavano in vita, a testa scoperta, appoggiate sopra un molle guanciale di finissima stoffa. La posizione e l'atteggiamento non potrebbero essere più semplici e naturali; le mani leggermente conserte sul petto, i piedi distesi parallelamente, in una posizione comodissima, ma non delle più facili per la scoltura. Nessuna concessione è stata fatta nelle forme, allo scopo di facilitare l'opera dell'artista, ma invece il tutto è condotto col massimo realismo è con fedeltà insuperabile. L'artista autore è Cristoforo Solari il Gobbo, che li eseguì dal 1497 al 1499. Egli apparisce d'un tratto nel suo pieno splendore, dei suoi lavori precedenti poco si conosce; milanese di nascita si formò attorno al duomo; nel 1489 andò a Venezia. A giudicarlo dal monumento descritto l'arte sua è già molto più avanzata, che non quella dei Mantegazza in Milano e di Pietro Lombardo in Venezia. Fu anche distinto architetto; ma di lui non possiamo in questo studio dire altro se non che nella storia dell'arte il suo stile si trova al punto in cui la plastica del primo Rinascimento lombardo passava all'arte del cinquecento.

*

Sopra altri monumenti nella stessa Certosa il dott. Meyer mostra l'evoluzione completa dell'arte, la quale tecnicamente è insuperabile; essa tratta il marmo come la cera, e sa riunire i tipi antichi, classici, con le forme moderne molli, delicate, rotonde; arte che in nessuna manifestazione è spiacevole, e che ciò nullameno solo esternamente incanta, attrae, poiché le manca spesso la forza interna, la robustezza originale; è la fine della plastica del Rinascimento lombardo. Il suo principale rappresentante è Agostino Busti detto Bambaja, e i suoi capolavori i monumenti sepolcrali di Gaston de Foix e di Birago in S. Francesco Grande. La statua di Gaston (ora nel Museo del Castello) è certamente superiore ad ogni altro particolare del monumento; da essa traspira ancora un fascino personale del primo Rinascimento, che si mantiene più a lungo dove la decorazione ornamentale, graziosa e delicata costituisce il carattere fondamentale dell'opera, e quella figurativa diventa subordinata.

Verso la fine del quindicesimo secolo incomincia la forma monumentale esterna del monumento funerario col sarcofago gigantesco di Daniele Biraghi in S. M. della Passione di Andrea Fusina (1495). Però fra gli scultori lombardi dell'epoca, il solo Caradosso ha uno stile proprio veramente monumentale; ma egli già da molto tempo era occupato fuori di Milano. L'emigrazione e dispersione di tutta quella schiera d'artisti, che erano occupati dalla Corte milanese dopo la caduta del sovrano, doveva necessariamente avere per conseguenza una modificazione in ciascun di essi della loro maniera nazionale. Cristoforo Solari già nel suo « Cristo alla colonna » (nella sacristia del Duomo di Milano), si avvicina al Rinascimento sublime romano, e nel suo Adamo ancora maggiormente. Andrea Begno vi appartiene completamente; gli stessi Antonio della Porta e Pace Gazini; dopo di avere abbandonato la loro patria, hanno modificato gradualmente la loro arte. Nuovi raggi tramanda questa plastica lombarda del periodo tardivo, in Venezia, in Roma, in Sicilia, nella Liguria e perfino in Francia e Spagna, dove avevano emigrato gli artisti; ma però la sua origine, anche senza documenti probativi non può disconoscersi, fino a che la Certosa di Pavia resterà il più splendido e ricco museo della scoltura lombarda.

(Continua)

G. CRUGNOLA.

NOTIZIE

La ferrovia elettrica a dentiera da Genova Principe a Granarolo. — La Società Anonima Genovese delle ferrovie di montagna apriva al pubblico esercizio, il 1° gennaio di quest'anno, una ferrovia a dentiera con trazione elettrica fra Genova e Granarolo, e qui crediamo opportuno registrare alcuni dati tecnici che si riferiscono alla trazione elettrica, ricavandoli da una Memoria dell'ing. Ferruccio Celeri, pubblicata nell'*Elettricista*.

La linea, a semplice binario, della lunghezza di 1140 metri, incomincia ai piedi della salita di San Rocco, percorrendo 138 metri di tale salita, ma poi continua su sede propria fino a Granarolo.

A metà della tratta, per l'incrocio della carrozza ascendente con quella discendente, il binario è raddoppiato per una lunghezza di 80 metri. I raggi delle curve variano da 80 a 200 metri. Le pendenze dal 10 al 20,15 0/0. Il dislivello totale superato è di metri 195,90.

La larghezza della sede stradale, che sulla salita di San Rocco è limitata a 3 metri, varia da m. 3,60 a m. 4,05. Nel tratto a doppio binario arriva a m. 6,30.

Le rotaie di acciaio, tipo Vignolles, pesano kg. 21 per m. corrente. Lo scartamento è di m. 1,20. Il piano del ferro è allo stesso livello della dentiera, che è del noto sistema Riggerback con qualche modificazione. Essa è costituita da due ferri laminati, lunghi m. 3,50 ed alti m. 0,18, collegati fra loro con pioli (lunghi m. 0,10 e distanti l'uno dall'altro, da asse ad asse, m. 0,10), foggiate a perno alle estremità, dove si incastrano nei ferri laminati, ed aventi nella parte libera, con cui imboccano le ruote motrici della vettura, sezione trapezia mistilinea (altezza m. 0,032, e basi di metri 0,029 e 0,042).

Agli estremi del doppio binario d'incrocio i due deviatori sono disposti in modo che le rotaie esterne siano senza interruzione. Soltanto le ruote di un lato di ciascuna vettura, quelle cioè che si trovano dalla parte della rotaia esterna (che la vettura nell'incrocio deve seguire) sono munite di gola. Le ruote del lato opposto, senza ribordi, hanno larghezza sufficiente per appoggiare in modo continuo sopra le rotaie nei due scambi. Così, tanto nell'ascesa che nella discesa, una delle due vetture percorre sempre uno dei due binari dell'incrocio, e la seconda vettura l'altro binario.

Le vetture sono costruite in modo che sulla pendenza del 10 0/0 il pavimento è orizzontale. Sono capaci di 30 viaggiatori ciascuna, nè questo numero viene oltrepassato. Sono illuminate elettricamente.

Le ruote portanti sono folli sui due assi, che distano m. 1,72. Su ogni asse è calettata una ruota di acciaio fuso, con 18 denti, che imbocca colla dentiera.

Ogni vettura è munita di due motori elettrici a corrente continua di circa 22 chilowatt ciascuno, funzionanti a circa 500 volt, del tipo chiuso, con attacco snodato, a sospensione elastica, ordinario per tram elettrici. Sull'asse dell'indotto sono calettate da una parte la puleggia del freno a nastro, dall'altra parte un pignone d'acciaio fucinato, di 9 denti, di 35 mm. di passo e di 120 di larghezza, che coll'intermediario di un contralbero muove l'asse su cui è calettata la ruota che imbocca colla dentiera.

Dal trolley la corrente passa in un apparecchio che contiene la valvola di sicurezza ed il parafulmine; indi si divide per l'alimentazione separata dei due motori, attraversando da una parte e dall'altra un interruttore, che serve a mettere fuori circuito un motore, in caso di guasto.

I reostati regolatori dei due motori di ciascuna vettura sono accoppiati mediante nastri d'acciaio, e possono essere comandati dall'uno o dall'altro dei due controller posti sulle due piattaforme di ciascuna vettura. Per maggior sicurezza il manubrio del controller, che è situato, in ogni vettura, dalla parte della discesa, è vincolato ad apposito ritegno, in modo che può essere fatto agire soltanto nelle posizioni del freno elettrico; onde non può accadere che il guidatore porti erroneamente tale manubrio in corrispondenza delle tacche di presa della corrente. I manubri inoltre non possono togliersi se non quando sieno girati fino a dove corrisponde la massima frenatura del freno elettrico. I motori sono muniti di un *shunt* destinato a diminuire la scintilla al momento dell'interruzione del circuito. Sono ad avvolgimento in serie per ottenere uno sforzo di distacco massimo; e sono messi in parallelo nella linea.

Per la marcia in salita si inseriscono sul circuito, per mezzo del controller, i motori e la resistenza massima, che si diminuisce gradatamente. All'esclusione della resistenza corrisponde la velocità normale della vettura.

La discesa è regolata col freno elettrico, e con variazioni della resistenza. Per far funzionare il freno elettrico si adopera, come già si è detto, lo stesso manubrio del controller, girandolo nel senso opposto a quello che serve per la messa in marcia.

Per il caso di guasti al freno elettrico, si ha un doppio freno a ceppi, i quali possono essere bagnati in modo continuo con apposito apparecchio a condotta d'acqua, proveniente da una cassa situata sotto i sedili della vettura. Da ogni piattaforma può essere manovrato solo il freno a ceppi relativo all'asse più vicino alla piattaforma. Si ha inoltre un doppio freno a nastro d'acciaio, manovrabile, mediante un volantino, dalla piattaforma della vettura, solo quando non funzionino gli altri freni. Trovasi inserita nel nastro una molla robusta d'acciaio perchè il frenamento avvenga senza scosse.

La conduttura di servizio, costituita di fili di rame, del diametro di mm. 8,9, sospesi con doppio isolamento all'altezza di m. 4,50 sul piano delle rotaie, è doppia, e ciascun filo serve una vettura.

La corrente è fornita dall'A. E. G. di Berlino a 550 volt con ritorno per le rotaie e per la dentiera, collegate elettricamente.

La velocità, sia in salita che in discesa, è in media di km. 5,5 all'ora. La velocità massima constatata fu di 8 km. all'ora (m. 2,22 al 1''), ed è anche la velocità massima di corsa prescritta; è pure stabilito che la corsa completa di andata e ritorno non possa essere

fatta in meno di 14 minuti, tenuto conto delle fermate, le quali sono prescritte a metà della linea in corrispondenza dello scambio, tanto in ascesa che in discesa, ed in discesa in corrispondenza di Villa Cambiato ed al passaggio a livello in sommità della salita di S. Rocco.

Le corse inoltre non debbono succedersi ad intervalli minori di mezz'ora, perchè i verificatori abbiano tempo sufficiente per esaminare le vetture.

Nelle corse di prova si ebbero le seguenti indicazioni:

Differenza di potenziale al quadro	volt	550
Caduta massima di potenziale	»	20
Intensità all'avviamento	ampère	110
Id. in marcia	»	78 ~ 96
Id. media	»	87
Velocità media al 1"	m.	1,90
Peso totale	tonn.	11,7
Pendenza media della linea	0/0	17,7

(L'Elettricista).

BIBLIOGRAFIA

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. — **Relazione sul progetto dell'Acquedotto pugliese**, presentato dal Regio Ufficio speciale del Genio civile, istituito per l'esecuzione della Legge 14 luglio 1898, n. 304, serie 2^a. — Un volume in-4° di pag. 172 ed un atlante di 16 tavole. — Roma, 1900.

(Veggasi la Tav. X).

La natura che fu prodiga verso le Puglie di taluni benefici doni, si mostrò assolutamente avara per quanto concerne l'elemento più indispensabile all'umano consorzio. L'acqua difetta, non solo per potabilità, ma altresì per quantità. Invero, nel versante adriatico-meridionale, dal Sangro al Capo di Santa Maria di Leuca, non corrono fiumi propriamente detti, e mancano le sorgenti di qualche importanza; sono scarse, oppure disadatte, le correnti sotterranee. Questa povertà d'acque si manifesta anche maggiormente nel tratto inferiore al promontorio garganico dove giace la regione Pugliese. Non mancano per lo addietro gli studi, le indagini e perfino i progetti; ma la conclusione fu sempre la stessa, che occorre procacciare *altrove e lontano* l'acqua di cui assolutamente abbisognano le Puglie.

L'on. senatore ing. Perazzi, mentre era Ministro dei lavori pubblici, nominava, con decreto 27 maggio 1896, una Commissione, presieduta prima dall'on. Brioschi e poi dall'on. Pavoncelli, perchè risolvesse, assieme con varie altre, anche l'annosa questione delle acque pugliesi. E la Commissione, dopo accurati studi e visite di apposita sotto-commissione, poté confermare che il bisogno di buone ed abbondanti acque potabili per le esigenze igieniche, morali ed economiche più sentite, è grandissimo nelle tre Puglie, ma in grado eminente nelle provincie di Bari e di Foggia. Quest'ultima provincia poi, riarsa dalla completa mancanza d'acqua, brulla e priva di coltura erborea, più delle altre potrebbe avvantaggiarsene dal lato agricolo. Risultò pure riconfermato che se la provincia di Lecce in qualche saltuaria plaga potrà fare assegnamento su falde sotterranee di buona acqua potabile, però sempre a notevoli profondità, le provincie di Bari e di Foggia invece sono assolutamente deficienti di sorgenti perenni, come di buone falde acquifere sotterranee, e che la provvista di acqua potabile, così essenziale per il loro miglioramento e per il loro benessere, dovrà procacciarsi da punti lontani, mentre troppe ragioni escluderebbero la convenienza o la possibilità di condurre in Puglia adeguati volumi d'acqua per uso dell'irrigazione.

Fra le sorgenti di grande portata e di acque presumibilmente buone le meno lontane e capaci di soddisfare a questo bisogno, tenendo conto di tanti studi precedentemente fatti, non restavano che le sorgenti del *Sele*, dette della *Sanità*, a Caposele, e quelle del *Calore*, dette *Bagno della Regina* e *Pollentina*, presso Cassano Irpino.

Ritenute preferibili le prime, perchè superiori nella quantità, nella temperatura ed anche nei riguardi batteriologici, la Commissione pose mano a studiare sul terreno la parte più importante e più difficile del progetto, cioè il canale da Caposele fin presso Melfi, il quale perforando l'Appennino, doveva quasi correggere a profitto delle Puglie la natura, portando sul loro versante la sorgente di cui difettano.

Successivamente rivolse i suoi studi alle due grandi diramazioni in muratura, l'una per Foggia, l'altra per Bari e Lecce. Ne risultò la lunghezza del canale principale di km. 53 circa, della diramazione per Foggia di circa km. 67 e dell'altra per Lecce di km. 240, e così in totale 360 km. Per la compilazione del relativo progetto di massima delle tre condotte principali e delle diramazioni secondarie indispensabili, la Commissione preventivava lire 120 mila, e ne conseguì la Legge 14 luglio 1898, n. 304, che ordinò la compilazione del progetto tecnico, dal Ministero affidata ad apposito ufficio, diretto dall'ingegnere capo cav. G. B. Bruno, sotto l'alta sorveglianza dell'Ispectore comm. Italo Maganzini, e del cav. Baldacci, ingegnere delle miniere.

Il progetto venne presentato il 30 settembre 1899; il Consiglio superiore dei lavori pubblici, in adunanza del 30 dicembre stesso anno

lo dichiarò meritevole di approvazione in linea tecnica, encomiando gli ingegneri capi Bruno e Baldacci e gli ingegneri ed aiutanti tutti (in numero di 26) che vi collaborarono.

Il lavoro si divide in cinque parti principali: la prima comprende le opere di allacciamento delle sorgenti di Caposele e la condotta comune alle tre provincie; la seconda, le opere di condotta comuni alle due provincie di Bari e Lecce; la terza, le diramazioni per Foggia; la quarta, le diramazioni per Bari; la quinta, quelle per Lecce. Sono in tutto 16 distinti progetti completi con ben 208 allegati, dei quali sono degni di attenzione grandissima: la planimetria, nella scala di 1 a 2000, tutta rilevata espressamente con curve orizzontali di 2 in 2 metri per una zona estesissima, tanto a monte che a valle del tracciato; i profili longitudinali appoggiati a punti trigonometrici od a caposaldi sicuri e per lo più costituiti da pilastri di pietra o di muratura; ed i disegni numerosi ed accurati di tutte le opere d'arte. Il tutto è accompagnato dalla Relazione generale, che è quella che fu data alle stampe, corredata a sua volta dalla Relazione della Commissione ministeriale dell'8 febbraio 1897; dall'elenco del personale incaricato degli studi del progetto; dallo schema di distribuzione dell'acqua nei vari centri abitati delle tre Puglie; dalla Relazione 13 dicembre 1898 (Baldacci-Maganzini) sul tracciato della grande galleria dell'Appennino; dalla stima preventiva dell'opera; nonchè da planimetrie, profili e sezioni normali dei vari tronchi dell'acquedotto.

*

Il tracciato generale dell'acquedotto, partendo dalla sorgente di Caposele, alla quota di m. 418,40, attraversa l'Appennino alla sella di Conza, con una galleria lunga m. 12 730 sboccando nel versante adriatico sotto Sant'Andrea di Conza, dal quale punto percorre la valle dell'Ofanto fino al monte Solorzo, ove dopo km. 49,178, con pendenza costante del 0,25 per mille, giunge, alla quota di 403,70, alla grande diramazione per Foggia. La quale diramazione col solo canale a pelo libero misura km. 59,610, oltre a km. 291,350 di tubature secondarie, con 12 serbatoi per il servizio di 21 centri abitati, la cui popolazione venne in complesso calcolata al 1911 di 233 362 abitanti.

Dalla diramazione di Foggia l'acquedotto principale si dirige verso il Barese, passando sotto Melfi, Venosa, Palazzo San Gervasio e Spinazzola, nel quale luogo si trova aver raggiunto la catena delle Murge, che, come è noto, domina quasi tutti gli abitati delle provincie di Bari e Lecce, ed alla quale si appoggia costantemente il canale fin presso il confine interprovinciale fra Bari e Foggia, con un percorso di chilometri 213,429 e pendenza del 0,25 per mille, eccettuati i viadotti, dov'è del 0,50. In questo percorso lungo la Murge attingono al canale n. 15 diramazioni, sviluppate sopra un percorso di km. 379,957 di tubature, con 41 serbatoi per il servizio di 56 centri abitati e di 921 612 abitanti calcolati al 1911.

Dal confine interprovinciale fra Bari e Foggia, alla quota di 296,21 sul mare, comincia la canalizzazione che interessa esclusivamente la provincia di Lecce, e si compone di un canale principale a pelo libero lungo km. 17,881 oltre a km. 649,453 di diramazioni secondarie, con 34 serbatoi per il servizio di 141 centri abitati e popolazione presunta al 1911 di 634 941 abitanti.

In totale il progetto comprende km. 262,607 di canale principale e km. 1398,251 di diramazioni. Il canale principale deve passare per km. 58,902 in gallerie; per km. 188,051 in trincea; per km. 6,874 per ponti canali e per km. 8,780 in sifoni.

*

Lo spazio non ci consente di convenientemente riassumere la dotta Relazione dell'ingegnere delle miniere, cav. Baldacci, sull'importante gruppo montuoso, compreso approssimativamente nel triangolo Avellino-Campagna-Salerno, nel quale si presentano notevoli elevazioni, come, ad esempio, il Pizzo di S. Michele (1653), il monte Terminio (1786), il dirupato monte Accellica (1657), il Cervialto (1810), il Polvevacchio (1790). Un gruppo montuoso di così grande altitudine, con elevati pianori a foggia di conche, sul quale si hanno abbondantissime precipitazioni acquose, sotto forma di piogge, di condensazione di vapori e di squagliamenti di nevi a lungo permanenti, costituito com'è da rocce, le quali, assai fessurate, racchiudenti inoltre numerosi meati e latebre, vanno annoverate fra le più idrovore, non può a meno d'essere un enorme serbatoio delle acque meteoriche. Queste, penetrando i più profondi recessi delle montagne, riunendosi in cunicoli interni, devono formare una complicata rete idrografica sotterranea, e così dar luogo a sorgenti più o meno importanti in tutti quei punti ove qualcuno di quegli interni condotti può trovare favorevoli circostanze per scaturire all'esterno. E in questo caso, per ciò che riguarda l'uscita a giorno delle acque assorbite da calcari, il considerato sistema montano è nelle migliori condizioni per erogare una gran quantità a notevoli altezze, poichè esso emerge come isolato da una cinta di terreni impermeabili che lo avvolge quasi interamente, in modo da creare nel suo interno un serbatoio, dal quale sgorgano a varie altezze in numerosi punti, come da sforatori di superficie, importantissimi sorgenti.

L'area occupata dalle rocce idrovore (calcari e dolomiti) del gruppo montuoso suddetto, per la parte che a noi più interessa, cioè per quella

compresa fra Caposele, la sponda destra del Sele, Campagna, Salerno, Valle di Cava dei Tirreni ed Avellino, è di circa 605 chilometri quadrati, e il complesso delle principali sorgenti che ne provengono, sia lungo i margini, sia nell'interno della massa montuosa, raggiunge in magra non meno di 23 metri cubi al secondo.

Sono dunque ben 1198 mm. di precipitazioni atmosferiche che devono essere assorbite annualmente per fornire codesta portata minima.

L'altezza di pioggia che cade *annualmente* fra quelle elevate regioni deve essere certamente molto superiore. E infatti, dai pochi osservatori più prossimi al gruppo montuoso si hanno le cifre seguenti:

Anni di osservazione	Osservatorio	Altitudine	Pioggia caduta
N.	—	metri	mm.
6	Montevergine (Santuario)	1270	1594
13	Avellino	361	1210
4	Volturara Irpina	637	1566 (*)
19	Salerno	20	1041

(*) Con un massimo di mm. 2140.

È fuori dubbio che nelle parti più elevate del gruppo la precipitazione dev'essere molto maggiore, ed in media non inferiore a 1600 mm. d'acqua caduta, sia sotto forma di pioggia, che sotto quella di neve.

Le sorgenti che ci interessano particolarmente sono quelle dette della Sanità, le quali sgorgano nei pressi dell'abitato di Caposele, alle falde del monte Paflagone, contrafforte del monte Cervialto.

L'uscita dell'acqua avviene mercè numerose polle, sgorganti per la maggior parte entro edifici adibiti ad uso di cantine ed alcune all'aperto; notevoli quelle uscenti ad est del piazzale della Sanità, presso la cappella, le quali zampillano in un tratto pianeggiante. La quota di queste sorgenti supera in media di poco i 420 metri.

La temperatura di queste sorgenti fu oggetto di una serie di osservazioni in differenti stagioni. Nell'agosto 1897 fu riscontrata di circa 9°; fu riconosciuta la debolissima influenza delle variazioni della temperatura-ambiente su quella delle acque, e fu pure riconosciuto che le sorgenti rivolte ad est e a nord sono più fredde di 1° di quelle rivolte a sud. In conclusione si può ritenere che le acque di queste polle, convenientemente raccolte, potranno avere all'origine una temperatura non superiore a 9°.

Le analisi chimiche, eseguite a cura del dott. Gosio nei laboratori della Direzione di sanità pubblica, dimostrarono che le sorgenti del Sele forniscono acque ottime.

Reazione neutra; durezza totale G. F. 14; piccole quantità di calce e di acido solforico; tracce di magnesia, di ammoniaca e di acido nitrico; niente di acido nitroso; 0,3350 ~ 0,710 milligrammi per litro di cloro, e 0,024 milligrammi pure per litro di sostanze organiche in ossigeno.

Da una media di tre colture, la sorgente della cantina Szio diede 22 colonie batteriche per cm. cubo; e le sorgenti riunite 41 colonie.

Dalle misure fatte dal 1891 al 1898 sulla portata delle sorgenti di Caposele, dette della Sanità, è risultato potersi fare sicuro assegnamento sulla dispensa minima di tremila litri al secondo per una derivazione a favore delle Puglie.

Tenendo conto dei bisogni delle industrie locali di molini, trappeti e gualchiere, nonché di poche irrigazioni, e lasciando perciò in dotazione al fiume 500 litri al l", la derivazione per le Puglie si può basare sulla portata minima di mc. 2,500, la quale potrà essere sempre aumentata dalla primavera a tutta l'estate, quando la portata è maggiore, e maggiore è il consumo di acqua potabile.

Tenute presenti le condizioni topografiche dei luoghi, è risultata la convenienza di creare un canale a pelo libero, che dalle sorgenti di Caposele si spinga fin dove l'altimetria lo può permettere, ed al quale attingerebbero le diverse diramazioni metalliche.

A questo canale, che è l'opera principale e più difficoltosa del progetto, e che da sola assorbe quasi la metà del totale importo, venne assegnata la pendenza normale del 0,25 per mille, intercalando alcuni salti motori nel suo percorso da Spinazzola a Fasano (in numero di 6 e per l'altezza complessiva di m. 44,22). In corrispondenza dei manufatti più importanti la detta pendenza è stata raddoppiata, restringendo di conseguenza la sezione.

Sebbene la portata minima di mc. 2,44, a cui vennero commisurate tutte le diramazioni metalliche, possa bastare ai bisogni, pure per l'acquedotto in muratura si preferì di adottare dimensioni tali da permettere di convogliare anche una portata di 5 mc.

Per la grande estensione dell'opera (km. 263) e le difficili condizioni locali, massime nei primi tronchi montani, da Caposele ad oltre Spinazzola (km. 108), potendo occorrere frequenti riparazioni, per non addivenire ad interruzioni nel servizio, si progettò una sezione per il canale divisa in due parti, le quali fin dall'origine possano, quando si voglia, funzionare come due condotti indipendenti.

Il diaframma in muratura fu quindi disegnato capace di resistere alla spinta dell'acqua quando l'altro dei due canali fosse asciutto.

Colle dimensioni adottate (fig. 2 a 6) ciascuna parte del canale potrà convogliare 1 mc. per l", mentre si avrà la portata di mc. 2,44

quando il livello della corrente si elevasse a m. 0,10 sul detto diaframma (1). Dovendosi visitare l'acquedotto, basterà ribassare il pelo dell'acqua di qualche centimetro al disotto del coronamento del muro divisorio, e le persone potranno liberamente camminare sullo stesso muro, essendovi un'altezza libera dal medesimo all'intradosso di m. 1,75. Siccome poi circa la metà di quest'altezza verrebbe occupata dall'acqua, nel caso della portata massima di 5 metri cubi, così la sezione sarebbe in buona parte utilizzata, e la differenza fra la sagoma adottata e quella al unico speco senza il muretto partitore si riduce a quantità poco notevole. Onde la differenza di costo non è molto elevata, tenuto conto che con tale disposizione si è potuto limitare il numero e la capacità dei serbatoi al puro indispensabile per sopprimere all'alimentazione parziale durante 12 o 24 ore al più.

Ammesso pertanto il muretto partitore longitudinale, si adottò la forma ovoidale, prossima a quella circolare nella traversata dei terreni argillosi (fig. 2); mentre nella traversata delle molasse, conglomerati o tufi asciutti (fig. 3 e 4), la forma si ridusse ad un rettangolo sormontato da arco rialzato a tre centri, diminuendo così la larghezza della sezione e lo sviluppo del rivestimento murario. Infine per la roccia calcarea si è adottata la forma più semplice, cioè il rettangolo sormontato da policentrica (fig. 11).

In corrispondenza poi delle maggiori opere d'arte, dove, come si disse, si avrebbe la pendenza longitudinale doppia, si diede pure la forma di rettangolo sormontato da semicerchio (fig. 7 e 8), restringendo di quanto basti lo speco, ed adottando muri frontali di spessezza sufficiente a resistere alla spinta dell'acqua, anche nel caso della massima portata (mc. 5) ed a garantirsi da un energico riscaldamento, al quale oggetto sono anche previste intercapedini, nei detti muri, nei tronchi delle regioni più calde, da Palazzo San Gervasio in poi.

Per le diramazioni metalliche si progettarono tubi di ghisa ed anche di acciaio per le forti pressioni, essendo mancati tempo e denaro per le occorrenti prove in vista d'impiegare su larga scala il cemento armato con cui si avrebbero probabilmente minori dispendimenti, minori spese di manutenzione, e l'impiego d'un materiale di fabbrica nazionale (2).

La stima generale importa una spesa di 163 milioni di lire per tutta l'opera, escluse ancora le reti urbane di distribuzione nell'interno degli abitati, compresi però i serbatoi locali e le diramazioni fino al centro degli abitati.

La spesa ripartita per quanto spetta a ciascuna delle tre provincie, sarebbe di:

Lire 25 577 200	per Foggia, pari a L.	109,60	per abitante
» 59 659 124	per Bari,	» 64,73	»
» 77 763 676	per Lecce,	» 113,53	»

e in media, per le tre Puglie, di L. 83,59 per abitante, la quale salirà a L. 98 circa, aggiungendo l'importo delle distribuzioni urbane, fontanelle ed altri impianti prettamente municipali.

Un nuovo progetto di legge fu presentato, in seguito alla pubblicazione di questa Relazione, dal Ministro dei Lavori Pubblici, di concerto col Ministro del Tesoro, per l'autorizzazione della spesa occorrente al completamento del progetto tecnico dell'acquedotto, ed all'allacciamento delle sorgenti ed accertamento della loro effettiva portata. Fu chiesta perciò la somma di un milione di lire da ripartirsi in tre esercizi, cioè per L. 200 mila nell'esercizio in corso, e per L. 400 mila in ciascuno dei due esercizi successivi.

Il progetto è stato di questi giorni approvato dal Parlamento, ma venne ad un tempo richiamata l'attenzione del Governo sulla necessità che oramai s'impone di congiungere agli studi tecnici quelli d'ordine amministrativo ed economico, determinando i contributi degli Enti interessati che dovranno indispensabilmente aggiungersi al largo concorso dello Stato, essendo lochè questi indispensabili elementi di studio potrebbero esercitare non indifferente influenza nel compimento degli studi tecnici, consigliando a studiare economie o limitazioni a riguardo di certe parti della regione, limitazioni e varianti che gli studi di già eseguiti mostrerebbero possibili e convenienti. E in ogni modo occorre determinare i mezzi per sostenere l'opera grandiosa, e precisare da chi e come si abbiano a somministrare.

G. SA CHERI.

(1) Per il calcolo delle condotte a pelo libero si è adottata la nuova formola di Bazin (1897):

$$\frac{1}{v} \sqrt{R i} = \alpha \left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}} \right)$$

in cui $\alpha = 0,0115$ e $\gamma = 0,06$ (pareti di cemento).

(2) Per il calcolo dei diametri per le condotte forzate, si adottò, per diametri fino ad un metro, la nota formola di Darcy:

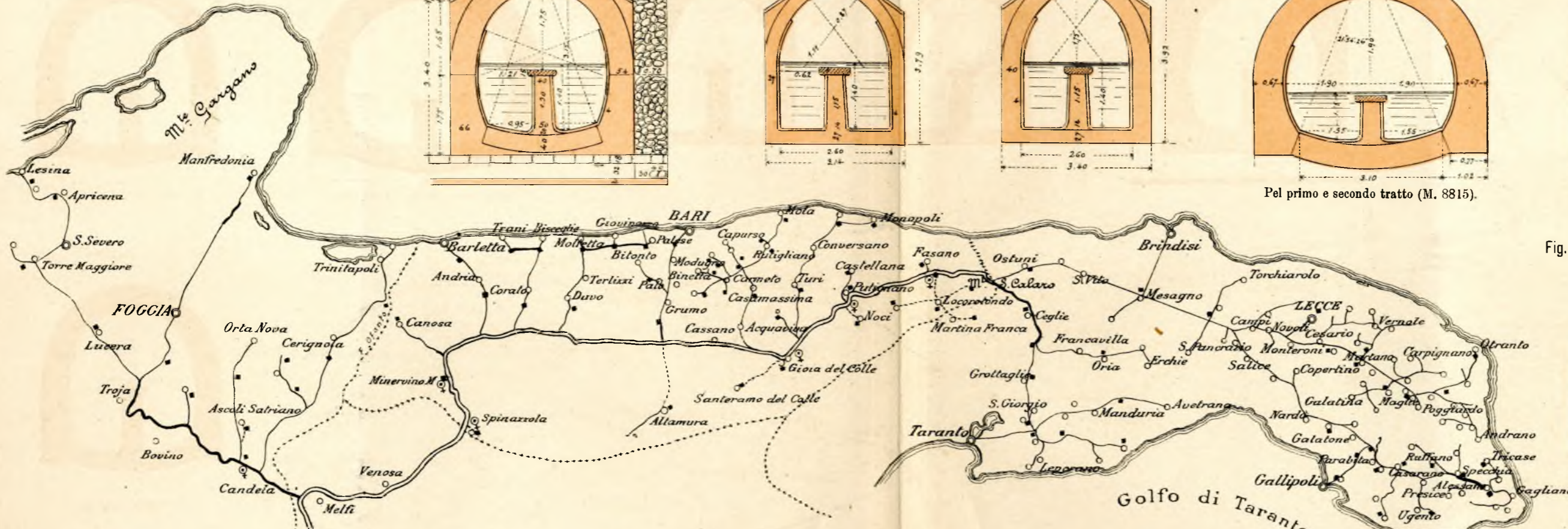
$$v D^5 = \beta L Q^2,$$

e per quelli maggiori di un metro, la formola di Lewy:

$$v = 20,5 \sqrt{R i (1 + 3 \sqrt{R})},$$

dove v , R ed i sono rispettivamente la velocità, il raggio interno dei tubi e la perdita di carico per metro corrente.

Fgi. 1. — Planimetria delle regioni attraversate dall'Acquedotto Pugliese.



Sezioni normali pel tronco principale da Caposele al Monte Solorso:

Fig. 2. — In trincea in terreno argilloso.

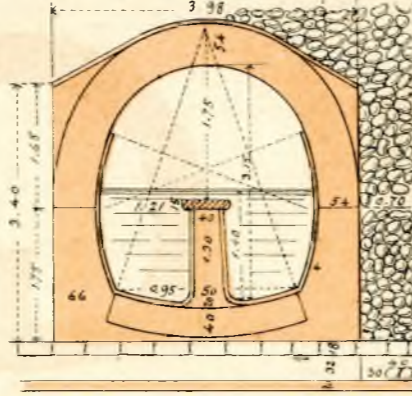


Fig. 3. — In trincea in roccia.

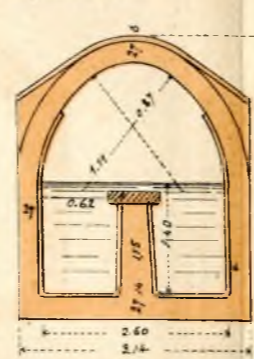


Fig. 4. — In trincea in terreno breccioso.

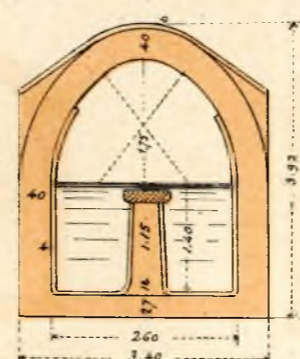
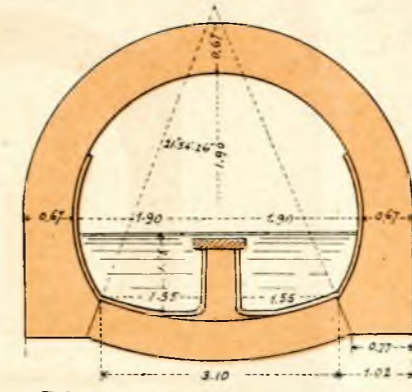
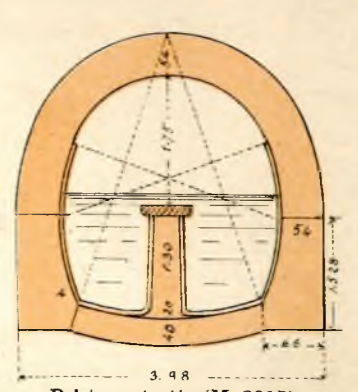


Fig. 5. 6. — Nella Galleria dell'Appennino.

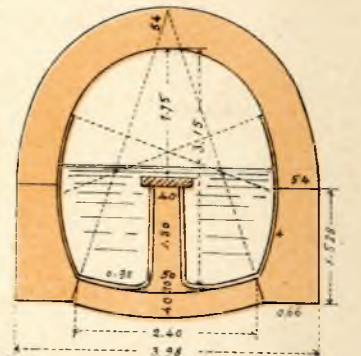


Pel primo e secondo tratto (M. 8815).

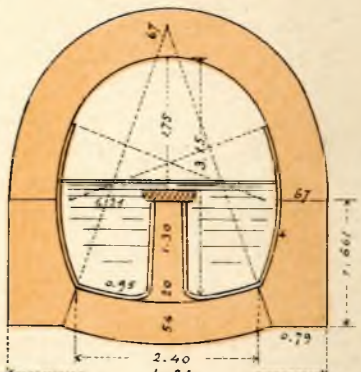


Pel terzo tratto (M. 3915).

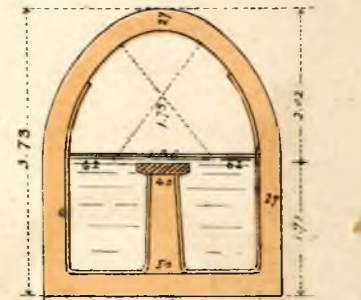
Fig. 9, 10 e 11. — Sezioni in galleria.



In terreni argillosi.

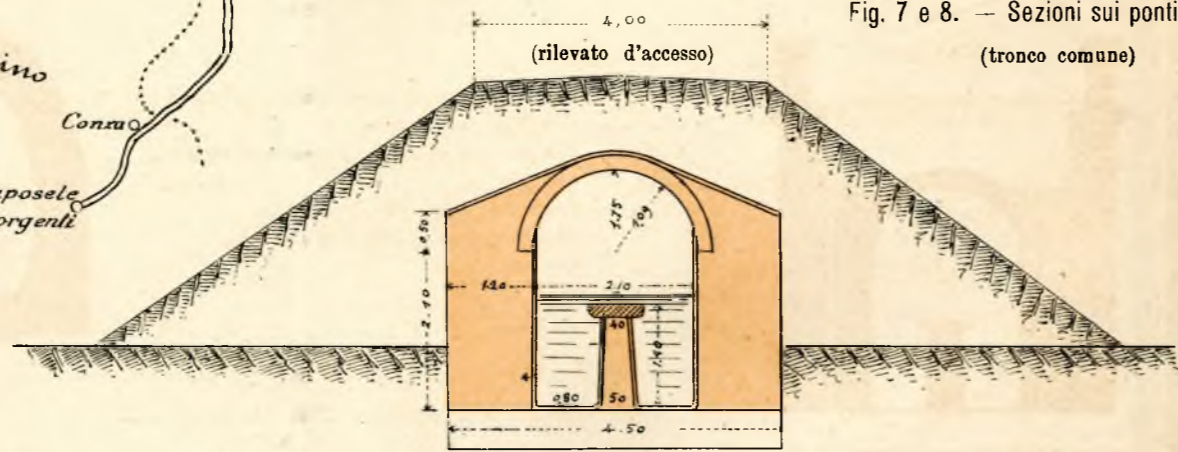


In terreni franosi.



In roccia

Fig. 7 e 8. — Sezioni sui ponti-canali (tronco comune)



- Canale principale in muratura a pelo libero.
- Canali di diramazione « »
- Diramazioni in condotte forzate discendenti ascendenti.
- Confini di Provincia.
- Cadute motrici ed impianti elevatori.
- Serbatoi.

Fig. 16. — Diramazione per Taranto.

Fig. 17. — Diramazione per Specchia Alessano.

Fig. 12. — Sezione sui ponticelli (tronco comune)

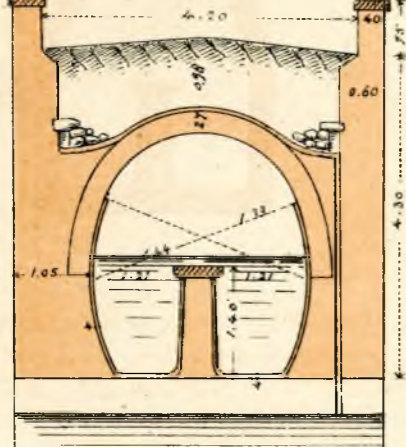


Fig. 13. — Sezione sui ponti-canali (tronco per Bari e Lecce)

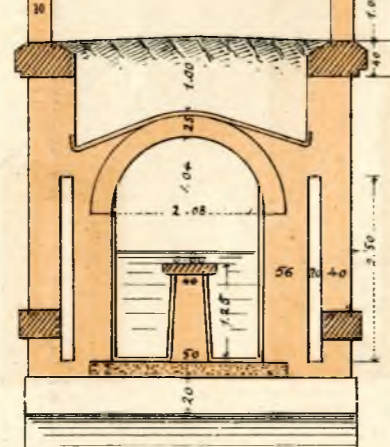


Fig. 14. — Diramazione per Foggia Sezione in galleria.

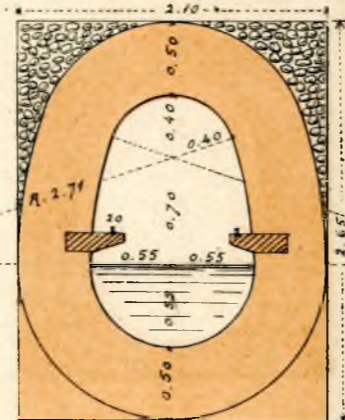
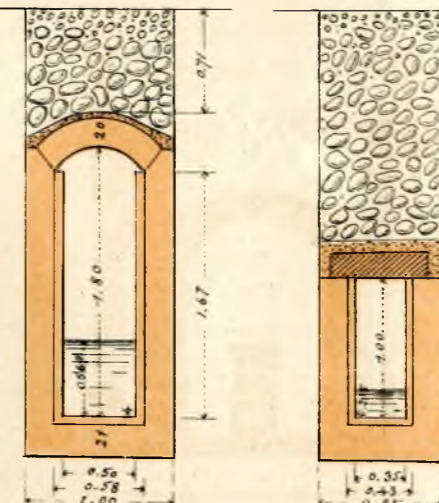
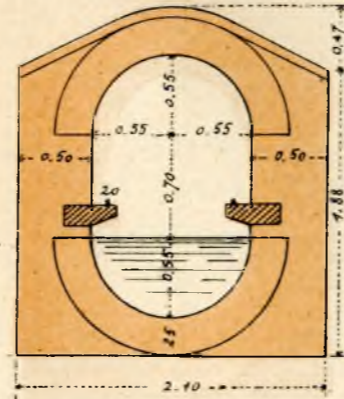


Fig. 15. — Diramazione per Foggia Sezione in trincea.



Per la Planimetria scala di 1 a 100000.
 Per le figure 2 a 13 scala di 1 a 100.
 » 14 a 17 scala di 1 a 50.