XI

Il dispositivo

A questo punto, dovremmo tornare nella camera della saracinesche per perfezionare il meccanismo idraulico, ma siccome temo di dimenticare la questione delle doppie volte a capriata visibili sopra l'ingresso principale, preferisco parlarne qui.
Nel capitolo precedente, vi ho descritto, all'altezza dell'ingresso legittimo, due poderose volte in calcare sovrapposte, collocate a protezione dell'imbocco del corridoio discendente (foto **F01**).
Nel suo commento, l'autore della planimetria in mio possesso biasima l'apparente inutilità del dispositivo, dal momento che in questa posizione così laterale non agiscono sforzi verticali tali da giustificare una protezione così spropositata.
Potrebbe sembrare una buona obiezione, ma tanto per cambiare non sono d'accordo.
Se Hemiunu ha realizzato l'opera in questo modo, deve aver avuto delle ottime ragioni, apparentemente incomprensibili a prima vista, ma forse spiegabili ragionando in un contesto particolare.
Vale la pena ricordare che l'intera grande galleria e tutti i corridoi associati ci sono arrivati in condizioni perfette.
Cavità molto più modeste in piramidi più piccole hanno mostrato di mal sopportare i pesi che le gravavano e non solo le stanze, ma anche i corridoi e gli architravi, tant'è che dopo Cheope si è tornati alle stanze realizzate in basso o addirittura scavate nelle profondità della roccia. Non bastano allora le tecniche costruttive che possiamo immaginare anche ai tempi nostri: ci vuole qualcosa in più, qualcosa che solo Hemiunu ha saputo concepire.
Non mi stupirebbe allora se l'architetto avesse protetto tutto il percorso dei corridoi sovrapponendo loro un sistema continuo di doppie volte come quelle già descritte.
Ci sono altre buone ragioni che mi inducono a ragionare in favore di questa tesi: il condotto "di aereazione" che dalla camera del re sale verso nord, all'inizio piega vistosamente a ovest per sei-sette metri; certo, deve evitare di intersecare la grande galleria, ma di fatto, esso nasce già un metro oltre il suo marciapiede ovest. Spostarsi lateralmente di così tanto significa, a mio giudizio,

dover evitare qualcosa di molto più largo, ad esempio delle doppie volte come quelle già viste.
La stessa cosa vale per il condotto che dalla camera della regina sale verso nord: anche in questo caso la deviazione a ovest è dello stesso ordine di grandezza.
Faccio notare che solo i condotti rivolti a nord presentano questa anomalia, dal momento che invece quelli diretti verso sud salgono con andamento rettilineo.
Anche questo va a sostegno dell'ipotesi globale: mentre si costruisce la camera della regina già si deve tener conto che il suo condotto nord dovrà evitare qualcosa che verrà costruito molto più tardi (la grande galleria, appunto).
Tornando all'analisi strutturale, mi è venuto in mente che, partendo dall'ingresso, le doppie volte potrebbero scendere coprendo il primo tratto del corridoio discendente per cambiare poi pendenza salendo fino a raggiungere la grande galleria, in corrispondenza della quale avrebbero poi dovuto innalzarsi di colpo e proseguire fino alla camera del re.
Tutto bene, salvo alcune incongruenze.
In primis, un sistema del genere è troppo complicato e forse non è adatto allo scopo come invece pare a me. Secondariamente, rimane l'inutile prolungamento delle doppie volte verso una parte di piramide praticamente scarica dalla compressione verticale, per cui torna buona la critica del Dormion: l'architetto se anche avesse realizzato questa complicata protezione, avrebbe dovuto comunque evitare lo spreco e interrompere molto prima la salita delle volte che vanno verso l'ingresso.
Terzo: studiando bene la planimetria e le numerose foto di cui dispongo, si possono cogliere dettagli che potrebbero invece raccontare una storia diversa.
Dai rilievi si può osservare la presenza di una traccia di malta che sale verso il punto centrale della volta superiore mantenendosi sempre a una quota più alta di almeno 50 cm. rispetto al bordo della volta inferiore (foto **F02**).
Diciamo allora che a partire da adesso e proseguendo verso l'uscita originaria, adesso scomparsa, avremmo incontrato solo volte affiancate in senso orizzontale, su un unico ordine, di dimensioni un po' maggiorate nel senso dell'altezza.

Probabilmente Al Mamun, nel tentativo di estrarre i dieci blocchi che occludevano l'inizio del corridoio discendente (?...!), ha devastato le prime sei coppie di volte mentre avanzava.
La cosa pare essere confermata dal fatto che all'esterno, sul fianco est, possiamo trovare i resti di due di queste volte, spezzate, ma dotate delle giuste dimensioni. Contemporaneamente, su entrambi i lati, troviamo due basamenti conformati in modo da poter ospitare un totale di almeno sei volte ciascuno.
Quindi, partendo dall'esterno e procedendo verso l'interno, avremmo incontrato sei volte tutte orizzontali e un po' più massicce, poi le prime due sovrapposte e dopo ancora… vedremo.
Sotto le due volte tuttora in vista, troviamo una curiosa lavorazione sulla parte alta di una pietra inserita: ci sono tre gole scavate che a parer mio non sono d'epoca, essendo state realizzare ai tempi di Al Mamun per inserirvi dei travi necessari allo svuotamento del corridoio ascendente (è un'opinione, s'intende).
Sopra queste tre gole, ancora al di sotto delle due volte ma in posizione arretrata, scopriamo, appena visibili, altre due pietre affiancate, con la giunzione verticale allineata a quella delle volte soprastanti che contemporaneamente le coprono, essendo più esterne (foto **F03** e **F04**).
Questo tipo di simmetria dal punto di vista costruttivo è sospetta: il sovrapporsi delle giunture è strutturalmente una soluzione debole, molto più ragionevole aspettarsi uno sfalsamento, a meno che…
Mi rendo conto che solo disponendo di un disegno o di una foto si può capire come stiano le cose, tuttavia si tratta di un dettaglio importante.
Le osservazioni appena fatte, mal si accordavano con la mia idea di un convoglio di doppie volte in discesa poste a protezione del corridoio discendente.
L'uscita organizzata con volte orizzontali, suggerisce invece l'idea che da qui inizi un percorso in salita.
L'ipotesi sembrerebbe confermata dalle due pietre affiancate che si potrebbero spiegare solo se fossero una specie di doppio tetto posto per sorreggere un'altra serie di volte, più arretrate, ma poste più in alto rispetto a quelle che le fronteggiano.
Mi rimaneva tuttavia il cruccio di non riuscire a capire perché il sistema di doppie volte dovesse salire invece che scendere.

Scoraggiato, ho costruito sulla mia planimetria questo percorso in salita con il solito angolo di 26,5° e tutto mi è stato chiaro.
Le volte così costruite, saliranno direttamente fino a coprire la grande galleria, senza scalini né altre stranezze e termineranno in corrispondenza delle due capriate che proteggono lo zed, esattamente all'altezza di metà piramide (dis. **F05**).
Ho realizzato anche un discreto disegno che trovo molto convincente (dis. **F06**).

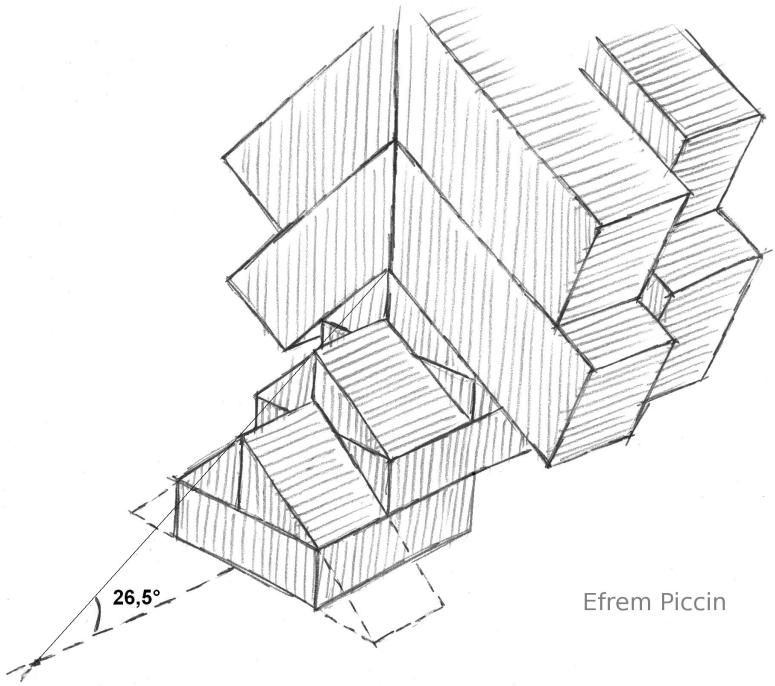

Figura 14: Le doppie volte

Secondo me, Hemiunu ha scelto la soluzione più intelligente e affidabile: dopotutto la parte da proteggere è la grande galleria. I corridoi si accontenteranno di una copertura "distante", ma sono molto meno vulnerabili…
Contemporaneamente, dal momento che ogni parte si deve "incastrare" in quella che la precede, come i tubi di una stufa, il sistema di doppie volte deve partire fin dall'inizio, per cui, almeno dal mio punto di vista, tutto quadra, integrandosi nell'ipotesi del progetto globale.

Mi rendo conto che si tratta solo di un'idea, ma forse, volendo effettuare dei controlli in sito, si potrebbe trovare qualche corrispondenza…
Torniamo adesso alla camera delle saracinesche e riprendiamo il discorso della pressurizzazione.
Immaginiamo quindi che esista fin da progetto la priorità della perfetta tenuta idraulica, per cui, allo scopo, prima ancora di alloggiare le saracinesche nelle loro sedi, Hemiunu avrà fatto inserire una staffa di rame piegata ad "U" nei due piccoli buchi presenti nel lato sud del doppio divisorio già descritti altrove (foto **D05**).
I due buchi non possono essere realizzati orizzontalmente in un'unica pietra perché, così vicini fra loro, potrebbero creare una traccia suscettibile di indurre una frattura sotto sforzo (?...!). Molto meglio allora lavorare su due pietre distinte e in verticale.
La staffa, una volta abbassate le porte in granito, costituirà il punto di appoggio per un traversino di legno che, infilato dall'alto nella modesta intercapedine rimasta, funzionerà da fine corsa per una opportuna guarnizione realizzata con stoppa ingrassata, pressata e alternata con altri listelli, la quale consentirà in un secondo tempo di colare della malta nella cavità rimasta (?...!).
Anche le due tacche già descritte (foto **D29**), presenti sui lati della pietra con le gole avranno uno scopo simile a quello dei due buchini essendo collocate alla loro stessa altezza.
Anche in questo caso, prima di posizionare le saracinesche, verrà incastrata di traverso una adeguata sbarra di rame capace di occupare tutta la fessura che verrà formandosi fra il monolite con le gole e la prima delle porte in granito.
Si verrà così creando un adatto punto di arresto per tutta una serie di assicelle di legno alternate a stoppa ingrassata che andranno inserite pressandole dall'alto dopo aver fatto scendere le saracinesche e collocato le tre pietre a testa tonda, occupando così tutto lo spazio della piccola intercapedine (escluse le gole, s'intende).
Immaginiamo per un attimo di avere già abbassato le saracinesche: è evidente che, a dispetto della guarnizione che realizzeremo con i traversini e la stoppa, l'acqua potrà ancora scorrere sul pavimento e fra le pareti e i fianchi delle saracinesche.

Supponiamo anche che siano già state fatte salire le tre pietre a testa tonda posizionandole nel modo descritto sui loro supporti ben preparati con un fondo di malta fresca e controlliamo tutta la parte fin qui realizzata a partire dal monolite con le gole: ci sarà inizialmente una piccola intercapedine che provvederemo a sigillare con i traversini di legno alternati alla stoppa impastata col grasso. Incontreremo successivamente la prima delle tre pietre a testa tonda, alle cui spalle si sarà formato un vuoto largo due palmi (15 cm.) che scende fra le prime due saracinesche. Seguirà un'altra pietra a testa tonda con un altro vuoto di due palmi, poi la terza pietra e un vuoto questa volta di un solo palmo (essendo più stretta la terza guida).
Questo ultimo spazio è quello nel quale era stata posizionata la staffa di rame nei due buchini, per cui al momento esso ospita solo il traversino di legno e la guarnizione di stoppa pressata.
Hemiunu otterrà la sperata perfetta tenuta idraulica versando della malta in questi ultimi tre spazi riempiendoli fino al bordo (ecco perchè le saracinesche devono essere tre) e incastrerà nella malta fresca altre tre pietre aventi sezione a T, che si appoggeranno sopra le tre pietre già viste inserendo la costola verticale del T proprio nei tre spazi vuoti appena descritti.

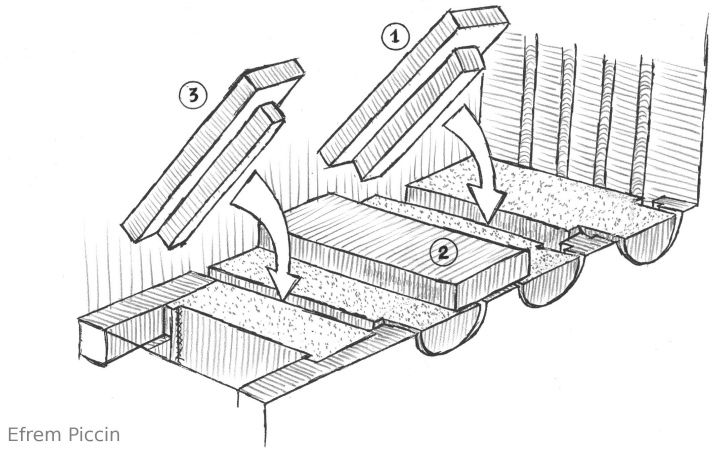

Figura 15: Le pietre con sezione a T

La malta salderà queste ultime tre pietre con quelle sottostanti fino al doppio divisore. Diventerà impossibile in questo modo in-

durre uno scorrimento anche minimo verso nord della copertura in granito così realizzata.
Tutto verrà saldato in maniera perfetta e rimarranno solo le quattro gole verticali a creare una comunicazione fra la camera del re e il vestibolo (e quindi verso la grande galleria).
Le ultime tre pietre di cui vi ho parlato, saranno larghe un cubito (52,5 cm.), lunghe il necessario per coprire tutto la spazio trasversale (tre cubiti = 157,5 cm.), saranno spesse due palmi (15 cm.), ma recheranno nella parte sottostante tre costole centrali larghe 2p, 2p, 1p (15 cm., 15cm., e 7,5 cm., dato che l'ultima è diversa) e profonde almeno 3p (22,5 cm.), capaci di inserirsi verticalmente nelle tre intercapedini, affogando nella malta fresca, mantenendo così perfettamente incastrate e saldate fra loro le tre pietre sottostanti.
Le tre costole saranno incomplete sul lato ovest, essendo di mezzo cubito più corte (26,25 cm.) per poter cavalcare le cime delle tre selle compresi i terminali delle tre guide laterali in granito che qui sono più alte di quelle presenti sul lato est.
Potranno così effettuare anche le necessarie rotazioni durante la salita senza incastrarsi contro il soffitto (foto **F10**).
Spero di poter completare la descrizione con un disegno decente, perché queste ultime pietre sono complicate ma necessarie (sequenza foto **F07**...**F18**).
Ancora una piccola pignoleria e poi ci siamo: fra queste ultime tre pietre si verranno creando due spazi vuoti a sezione quadrata di due palmi per due (15 cm. x 15 cm.) che verranno riempiti con due lunghi prismi in granito saldati anch'essi con la malta, livellando in questo modo tutta la copertura superiore (foto **F19**, **F20**, **F21**).
Proprio questa malta ha lasciato due impronte quadrate, perfette nel posto e nelle dimensioni, visibili sui due fianchi, una per parte (sequenza foto **F22**...**F33**.).
In **F28** si possono addirittura riconoscere alcuni frammenti di un pilastrino rimasti saldati sulla parete.
Forse, potendo disporre di foto migliori, si potrebbero trovare anche le altre due impronte.

Tornando alla descrizione interrotta prima: tutto è stato rigorosamente sigillato e non ci possono essere fughe né d'aria né d'ac-

qua; la sola comunicazione possibile con la camera del re è attraverso le quattro gole che nel frattempo sono rimaste libere.
Il resto è facile: a tempo debito, un uomo salirà dal vestibolo fin sopra le saracinesche recando quattro adatti cunei di legno semicircolari e provvederà a sigillare il tutto.
I cunei non devono potersi appoggiare contro la prima delle saracinesche per non compromettere la guarnizione di tenuta ottenuta colando la malta (che è ancora fresca). Essi agiranno invece fra le gole e la guarnizione realizzata con le assicelle di legno pressate, trasmettendo lo sforzo alla prima delle pietre a testa tonda che potrebbe così essere indotta a scivolare indietro. È proprio per questa ragione che sono state inserire le ultime tre pietre: con le loro costole verticali esse occuperanno tutti gli spazi vuoti fra una pietra e l'altra impedendo qualsiasi movimento della copertura così realizzata.
È ovvio che la pressione finale del dispositivo idraulico dipenderà dal lavoro di quest'uomo, e mi piace credere che sia stato Hemiunu in persona ad incaricarsi di questo dettaglio.
I quattro tappi possono facilmente essere resi solidali fra loro facendoli attraversare da un unico perno di rame (montato in precedenza), per cui, quando la pressione nella camera del re riuscirà a scalzarli, salteranno tutti insieme trascinando anche la guarnizione di assicelle e stoppa.
Si innescherà in questo istante il violento flusso idraulico necessario al funzionamento del dispositivo di sblocco dei 25 tappi di granito (?...!).
Si tratterà di una portata di oltre 200 litri d'acqua al secondo, protratta per alcuni minuti.
Finalmente comprendiamo perché la pietra con le gole sia costituita da un unico monolite: essa è il cuore del dispositivo e a questo livello non si poteva rischiare nessun trafilaggio.
Essendo la sua integrità così indispensabile, essa è stata protetta con ogni precauzione possibile, come abbiamo già avuto modo di vedere.
Di tanto in tanto mi capita di rileggere ciò che scrivo, anche perché, non essendo un professionista della penna, la mia esposizione non è molto scorrevole, per cui correggo come posso. Spero perdonerete.
Mentre rivedo il mio lavoro, mi metto nei panni di un lettore volenteroso ma scettico: la soluzione che vado proponendo è fran-

camente inimmaginabile. È quasi impossibile accettare l'idea che 4500 anni fa sia esistito qualcuno dotato di tutte le competenze tecniche e teoriche necessarie.
Hemiunu possiede evidenti e straordinarie capacità costruttive, conosce le proprietà dei vettori, ha consapevolezza della pressione e dei suoi effetti sui fluidi. Sa che i liquidi sono incomprimibili e conosce la pressione idrostatica, ma soprattutto sa effettuare dei calcoli accurati. Non è disposto a correre rischi, per nessuna ragione. Se ha dei dubbi, costruisce dei modelli e prova e riprova con quelli…
Peccato che tutte queste conoscenze siano andate perdute, forse perchè Hemiunu non ha avuto figli, avendo dedicato tutto sé stesso alla piramide, o più semplicemente perché i tempi non erano maturi, chissà.
Comprendo allora lo scetticismo, ma almeno mi si deve dare atto di aver saputo saldare fra loro decine di dettagli secondo un unico disegno coerente, talmente buono da poter funzionare.
Se si costruissero nel modo dovuto tutte le parti fin qui descritte, l'intero dispositivo funzionerebbe esattamente come vi ho detto.
Bisognerà pure tenerne conto...
Prima di proseguire, vorrei spendere ancora due parole a proposito della camera delle saracinesche e del meccanismo che essa propone, immaginando che le mie ipotesi siano corrette.
Spesso le cose ovvie diventano tali solo dopo essere state adeguatamente evidenziate.
Rivediamo allora l'intero dispositivo, immaginando che si tratti di una bottiglia di spumante coricata su di un piano.
Siccome la bottiglia sarà pressurizzata, dovremo utilizzare uno di quei tappi di plastica con le zigrinature e la gabbietta metallica che tutti conosciamo.
Nel nostro caso, l'intera camera delle saracinesche si comporterà come il tappo in questione, dove l'effetto "guarnizione" verrà garantito dalle due colate di malta realizzate fra le tre saracinesche, mentre sarà più complicato impedirgli di venir sparato via dall'azione della pressione, che, ricordiamo, dovrebbe raggiungere almeno le tre atmosfere.
Le misure del passaggio che conduce alla camera del re sono 112 cm. (altezza) per 105 cm. (larghezza). Questo ci offre una superficie pari a 11760 cm2, per cui dovremo contrastare uno sforzo pari a 35280 kg.!

Sarà banale, ma vale la pena di stupirsi: si tratta di 35 tonnellate.
Questo formidabile sforzo dovrà essere contrastato da un effetto contrario distribuito fra tutte le parti interessate e si tratta delle sei costole laterali in granito che contengono le saracinesche, del "cuscino" di malta colato a suo tempo fra la terza porta e il divisore in granito, nonchè il divisore stesso che si comporterà come la gabbietta metallica della bottiglia, sopportando il grosso dello sforzo e impedendo al tappo di farsi sparare via dalla pressione.
Ricordate questa particolare distribuzione degli sforzi, perchè a suo tempo avremo modo di valutarne gli effetti.
Abbiate pazienza.
Aggiungo questa nota molto a posteriori: siamo a marzo 09, e di pubblicare il libro non se ne è ancora parlato...
Rileggevo questa parte avendo sott'occhio il modello di legno che ho costruito e le foto di cui dispongo.
In particolare stavo osservando la riparazione effettuata in tempi recenti al di sopra della bugnetta semicircolare ricavata nel divisore in granito di cui ho già parlato altrove (foto **F34**): ricordo di aver detto come questa stuccatura avente forma di un otto steso in orizzontale sia perfettamente compatibile con i danni recati alla superficie del divisore quando le pietre movimentate all'interno del vestibolo ricadevano dai lati in appoggio sulla bugnetta per poter sostare in condizioni di controllo.
Mi pongo tuttavia una domanda: per tutte le pietre che ho immaginato di far salire sopra le saracinesche (e considero solo le sei più grandi), nella mia descrizione ho utilizzato sempre il lato ovest della bugnetta, mentre i fatti mi dicono che certamente anche il lato est ha dovuto lavorare, e non poco, se i segni vogliono dire qualcosa.
Tornando allora nel modello e immaginando di muovere le pietre, mi sono accorto che per le ultime tre, quelle con le costole verticali e necessarie per riempire i tre spazi creatisi fra le pietre più grandi (quelle con le teste tonde), non si può operare in altro modo che facendole salire stando in appoggio contro la parete ovest. Dall'altro lato non riuscirebbero a ruotare perché mancherebbe loro lo spazio contro il soffitto.
Ne consegue che se qualche pietra è salita stando in appoggio sul lato est della bugnetta deve trattarsi di quelle con le teste arrotondate.

A ben vedere la cosa ha un suo senso: in primis, far salire le prime tre pietre da questo lato consentirà di risparmiare l'usura della bugnetta sul lato ovest certamente destinata alle ultime tre pietre.
In secondo luogo, sarà forse più agevole, dopo aver fatto ruotare la testa tonda contro lo spigolo sud-est, collocare la pietra in posizione verticale stando appoggiata sul lato est del corridoio e non, come avevo detto all'inizio, ribaltarla contro la parete ovest.
Se adesso noi facessimo salire la pietra da questa posizione, potremmo appoggiarla sulla bugnetta dal lato est e poi si potrebbe sfruttare il fatto che questa ha forma semicircolare (evidentemente non per caso) per farla basculare delicatamente sull'altro lato e da qui poi farla salire col metodo già descritto (sequenza foto **F35**...**F41**).
Più ci penso e più questa seconda strada mi sembra meno faticosa dell'altra… senza contare che verrà risparmiata l'integrità della bugnetta sull'altro lato, necessario per completare il lavoro.
Vediamo infine come un energico flusso d'acqua avrebbe potuto liberare i 25 blocchi di granito collocati all'interno della Grande Galleria.
Vi ricordo che si tratta solo di un progetto teorico, una speranza che forse Hemiunu aveva lungamente cullato prima di doversi arrendere alle difficoltà già descritte a proposito della salita dei blocchi all'interno della Grande Galleria...
Tanto per cambiare, dovrete armarvi di pazienza e buona volontà perché non si tratta di una cosa semplice, anzi, pur divertendomi durante lo studio, per riuscire a comprendere ho dovuto tribolare non poco.
Immaginiamo di aver collocato i 25 blocchi nella gola compresa fra i due marciapiedi, assicurati mediante l'inserimento di cunei di legno incastrati lateralmente fra i blocchi stessi e gli spigoli alti dei due marciapiedi.
I blocchi devono essere vicinissimi fra loro, meglio se fossero a contatto. È importante che non ci siano giochi significativi.
Se tutto è pronto, prima di avviare il meccanismo idraulico sarà necessario svuotare tutte le nicchie asportando i modesti pilastrini in calcare che le hanno fin qui occupate.

Si spiega finalmente perché in queste nicchie fosse stata impiegata una malta grossolana, così come erano di scadente qualità anche le pietre inserite: ciò che serve sono proprio le cavità che le hanno contenute.
In precedenza, dovendo schiacciare i gioghi delle carrucole contro le pareti, era necessario che queste, per garantire l'appoggio, avessero un buon sviluppo laterale, per cui le nicchie laterali dovevano essere piene.
Ricordo che proprio per consentire l'aderenza laterale dei gioghi, sui fianchi erano state scalpellate delle zone a superficie rettangolare esattamente sovrapposte alle nicchie. Questo lavoro sembra realizzato tardivamente a fronte di difficoltà impreviste come già spiegato nella descrizione della grande galleria.
Le cavità laterali, che sono state adesso liberate, serviranno per ospitare degli ingegnosi sistemi di travi capaci di assicurare i blocchi tenendoli compressi lateralmente, utilizzando delle zeppe disposte secondo un criterio molto particolare (e rischioso…).
Sarà necessario fare i soliti ragionamenti sulle misure delle nicchie esprimendo il tutto in unità locali (palmi e cubiti).
Spero sia chiara la forma di queste cavità: esse sono collocate come trapezi retti verticali aventi il lato sghembo alla stessa quota del marciapiede e parallelo ad esso (foto **C03**, **C04**, **C05**).
La base verticale lunga misura 60 cm. (8 palmi, oppure 1 cubito + 1 palmo), la base corta è alta 45 cm. (6 palmi), mentre la larghezza è di mezzo cubito (27 cm.).
La profondità, invece, è pari a 3 palmi (22,5 cm.).
Tornando alla procedura di avvio: i cunei di bloccaggio laterali avrebbero dovuto venire sfilati solo all'ultimissimo istante prima dell'innesco del dispositivo idraulico, delegando l'ultima sicurezza alla presenza di un sistema di controllo realizzato mediante due serie di dighe laterali (destre e sinistre) in legno, inserite nelle nicchiette (quindi in posizione centrale rispetto ai monoliti) e mantenute compresse contro i blocchi da un secondo ingegnoso sistema di zeppe.
Nella mia ipotesi, queste ultime erano molto lunghe, simili a dei pali e stavano incastrate fra le dighe e i blocchi, essendo inserite dal lato a monte delle dighe stesse, rimanendo per questo in posizione quasi verticale ed emergendo ben oltre il piano dei marciapiedi (foto **F65**).

Il violento flusso idraulico, scatenato dall'espulsione dei cunei di legno nella camera delle saracinesche, avrebbe travolto le lunghe zeppe, inducendole a ruotare, scalzandole dalla loro posizione e liberando finalmente il convoglio dei tappi.
Lo scarico avrebbe anche investito frontalmente il primo dei blocchi, collocato a ridosso del grande scalino, trasmettendogli una formidabile spinta protratta per alcuni minuti.
Lateralmente si sarebbero formate delle cascate molto turbolente che scavalcando le dighe avrebbero generato sui fianchi un potente effetto trascinatore; infine la presenza dell'acqua avrebbe fatto diminuire di molto il coefficiente d'attrito e quindi il valore dell'attrito stesso.
In queste condizioni ritengo molto probabile l'avvio di tutto il convoglio e conto di effettuare un esperimento all'interno del mio modello in legno utilizzando al posto dell'acqua una cascata di piccole palline di vetro...
Mi auguro che i risultati saranno soddisfacenti per cui spero di poter proporre un breve filmato.
Descriverò adesso un po' meglio la conformazione delle dighe laterali, perché, tanto per cambiare, anche la loro realizzazione ha richiesto una lunga progettazione (per lo meno da parte mia…).
Ho immaginato allora che ogni diga fosse costituita da alcuni travi di legno.
Il primo di questi, quello che si appoggerà sul marciapiede, dovrà possedere anch'esso una sezione a trapezio in modo da garantire la tenuta dal di sotto. Ho fissato allora l'angolo in 26,5°, l'altezza maggiore in 4 palmi (30 cm.), la larghezza in 3 palmi (22,5 cm.) e la profondità nei necessari 75 cm. (1 cubito + 3 palmi) per poter arrivare dal fianco del blocco al fondo della nicchia dopo aver attraversato tutto il marciapiede.
Operando in questo modo, si può osservare che il trave non sta esattamente incastrato nella nicchia, disponendo di un gioco laterale (lungo l'asse nord-sud) pari a quasi 4 cm.
Si tratta della differenza fra la larghezza della nicchia (mezzo cubito = 26,25 cm.) e la larghezza del trave che ho fissato in 3 palmi (22,5 cm.). Sono due misure "normalizzate" e la loro differenza era una quantità certamente conosciuta (essa corrisponde a mezzo p = 3,75 cm.).

Lavorando con un modello in scala 1:10 mi sono dato da fare per vedere se riuscivo ad incastrare al suo posto il mio trave in legno. Se il pezzo avesse semplicemente la sua forma prismatica, non potrebbe compiere le necessarie rotazioni per inserirsi in posizione. Ho iniziato allora ad asportarne un po' sui punti dove toccava temendo di riuscire ad inserirlo ma di perdere il contatto sul suo perimetro e quindi la necessaria tenuta idraulica.
Operando con pazienza sono riuscito infine a far scivolare in posizione il trave dopo una complicata rotazione (ricordo che nella realtà le nicchie hanno, molto opportunamente, lo spigolo alto e quello a nord smussati, con un lavoro fine, "da progetto"…).
Meraviglia: controllando il manufatto finito si può osservare come lungo tutto il suo perimetro non sia mai stata messa in discussione la tenuta. Ci sarà sempre e dovunque il contatto laterale!
Molto ringalluzzito, ho immaginato che bastasse ripetere il gioco con un secondo blocchetto di legno: niente da fare. Al momento del suo inserimento, dopo le necessarie asportazioni, la forma finale non era più in grado di garantire nessuna tenuta.
Adesso so che la soluzione era semplice, ma per un attimo ho temuto.
Il metodo consiste nel completare il lavoro non con uno, bensì con due travi prismatici spessi ciascuno 2 palmi (15 cm.), larghi tre palmi (22,5 cm.) e profondi ancora 1 cubito + 3 palmi (75 cm.).
Per il primo dei due è stata sufficiente una modesta lavorazione su due spigoli utilizzando ancora entrambi gli smussamenti della cornice per farlo ruotare ed entrare al suo posto.
L'ultimo dei tre, quello che dovrà concludere il sistema, necessita anch'esso di una lavorazione simile, ma a questo punto il gioco lo conoscevo per cui non ho incontrato difficoltà.
In particolare, per poter essere inserito al suo posto, a quest'ultimo trave è stata sufficiente una rotazione compiuta esclusivamente sul piano orizzontale, cosa molto plausibile con la necessità di occupare tutto lo spazio disponibile in altezza all'interno della nicchia, per cui, almeno in questo caso, non è stato necessario utilizzare lo smussamento dello spigolo alto (e orizzontale) della nicchia..
Controllando il lavoro finito, ho avuto modo di osservare che su ognuno dei tre travi erano state effettuate delle asportazioni, ma a

ben vedere non si tratta di un lavoro complicato trattandosi sempre di facce piane. Certo, bisogna conoscere esattamente i punti di attacco delle superfici da asportare, ma fatto per una serie, vale per tutti (foto **F42**).
Hemiunu, da bravo ingegnere, è stato di certo un grande pianificatore del proprio lavoro.
Non è questo il solo caso di parti lavorate in serie con molto anticipo sul loro tempo di utilizzo.
Immaginiamo allora di avere inserito i tre travi sagomati al loro posto (le stesse operazioni andranno ovviamente compiute sull'altro lato del blocco con una lavorazione "mancina" dei travi): ci sarà appena un po' di gioco contro i blocchi, ma sappiamo che dovremo ancora inserire le zeppe di tenuta.
Prima però, sarà necessario spingere da dietro le tre parti delle dighe in modo che si spostino in avanti salendo verso sud.
Ricordo che lateralmente ci sono quasi 4 cm. di gioco, per cui in effetti le dighe potrebbero essere spinte un po' in su, ma solo per un poco, dal momento che finiranno inevitabilmente per incastrarsi verticalmente dato che l'altezza della cavità va diminuendo.
Questo incastrarsi mediante la compressione da tergo dei tre pezzi era, a parer mio, esattamente ciò che Hemiunu aveva in mente pensando ad un buon ancoraggio e anche alla tenuta idraulica.
Immaginiamo di avere sistemato tutte le dighe (destre e mancine) sui lati dei blocchi.
Prima di inserire le nuove zeppe, sarà ancora necessario incastrare dei tappi di legno prismatici in posizione verticale all'interno delle due fossette, posti uno davanti e uno dietro ad ogni diga in modo da occupare gli spazi vuoti rimasti sul pavimento del marciapiede, compattando le dighe e scoraggiando il passaggio dell'acqua attraverso le fossette che potrebbero comportarsi come dei sifoni…
Lavorando con cura, sarà possibile ottenere in questo modo anche una discreta tenuta nei confronti dell'acqua.
Ricordo che le nuove zeppe saranno molto lunghe e dovranno essere tutte incastrate frontalmente da sud verso nord rimanendo esposte al flusso idraulico che si incaricherà di sradicarle liberando i blocchi.
I cunei laterali, che in precedenza avevano garantito la sicurezza dei blocchi stando incastrati sui fianchi, verranno sfilati solo

poco prima di iniziare a versare l'acqua dall'alto dei condotti, per cui da questo istante in poi i blocchi rimarranno assicurati solamente dalle ultime zeppe intestate sulle dighe…
Inutile dire che in queste condizioni la sicurezza è al minimo (sequenza foto: **F43**...**F65**).
Al momento giusto potremo contare su di un flusso idraulico di oltre 200 litri al secondo per la durata di alcuni minuti. Ricordiamo anche che la pendenza è severa (oltre 26°).
Se tutto fosse stato realizzato a dovere, direi che il dispositivo aveva un'altissima probabilità di poter funzionare e certamente testerò il metodo all'interno del mio modello (certo, con le limitazioni della simulazione).
Se... però vi ricordo che i blocchi effettivamente presenti sono solo tre, e le nicchie laterali sono state trovate ancora chiuse, per cui, pur essendo stato attivato con successo il dispositivo idraulico, certamente qualcosa nelle fasi finali non è andato per il verso giusto, ma vedremo… (?...!)
Spero che il ragionamento vi abbia convinti. Vi faccio notare che anche questa parte potrebbe essere ricostruita con le stesse misure, le stesse forme, e fatta funzionare.
Nel modello in legno che sto costruendo al momento (giugno 08), spero di ottenere un funzionamento simulato versando (per quel che vale) una cascata di piccole palline di vetro.
Sono molto ottimista al riguardo.
Staremo a vedere (sequenza foto **F66**...**F80**).